

Modelos geológicos 3D con Civil3D e interacción con túneles

Alfonso Navarro

ICCP Departamento de Túneles y Geotecnia de SENER

alfonso.navarro@sener.es



Acerca del orador

Alfonso Navarro

Ingeniero de Caminos especialista en túneles y obras subterráneas con más de 9 años de experiencia.

Desde 2016, designado como BIM Champions de la disciplina de Geotecnia y Túneles de SENER, encargado de implementar la metodología BIM dentro de la disciplina.

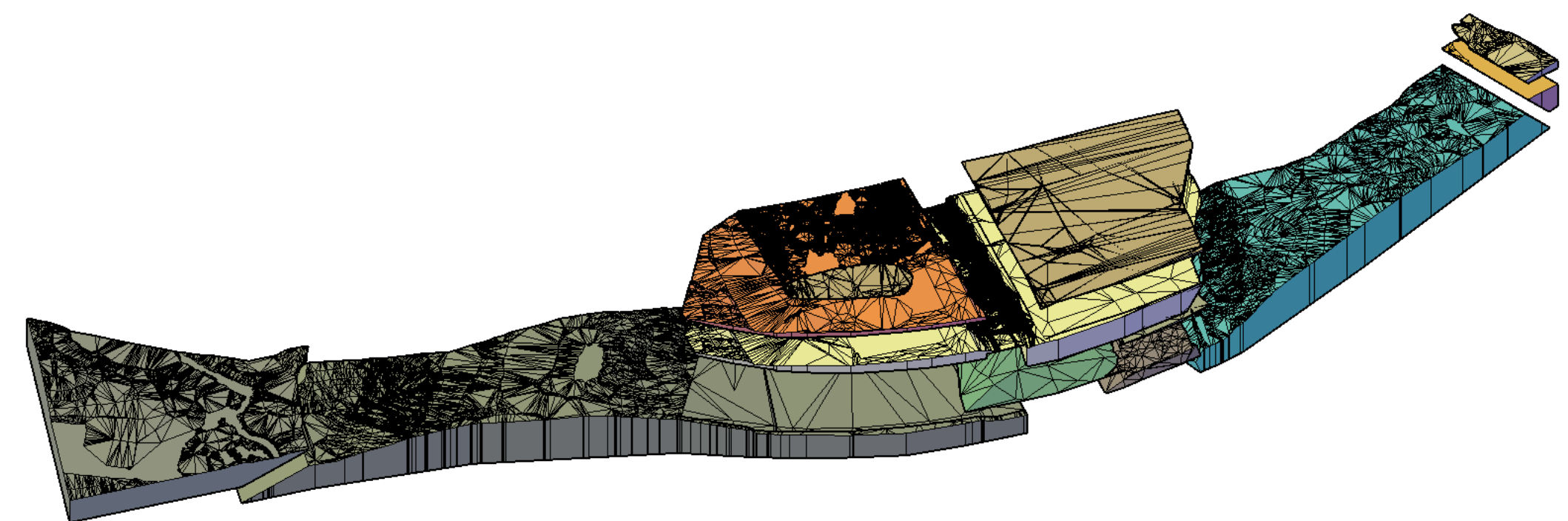
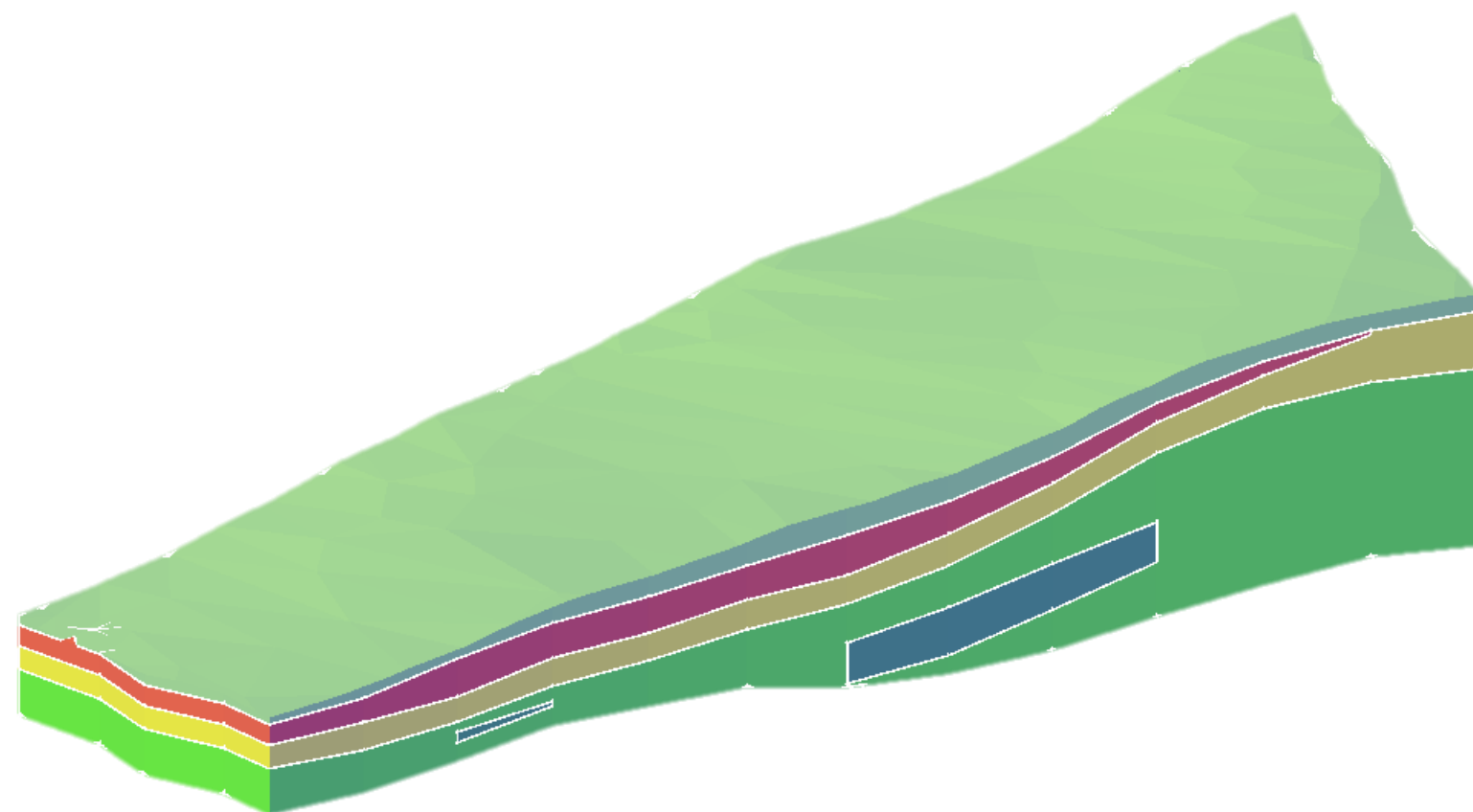
Involucrado en el desarrollo y aplicación de programas y plug-ins internos para transformar los procesos de diseño de túneles y modelos geológicos tradicionales a metodología BIM.

Objetivos de aprendizaje

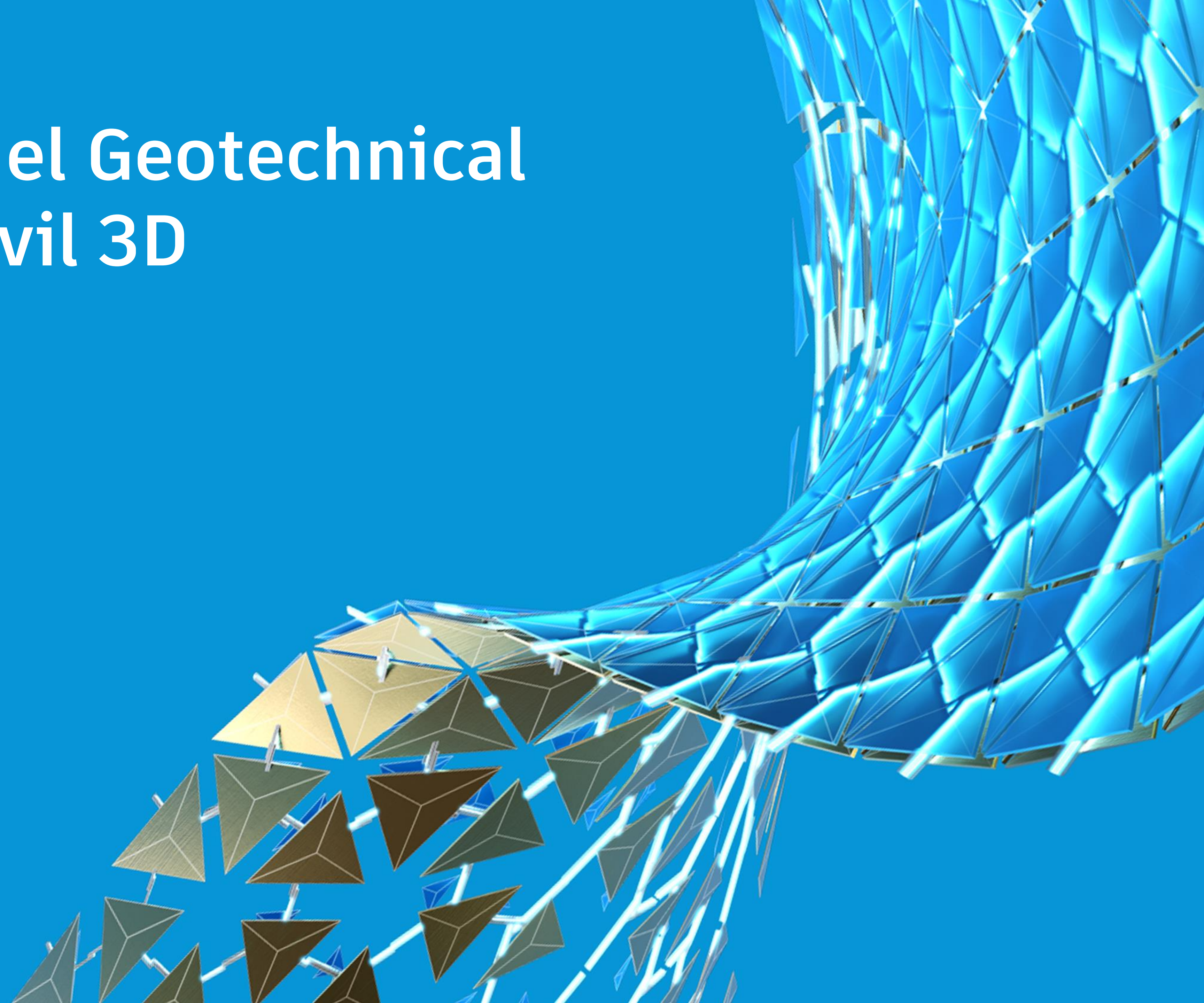
- 1. Aprender a desarrollar modelos geológicas con el Plug-in Geotechnical Module C3D 2020**
- 2. Tratamiento de superficies y sólidos 3D para definir estratos geológicos**
- 3. Asociación de parámetros geotécnicos a estratos (sólidos 3D) e Interacción de modelo geológico con modelos de estructuras (coordinación Navisworks – modelos federados)**
- 4. Ventajas de realizar modelos geológicos 3D en obras lineales.**

Índice de la Presentación

1. Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D
2. Tratamiento de superficies geotécnicas (refinado y ajustes)
3. Generación de los volumen (solidos 3d) que representen los estratos del modelo
4. Implementación de información geotecnia (características y propiedades) al modelo
5. Flujos de trabajo en Creación modelo geotécnico 3D
6. Ejemplo practico de generación de modelo geotécnico en un proyecto de túnel.
7. Conclusiones



Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D



1.Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D

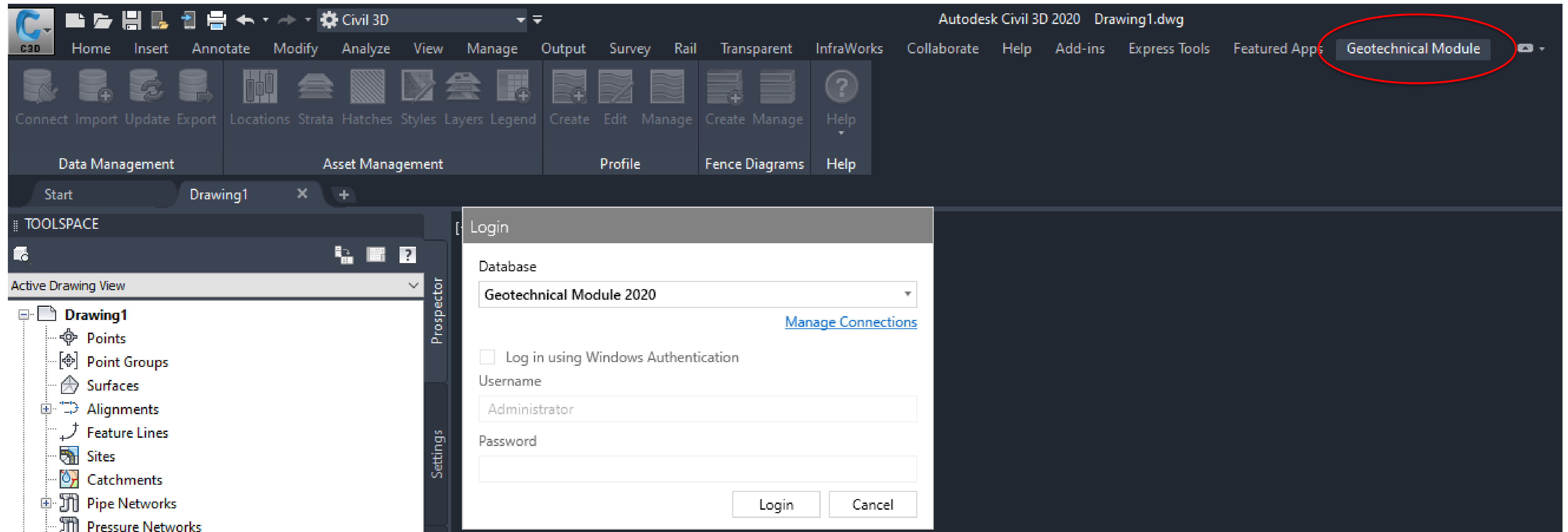
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Plug-in de C3D

Genera sondeos y superficies de cada estrato

Versión gratuita (usada)

Versión Premium: HoleBASE SI (Keynetix)



1.Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D

INFORMACIÓN Y FORMATO DE DATOS A INTRODUCIR

Importar archivos CVS (2 archivos):

- Field Geological Descriptions.csv

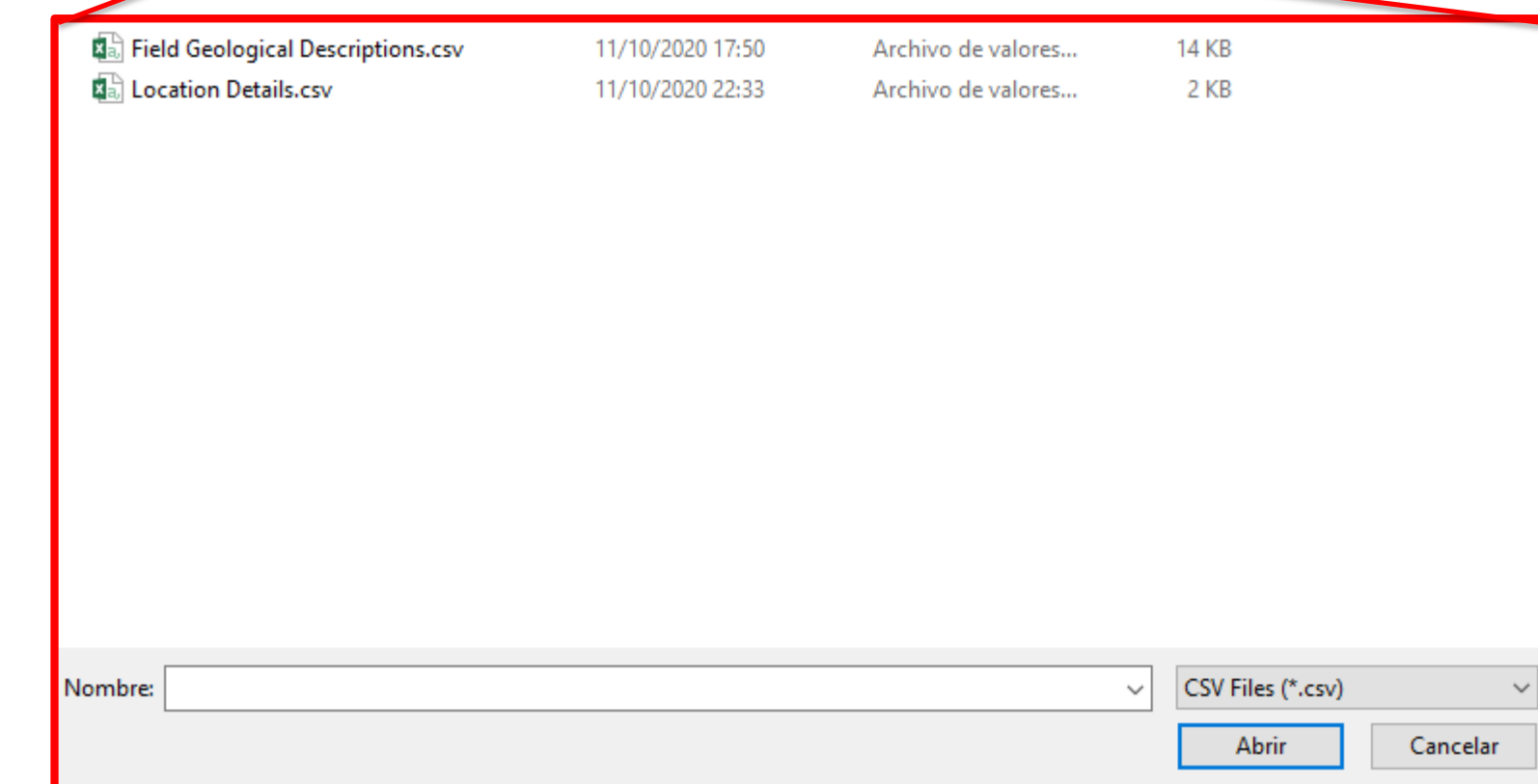
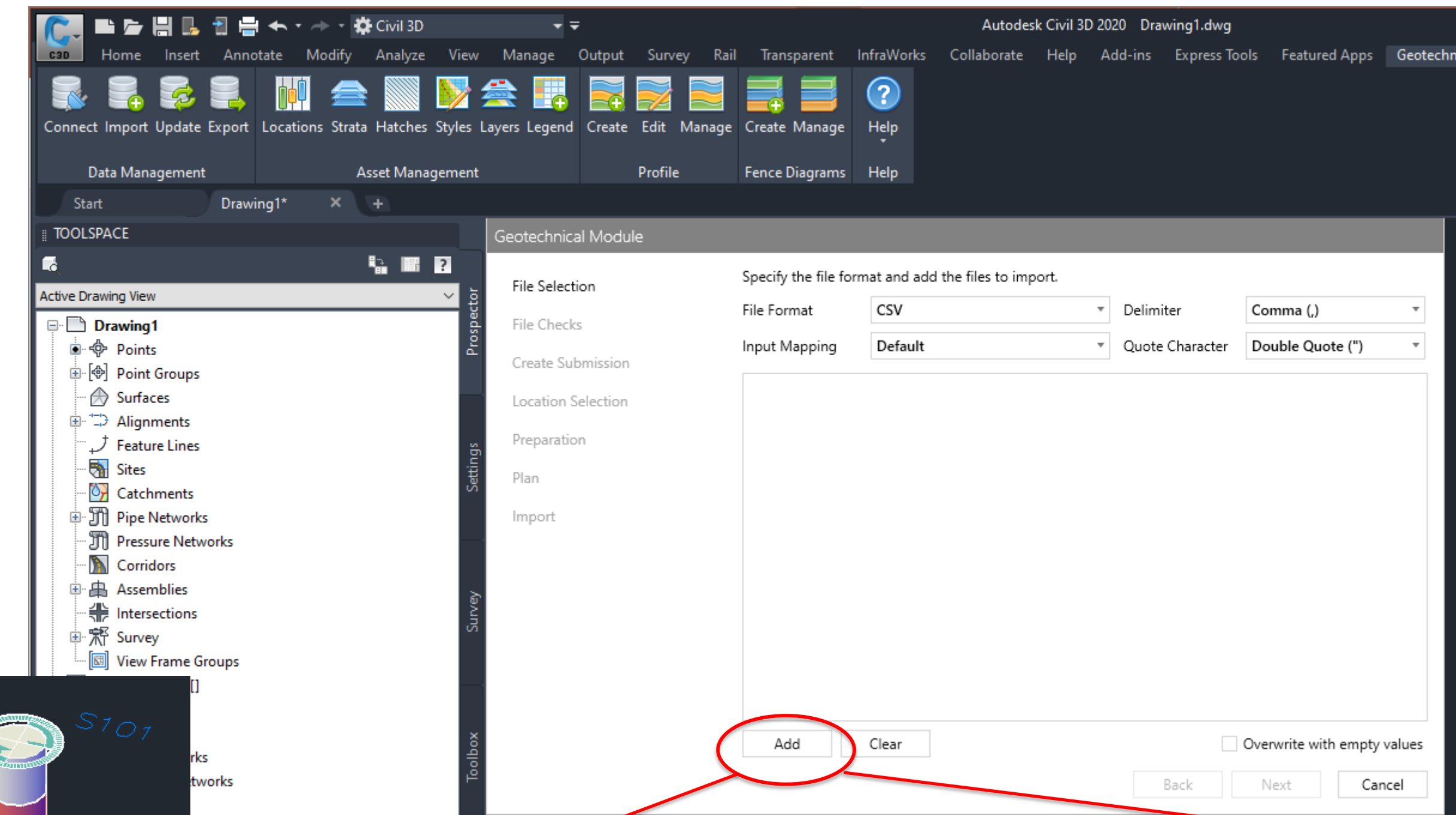
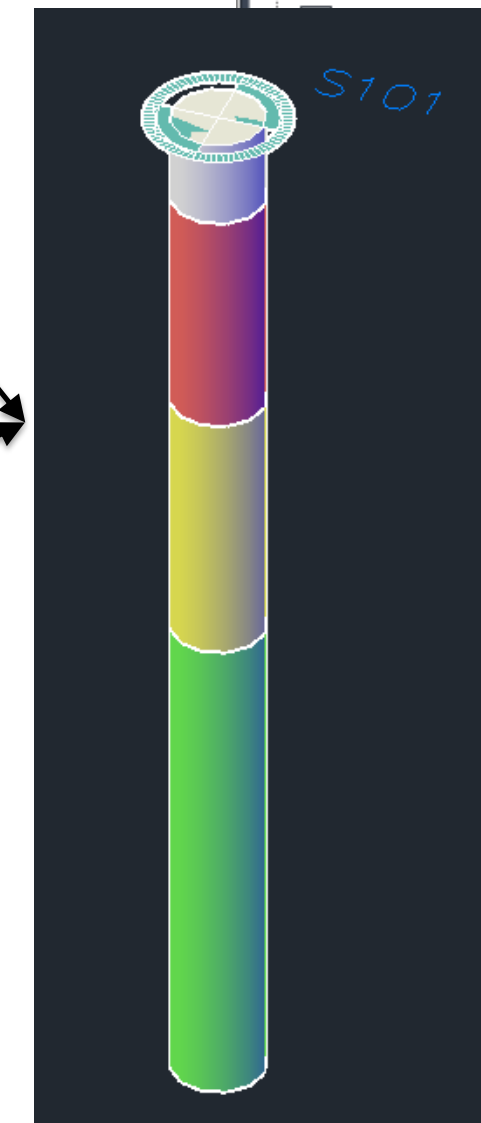
Location ID	Depth Top	Depth Base	Legend Code	Geology Code	Geology Code 2	BGS Lexicon	Description
S101	0	2.79	UG-2	Suelos Residuales	Qre		Arena arcillosa y limos arenosos
S101	2.79	10.09	UG-3	Toba GM-IV_V	TSC-alt		Toba Lapili alterada GM-IV_V
S101	10.09	18.24	UG-4	Brecha GM-IV_V	Br-alt		Bracha soldada alterada GM-IV_V
S101	18.24	34.08	UG-7	Aglomerado andelisito	QCS		Aglomerado andelisito R3-R5

Location ID	Depth Top	Depth Base	Legend Code	Geology Code	BGS Lexicon	Description
S101	0	2.79	UG-2	Suelos Residuales		Arena arcillosa y limos arenosos
S101	2.79	10.09	UG-3	Toba GM-IV_V		Toba Lapili alterada GM-IV_V
S101	10.09	18.24	UG-4	Brecha GM-IV_V		Bracha soldada alterada GM-IV_V
S101	18.24	34.08	UG-7	Aglomerado andelisito		Aglomerado andelisito R3-R5

- Location Details.csv

Location ID	Location Type	Easting	Northing	Ground Level	Final Depth
S101	CP	466 168.06	2 135 985.73	2957	34.08

Location ID	Location Type	Easting	Northing	Ground Level	Final Depth
S101	CP	466168.0557	2135985.7314	2957	34.08

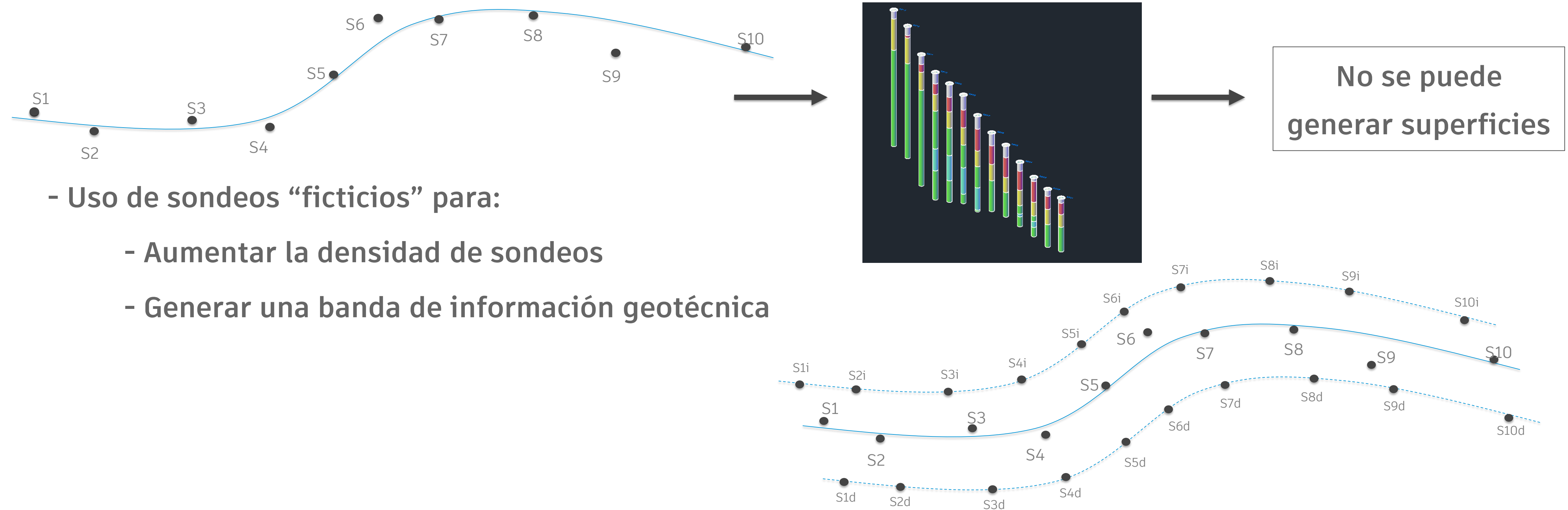


1.Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D

GENERACIÓN DE SUPERFICIES GEOTÉCNICAS “PRIMITIVAS”

Requisitos:

- Generación de superficies requiere de sondeos distribuidos en una superficie.
- Problema en obras lineales → Sondeos se ejecutan esencialmente a lo largo de la traza.

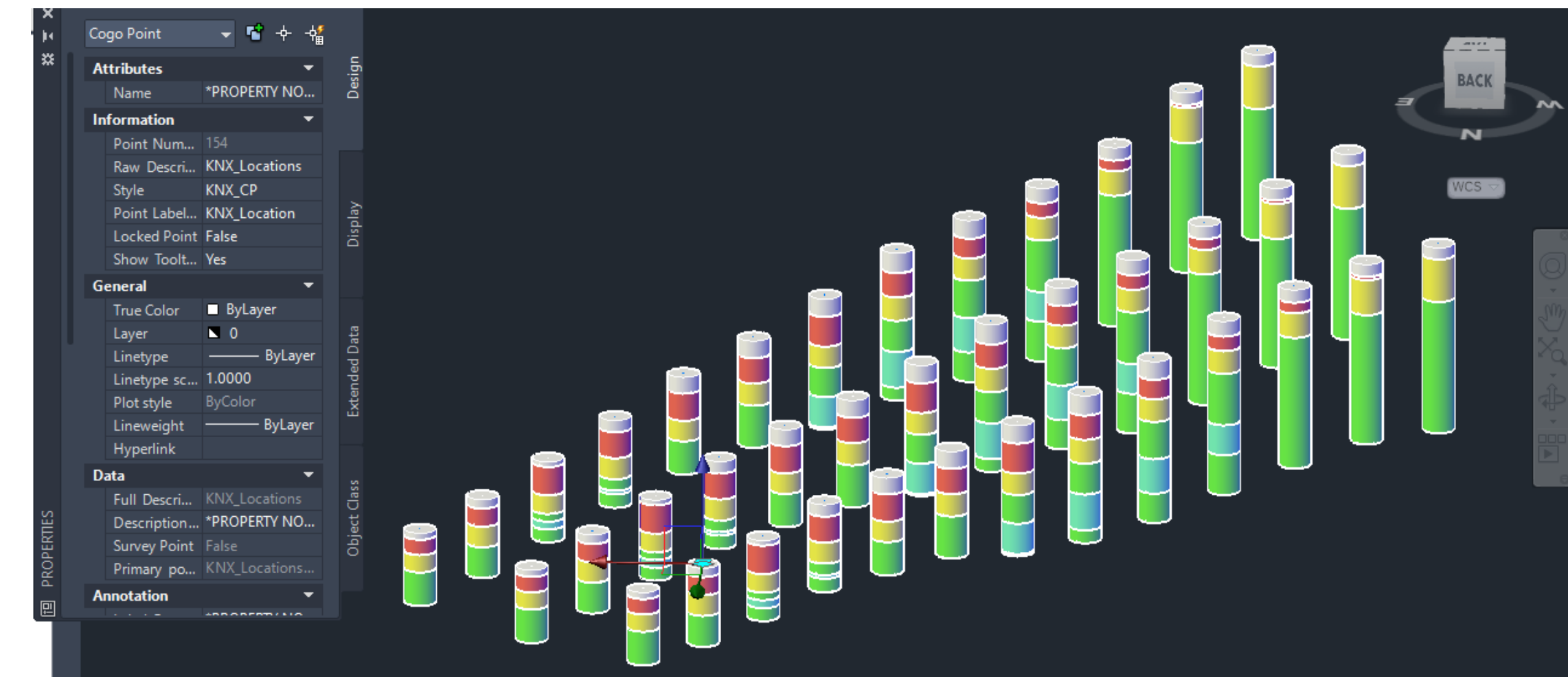
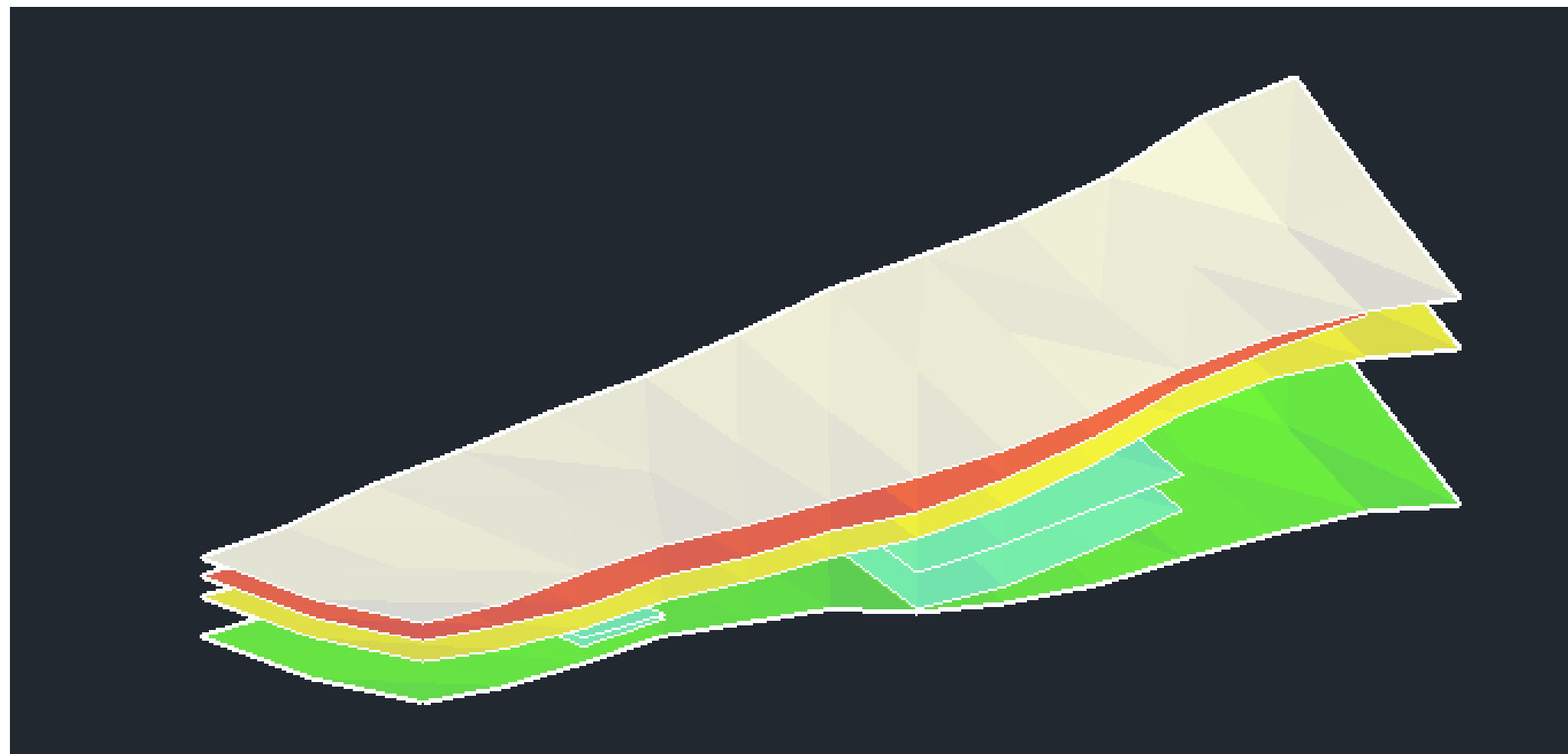
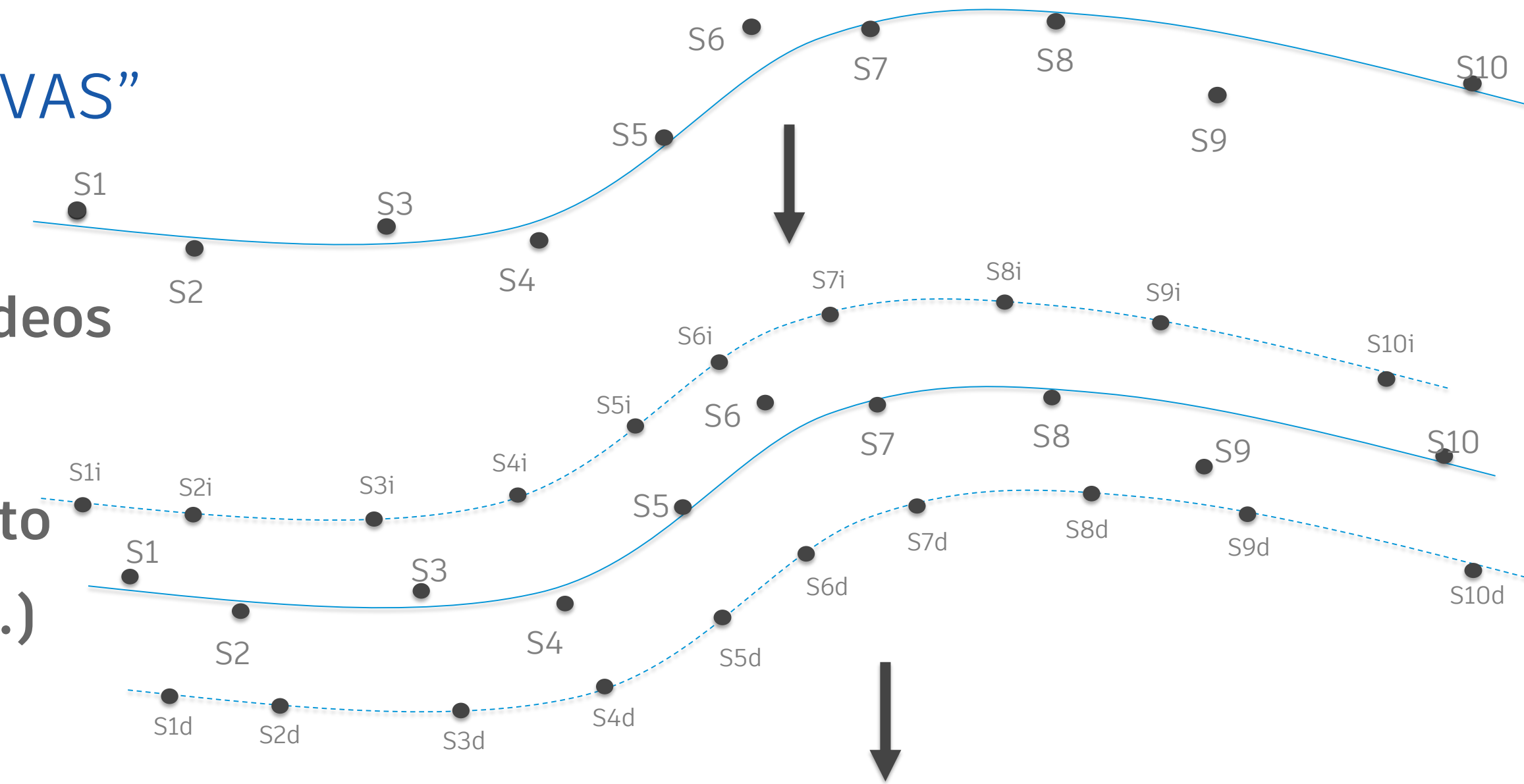


1.Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D

GENERACIÓN DE SUPERFICIES GEOTÉCNICAS “PRIMITIVAS”

Esencial:

- La ayuda del geólogo interpretar y desarrollar los sondeos e información adicional
- Uso de otras investigaciones geotécnicas en el proyecto (catas, geofísica, mapas geológicos, reconocimientos in-situ..)

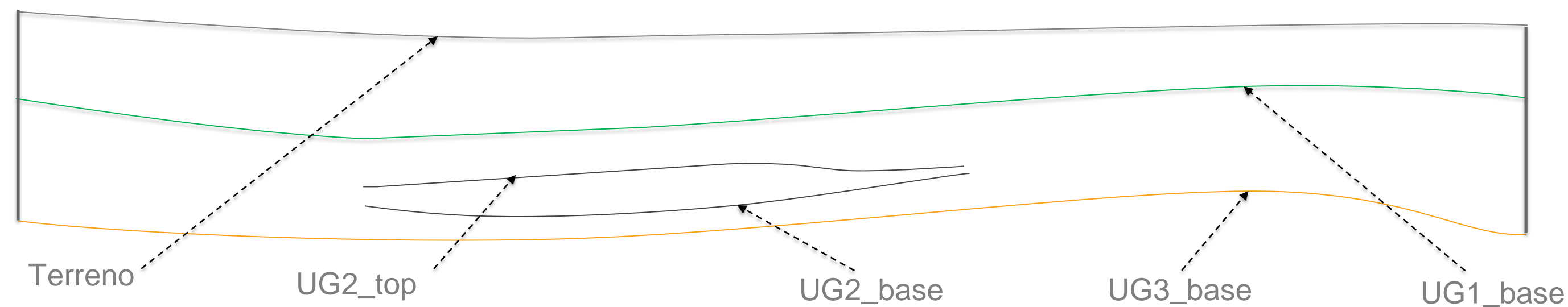


1.Explicación del Geotechnical Module de Civil 3D

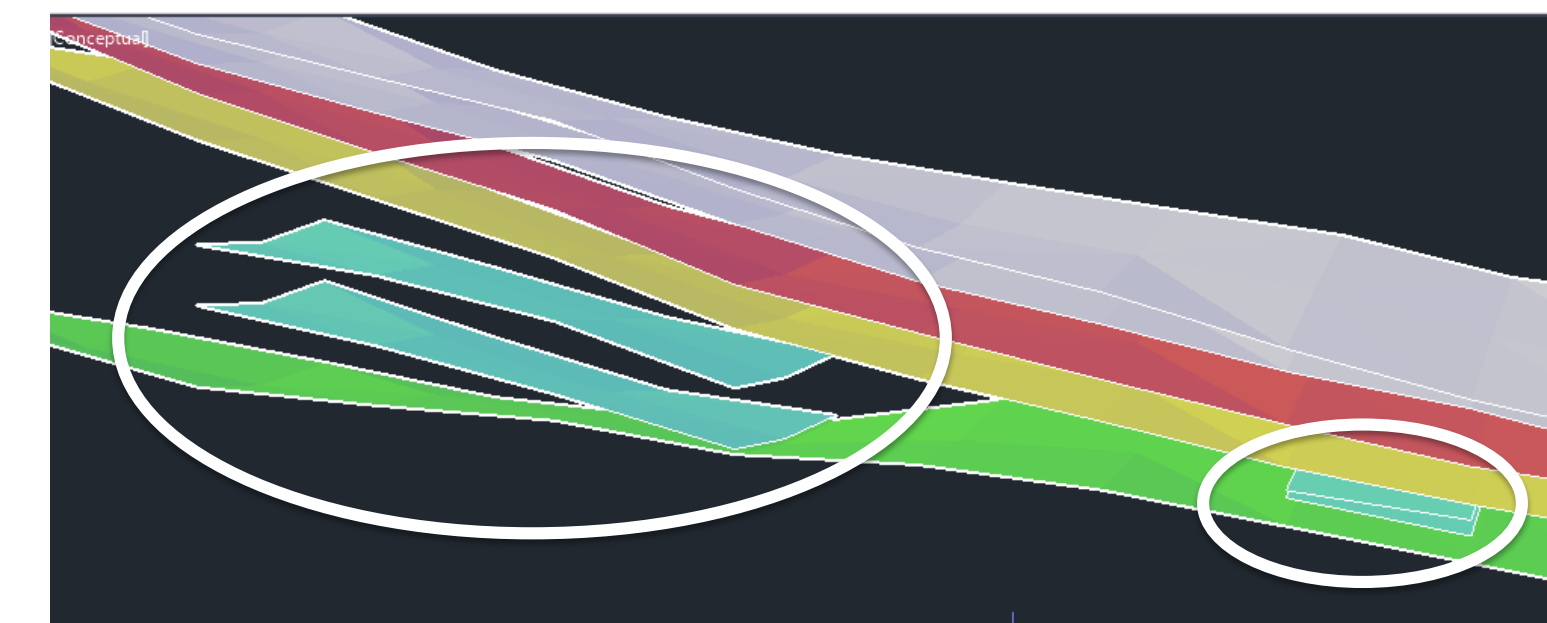
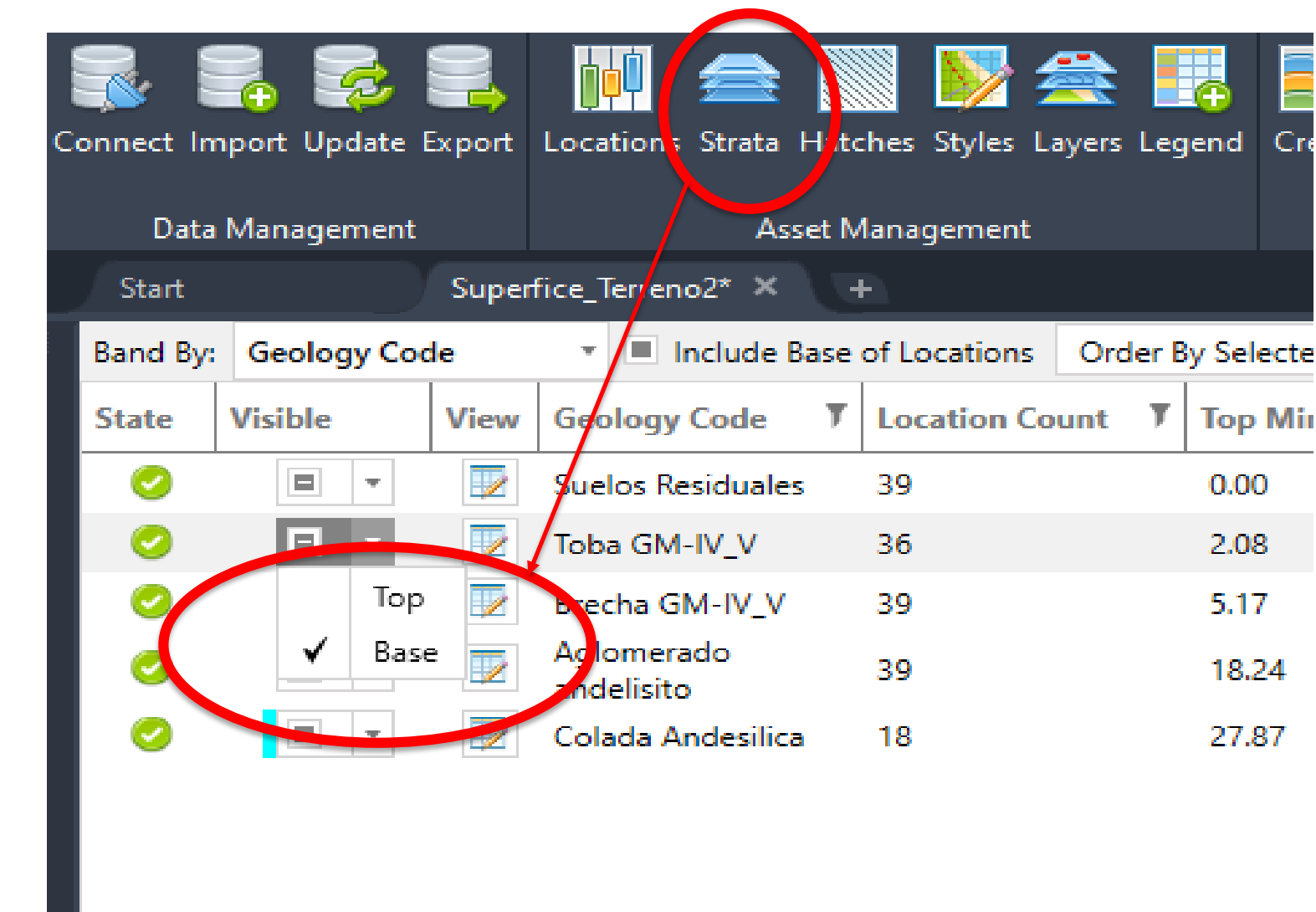
CONSEJOS PRÁCTICOS PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE MODELOS

Elección de la superficie a representar:

- Desarrollar el modelo desde la base hasta superficie para facilitar la posterior generación de los solidos 3D para definir los estratos.

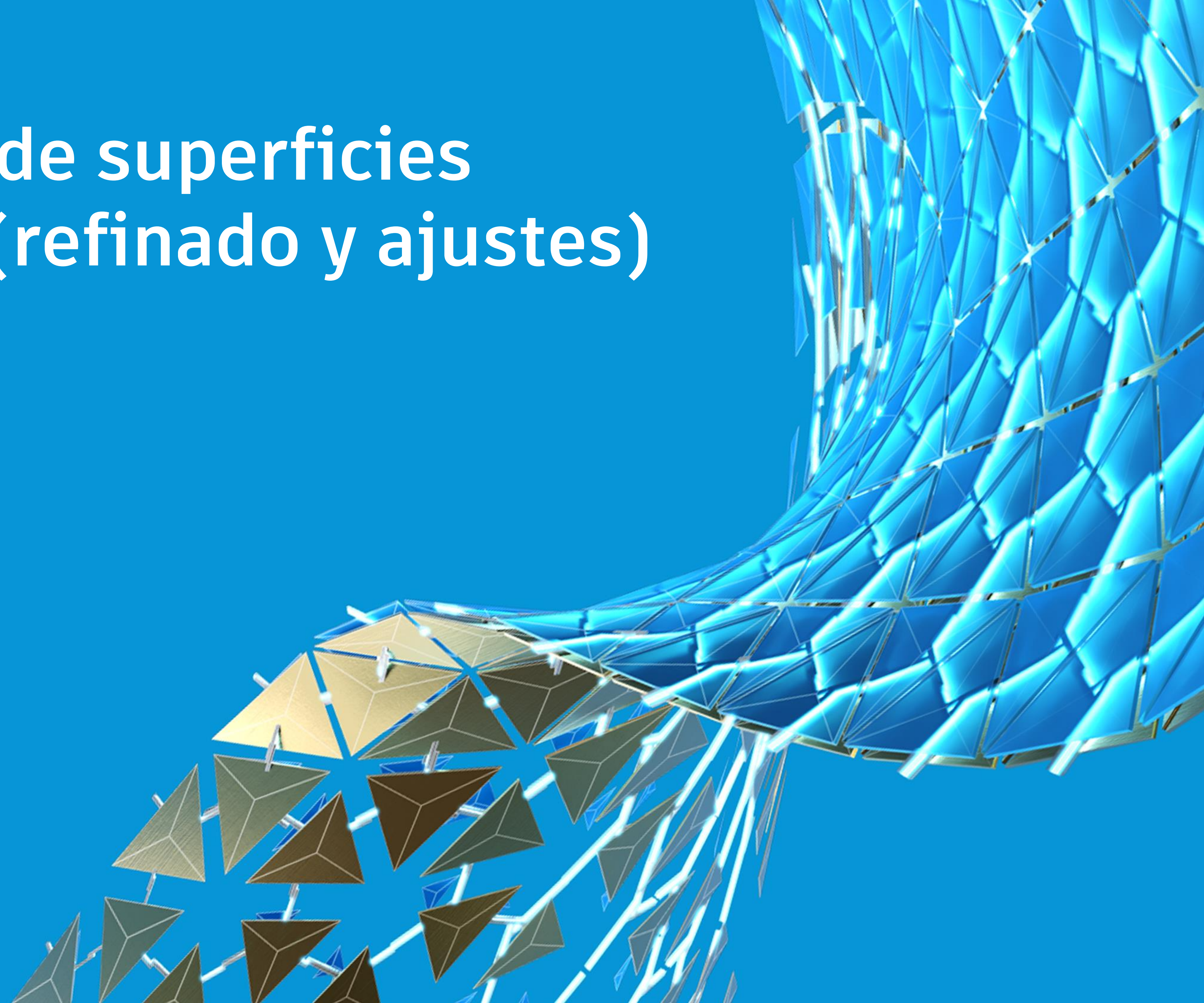


- **Modelado de lentejones de terreno:**
 - Representar ambas superficies (base y top)
 - Si hay varios lentejones del mismo material, nombrarlos con sufijos para evitar que se unan en una misma superficie.
- Usar superficie topográfica como capa superior de los estratos más superficiales.



El nivel freático se genera como una superficie en C3D a partir de un listado nube de puntos (x,y,z).

Tratamiento de superficies geotécnicas (refinado y ajustes)



2. Tratamiento de superficies geotécnicas (refinado y ajustes)

EDICIÓN DE SUPERFICIES PRIMARIAS

El modelo geotécnico primitivo generado en Geotechnical Module es muy básico.

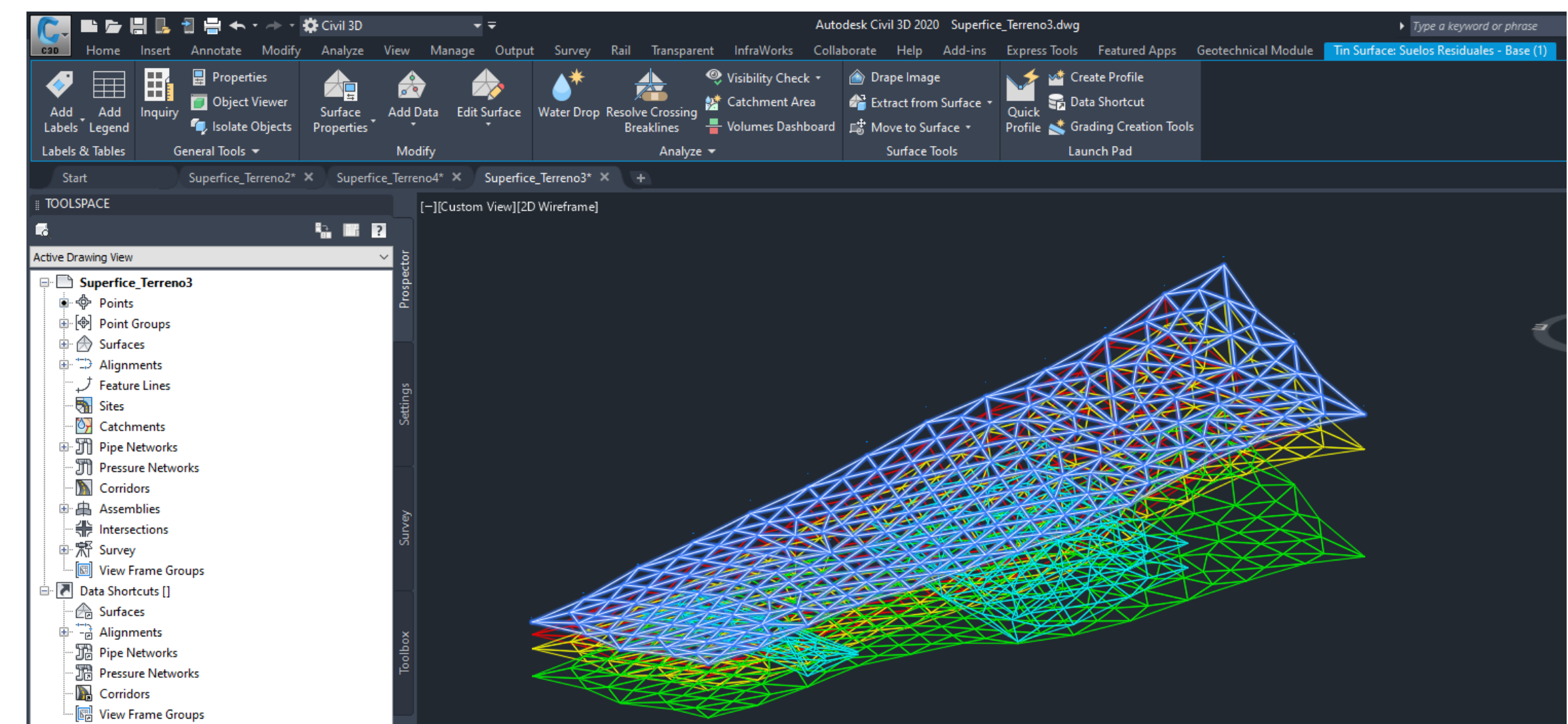
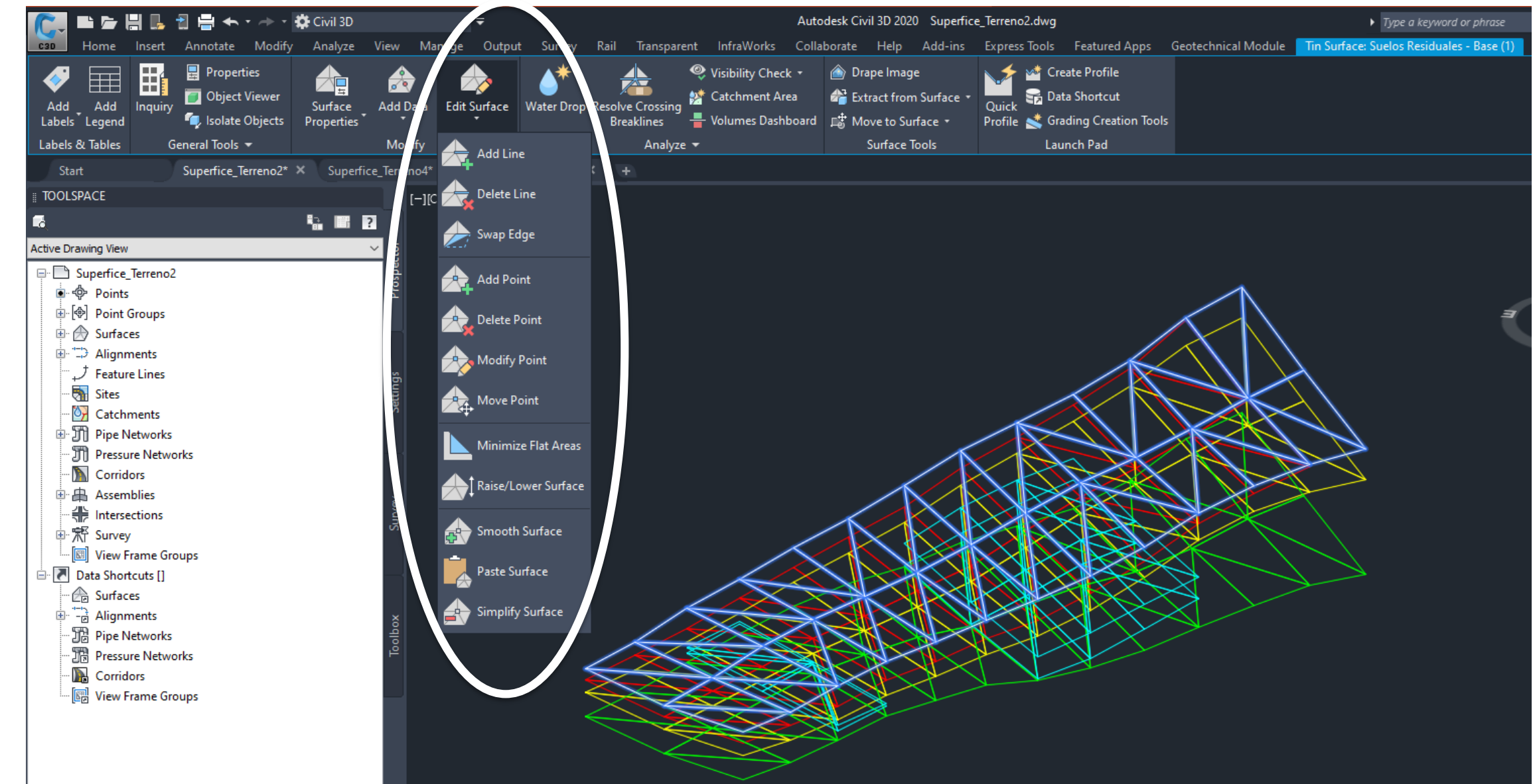
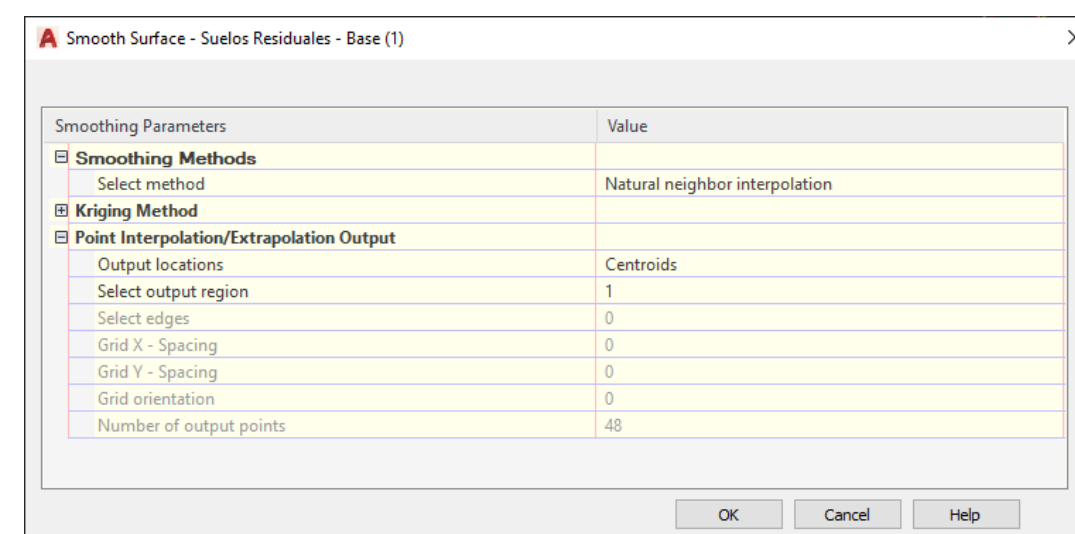
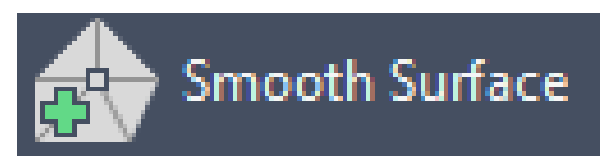
Se recomienda refinarlo y ajustar las superficies para “naturalizar” los contactos y que sean menos abruptos

Opciones:

- Añadir/Editar/Eliminar puntos o líneas

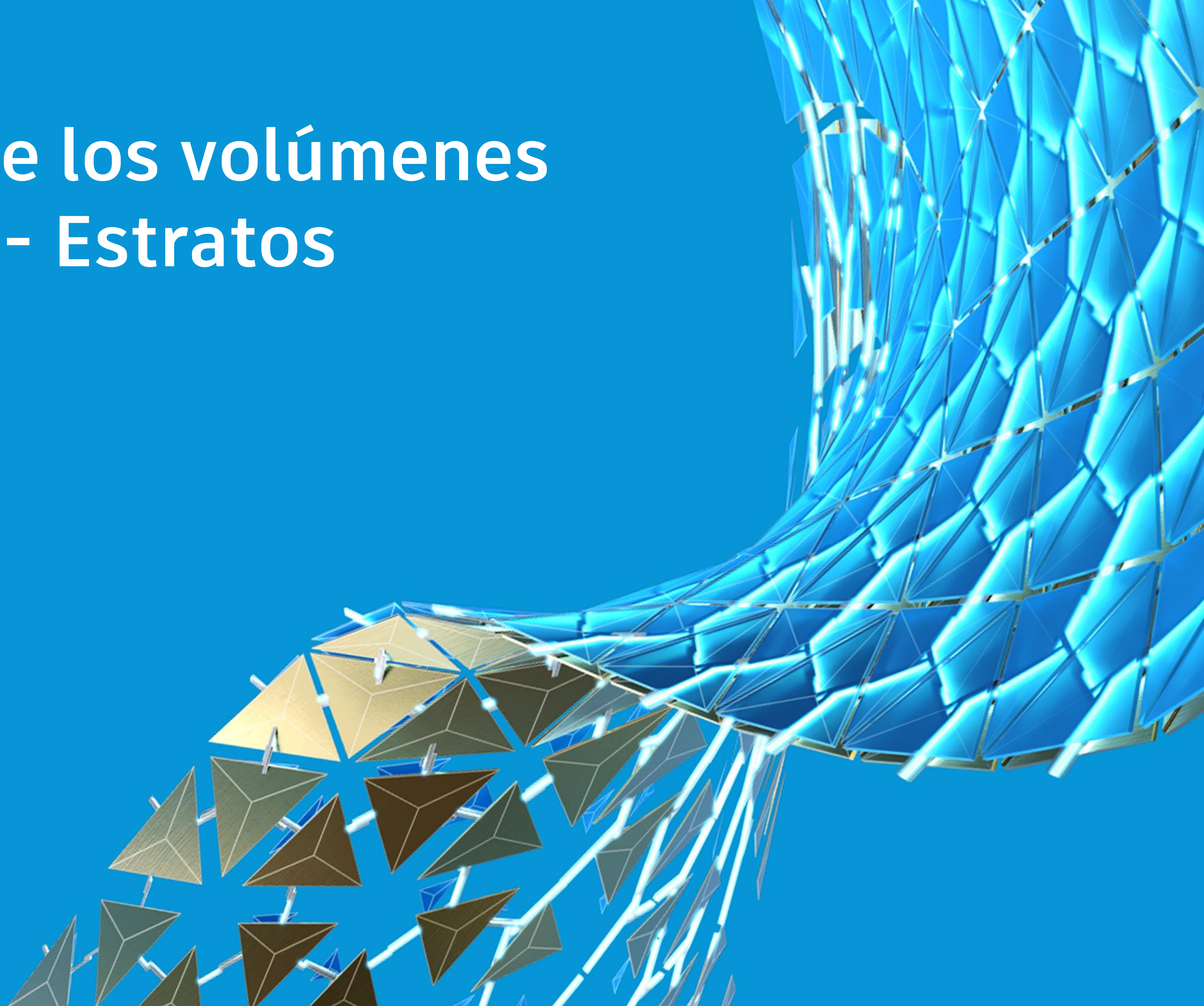


- Suavizar superficie (Smooth Surface)



“En la naturaleza no hay líneas rectas”, Sandra Gamarra, 2017

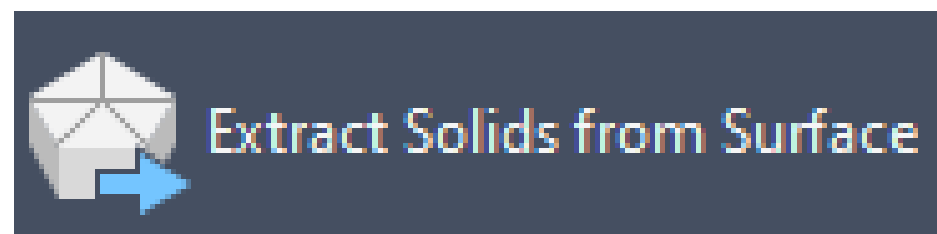
Generación de los volúmenes (sólidos 3D) - Estratos



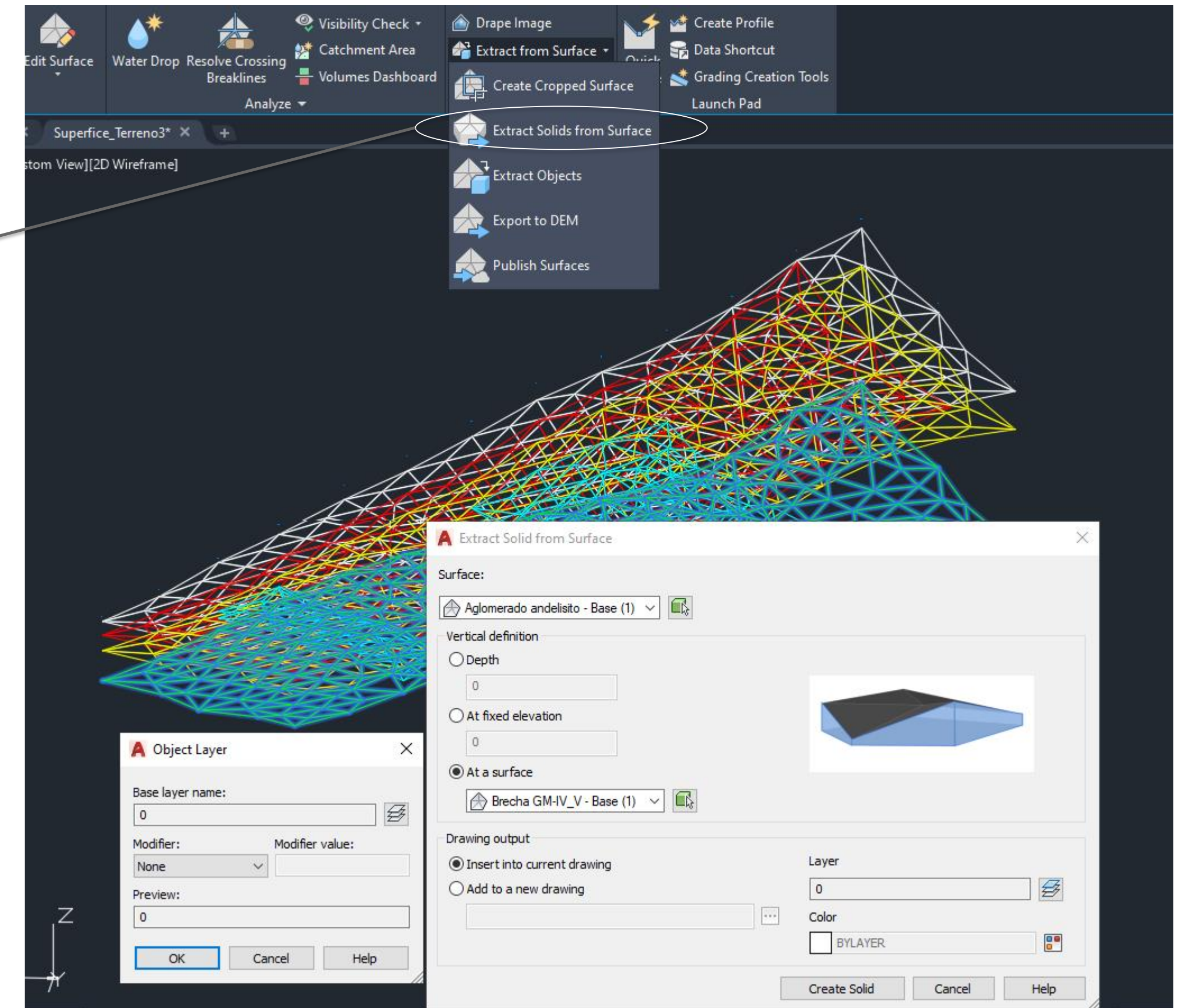
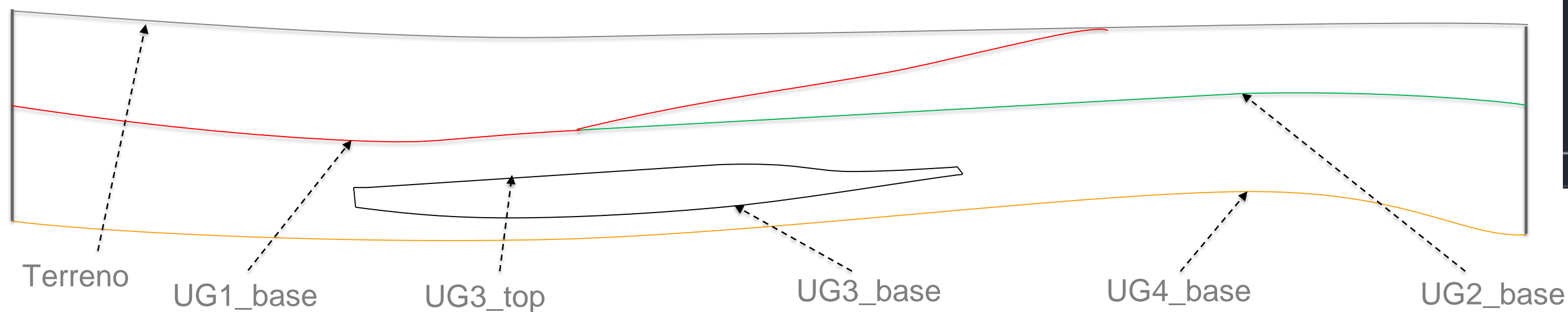
3. Generación de volúmenes (sólidos 3D). Estratos terreno

PROCESO A SEGUIR

Desarrollar los sólidos desde la base hasta superficie mediante la herramienta “Extract Solid from Surface”



Ayudarse de sólidos auxiliares para añadir o sustraer sólidos (lentejones o desaparece es estrato)



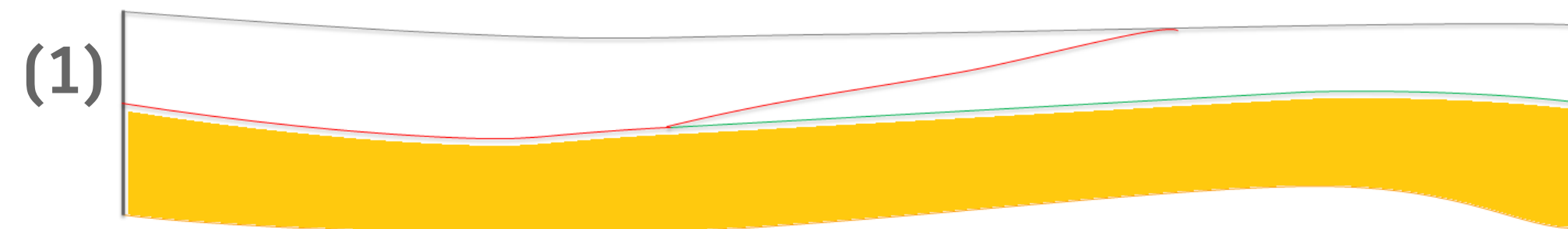
3. Generación de los volumen (solidos 3d) - Estratos terreno

PROCESO A SEGUIR

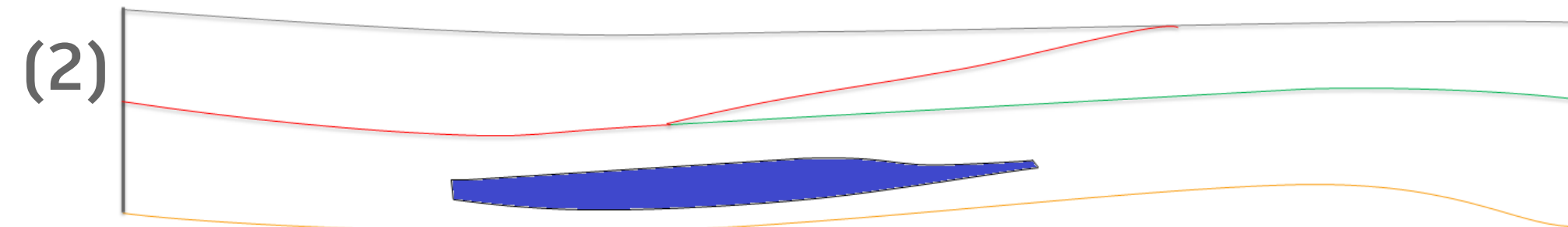
Ejemplo:

Generar Sólidos UG4 y UG3:

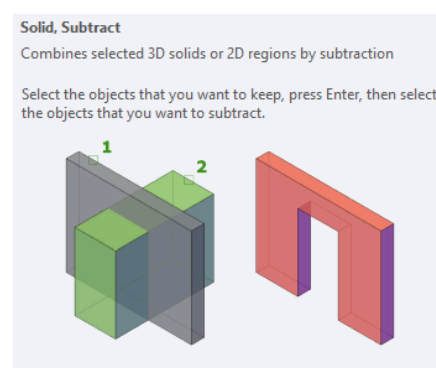
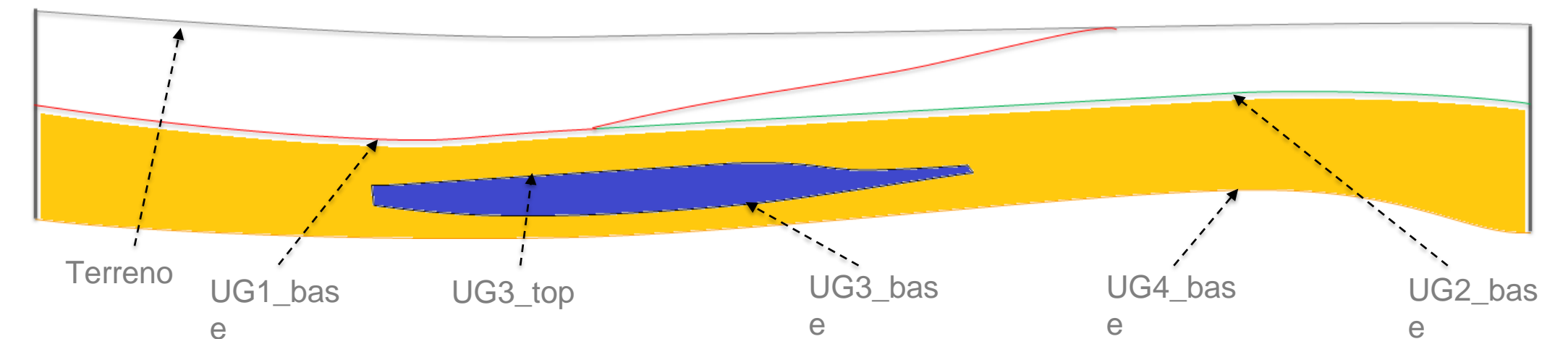
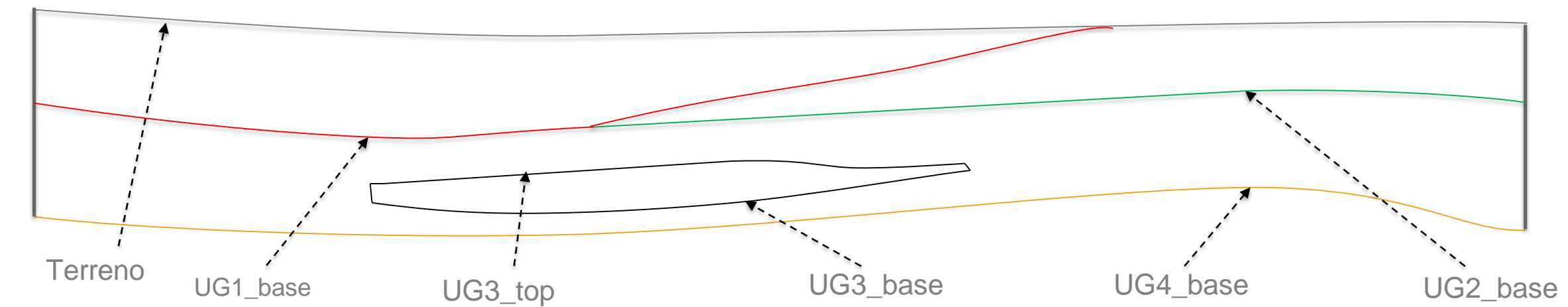
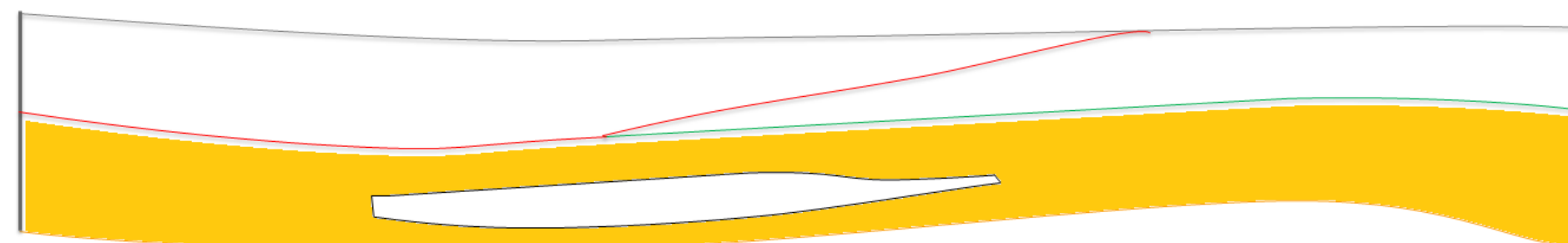
- Extract Solid from Surface UG4_base to UG2_Base



- Extract Solid from Surface UG3_base to UG3_top → Solid 3D UG3



- Subtract Solid (1) – (2) → Solid 3D UG4



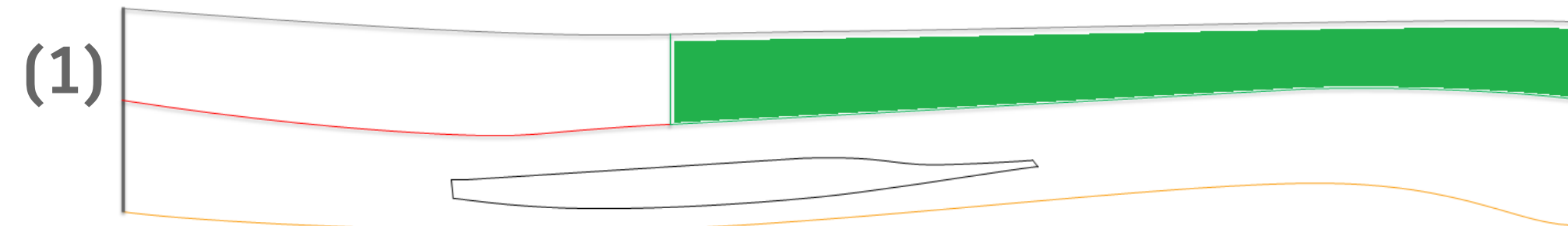
3. Generación de los volumen (solidos 3d) - Estratos terreno

PROCESO A SEGUIR

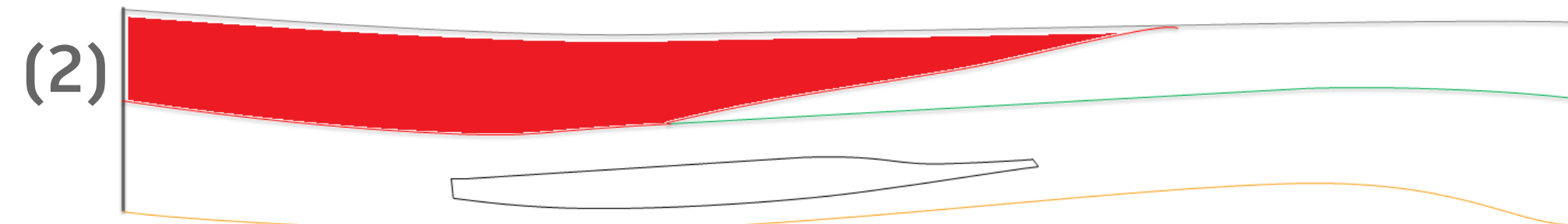
Ejemplo:

Generar Sólidos UG2 y UG1:

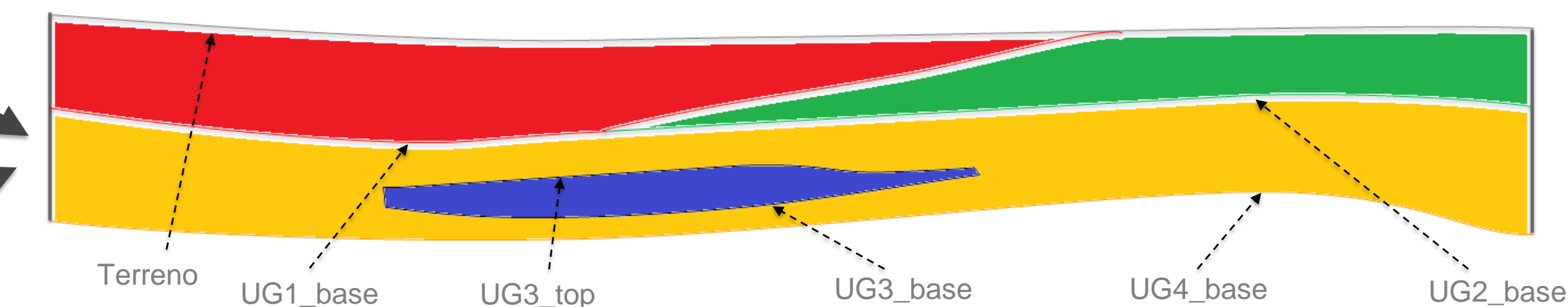
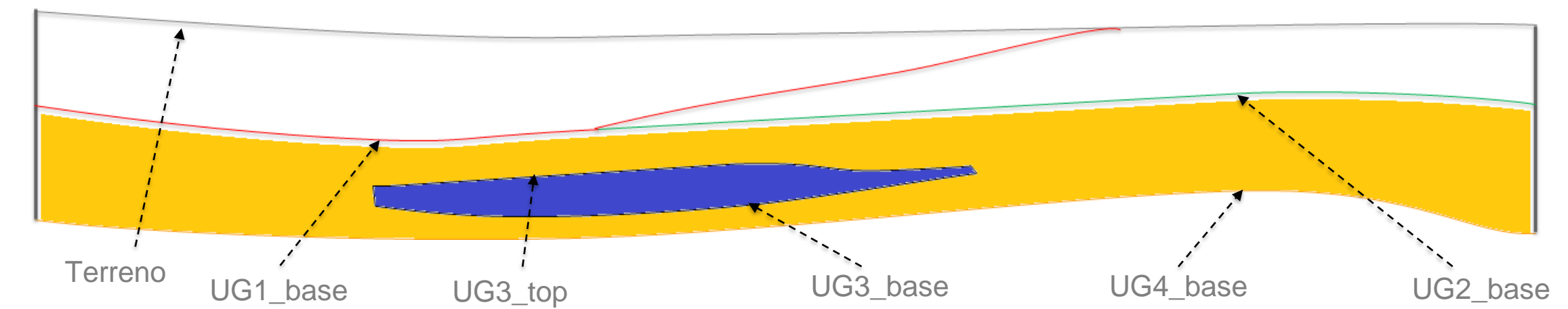
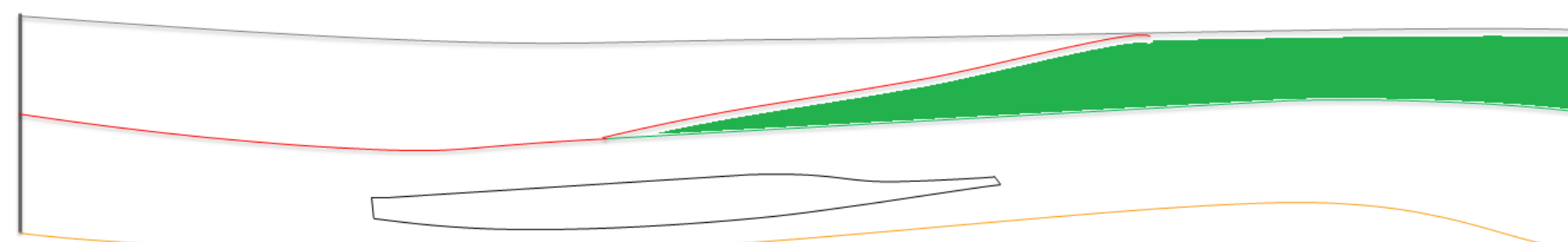
- Extract Solid from Surface UG2_base to Terreno



- Extract Solid from Surface UG1_base to Terreno → Solid 3D UG1



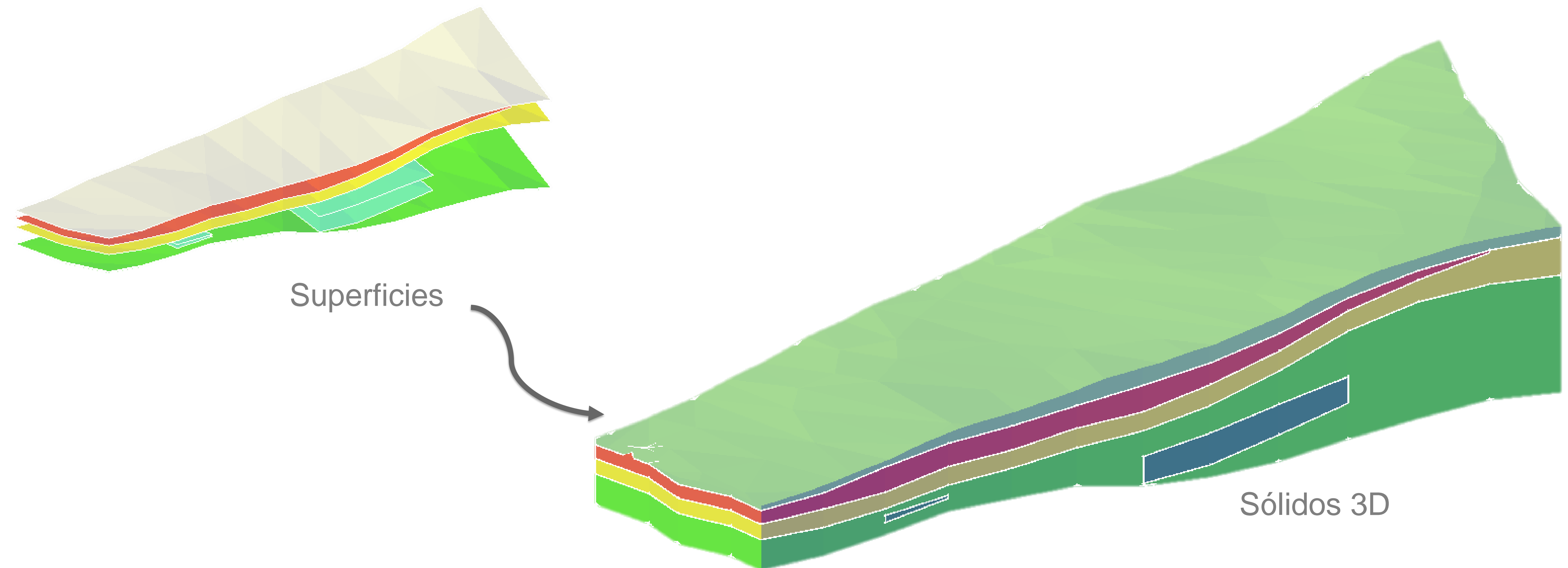
- Subtract Solid (1) – (2) → Solid 3D UG2



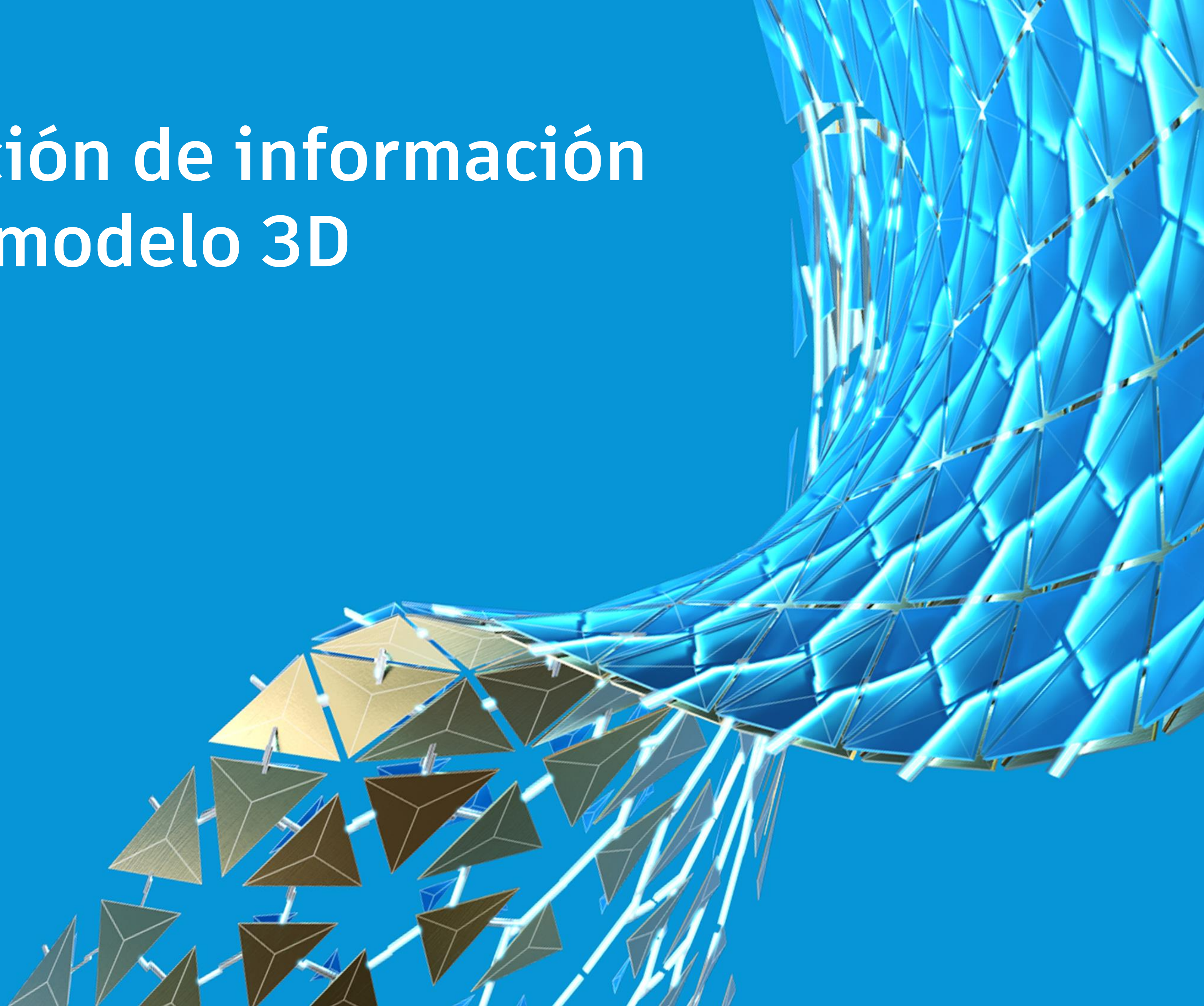
3. Generación de los volumen (solidos 3d) - Estratos terreno

PROCESO A SEGUIR

Realizando las mismas operaciones y comandos anteriores este sería el modelo geotécnico resultante



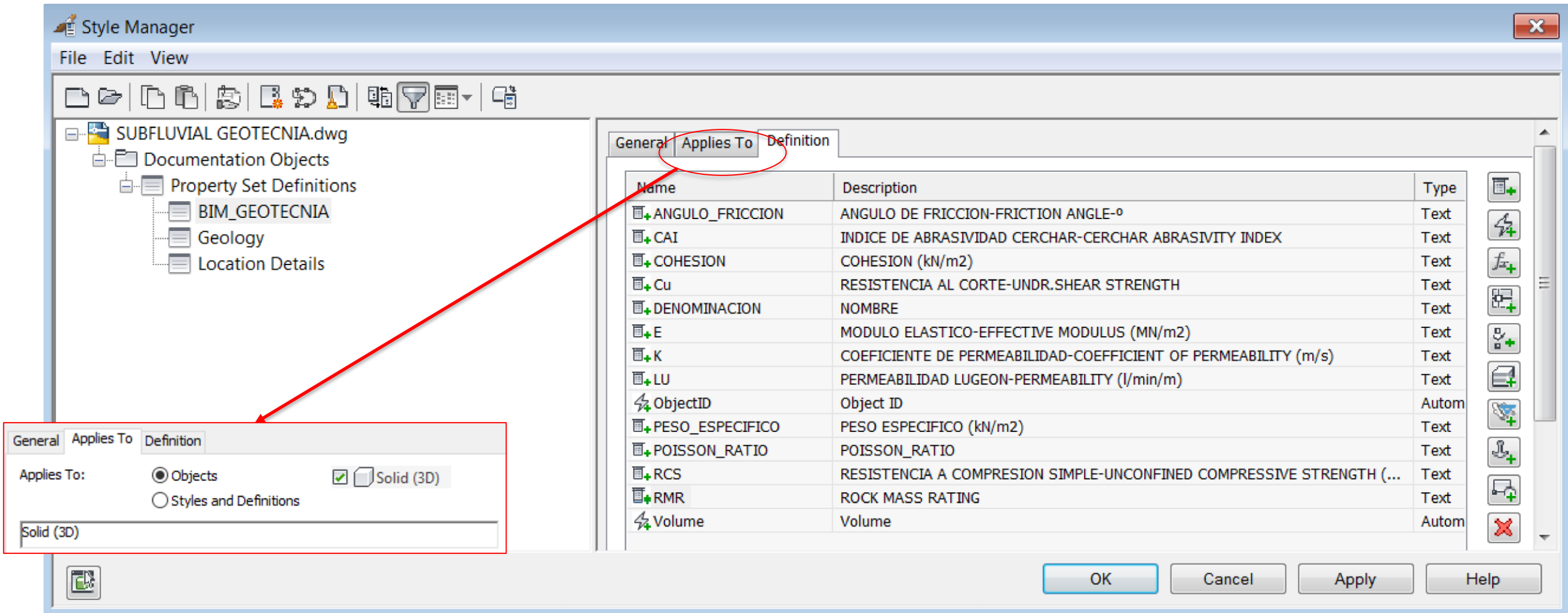
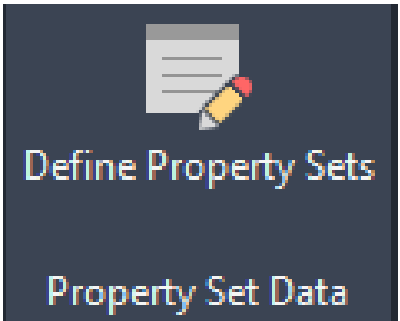
Implementación de información geotecnia al modelo 3D



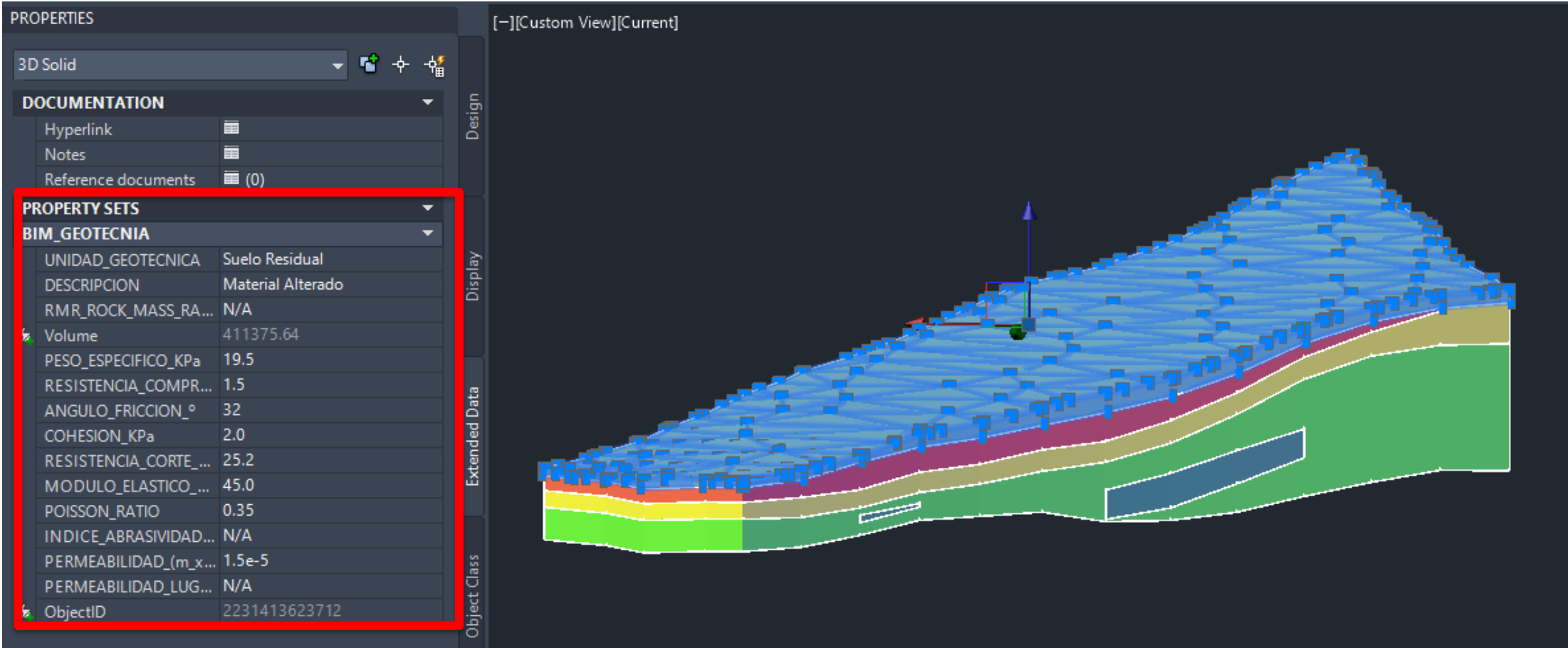
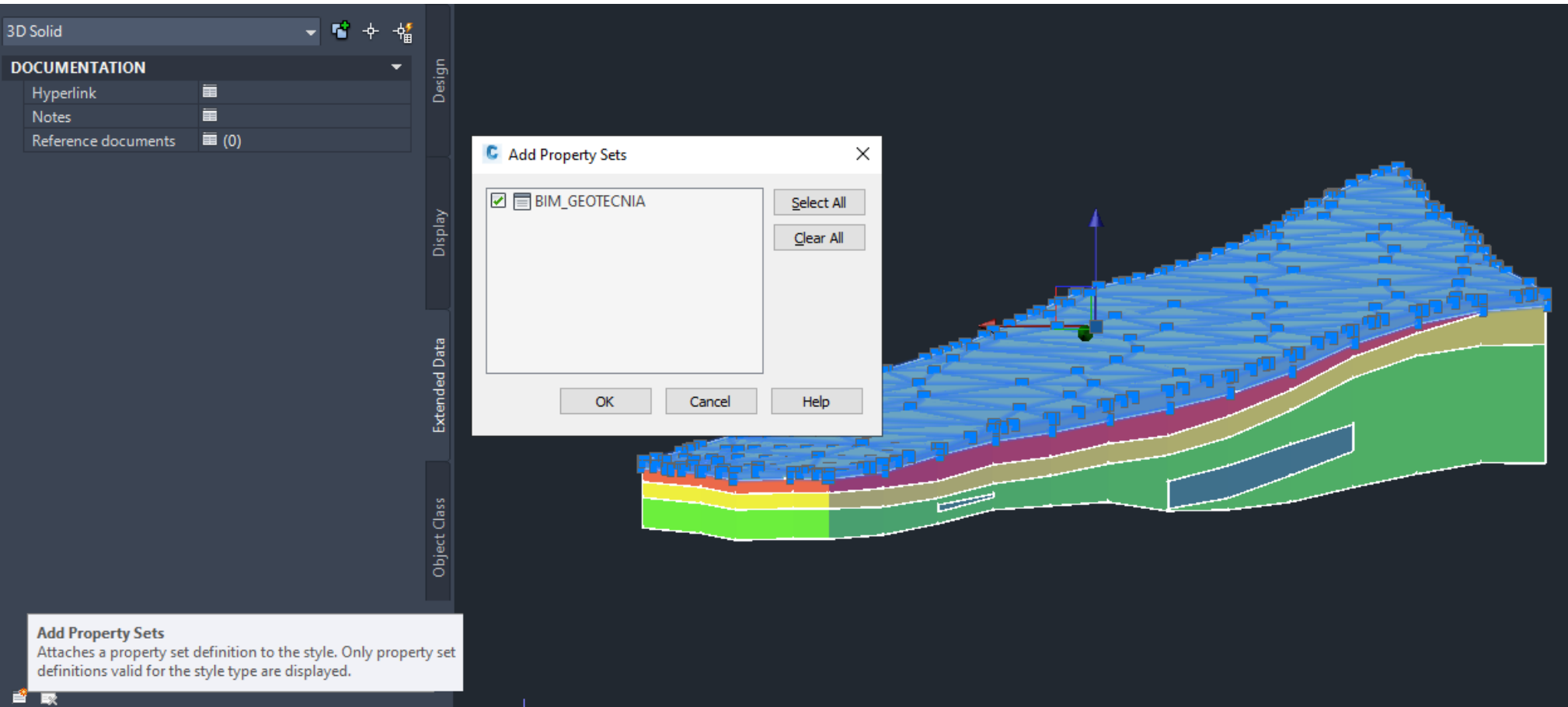
4. Implementación de información geotecnia al modelo 3D

Generación de fichero de parámetros geotécnicos (Manage/Define Property Set)

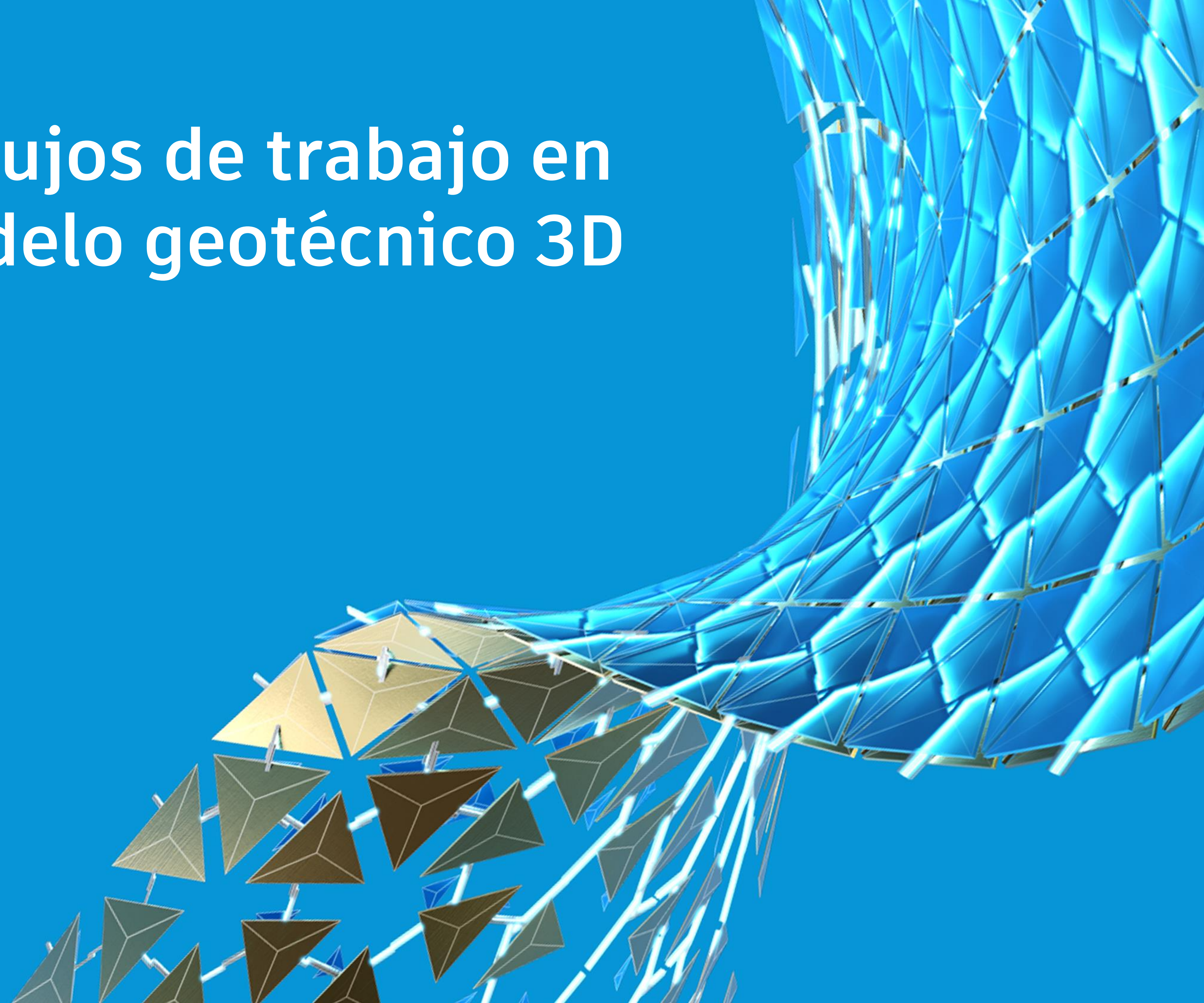
PARÁMETRO GEOTÉCNICO	SIMBOLOGÍA	SI UNIT
ROCK MASS RATING	RMR	-----
Peso específico	g	kN/m3
Resistencia a compresión simple	RCS	MPa
Ángulo de fricción	f	(°)
Cohesión	c'	kN/m2
Resistencia al corte	cu	kN/m2
Módulo elástico	E	MPa
Poisson Ratio	u	-----
Indice de abrasividad Cerchar	CAI	-----
Permeabilidad	k	m/s
Permeabilidad (Lugeon)	L.U.	l/min/m



Asignación de Parámetros a los solidos 3D de cada estrato (manual: Properties/Extended data → Add Property Set).



Resumen - Flujos de trabajo en Creación modelo geotécnico 3D



5. Flujos de trabajo - Creación modelo geotécnico 3D

Geotecnia BIM. Modelo geotécnico básico

RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

- SISTEMA DE COORDENADAS
- CARTOGRAFIA
- TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO
- SECCIONES TIPO DEL PROYECTO
- ELABORACIÓN PLAN DE ENTREGABLES MIDP
- CRITERIOS DE DISEÑO
- INFORME GEOTECNICO
- CAMPAÑA GEOTECNICA

SUBDISCIPLINA GEOTECNIA

ARCHIVOS ENTRADA DE DATOS
MÓDULO GEOTECNIA

-INFO SONDEOS
-INFO ESTRATOS

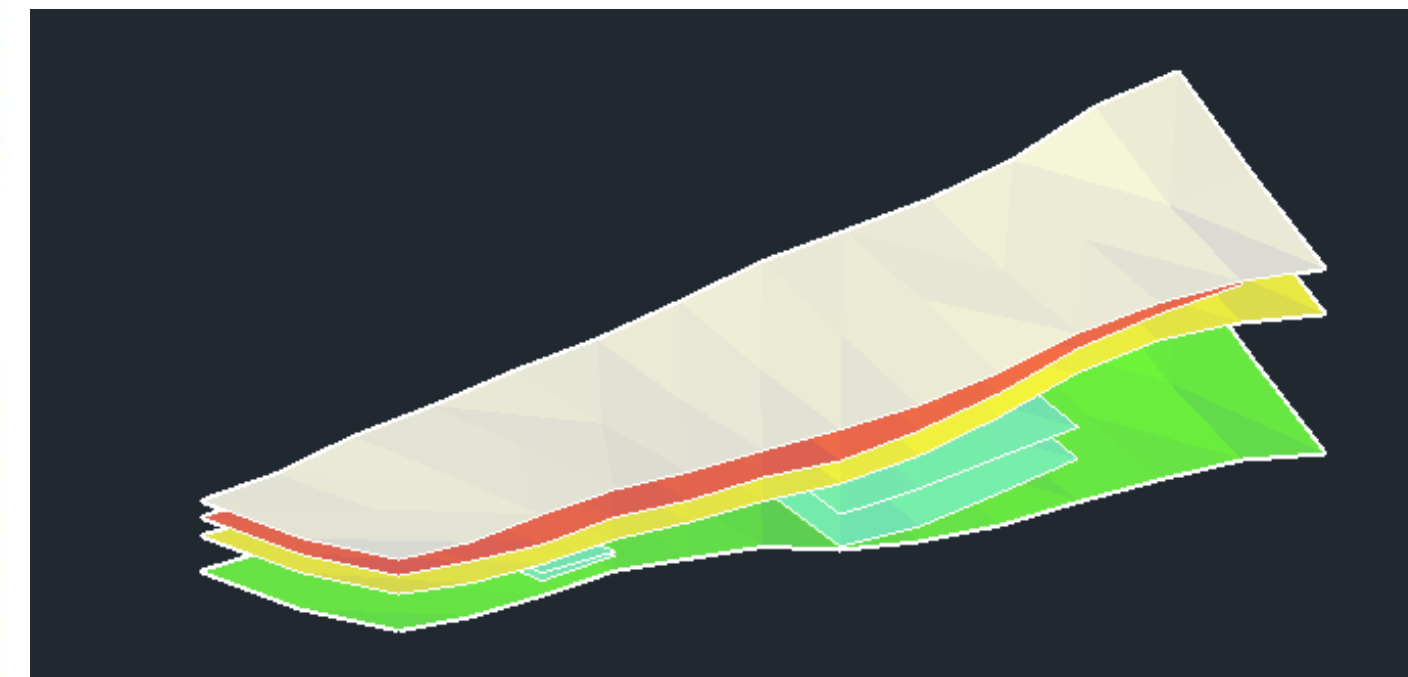


GENERACION
PARAMETROS
GEOTÉCNICOS



MODELO BÁSICO GEOTECNIA EN CIVIL3D + MÓDULO GEOTECNIA

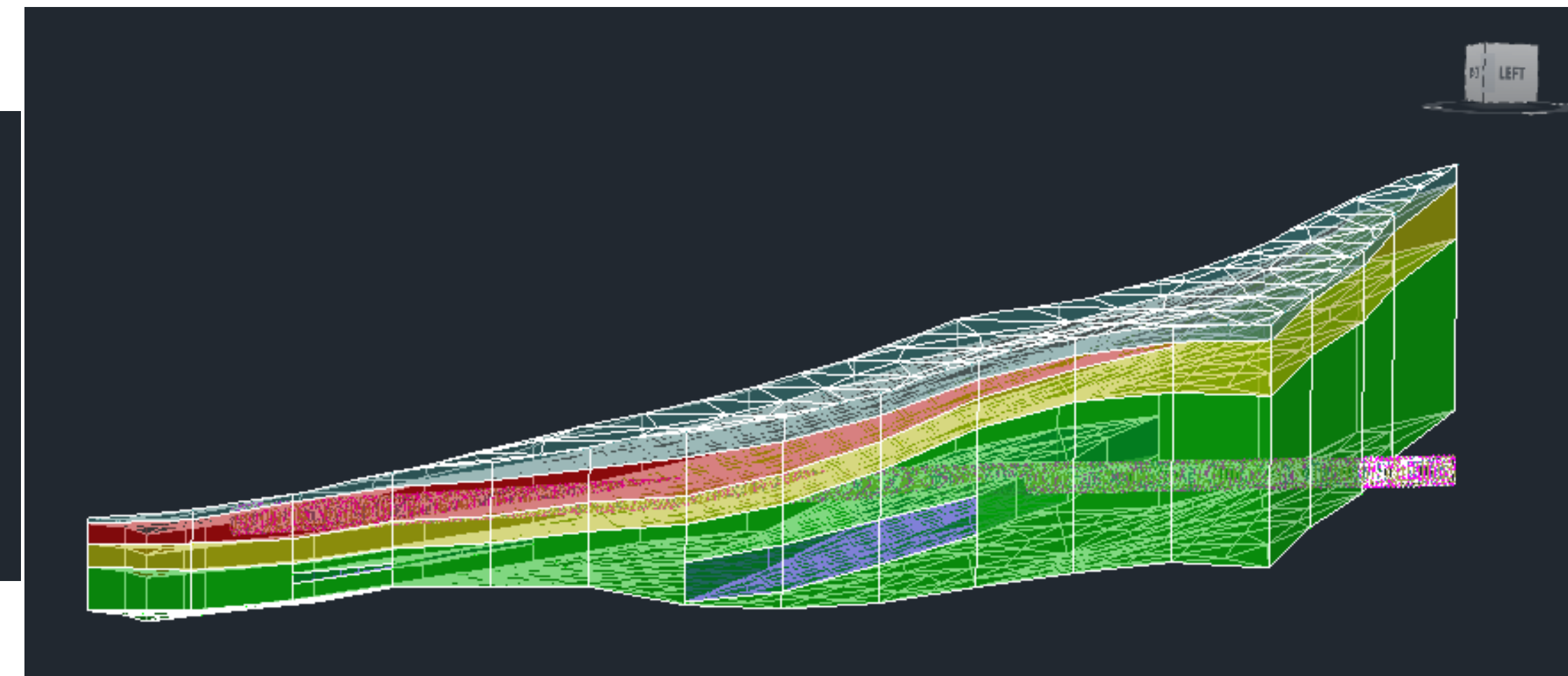
- GENERACION DE SONDEOS
- GENERACION DE SUPERFICIES
BÁSICAS DE LOS ESTRATOS



Geotecnia BIM. Modelos Geotécnico Avanzado

MODELO GEOTÉCNICO

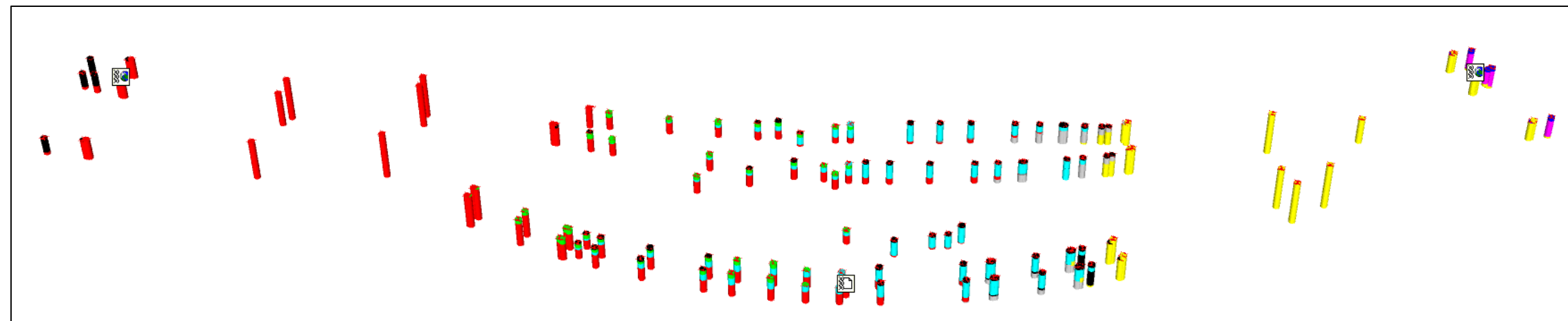
- GENERACIÓN DE SUPERFICIE NIVEL DE REFERENCIA
- GENERACIÓN DE SUPERFICIES DE LOS DISTINTOS ESTRATOS
- GENERACIÓN DE FICHERO DE PARAMETROS GEOTECNICOS (PROPERTY SETS)
- GENERACIÓN DE PERFIL LONGITUDINAL GEOTECNICO
- GENERACIÓN DE SUPERFICIES DE VOLUMEN
- EXPORTACIÓN DE VOLUMENTES CON LOS ESTRATOS
- EDICIÓN DE VOLUMENES DE LOS ESTRATOS
- ASIGNACION DE PARÁMETROS A LOS VOLUMENTES
- EXPORTACIÓN DE ARCHIVO COMBINADO DE VOLUMENES DE LOS ESTRATOS



Ejemplo práctico de generación
de modelo geotécnico en un
proyecto de túnel.



6. Ejemplo práctico de aplicación – Proyecto de túnel



Modelo sondeos



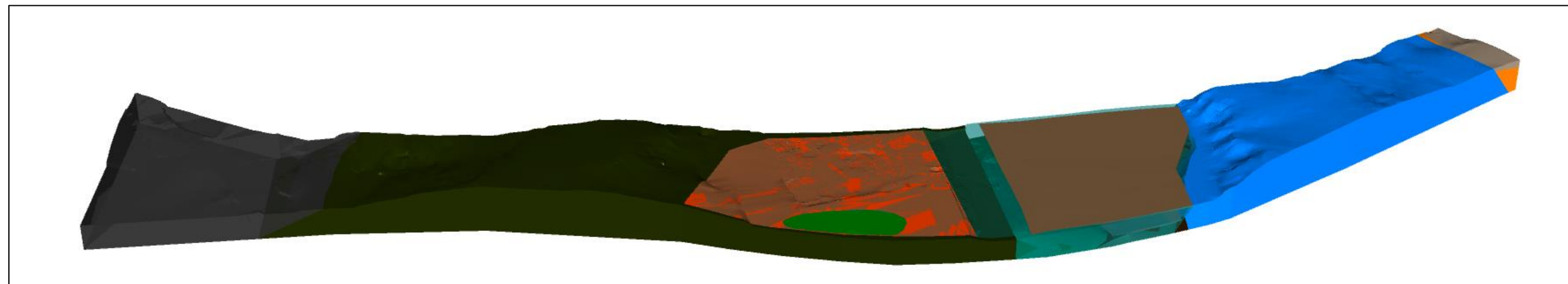
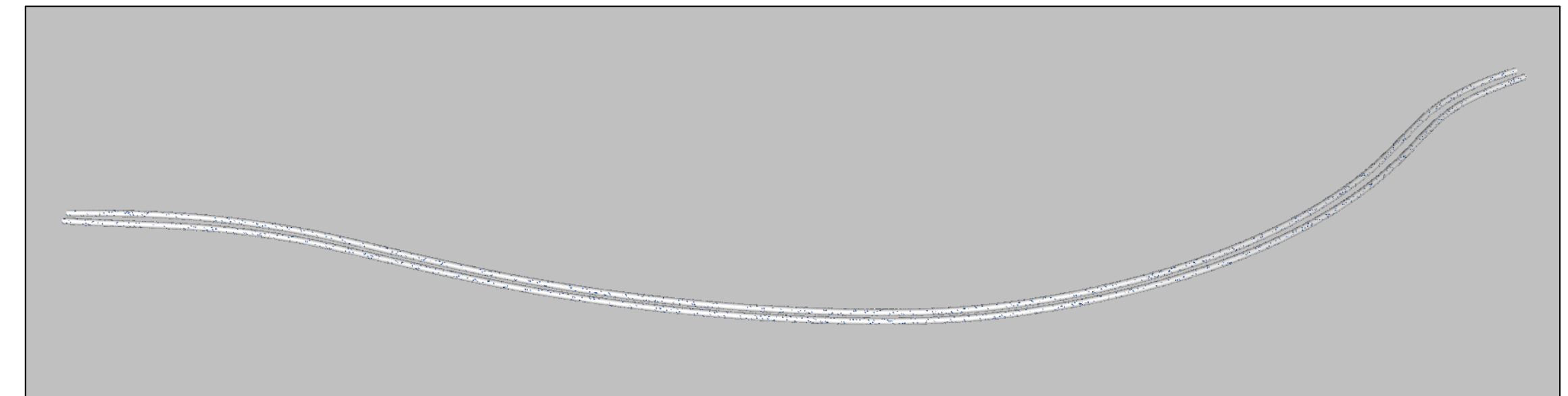
+

Modelo geotécnico 3D

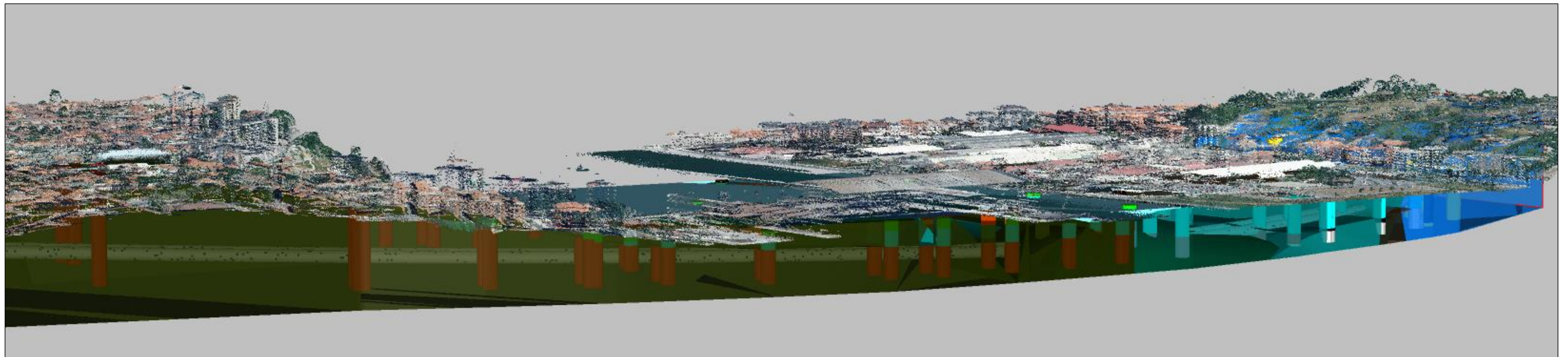


+

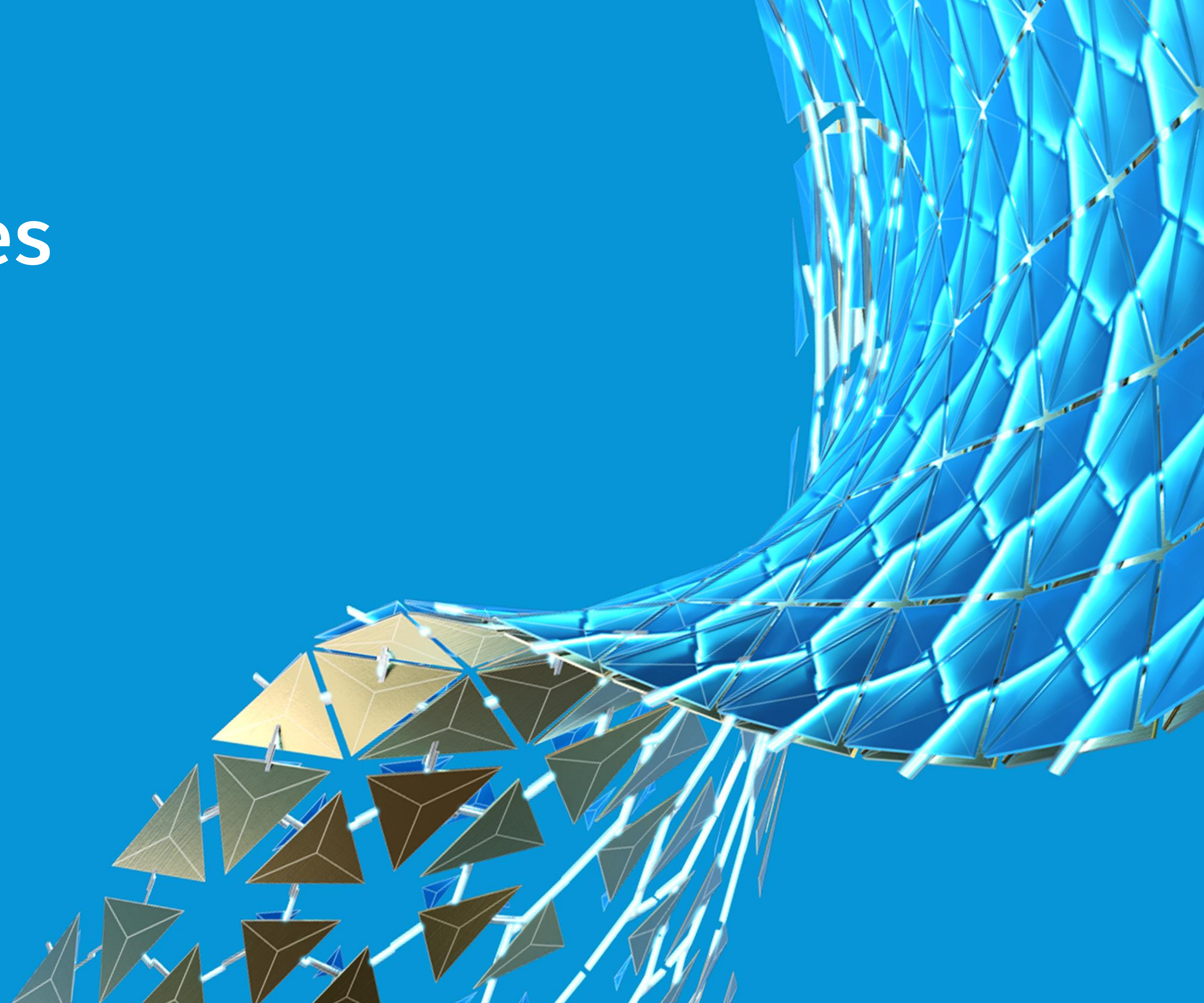
Modelo Trazado (Túnel)



Resultado – Modelo federado (Navisworks)

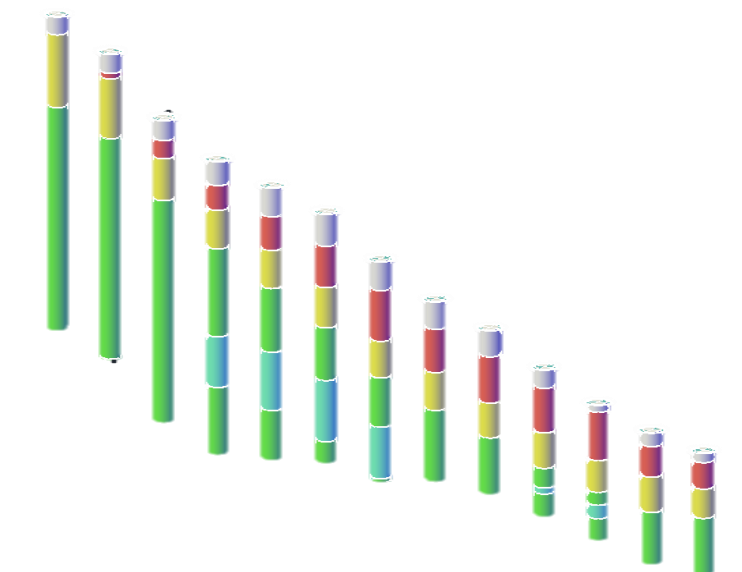
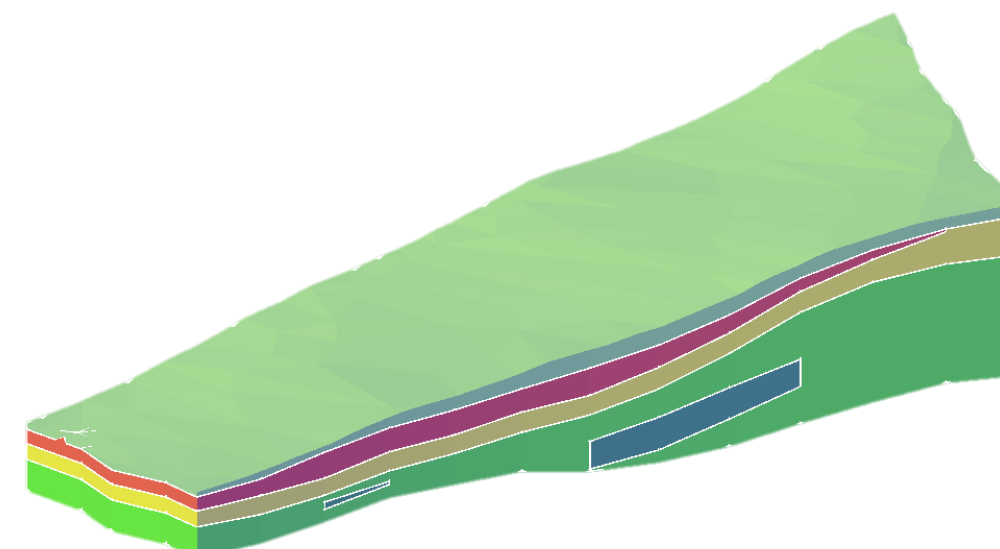
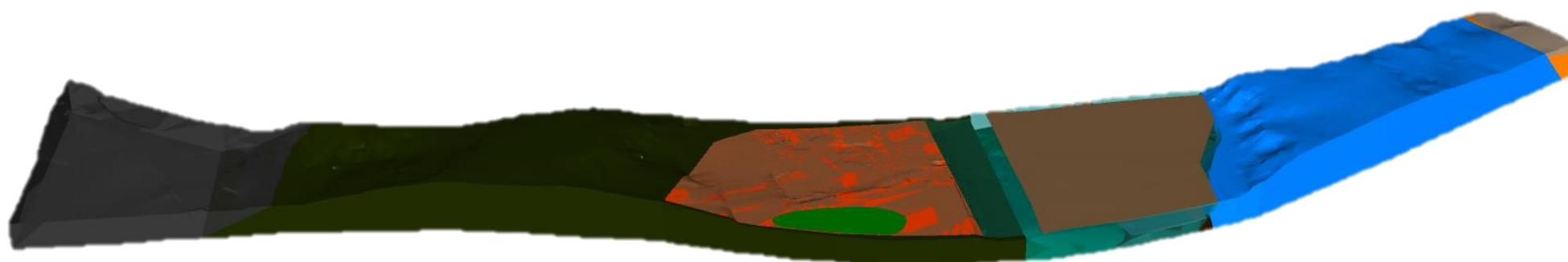


Conclusiones

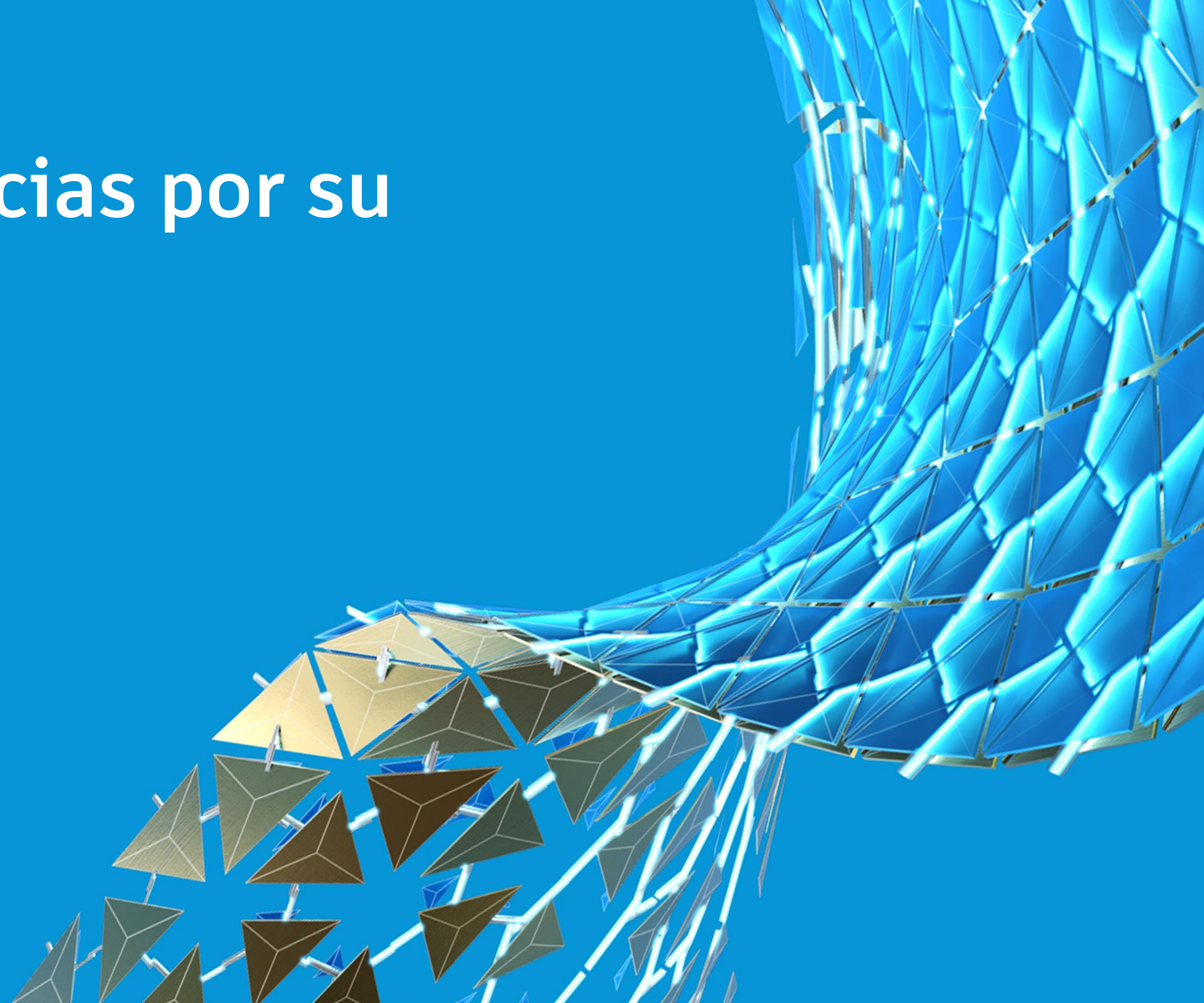


Conclusiones

1. Geotechnical Module de Civil 3D es útil para generar un modelo geotécnico 3D
2. Se necesita un detallado procesamiento de datos e información geotécnica para preparar el Data Set a usar
3. Es esencial que intervenga un geólogo experto en la generación del modelo para aportarle sentido técnico.
4. Inconvenientes: no es sencilla la incorporación de nuevos datos al modelo y requiere reprocesado de todas las superficies y generación de nuevos sólidos 3D.
5. Genera gran valor en proyectos y obras de subterráneas
6. Permite una interacción y ayuda a la toma de decisiones en fases iniciales de proyecto de índole geológico-geotécnico.
7. Mejora la coordinación entre disciplinas y proporciona toda la información geotécnica del proyecto al estar incorporada en el modelo BIM.
8. Se recomienda solicitar a la empresa sondista la información en formato ACS. Ahorro de tiempo y tiempo de procesamiento.
9. A mayor refinamiento, mayor complejidad de la superficie y mayor peso del modelo. Encontrar equilibrio refinamiento-capacidad computacional.
10. El tamaño de modelo es un aspecto relevante. Conviene partir el modelo a longitudes en 2-4km en función de la capacidad del equipo y la complejidad geotécnica del modelo en cada proyecto.
11. Capacidad de incorporar todo tipo de información geotécnica al modelo (tanto a sólidos como a los sondeos)



Muchas gracias por su
atención





Autodesk y el logotipo de Autodesk son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Autodesk, Inc., de sus filiales o de empresas asociadas en EE. UU. o en otros países. Todas las otras marcas, nombres de productos o marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios. Autodesk se reserva el derecho a modificar las ofertas, las especificaciones y los precios de sus productos y servicios en cualquier momento y sin previo aviso, y no se hace responsable de los errores gráficos o tipográficos que puedan existir en el presente documento.

© 2020 Autodesk. Todos los derechos reservados.

