



EDITORIAL

ACTUALES REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

CURRENT REQUIREMENTS FOR THE GEOTECHNICAL DESIGN OF SHALLOW FOUNDATIONS

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.1>

El diseño de cimentaciones superficiales es quizás uno de los requerimientos más habituales en la práctica profesional en ingeniería geotécnica, lo que ha motivado el desarrollo de un importante número de investigaciones de tipo experimental, teórico y numérico, hasta la fecha. Los estudios sobre la respuesta de una cimentación superficial, inician con la propuesta del mecanismo de falla definido por Prandtl, y usado por Reissner en los años veinte del siglo XX, seguido de la formulación de la conocida ecuación polinómica de capacidad de soporte de Terzaghi en 1943. Basados en lo anterior, trabajos de pioneros en esta línea como Meyerhof, Skempton, Vesic y Brinch Hansen, por resaltar sólo algunos, han mantenido su vigencia a la fecha a nivel académico y profesional, debido a la naturaleza práctica de sus propuestas. Sin embargo, las metodologías derivadas de ellas, consideran indirectamente que la planta de cimentación está compuesta por elementos aislados, cuyo comportamiento es evaluado independiente de la estructuración y distribución de las cargas en la cimentación, lo que puede estar alejado de las solicitaciones que se tienen en un proyecto.

Pese a la aparente sencillez del modelo físico que representa una cimentación superficial, la evaluación de su respuesta puede llegar a ser muy compleja, incluso considerándola como un elemento aislado, lo que obliga a idealizaciones o necesarias simplificaciones cuando se quiere obtener una expresión analítica para el diseño. Actualmente, es posible encontrar interesantes publicaciones que centran su interés en generar una solución analítica, en algunos casos siguiendo la forma de la ecuación polinómica de capacidad de soporte. Sin embargo, probablemente parte del esfuerzo se está desviando hacia una arista del problema, que puede estar alejada de los requerimientos reales que se tienen para el diseño geotécnico de la cimentación de una estructura.

Ahora bien, ¿es adecuado continuar con el análisis de la respuesta de cimentaciones superficiales considerándolas como elementos aislados?, y para este caso, ¿es necesario hoy contar con una expresión analítica para el diseño? Antes de hablar de adecuado o no, y sin querer buscar la obsolescencia de un método en particular, se debe tener en primer lugar claridad del problema real que se está evaluando, así como la influencia práctica de las variables involucradas.

Regularmente, para el diseño de edificios, la demanda sísmica condiciona la selección del tipo de cimentación, definiéndose ya sea losas, o también zapatas interconectadas con elementos rígidos, como vigas de cimentación, buscando generar la respuesta como un sistema de cimentación superficial. Por lo que un aspecto de gran relevancia para responder las interrogantes antes planteadas, es



tener claro que la respuesta del sistema de cimentación completo, no necesariamente se puede inferir a partir de la evaluación de una cimentación aislada con una sollicitación puntual. Además, los métodos tradicionales no permiten incorporar todos los elementos que intervienen en el diseño, ya que para considerar la cimentación como un sistema, se requiere involucrar tanto variables del suelo como de la estructuración, lo que obliga a la necesaria evaluación de la respuesta suelo-fundación-estructura.

Desde una mirada práctica, la evaluación geotécnica de la cimentación como un elemento aislado, habitualmente se considera como un análisis conservador, dado que, al no incluir la rigidez y unión de los elementos de conexión entre zapatas, se produciría un mayor asentamiento diferencial, y menor carga para generar la falla. Lo anterior, para el caso de losas, no es tan directo de concluir, ya que esta rigidez también depende del tipo de estructuración y distribución de cargas que sobre ella recaen, pudiendo tener una respuesta donde el asentamiento varíe en toda el área de la cimentación. A partir de lo anterior, más allá de sí el análisis fuera conservador o no, el desarrollo de la ingeniería debe buscar que las metodologías de diseño se formulen de acuerdo con los requerimientos reales de un proyecto, ya que si bien actualmente se están usando ecuaciones ampliamente reconocidas para el diseño de la cimentación, estas buscan resolver una situación que no necesariamente se tiene en las cimentaciones de las edificaciones. Por lo tanto, más que hablar de la cimentación como un elemento aislado, el comportamiento de la base de una edificación, estática y dinámicamente, deberá evaluarse por la interacción y respuesta del suelo con el sistema de cimentación de la estructura.

Para realizar un diseño considerando la respuesta de la cimentación como un sistema, se requiere de una articulada conexión entre el ingeniero estructural y el geotécnico, de manera que la distribución de cargas solicitantes, la estructuración y el tipo de cimentación propuesta, sean bilateralmente analizadas, identificando zonas de mayor deformación y/o plastificación, y de ser necesario, realizar ajustes a los elementos estructurales del sistema. Para lo anterior, los análisis mediante métodos numéricos como elementos finitos 3D, permiten evaluar la respuesta esfuerzo-deformación del suelo y del sistema de cimentación, pudiéndose desarrollar usando diversas alternativas de software comercial, las que incorporan leyes constitutivas desde lineal elástica, hasta modelos con endurecimiento y plastificación gradual. Teniendo claro que las modelaciones en elementos finitos 3D pueden ser computacionalmente costosas, y las licencias comerciales representan una inversión importante, un primer paso puede ser la evaluación de la respuesta del sistema de cimentación mediante métodos simplificados de interacción. Para ello, se pueden emplear software, como por ejemplo SETTLE3, el cual permite importar la configuración geométrica y distribución de cargas obtenidas mediante software de diseño estructural, como SAFE, con el fin de evaluar la respuesta de toda la planta de cimentación frente a las sollicitaciones de diseño del proyecto.

Finalmente, cabe destacar que con lo expuesto no se busca entregar cuestionamientos de ningún método o autor en particular. El objetivo es dejar presente que, más que emplear expresiones analíticas para el cálculo de la resistencia o del asentamiento de un elemento de cimentación aislado, es necesario avanzar en el diseño hacia los análisis donde incluso mediante métodos simplificados, se evalúe la respuesta de la cimentación como un sistema. Será de



gran relevancia continuar estudios que permitan identificar las principales variables que deben ser consideradas en nuevas metodologías de diseño, de fácil implementación práctica, y que estén de acuerdo con los requerimientos reales y características físicas del sistema de cimentación que se busca diseñar.

Edgar Giovanni, Díaz-Segura
Doctor en Ciencias de la Ingeniería
Profesor de la Escuela de Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile
<https://orcid.org/0000-0002-8534-5387>
edgar.diaz@pucv.cl