



Título de la Tesis Doctoral: Desarrollo de herramienta para la optimización del movimiento de tierras en plantas fotovoltaicas de grandes dimensiones, y evaluación de las pérdidas asociadas a la topografía.

Director/es: Ángel Esteban Martín Furones, Ana Belén Anquela Julián

Resumen:

En el marco de los proyectos fotovoltaicos de grandes dimensiones instalados sobre suelo, los trabajos de movimiento de tierras tienen una importancia cada vez más relevante, principalmente por el uso de trackers, y de suelos con topografías más complicadas. No solo son una partida importante del presupuesto, sino que de su correcta ejecución depende el óptimo acomodo de la estructura, y tiene influencia en las sombras que inciden sobre los paneles y su producción energética, así como en el comportamiento hidrológico de la planta.

Generalmente se buscan terrenos llanos, donde la orografía no sea problemática, pero debido al aumento de los tamaños de los parques y de la ocupación de los mejores terrenos, hay cada vez más proyectos que presenta topografías complejas. En el mercado existen pocas herramientas que den una solución óptima al problema y son menos aun las que están diseñadas específicamente con esta problemática en su desarrollo.

Se pretende explorar el potencial diferentes algoritmos para generar soluciones óptimas desde el punto de vista constructivo y con impacto positivo tanto a nivel económico como de tiempos del proyecto.

El principal objetivo será identificar qué algoritmos producen soluciones válidas y qué grado de calidad aportan. Para cumplir con este objetivo se deberá, en primer lugar, caracterizar adecuadamente el problema y desarrollar herramientas adecuadas para la implementación y análisis de los diferentes algoritmos.

Además, y dado el carácter industrial de esta propuesta, se pretende generar una herramienta para la implementación de este know-how que pueda ser utilizada por personal de empresas de ingeniería.

Esta herramienta deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Permitir tanto la manipulación de las estructuras solares de forma cómoda y manual como la aplicación de algoritmos de optimización que generen soluciones válidas para el conjunto de ellas dentro de una parcela de manera automática.
- Calcular de forma precisa los volúmenes de desmonte y terraplén necesarios.
- Generar los archivos de salida necesarios para la creación de la planimetría.
- Calcular ciertos parámetros típicos de las estructuras solares (por ejemplo, la longitud de hinca).
- Mediante algoritmos de ray-tracing, identificar zonas de sombreado y su impacto aproximado en la producción.
- Identificar puntos bajos que puedan ocasionar problemas en la topografía.



Medios disponibles: Todos los medios de Grupotec Servicios Avanzados (software especializado, know-how interno...) y del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésia y Fotogrametría (material de laboratorio, licencias de software, etc.)

Bibliografía:

- Artun, A., Badenko, V., Volkova, Y., & Radaev, A. (2020). Minimizing earthwork volumes by optimizing vertical alignment with linear programming algorithm. *E3S Web Conference, TPACEE-2020*, 224, 03028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022403028>
- Babapour, R., Naghdi, R., Ghajar, I., & Ghodsi, R. (2018). New strategies for estimation of cut and fill areas in road design with different ground cross-section offsets, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33:2, 178-187, DOI10.1080/02827581.2017.13387488.
- Falcao, V.A., Nobre, E.F., & Prata, B. A. (2016). Optimization techniques applied to earthmoving and highway construction: a survey. *International Review of Civil Engineering*, 7(5), 137-147.
- Parente, M., Cortez, P., & Gomes Correia, A. (2015). Combining Data Mining and Evolutionary Computation for Multi-criteria Optimization of Earthworks. In: Gaspar-Cunha, A., Henggeler Antunes, C., Coello, C. (eds) *Evolutionary Multi-Criterion Optimization. EMO 2015, Lecture Notes in Computer Science*, vol 9019. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15892-1_35
- Parente, M., Comes Correia A., & Cortez, P. (2015). Modern optimization in earthwork construction. *Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development*, 343-348.
- Villar, Y., Menéndez, M., Fernández, Z., & Bernardor, A. (2020). Sustainable earthworks: Optimization with the ICOM method. *Energy Reports*, 6, 404-419.