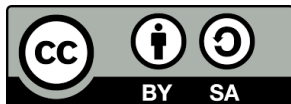


Modelos semánticos de ciudad

- Creación, uso y ejemplos

Ariana.kubart@ocellus.se



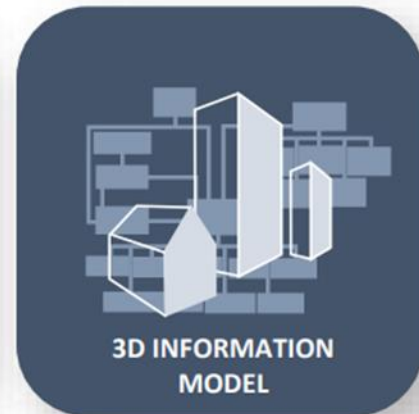
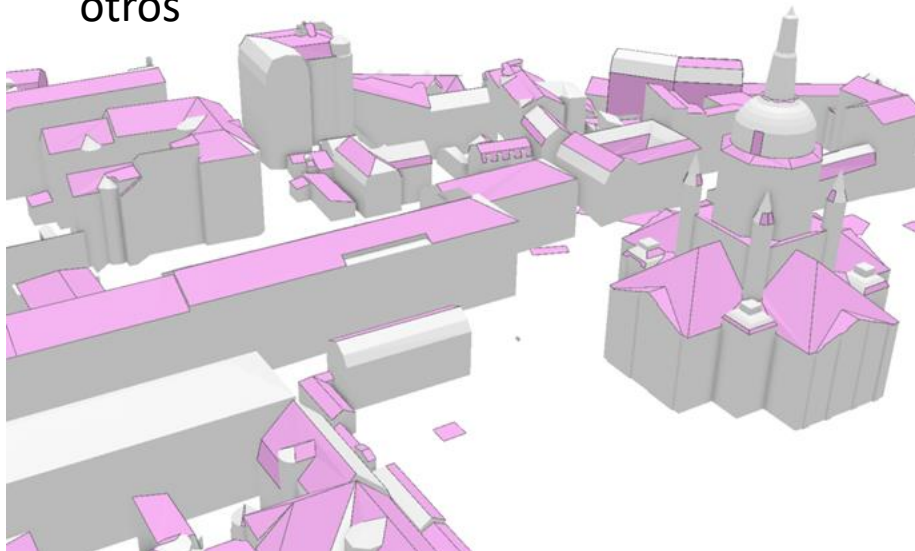
Resultados de aprendizaje

Al final de esta clase, se espera que el alumno sea capaz de:

- Explicar la parte semántica de los modelos de ciudad y las diferencias en comparación con los modelos gráficos 3D
- Resumir los pasos principales de la creación de modelos semánticos
- Nombrar ejemplos de modelos existentes, así como de sus posibles aplicaciones

¿Qué es el Modelo de Ciudad Semántica?

Maqueta con objetos distinguidos que representan cosas del mundo real: las casas, las calles, los árboles y otros

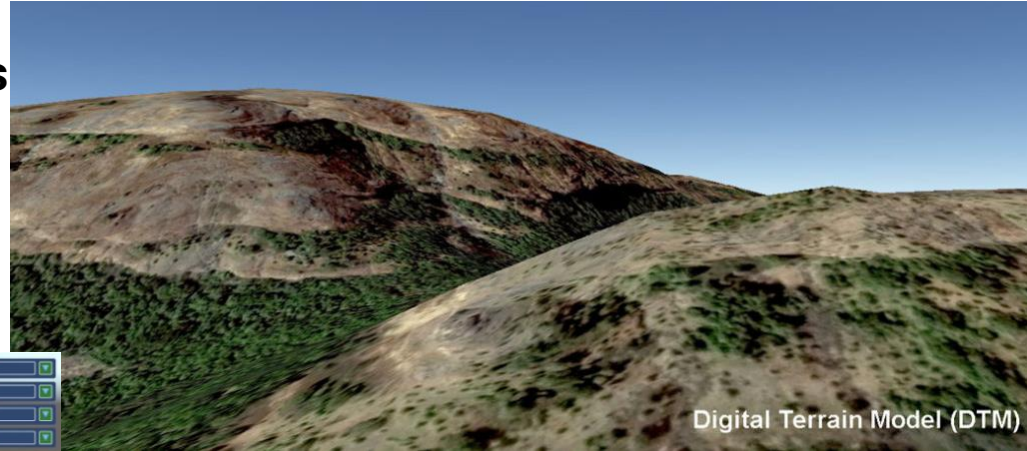


Up: from Helsinki3D_Kalasatama_Digital_Twins
<https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>

Left: semantic city model of Stockholm
Downloaded from: [Dataportalen \(stockholm.se\)](https://dataportalen.stockholm.se)

Objetos en los modelos semánticos

- Objetos naturales: modelo digital del terreno, vegetación, masas de agua...



Digital Terrain Model (DTM)

Digital Terrain Model, DTM; source: digital-terrain-model-dtm-1024x569.jpg (1024x569) (pigeonis.in)

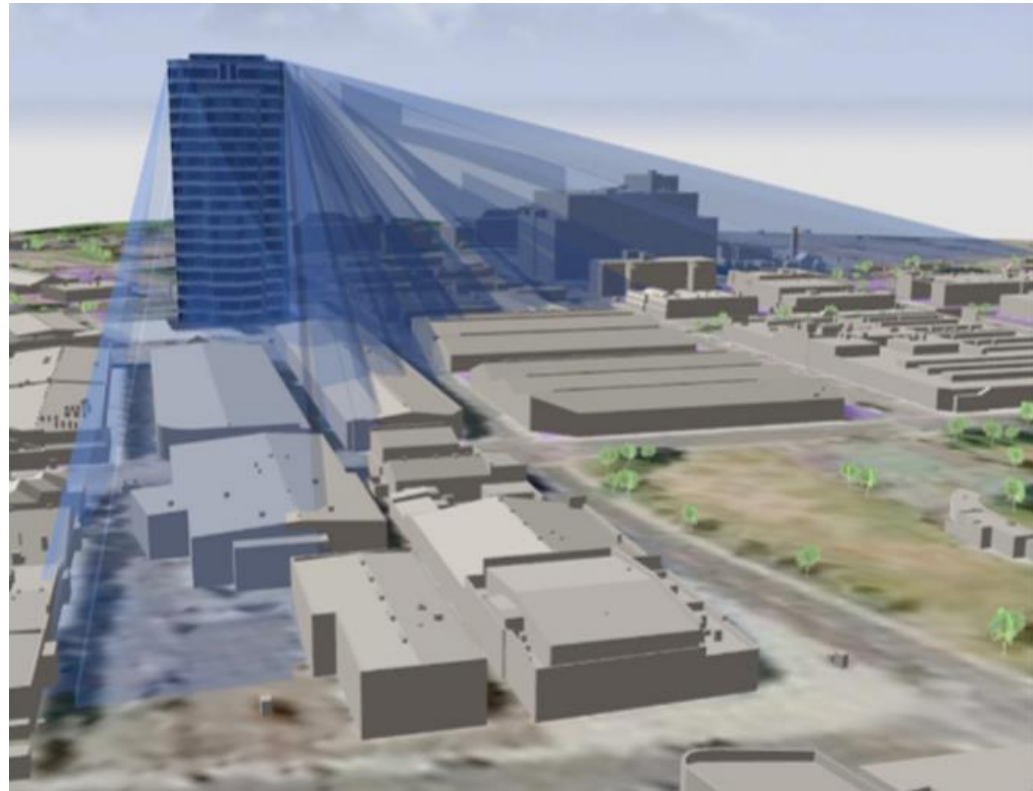


Objetos artificiales y vegetación; fuente: Biljecki et al (2015)
Aplicaciones de modelos de ciudades en 3D: revisión del estado del arte

- Objetos hechos por el hombre: casas, puentes, mobiliario urbano...
- Todos los objetos pueden tener atributos

Creación de Modelos de Ciudad I

- Modelos 3D: sucesores de los mapas 2D
- Posibilidad de aumentar la capacidad de cómputo
- El mundo es 3D: los modelos 3D son más realistas que los 2D
- Ciertos análisis no son posibles en 2D, por ejemplo, la proyección de sombras o la contaminación del aire



Análisis de proyección de sombras, 3D necesario para ello, de:
Aplicaciones de modelos de ciudades 3D: Revisión del estado del arte

Creación de Modelos de Ciudad II

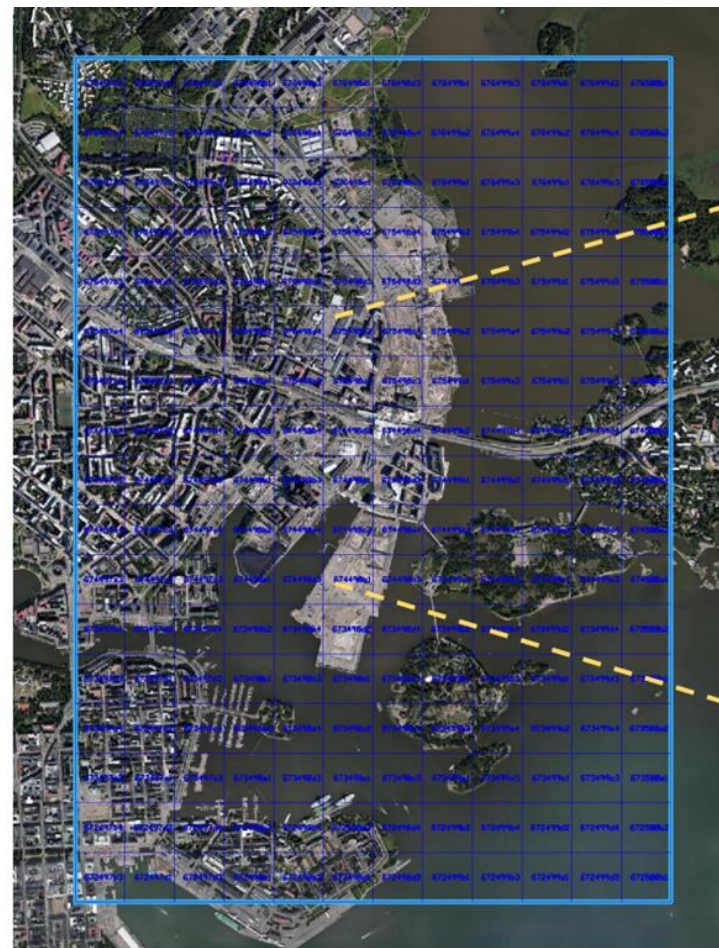
Combinación de:

Imágenes aéreas (fotogrametría)
nubes de puntos (LiDAR)
Datos 2D (catastros)

Datos recopilados por software especializado

Seguido de control y ajuste manual

Tiling of aerial images in Helsinki city model, from: The Kalasatama Digital Twins Project



Ciudad 3D a partir de Fotos Aéreas I

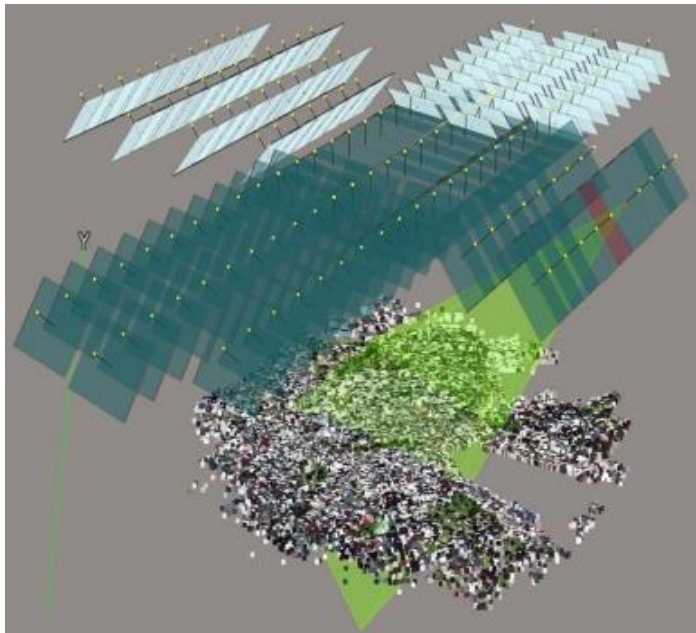
- Imágenes 2D desde diferentes puntos de vista
- Parcialmente superpuesta
- Enlazar y triangular automáticamente



Fotografía aérea vertical y oblicua (arriba) y
labranza en malla 250x250 metros
(derecha)Source: The Kalasatama Digital Twins Project.
The final report of the KIRA-digi pilot project, 2019

Ciudad 3D a partir de Fotos Aéreas II

- Enlazar mediante la búsqueda de características comunes en las imágenes superpuestas (abajo)



- Puntos de control del terreno (derecha)

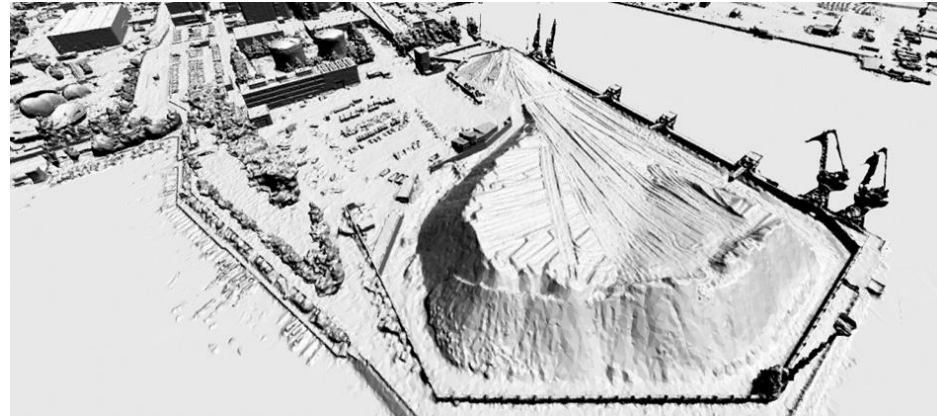
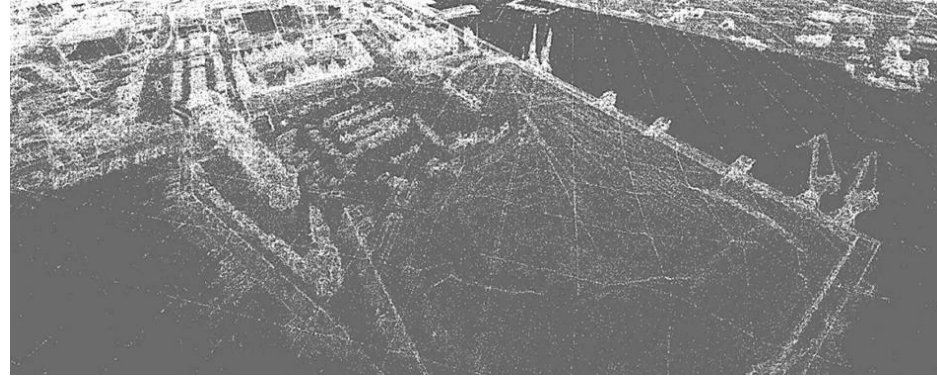
Source: The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-digi pilot project, 2019



Ejemplo de modelo de Helsinki

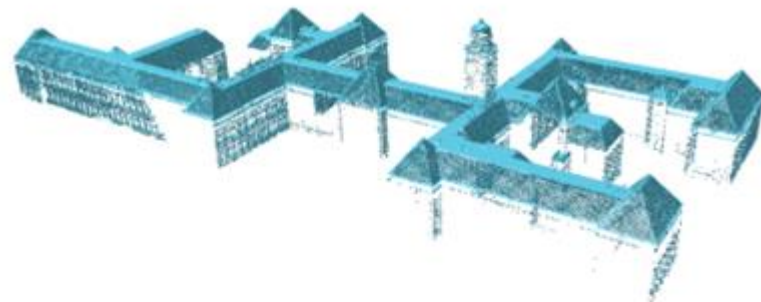
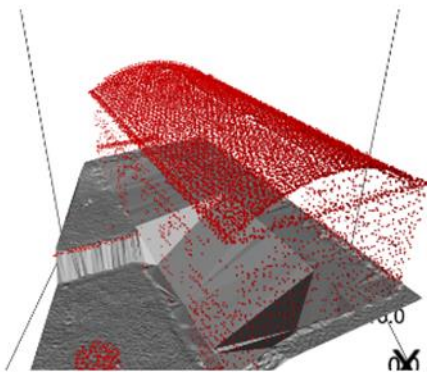
Tres pasos en la creación:

- 1) Nube de puntos de imágenes aéreas (derecha)
- 2) Modelo de malla sin triángulos visibles (derecha abajo)
- 3) Modelo fotorrealista final (de izquierda a abajo)

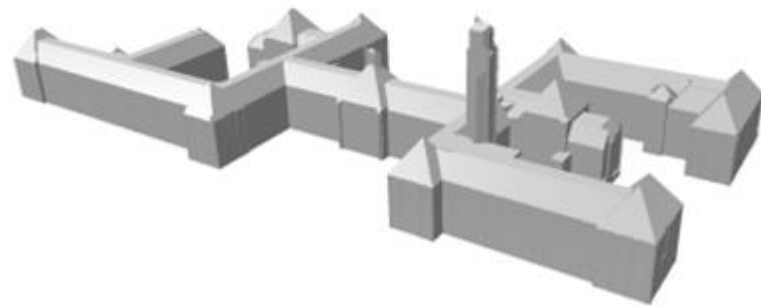


Ciudad 3D de escaneo láser I

- Modelos de malla incluso a partir de nubes de puntos (derecha (a) una nube de puntos, (b) edificio reconstruido)
- Puede ser fotorrealista (hacia abajo)
- Áreas más pequeñas, más detalles (en comparación con las imágenes aéreas)



(a)



(b)

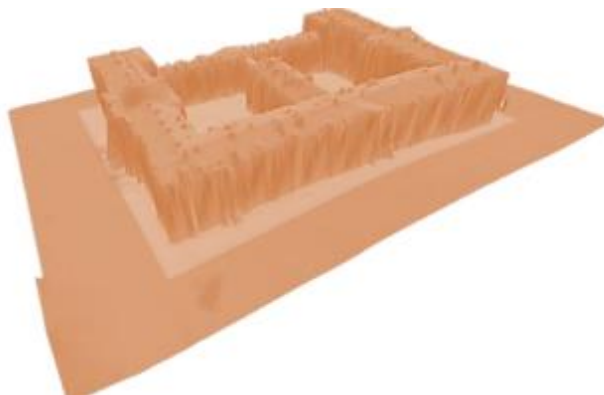
Source: 3D Book (left),
<https://www.rock.estate/blog/a-tour-of-3d-point-cloud-processing> (right)

Ciudad 3D de escaneo láser II

DTM – elevación de la huella del edificio

DSM: altura del edificio y forma del techo

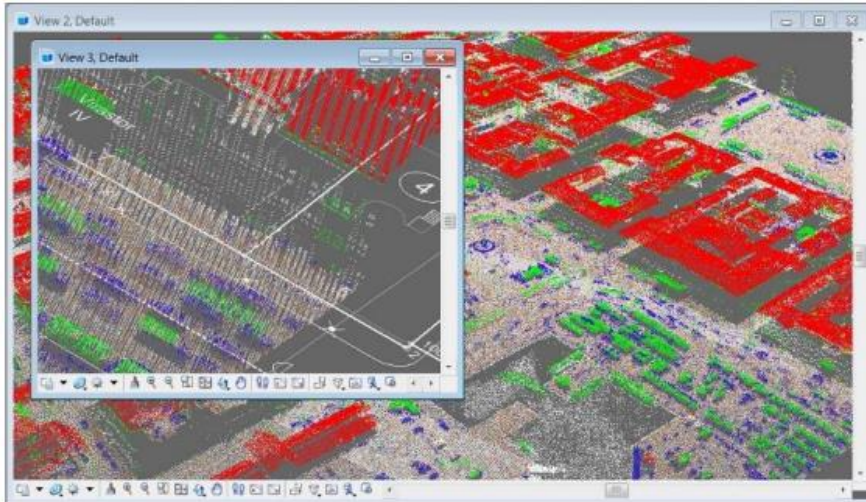
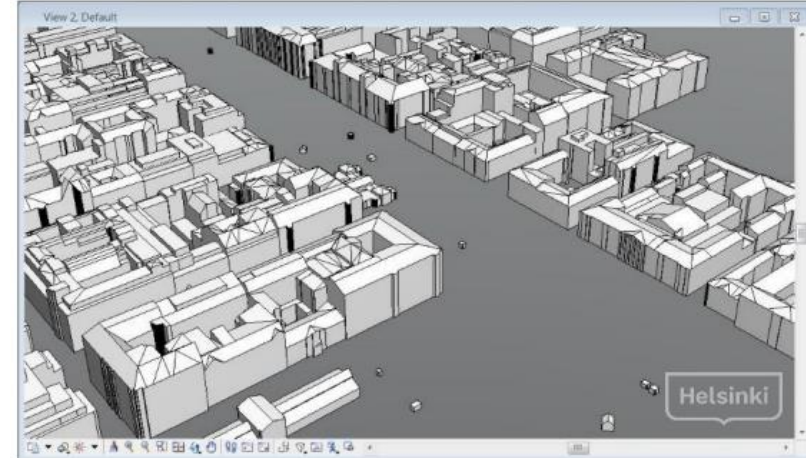
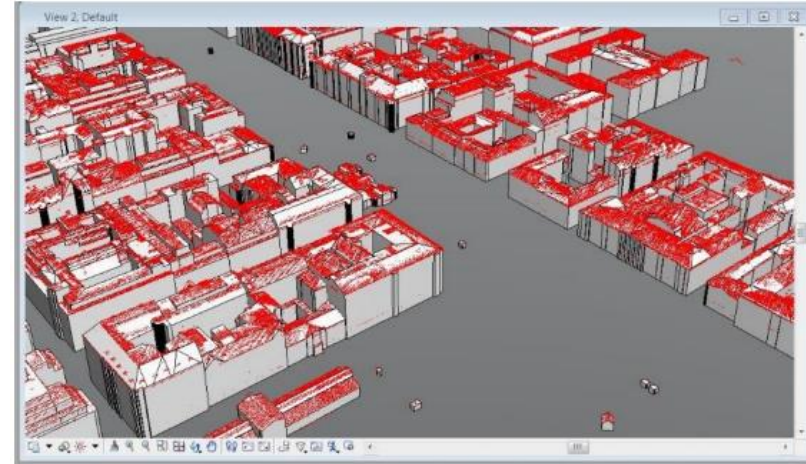
Mapa 2D – huella



- DTM y DSM – Modelo digital de terreno y superficie (arriba)
- Modelos de terreno y superficie de un área de construcción (izquierda)

Ciudad 3D a partir de escaneo láser III

Mapa base y nubes de puntos para un área (abajo)
Formas de tejado de edificios a partir de los datos (a la derecha)
Geometrías de edificios 3D creados (abajo)



Source: The Kalasatama DT Project

Modelo semántico 3D final

- Adición de información semántica = atributos
- Disponible, por ejemplo, en catastros



Ejemplos de modelo semántico gráfico de Estocolmo
– centro de la ciudad y zona residencial

<https://smartstad.stockholm/2020/03/09/over-100-000-byggnader-i-stockholm-som-3d-modeller-i-stadsbyggnadskontorets-nya-databas/>

Abstracción en modelos 3D

- Eliminación de piezas innecesarias, por ejemplo, interiores
- Modelos semánticos: alto nivel de abstracción, identificadores únicos
- Modelos de malla: baja abstracción, menos espacio en el ordenador, más rápido de crear y leer, más barato



[Helsinki 3D | City of Helsinki](https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d)

<https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>

Ejemplos de modelos 3D de ciudades I

- Modelos semánticos, principalmente del sector público
- Modelos de alta gráfica, a menudo comerciales, Open Street Map
- 1ª modelo gratuita – Berlín 2015



[VisualizationBerlin – 3DCityDB Database](#)

Ejemplos de Modelos de ciudades en 3D II

- Muchas ciudades ofrecen modelos 3D para navegar
- Por lo general, los datos en sí no se pueden descargar de forma gratuita
- Excepciones:

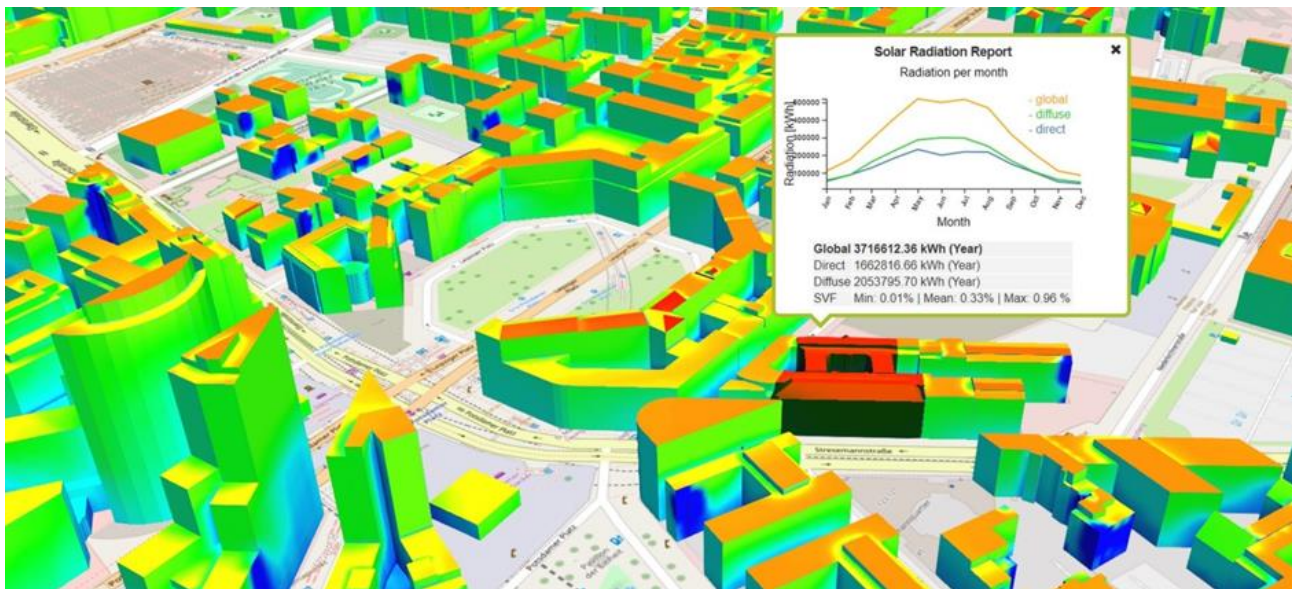
[Cities/regions around the world with open datasets \(tudelft.nl\)](http://tudelft.nl)



Modelo semántico de Zagreb, Croacia

[ZG3D: 3D model Grada Zagreba \(gdi.net\)](http://gdi.net)

Análisis de la radiación solar



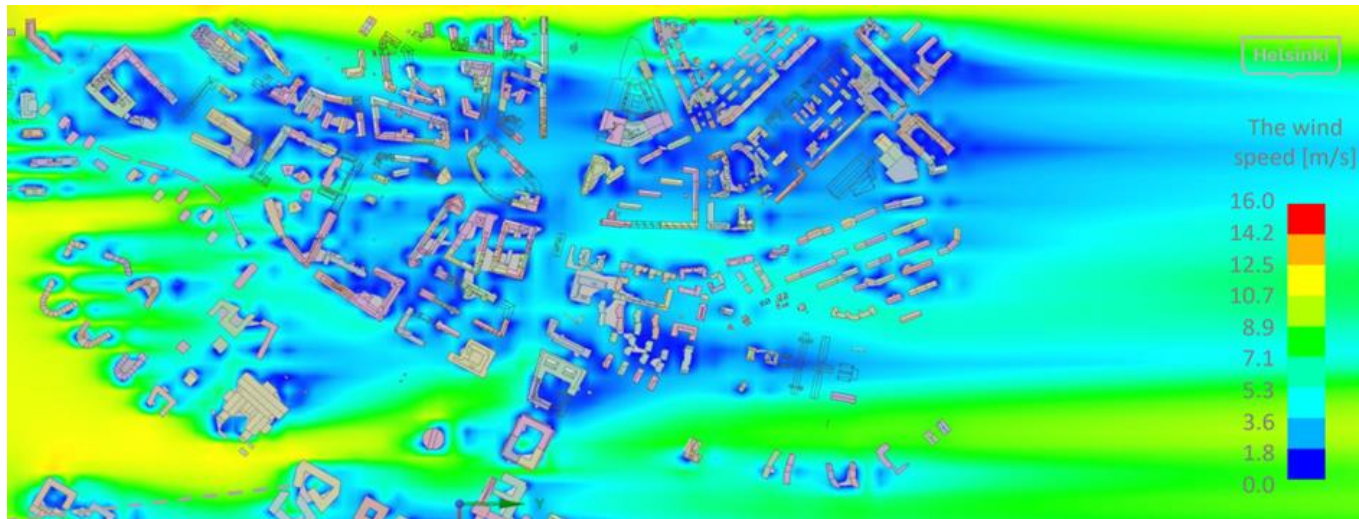
Posibilidad de muchos cálculos:

- Producción de energía solar
- Los mejores tejados para células solares % del consumo doméstico cubierto por energía solar
- Dinero gastado en electricidad

[3d-stadtmodell_solarpotenzialanalyse-aspect-ratio-20-9-3.jpg \(2310x1040\) \(vc.systems\)](#)

Análisis de Velocidad del viento

- Disminución de la velocidad del viento en un barrio recién planificado
- Estimación del confort térmico durante los veranos calurosos
- Propagación de la contaminación atmosférica



Estimulación de la intensidad del viento a nivel de la calle en Helsinki
El viento sopla desde el lado izquierdo de la imagen en 15 m/s

Source: The Kalasatama DT Project

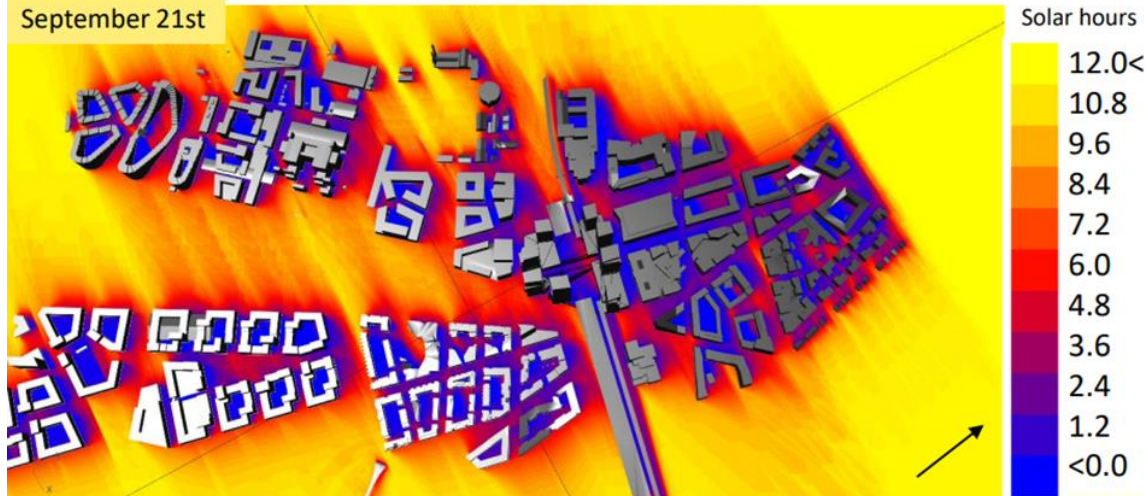
Sol y sombra análisis

- Urbanismo

September 21st at 16:00



September 21st

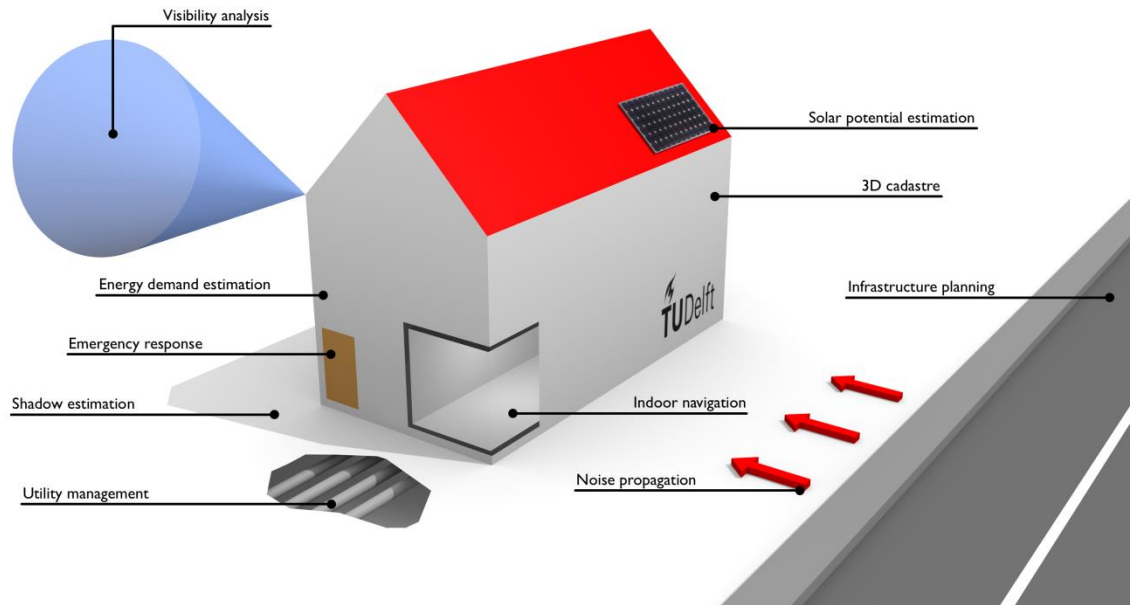


- Sol (arriba) y sombra de edificios planificados (izquierda) en el equinoccio de otoño
- Cálculos similares para cualquier época del año
- Pruebas de diseño y posición del edificio

Source: The Kalasatama DT Project

Otras aplicaciones

- Lluvias intensas e inundaciones
- Gemelos Digitales, Ciudades Inteligentes
- La calidad y la armonización de los datos son fundamentales
- Biljecki et al. (2015): Aplicaciones de modelos de ciudades en 3D: revisión del estado del arte



[Applications of 3D city models | CityJSON](#)

Thank you for your attention



<https://birgitproject.eu/>

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.