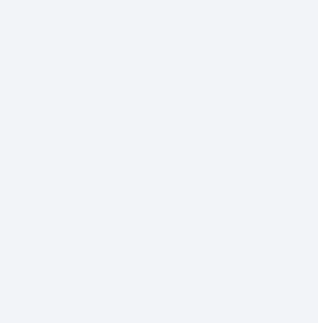





 **PRO5**

Engineering
for good



Somos

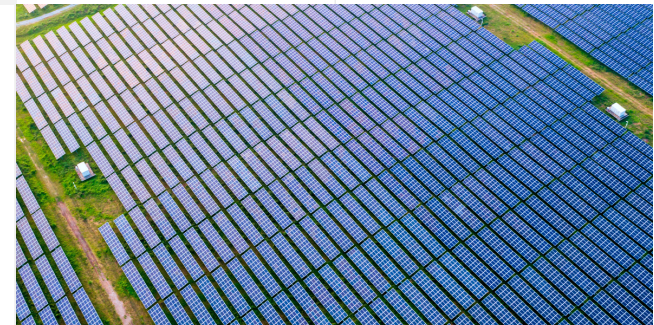
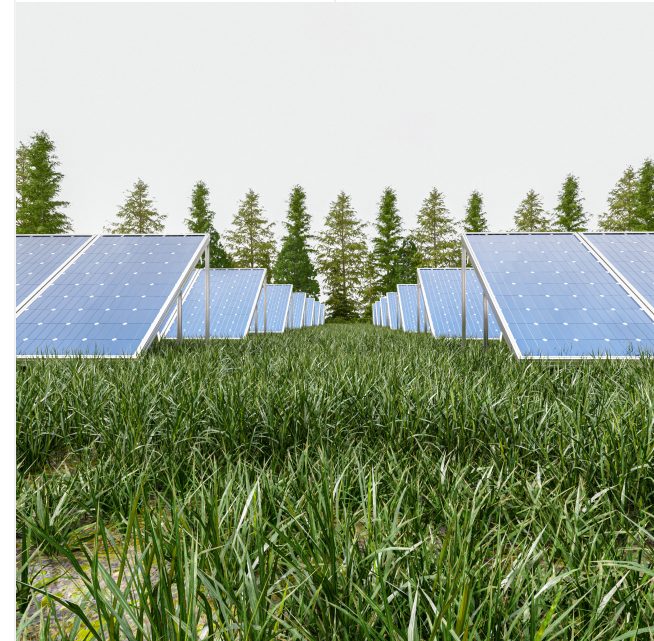
Somos PRO5

Una consultoría independiente, especializada en diseño e ingeniería de grandes plantas fotovoltaicas.

Sobre nosotros

Llevamos más de 15 años trabajando con los principales suministradores de trackers y epecistas, ofreciendo un servicio de máxima fiabilidad y competitividad.

Ofrecemos un servicio de alta calidad, flexible, honesto y con la máxima confidencialidad.



Somos

Misión

Misión

Somos un grupo de ingenieros que en 2015 creamos un espacio propio donde plasmar nuestra visión:

ser un referente internacional de ingeniería civil y estructural fotovoltaica, diseñando el mejor mañana posible para nuestros clientes y para nuestro planeta.

Facilitamos las relaciones a largo plazo con nuestros clientes, funcionando como sus propios equipos internos de ingeniería y ayudando a reducir sus costes de operación.



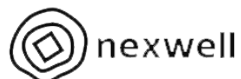
Diseñamos el mejor futuro posible para nuestros clientes y para nuestro planeta.



Algunos de nuestros clientes

Trabajamos con los principales suministradores de trackers y epecistas, ofreciéndoles un servicio de máxima calidad y confidencialidad.

Ofrecemos nuestros servicios tanto en ocasiones puntuales, como de forma continuada a través de acuerdos de larga duración (MSA).



Proyectos

Nuestro trabajo habla por nosotros.

88 países. 5 continentes.

Australia, China, India, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Philippines, South Korea, Sri Lanka, Thailand, Vietnam, Albania, Algeria, Angola, Armenia, Azerbaijan, Benin, Bulgaria, Burkina Faso, Chad, Cyprus, Denmark, Djibouti, Egypt, Ethiopia, France, Gambia, Georgia, Germany, Ghana, Greece, Hungary, Irak, Ireland, Israel, Italy, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Kuwait, Lebanon, Lesotho, Lithuania, Malawi, Morocco, Mozambique, Namibia, Netherlands, Nigeria, Norway, Oman, Poland, Portugal, Qatar, Romania, Saudi Arabia, Senegal, South Africa, Spain, Sweden, Tunisia, Turkey, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, United Kingdom, Uzbekistan, Zambia, Zimbabwe, Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Suriname, Trinidad and Tobago, Uruguay, Canada, United States of America





+50GW

de diseños de detalle

+5500

diseños preliminares

+330

diseños de detalle

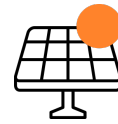
+17

años de experiencia
en solar



Servicios

Ofrecemos un servicio internacional de alta calidad, flexible, honesto y con la máxima confidencialidad



INGENIERÍA ESTRUCTURAL

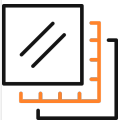
DE PLANTAS SOLARES FOTVOLTAICAS

- Aplicación de normativa estructural de cada país
- Informes de velocidad de viento y carga de nieve
- Cargas exteriores a la estructura
- Análisis y aplicación de resultado de túnel de viento
- Cálculo y verificación de la superestructura
- Cálculo y verificación de la cimentación
- Análisis de pruebas de carga
- Análisis del efecto de la corrosión ambiental y del suelo
- Seguimiento de la ejecución de la obra
- Análisis geológico y geotécnico
- Revisión de informes de estructuras y cimentación de terceros

INGENIERÍA CIVIL

DE PLANTAS SOLARES FOTVOLTAICAS

- Diseño y optimización del layout del proyecto
- Encaje de la estructura sobre el terreno
- Cálculo y optimización del movimiento de tierras
- Informe hidrológico y estudio de inundación
- Diseño y cálculo del sistema de drenaje
- Diseño y cálculo de viales internos y plataformas
- Revisión de cálculos y diseño de terceros



INGENIERÍA ESTRUCTURAL DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Aplicación de normativa estructural de cada país

Nuestra amplia experiencia en proyectos internacionales nos ha dotado de un profundo conocimiento de las diferentes normativas y códigos de cada país. Además, contamos con una red de ingenieros locales que certifican y validan los proyectos con las autoridades pertinentes.

Informes de velocidad de viento y carga de nieve

Realizamos un estudio de velocidad de viento y de las condiciones específicas del lugar, analizando elementos como la exposición o la orografía. De esta manera obtenemos las velocidades de viento de diseño de la planta, y calculamos las presiones y cargas a las que estará sometida la estructura.

Cargas exteriores a la estructura

Abordamos los cálculos de las cargas exteriores de acuerdo con la legislación de cada país, y empleando los estudios previos de las cargas a las que está sometida la estructura, como el viento, la nieve, la temperatura, el sismo, etc.

Realizamos el cálculo de las cargas de viento de dos formas:

Sin túnel de viento

Utilizamos el código local y los coeficientes de forma aplicables por la normativa del país para obtener las cargas y las reacciones en los postes de la estructura.

Con túnel de viento

Nos basamos en los coeficientes que nos proporciona el cliente para realizar el cálculo aeroelástico de la estructura, utilizando las cargas distribuidas a lo largo de la misma para obtener las reacciones en los apoyos.

Análisis y aplicación de resultado de túnel de viento

Durante los últimos 15 años, los miembros de PRO5 hemos sido testigos y partícipes de la evolución de los túneles de viento, tanto a nivel conceptual como de resultados. Esto nos permite aplicar con máxima fiabilidad los coeficientes obtenidos a la formulación de la normativa estructural correspondiente. Además, también ayudamos a nuestros clientes a analizar los resultados y optimizarlos de cara al posterior diseño estructural.

Cálculo y verificación de la superestructura

Empleamos las cargas obtenidas para verificar la estructura y las uniones propuestas por el cliente, comprobando si cumple con lo establecido o si está sobredimensionada, en cuyo caso proponemos su optimización.

Calculamos y verificamos los componentes de la estructura sobre el nivel del suelo con las cargas anteriormente obtenidas. Analizamos el comportamiento de las diferentes secciones de acero de acuerdo a la normativa local, validando las propuestas por el cliente o proponiendo su optimización en caso de que estén sobredimensionadas.

Gracias a nuestro profundo conocimiento y constante actualización de las normativas internacionales, nuestros cálculos proporcionan las estructuras más competitivas de acuerdo a la normativa vigente.

Cálculo y verificación de la cimentación

Nos basamos en las cargas que actúan en los postes, en las condiciones del terreno y en la normativa local para seleccionar el tipo de cimentación más apropiado para el proyecto. Después, procedemos a efectuar la verificación estructural de las diferentes secciones utilizadas.

Nuestros conocimientos geotécnicos están basados en nuestra propia experiencia a lo largo del planeta, ya que hemos tenido la oportunidad de enfrentarnos a suelos con muy diversas problemáticas; desde las arcillas expansivas de Australia a los suelos helados de Canadá, los desiertos de Arabia Saudí o las turbas de Dinamarca.

Análisis de pruebas de carga

Realizamos un análisis completo y exhaustivo de campañas de pruebas de carga, tanto para diseño (destructivas), como para verificación durante ejecución (no destructivas).

Ajustamos el terreno modelizado en una fase preliminar, al comportamiento real del suelo obtenido en la prueba de carga. De esta manera logramos el diseño final más competitivo, basado en resultados reales de interacción suelo-cimentación.

Somos especialistas en analizar la viabilidad de hincado directo o la necesidad de perforación para la instalación de los postes. Nuestra experiencia nos dice que la hincabilidad del terreno es uno de los aspectos más delicados a la hora de construir; por eso asesoramos a nuestros clientes y les ayudamos a planificar la construcción con todas las garantías.

Análisis del efecto de la corrosión ambiental y del suelo

Analizamos el posible impacto de los factores ambientales y de composición química del suelo, tanto en el diseño de las cimentaciones como en las estructuras. Trabajamos a diario en proyectos internacionales con diferentes normativas, realizando estimaciones de corrosividad con normativa americana, australiana o europea entre otros.

Tras más de 10 años realizando estudios bibliográficos en todos los continentes, hemos alcanzado un nivel de expertise diferencial para el diseño de cimentaciones consistentes en hincas metálicas.

Seguimiento de la ejecución de la obra

Damos soporte a nuestros clientes durante la ejecución en obra del diseño, resolviendo las posibles dudas sobre la instalación o los posibles imprevistos relacionados con las condiciones geotécnicas. De esta manera, ofrecemos un apoyo constante y proporcionamos una solución específica según las cargas y el terreno existente.

Análisis geológico y geotécnico

Hemos tenido la fortuna enfrentarnos a todo tipo de suelos a lo largo del planeta; desde terrenos pantanosos ganados al mar, a terrenos licuefactables. Prácticamente cada día, recibimos y analizamos informes geotécnicos de todo el mundo, valorando riesgos e identificando carencias para garantizar el éxito de los proyectos de nuestros clientes.

Todo este conocimiento acumulado nos permite adecuar los ensayos geotécnicos a la realidad de la planta solar con una consistencia y fiabilidad muy altas.

Además, también elaboramos especificaciones técnicas para pruebas de carga de pilotes, siempre a medida de nuestros clientes y teniendo en cuenta las características del tracker instalado.

Estos tests facilitan la selección y diseño final de la cimentación del proyecto: hincado directo, pre-perforado o pilote de hormigón.

Revisión de informes de estructuras y cimentación de terceros

Revisamos el diseño y los proyectos realizados por terceros para dar a nuestros clientes una segunda opinión, ayudándoles a continuar con las siguientes etapas de sus proyectos con las máximas garantías.

Gracias a nuestra experiencia internacional, nuestros procesos de revisión son rápidos y eficientes.



Servicios



INGENIERÍA CIVIL DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Diseño y optimización del layout del proyecto

Realizamos el layout y el diseño general de la planta integrando todas las disciplinas que componen el proyecto: civil, estructural, y eléctrico.

Encaje de la estructura sobre el terreno

Calculamos la altura de cada pilote o poste sobre el terreno, facilitando la instalación de las estructuras y evitando cualquier problema o incremento de costes durante la instalación.

Suministramos los datos de tal manera que, utilizando los equipos actuales, la instalación de los postes se ejecuta de la manera más automática posible. Además, de este modo, se garantiza la correcta instalación del resto de la estructura.

Cálculo y optimización del movimiento de tierras

El análisis del movimiento de tierras se realiza teniendo en cuenta las restricciones propias de la estructura, las pendientes límite que soporta en diferentes direcciones, y la tolerancia en altura sobre el terreno de los diferentes apoyos o hincas.

También se tienen en cuenta posibles especificaciones o preferencias por parte del cliente, como pueden ser la compensación volumétrica o la reducción de la diferencia en altura entre trackers contiguos N/S (norte/sur).

Reducimos al máximo los costes de obra civil minimizando el movimiento de tierras.

Para ello, evitamos explanaciones de tierra generalizadas y analizamos exhaustivamente todos los trackers y su interdependencia.

Descubre nuestro nuevo servicio:
Movimiento de tierras para trackers adaptables al terreno

Informe hidrológico y estudio de inundación

- Análisis de la topografía, climatología, geología, tipos de suelo, e hidrología.
- Análisis de las cuencas de aportación con influencia potencial en la zona de proyecto, identificando las cuencas para determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos, así como las áreas de captación.
- Cálculo de caudales pico, escurrimiento superficial e hidrogramas (curvas caudal-tiempo) usando Método Racional y/o método SCS.
- Análisis de modelos hidráulicos 2D con HEC-RAS, incluyendo caudales de las corrientes de agua y escorrentía generados por el agua de lluvia para los periodos de retornos típicos (10, 25, 50, y 100 años).
- Generación de los mapas de inundación para los periodos de retorno, incluyendo velocidades y altura de la lámina de agua.

Diseño y cálculo del sistema de drenaje

Realizamos el diseño y cálculo del sistema de drenaje, teniendo siempre en cuenta los siguientes elementos:

- Tamaño y disposición de las cunetas.
- Protecciones de caminos y carreteras internas.
- Medidas contra la erosión.
- Mitigación de zonas inundables.
- Precipitaciones y condiciones hidrológicas del lugar.
- Análisis de las cuencas de drenaje que recibe la planta.
- Etc.

Diseño y cálculo de viales internos y plataformas

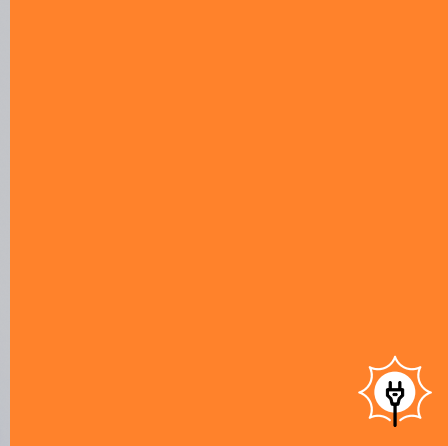
Calculamos la geometría vertical y el impacto en el terreno, tomando como base la geometría en planta del layout general y la sección tipo propuesta para los viales interiores. También calculamos las plataformas de elementos como la subestación, los centros de transformación o los edificios auxiliares.



Revisión de cálculos y diseño de terceros

Revisamos el diseño y los proyectos de terceros, ayudando a nuestros clientes a continuar con sus proyectos con las máximas garantías. Gracias a nuestra experiencia internacional, nuestros procesos de revisión son rápidos y eficientes.





TRACKERS ADAPTABLES AL TERRENO



FOLLOWING TERRAIN TRACKERS GRADING DESIGN

Trackers adaptables al terreno

Los seguidores solares adaptables al terreno son un nuevo producto desarrollado por algunos de los principales fabricantes del mundo, que consiste en un tracker o seguidor que se adapta al contorno del terreno en lugar del típico seguidor cuyo Torque Tube es definido por una línea recta.

Algunas de las últimas mejoras en estos sistemas aumentan significativamente la capacidad de adaptarse a terrenos ondulados, ampliando aún más las oportunidades para el desarrollo de plantas solares en terrenos complejos.

Se deben tener en cuenta algunos requisitos o restricciones iniciales en el proyecto, pero este tipo de trackers minimizan el movimiento de tierras, reducen el uso de acero en las cimentaciones, así como el coste y tiempo de construcción.


Dependiendo del fabricante y el modelo, estos trackers pueden aceptar hasta 1,50° de cambio de ángulo en los tramos de Torque Tube, entre poste y poste, para adaptarse al terreno.



Movimiento de tierras

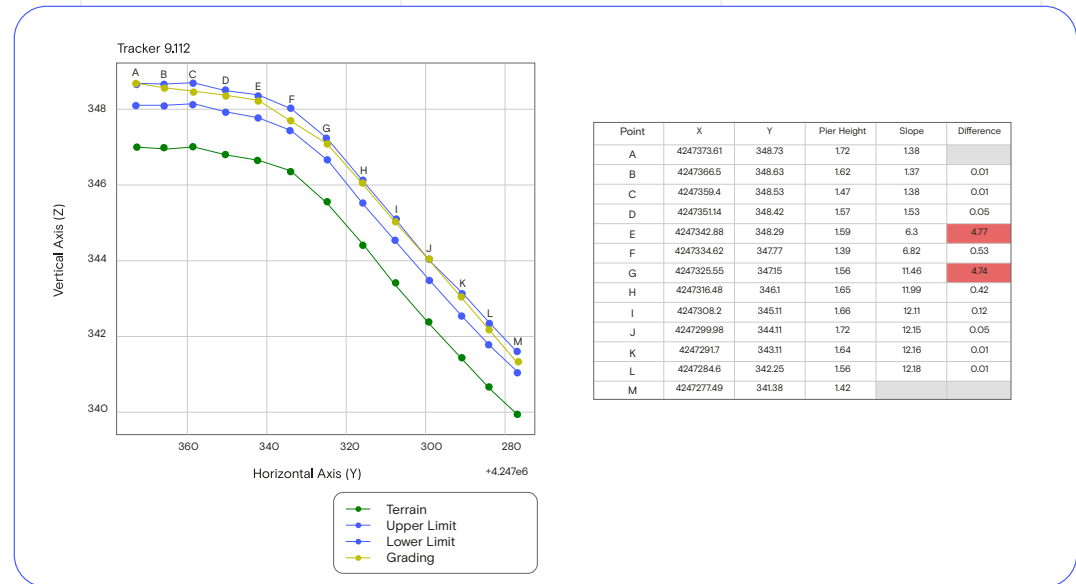
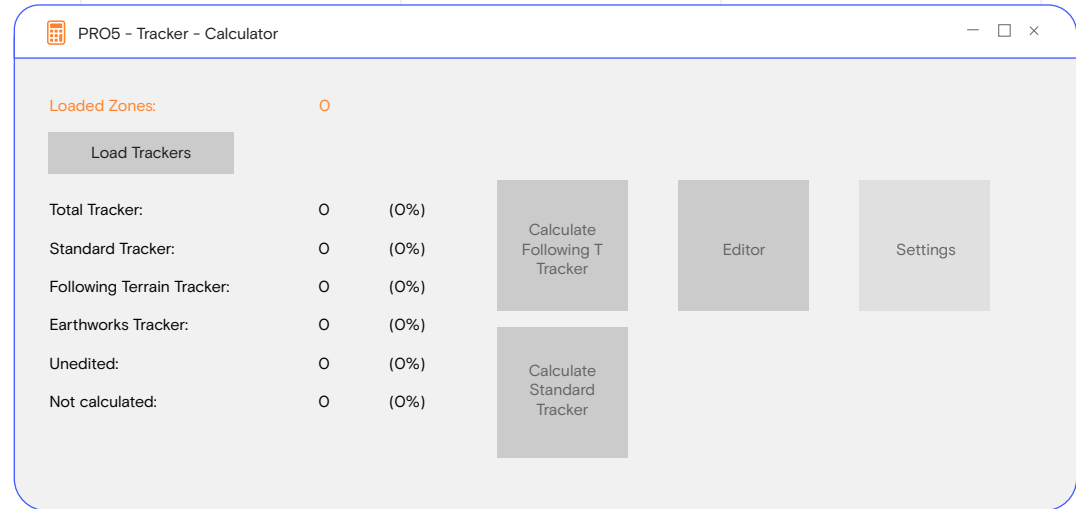
Diseño del movimiento de tierras PRO5

Los trackers adaptables al terreno tiene algunas restricciones y tolerancias que deben considerarse en el Diseño Civil, principalmente para definir dos aspectos:

 Definición de zonas de desmonte y terraplén

 Cotas de corte sobre el terreno de los postes

PRO5 ha desarrollado un proceso complejo para calcular este impacto en el terreno existente y proporcionar la información necesaria al contratista para establecer tanto las cotas de corte sobre el terreno de los postes de cada tracker, cumpliendo con las tolerancias y requisitos, como las operaciones de movimiento de tierras necesarias para adaptar el modelo inicial del terreno a dichos requisitos en caso de que no se puedan cumplir directamente.



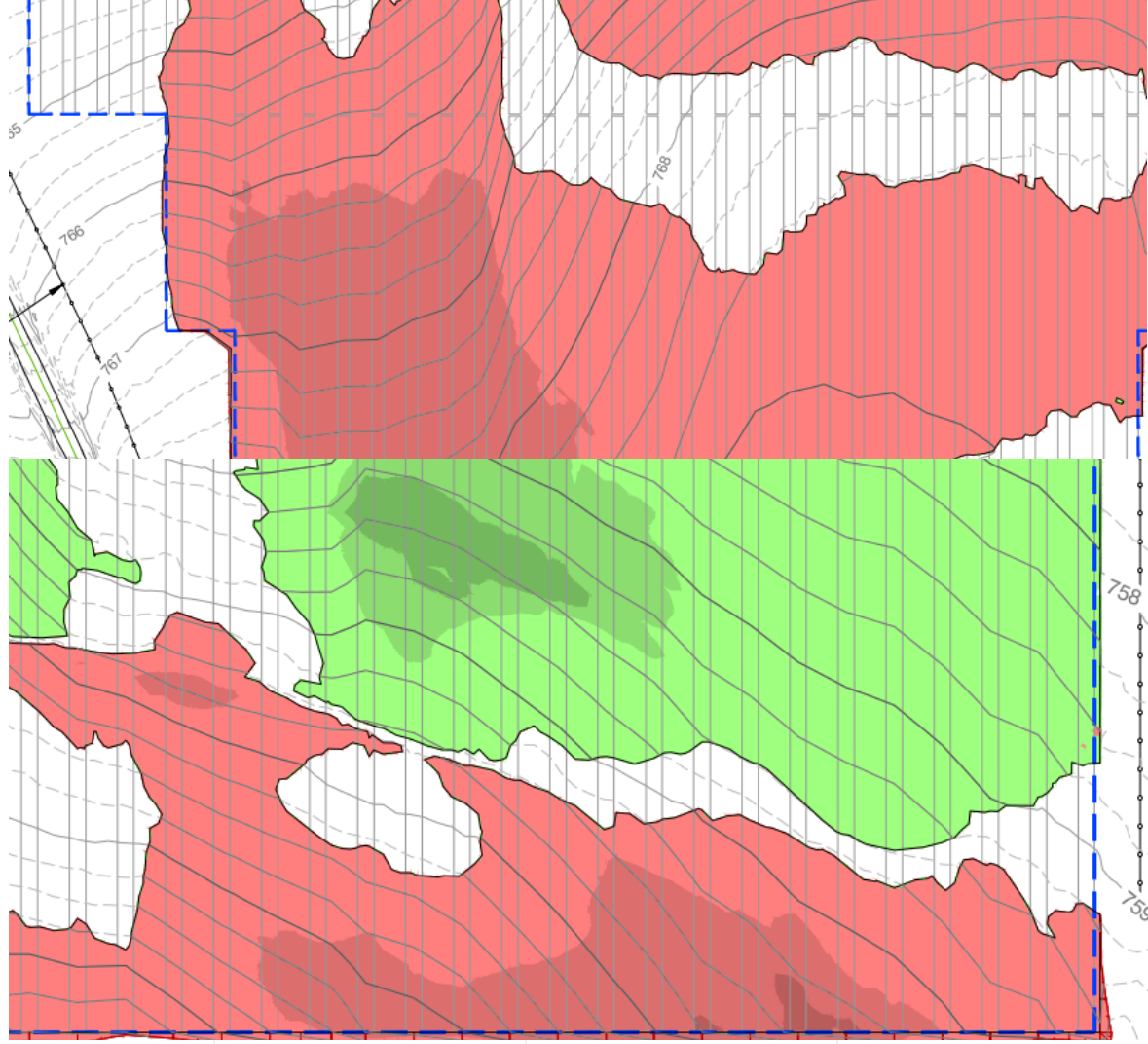
Movimiento de tierras

Este proceso toma en consideración los aspectos civiles y mecánicos relacionados con cualquier actividad de movimiento de tierras ejecutada en una planta solar, produciendo como resultado final un Modelo Digital del Terreno realista, que puede ser construido en la práctica.



Movimiento de tierras

La interacción entre los trackers vecinos siempre se respeta, evitando diferencias significativas de altura entre filas/columnas, evaluando todo el área bajo el perímetro del tracker, no solo la delimitada por los postes. Además, se consideran los terraplenes perimetrales de las distintas zonas afectadas para verificar el impacto con los diferentes elementos del diseño, como puedan ser carreteras internas, plataformas de los centros de transformación, vallados, etc.

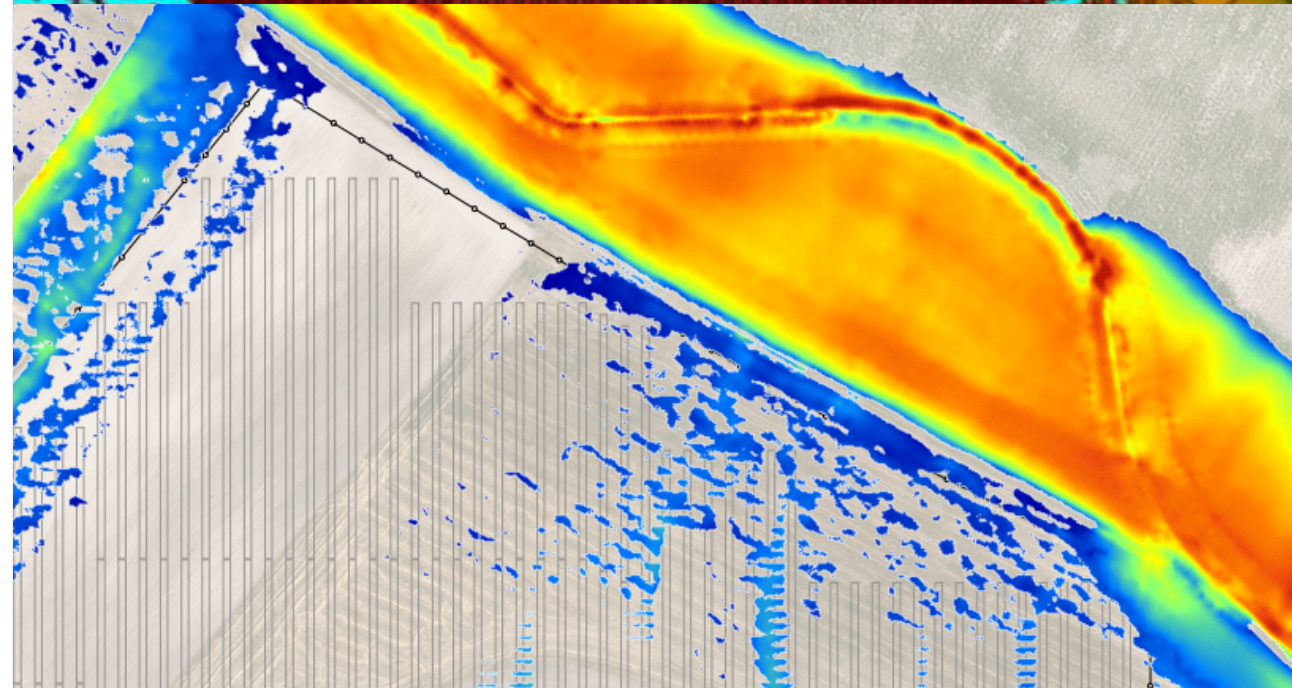
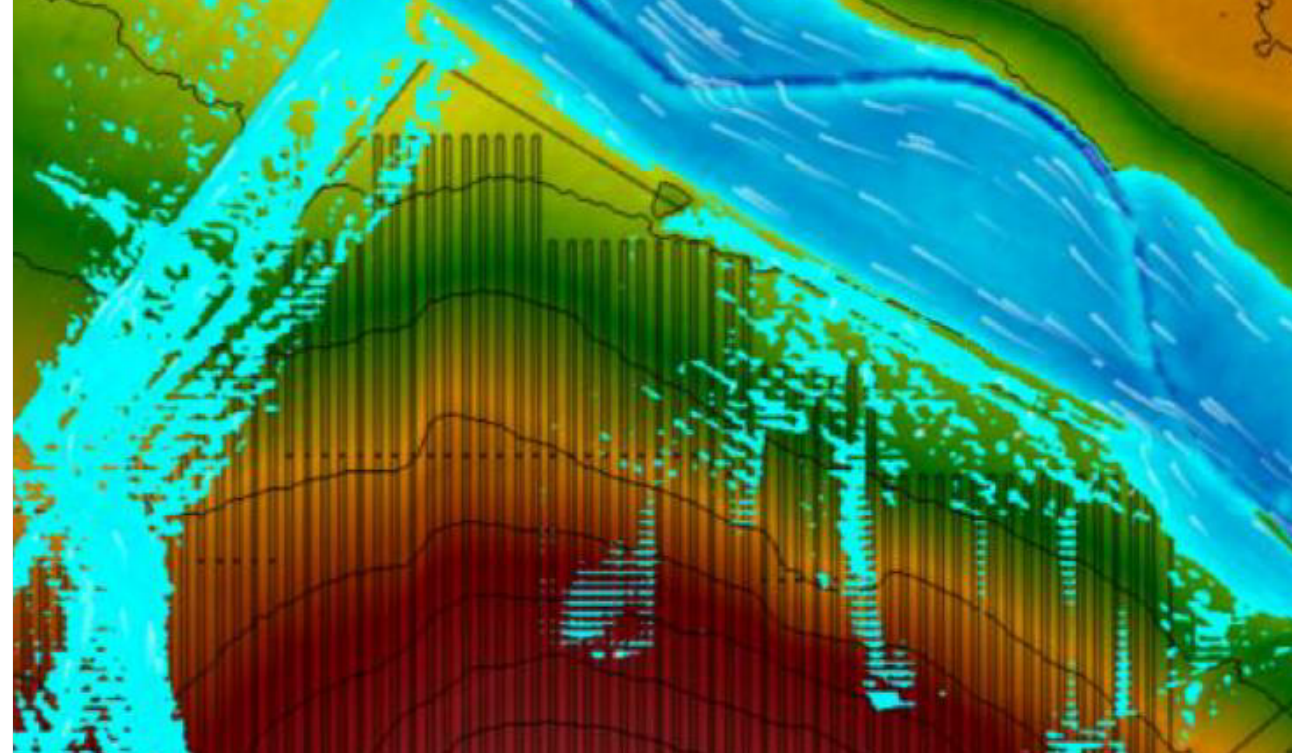


EXCAVATION INTERVAL TABLE			
	Min. Elev. (m)	Max. Elev. (m)	Color
CUT	-1.05	-0.75	Dark Red
	-0.75	-0.50	Red
	-0.50	-0.30	Light Red
	-0.30	0.00	White
FILL	0.00	0.30	Light Green
	0.30	0.60	Green
	0.60	1.00	Dark Green
	1.00	1.65	Very Dark Green

GRADING QUANTITIES - STUDINA PVPLANT				
ZONE	2D AREA m ²	CUT VOLUME m ³	FILL VOLUME m ³	NET VOLUME m ³
AREA 1	19,863.8	3,361.2	0.0	3,361.2
AREA 2	48,573.6	4,277.2	1,323.6	2,953.6
AREA 3	118,066.2	15,576.1	21,861.4	-6,285.3
AREA 4	37,459.0	3,560.9	765.0	2,795.9
TOTAL	223,962.6	26,775.4	23,950.0	2,825.4

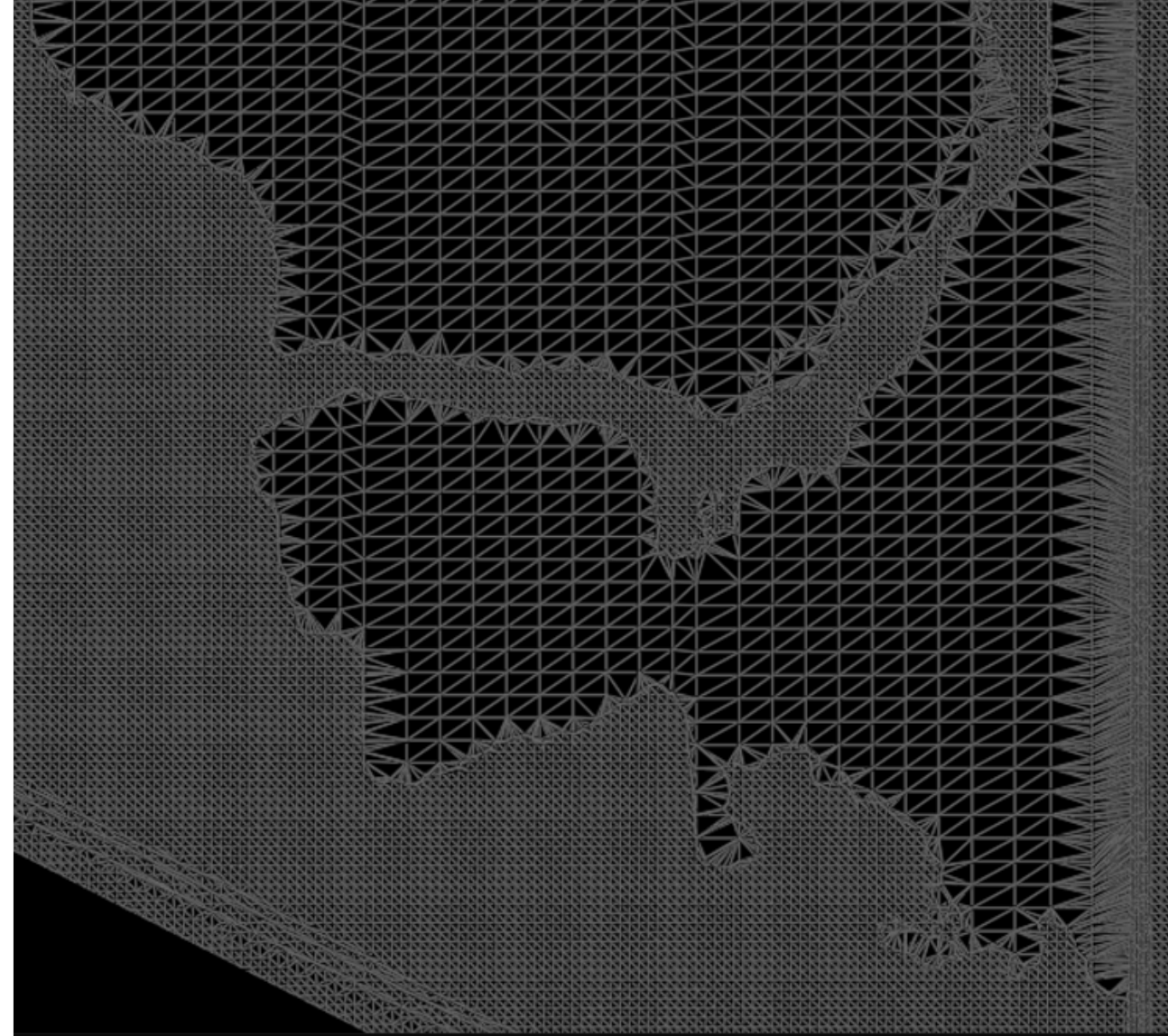
Movimiento de tierras

El impacto hidrológico se analiza para evitar problemas futuros de inundaciones o, en caso de que no se puedan evitar, proponer una solución de drenaje adecuada.



Movimiento de tierras

Además de la tabla de volúmenes de desmonte y terraplén, se proporciona información de replanteo que consiste en un detallado Modelo Digital del Terreno en formato DWG/XML, junto con la lista de coordenadas de los diferentes postes para la fase de construcción. Estos formatos pueden introducirse fácilmente en cualquier maquinaria guiada por GPS para realizar las actividades de nivelación en el terreno.



ID POINT	X	Y	Z ORIGINAL GROUND	Z MODIFIED GROUND	h (m) SOIL ELEVATION DIFFERENCE	Z TOP OF PIER	h (m) PIER HEIGHT OVER THE SOIL	TRACKER TYPE	SECTION SLOPE (%)	SECTION SLOPE DIFFERENCE (%)	TRACKER ID
317	422708.650	4413989.347	505.77	505.77	0.00	507.12	1.35	All-Terrain Tracker			36
318	422708.650	4413981.088	506.05	506.05	0.00	507.40	1.35	All-Terrain Tracker	3.4%	-0.60%	36
319	422708.650	4413971.672	506.43	506.43	0.00	507.78	1.35	All-Terrain Tracker	4.0%	-0.81%	36
320	422708.650	4413962.257	506.88	506.88	0.00	508.23	1.35	All-Terrain Tracker	4.8%	-0.43%	36
321	422708.650	4413951.686	507.44	507.44	0.00	508.79	1.35	All-Terrain Tracker	5.2%	0.09%	36
322	422708.650	4413941.459	507.96	507.96	0.00	509.31	1.35	All-Terrain Tracker	5.1%	-0.81%	36
323	422708.650	4413931.233	508.57	508.57	0.00	509.92	1.35	All-Terrain Tracker	6.0%	-0.08%	36
324	422708.650	4413920.661	509.21	509.21	0.00	510.56	1.35	All-Terrain Tracker	6.0%	-0.05%	36
325	422708.650	4413911.246	509.78	509.78	0.00	511.13	1.35	All-Terrain Tracker	6.1%	0.04%	36
326	422708.650	4413901.831	510.35	510.35	0.00	511.70	1.35	All-Terrain Tracker	6.0%	1.28%	36
327	422708.650	4413893.571	510.75	510.75	0.00	512.10	1.35	All-Terrain Tracker	4.8%		36
328	422716.150	4413992.727	505.77	505.77	0.00	507.12	1.35	All-Terrain Tracker			37
329	422716.150	4413984.467	506.08	506.08	0.00	507.43	1.35	All-Terrain Tracker	3.8%	-0.18%	37
330	422716.150	4413975.052	506.46	506.46	0.00	507.81	1.35	All-Terrain Tracker	4.0%	-0.40%	37
331	422716.150	4413965.636	506.88	506.88	0.00	508.23	1.35	All-Terrain Tracker	4.4%	-0.81%	37
332	422716.150	4413955.065	507.43	507.43	0.00	508.78	1.35	All-Terrain Tracker	5.2%	-0.26%	37
333	422716.150	4413944.839	507.99	507.99	0.00	509.34	1.35	All-Terrain Tracker	5.5%	-0.73%	37
334	422716.150	4413934.612	508.62	508.62	0.00	509.97	1.35	All-Terrain Tracker	6.2%	0.13%	37

Contacto

Hagamos que las cosas pasen. Hablemos.

Veamos juntos cómo podemos ayudarte.

Ven a vernos a Av. de Brasil 17,
planta 17, 28020 Madrid (España)
o envíanos un mail a
admin@pro5engineers.com

 **PRO5**