

RESUMEN

Título: *Estimación de coste y plazo de ejecución en proyectos de túneles mecanizados.*

Autor: *Ignacio Sáenz de Santa María Gatón*

Tutores: *Álvar Garola Crespo*

Carles López Carreras

Se está produciendo en los últimos años un significativo aumento de la ejecución de túneles a nivel mundial, que si bien tiene como consecuencia una mejora considerable en el aspecto tecnológico, construyéndose túneles cada vez más complejos y desarrollando maquinaria más avanzada y segura, no se tiene reflejo de este éxito en la estimación del coste y plazo de ejecución de los proyectos asociados. Son comunes los retrasos en la ejecución así como excederse en gran medida en el presupuesto de licitación. Es justamente esta última afirmación la que ha motivado esta tesina, que busca una herramienta de predicción sencilla y de rápida aplicación, desarrollando para ello un modelo que acote tanto del tiempo como del coste de construcción. De las dos técnicas de excavación básicas que existen, la excavación por métodos convencionales y la que utiliza tuneladoras, nos centraremos en el segundo tipo, puesto que es la que está motivando el gran crecimiento actual de esta tipología estructural. El proceso seguido para alcanzar este objetivo, queda reflejado en el orden en que se presenta la información en esta tesina.

Primeramente tuvo lugar un proceso de documentación del estado actual de la tecnología de tuneladoras, pasando después a la búsqueda de información real de obras. Con la documentación encontrada se genera una base de datos, en la que se incluyen 99 obras, que servirá como herramienta tanto de búsqueda de relaciones entre parámetros, como de resultados de rendimientos. Se concluye que estas variables básicas en la delimitación del problema son: Diámetro, emplazamiento, tipo de material a excavar, la presencia o no de agua, el tipo de tuneladora y finalmente su escudo. Se estudia además la definición de los costes, empezando por la presentación de un árbol que los desglosa en 4 categorías (dependientes del tiempo, independientes del tiempo, fijos y maquinaria) y en sus partidas.

Llegados a este punto desarrollamos un modelo basado en la *Simulación de Monte Carlo*. ya que, gracias a ella se pueden manejar gran número de variables desconocidas en expresiones que contienen sumas de productos como es el caso que nos ocupa y manejar la incertidumbre inherente en este campo de conocimiento. Este modelo es aplicado mediante una hoja de cálculo en la que se introducen también los datos de costes y rendimientos encontrados que de manera rápida y sencilla dará como resultado no sólo valores de coste y plazo en forma de distribuciones normales, sino además permitirá estudios probabilísticos de estas variables.

Se comprueba por tres distintas vías la validez final del modelo. Por un lado se comparan resultados de la base de datos con la que se sustenta el modelo. Es importante destacar que si bien se analizan tanto la relación de los parámetros con el coste y rendimientos, han sido sólo estos últimos los que se introducen en el programa, y por tanto, es interesante comprobar como las mismas relaciones encontradas relativas al coste se repiten ahora al utilizar el modelo. En segundo lugar se demuestra como, basándonos en un documento proveniente de una exposición de la I.T.A. realizada por su vicepresidente, en que se presenta una típica distribución de costes en forma de gráfica para un túnel de metro en zona urbana y terreno tipo suelo, se ajusta nuestro resultado de salida del modelo a dicha distribución de costes de una forma muy precisa. Finalmente, la tercera comprobación es la aplicación del modelo a tres casos reales recientes para, una vez comprobado que los resultados obtenidos se ajustan a los del caso de estudio, dar como definitivamente válida la base en que se sustenta el modelo desarrollado en el presente documento. Podemos por tanto afirmar que se ha desarrollado una herramienta que cumple los objetivos planteados y que no son otros que la formulación de un proceso de sencilla aplicación que sirva en la toma de decisiones de los distintos agentes del sector de la construcción que intervienen en obras de estas características, si bien ésta requiere un estudio posterior más profundo.