

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA DE LAS CIUDADES

Patricia Molina Costa, PhD

Directora de Ciudad, Territorio y Medio Ambiente, Tecnalia Research & Innovation

- Otoño Municipalista: *Sostenibilidad y Planificación Urbana Municipal para el Siglo XXI*
- Mérida, 6 de noviembre de 2025

TECNALIA es el **mayor**
centro de investigación
aplicada y desarrollo
tecnológico de España,
un referente en Europa y
miembro de la **Basque**
Research and Technology
Alliance



Misión

Transformar la investigación tecnológica en prosperidad



Visión

**Ser agentes de
transformación de las
empresas y de la sociedad
para su adaptación a los retos de
un futuro en continua evolución**



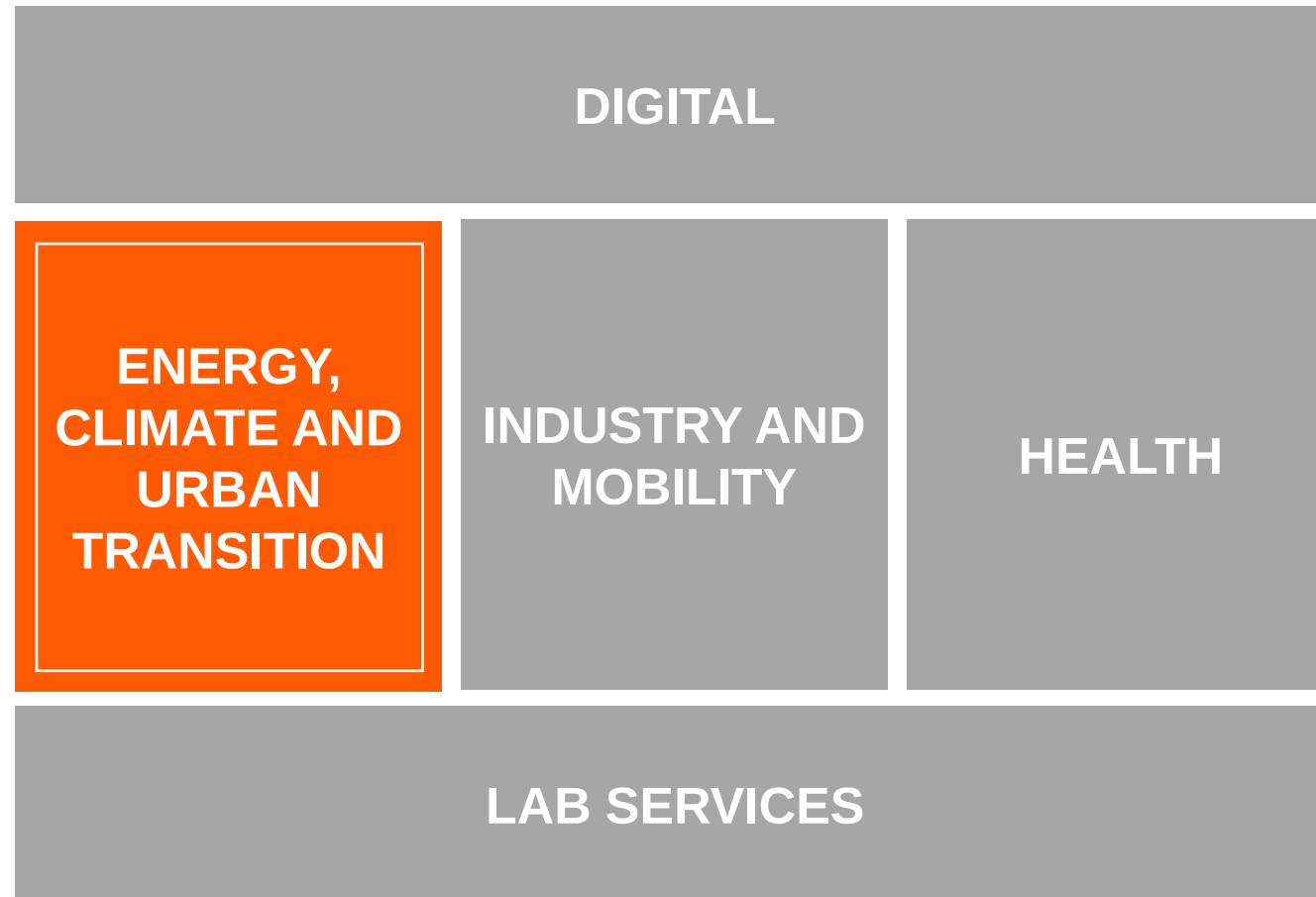
Nuestros ámbitos de actuación están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Con una perspectiva multisectorial y multitecnológica, escuchamos y trabajamos junto a las empresas para dar respuesta a los grandes desafíos globales.

De esta manera somos capaces de generar beneficio para las empresas e instituciones públicas y crear valor en la sociedad.



UNIDADES OPERATIVAS



Unidad de Transición Energética, Climática y Urbana

Á
r
e
a
s



Energy Grids and
Electrification



City, Territory
and
Environment



Renewable
Energy and
Thermal
Efficiency



Circularity



Hydrogen



Next
Construction

Patricia Molina

Laboratorio de Transf. Urbana

Francisco Rodriguez

Adaptación al Cambio Climático

Efren Feliu

Calidad y Confort Ambiental

Itziar Aspuru

Área de Ciudad, Territorio y Medio Ambiente

Desarrollamos soluciones avanzadas de planificación, gestión y transformación urbana, para ayudar a las ciudades y territorios a anticiparse a los retos energéticos, climáticos y ambientales.

Para ello combinamos conocimientos específicos con tecnologías de planificación urbana digital, ciencia de datos e Inteligencia Artificial.

Tecnologías para la ciudad



Tecnología en la planificación y gestión urbana



NUEVOS RETOS

GLOBALIZACIÓN

URBANIZACIÓN

CRISIS CLIMÁTICA

CRISIS ENERGÉTICA

MIGRACIONES

ENVEJECIMIENTO

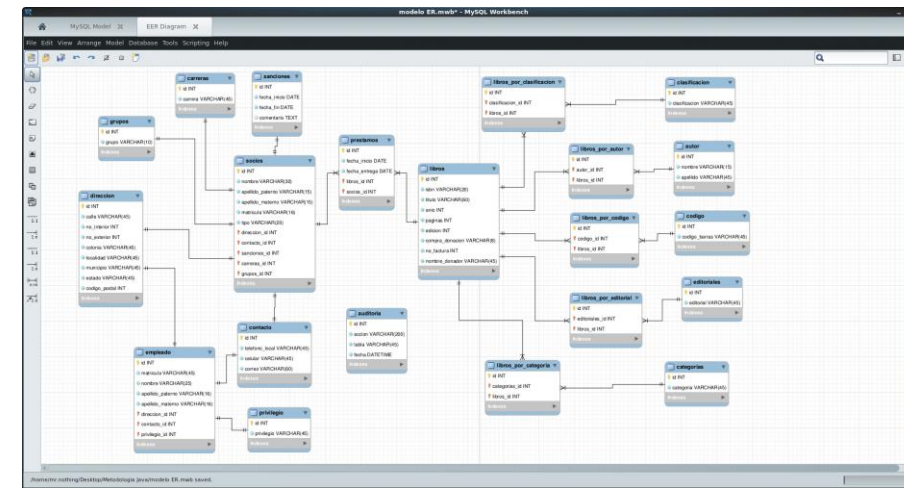


Nuevas oportunidades: DIGITALIZACIÓN



Producción
masiva de
DATOS

Exponencial
capacidad de
CÁLCULO



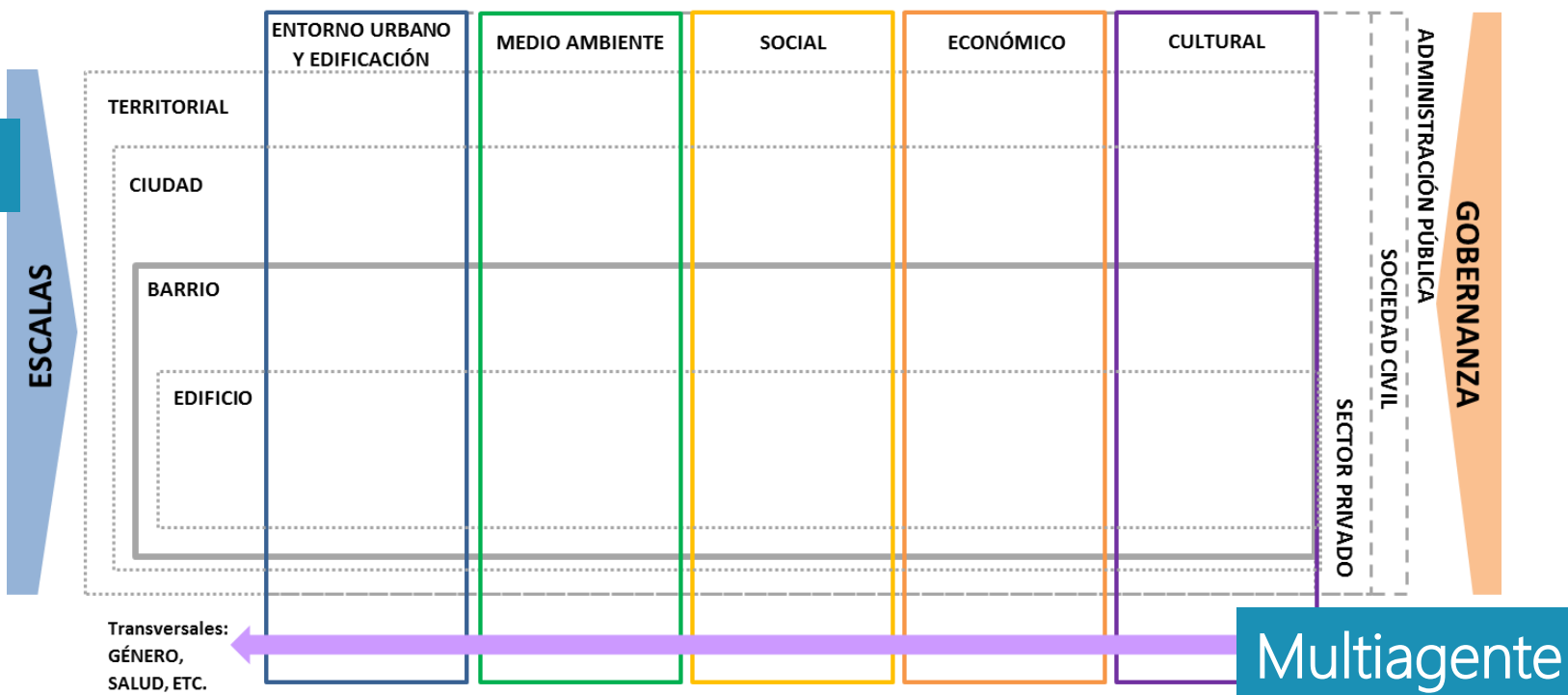
Tecnología en la planificación y gestión urbana

¿Para qué? Abordar la complejidad de los sistemas urbanos

Enfoque integrado

Multidimensional

Multiescalar



Tecnología en la planificación y gestión urbana

¿Para qué? Del análisis estático.....



al análisis dinámico y predictivo

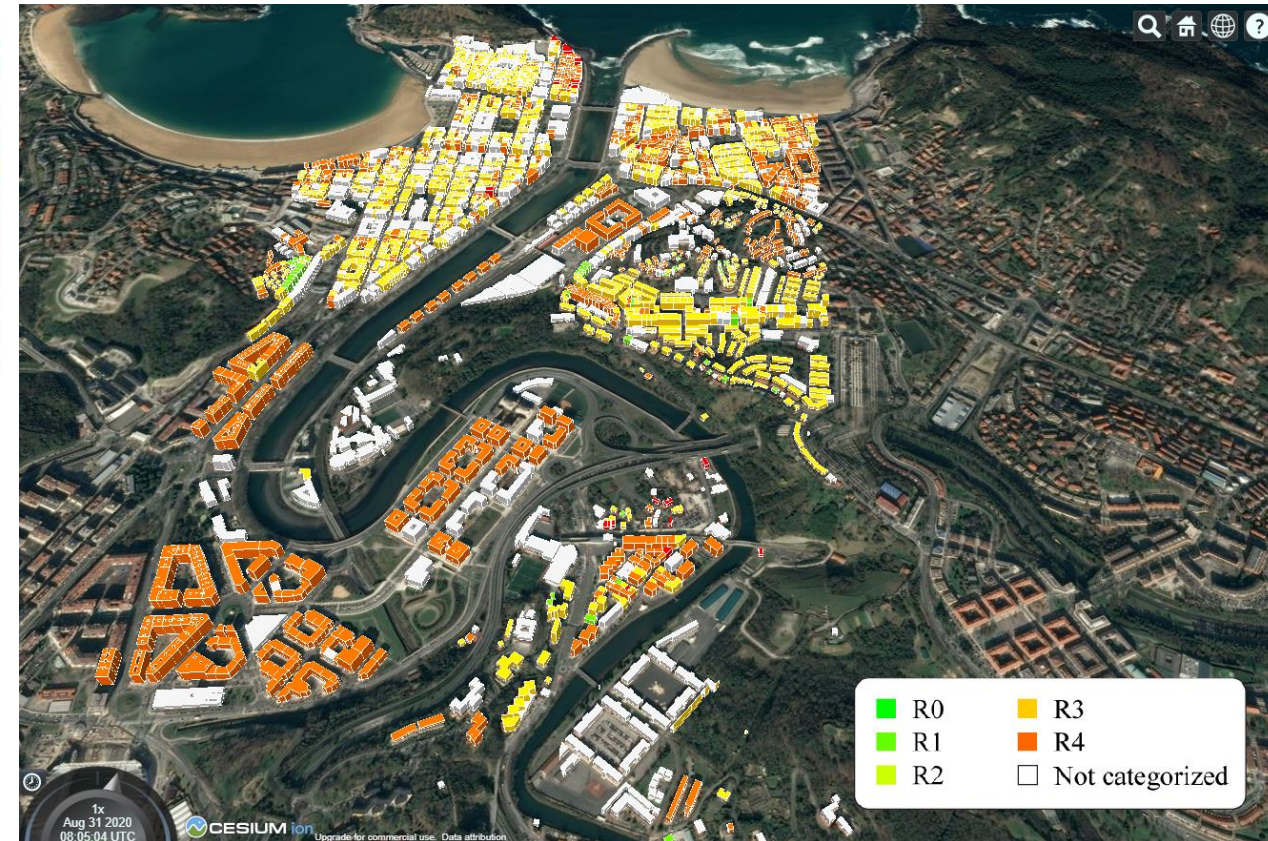


Figure 12. Risk index due to storm surge and sea-level rise.

Tecnología en la planificación y gestión urbana

¿Con qué tecnologías?

**GEMELO DIGITAL DE
LA CIUDAD**



Tecnología en la planificación y gestión urbana

¿Con qué tecnologías?

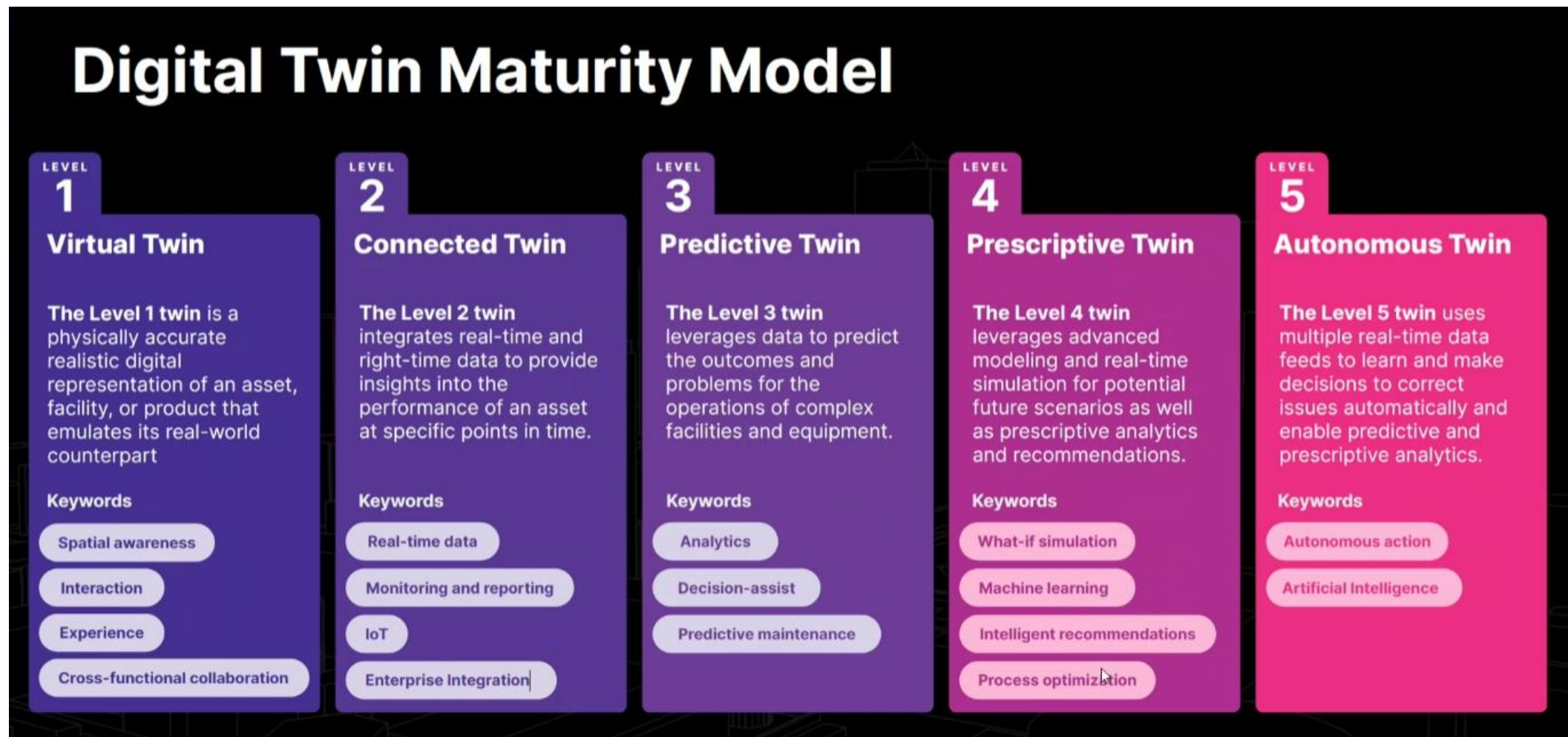
Del modelo de información geolocalizada al gemelo digital de la ciudad

GEMELO DIGITAL DE LA CIUDAD (City Digital Twin)

- Réplica virtual, conectada, bidireccional
- Plataforma de integración de múltiples fuentes de datos
- Modelización de escenarios
- Medición de impactos
- Permite: analizar, simular, predecir, interactuar



Local Digital Twin: Maturity Model



Fuente: Rodhes, D. (2022). Unity VP of Digital Twins

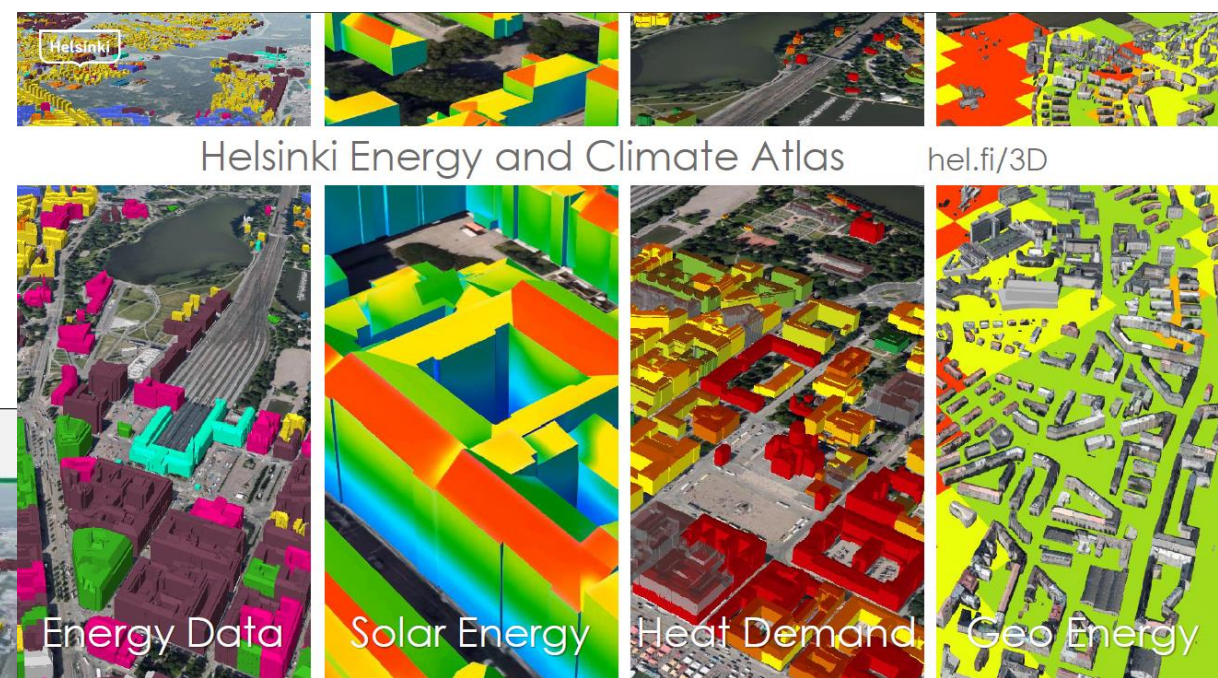
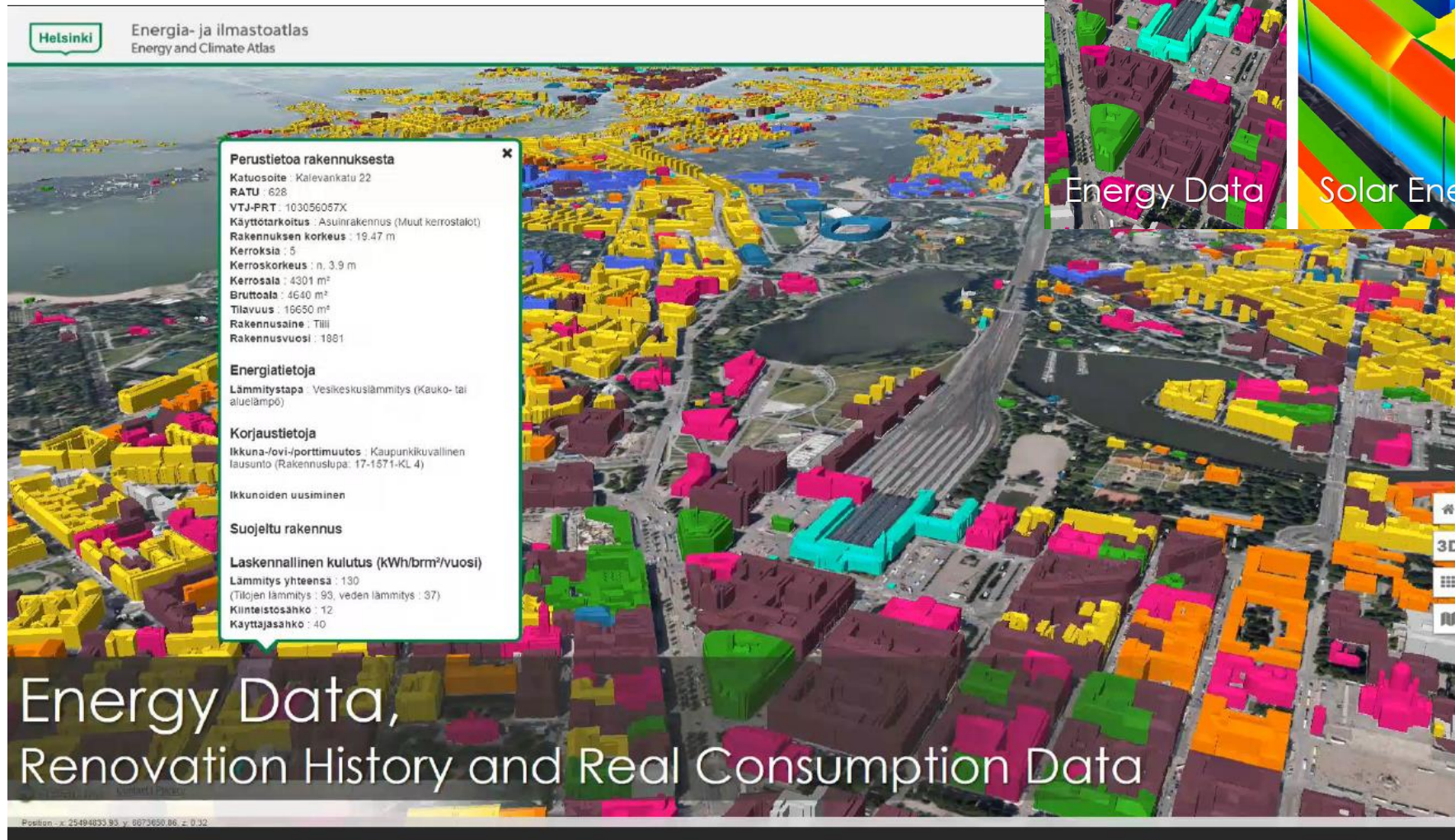
Referencias internacionales

Puerto de Rotterdam



Referencias internacionales

Helsinki: Clima y Energía



Referencias internacionales

Helsinki: Kalasatama



USE CASES OF 3D CITY MODELS

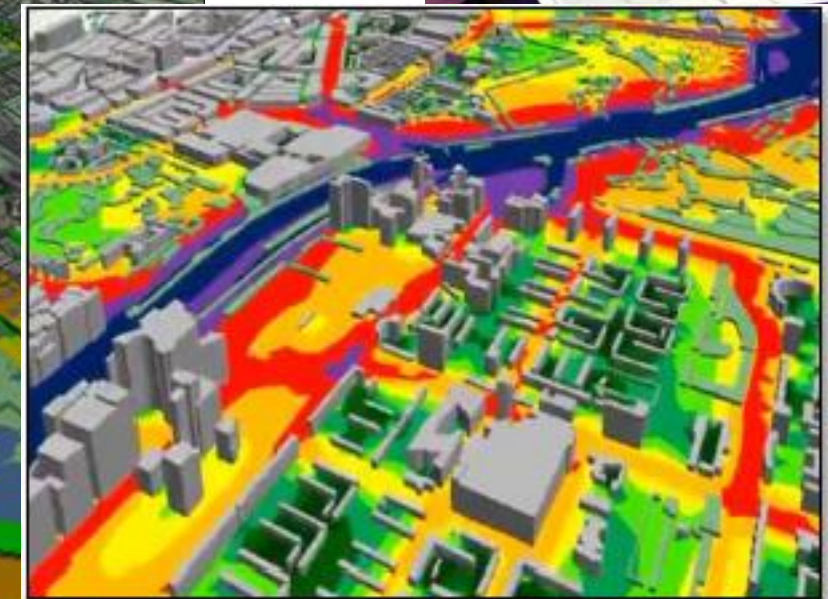
UTILIZATION / USE CASES



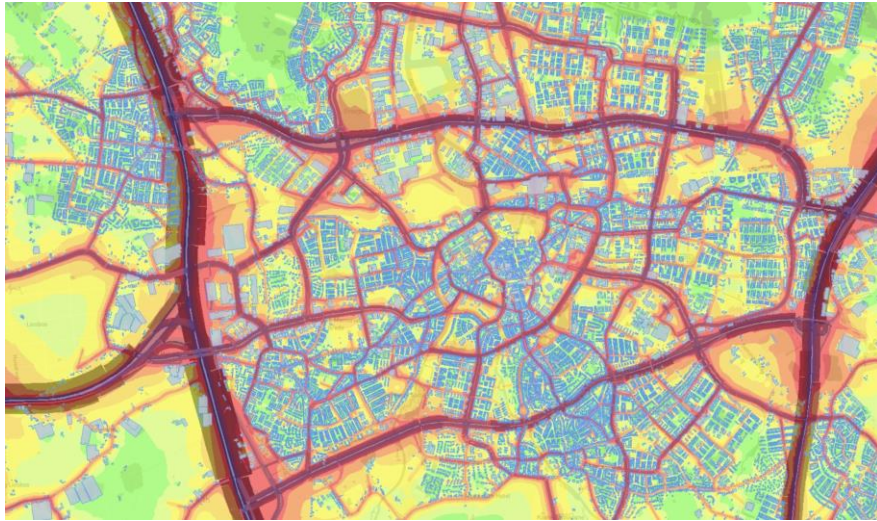
- Modelo semántico CityGML
- Plataforma de simulación (viento, soleamiento...)
- Plataforma de desarrollo local - CityLab
- Gestión de procesos y prestación de servicios

Referencias internacionales

Amsterdamm (TNO): implantación y uso



Referencias internacionales



TNO innovation
for life

Referencias internacionales

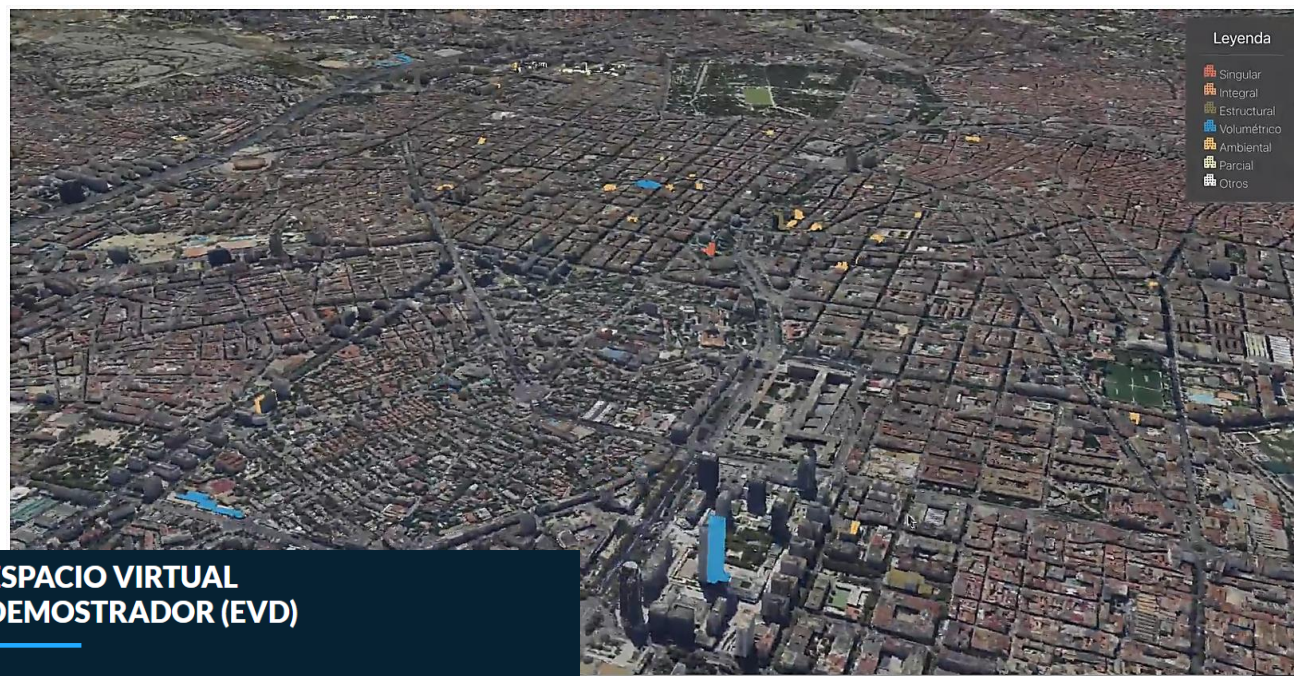
Virtual Singapore

Modelo tridimensional (3D) dinámico de la ciudad, y plataforma de datos colaborativa.

- Destinado a los sectores público, privado, personas e investigación.
- Permite a los usuarios de diferentes sectores crear herramientas y aplicaciones para desarrollar conceptos y servicios de prueba, planificación y toma de decisiones, e investigación sobre tecnologías para resolver desafíos emergentes y complejos para Singapur.



Referencias: Madrid: un “gemelo de gemelos”



ESPACIO VIRTUAL DEMOSTRADOR (EVD)

Plataforma para presentar, a través de diferentes soluciones, cómo la agregación de información de múltiples fuentes (sensores IoT, datos históricos, sintéticos, etc.) permite disponer de una visión avanzada, holística y actualizada de la ciudad y simular y modelar diversos escenarios urbanos y evaluar cómo distintos factores pueden afectar a la ciudad.

✓ INTEGRACIÓN

✓ MODELIZACIÓN

✓ SIMULACIÓN

✓ INNOVACIÓN



Capital
Digital



MADRID

APLICACIONES DE GEMELO EVD



EVD Madrid Nuevo Norte

Saber más →



EVD Puente Bailén

Saber más →



EVD Media Maratón

Saber más →



EVD Inventario de Ciudad

Saber más →



EVD Mercamadrid

Saber más →



EVD Cabalgata Reyes

Saber más →



EUI Casa de Campo

Saber más →



EVD Paisaje de la luz

Saber más →



EVD Santiago Bernabeu

Saber más →



EVD Sentimiento Ciudadano

Saber más →



EVD M30 Nudo Norte

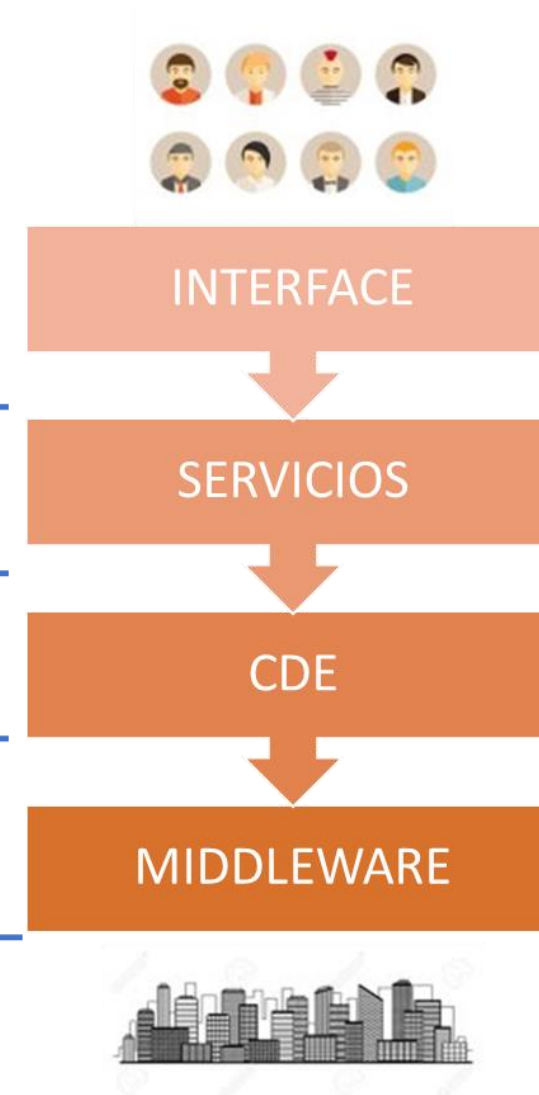
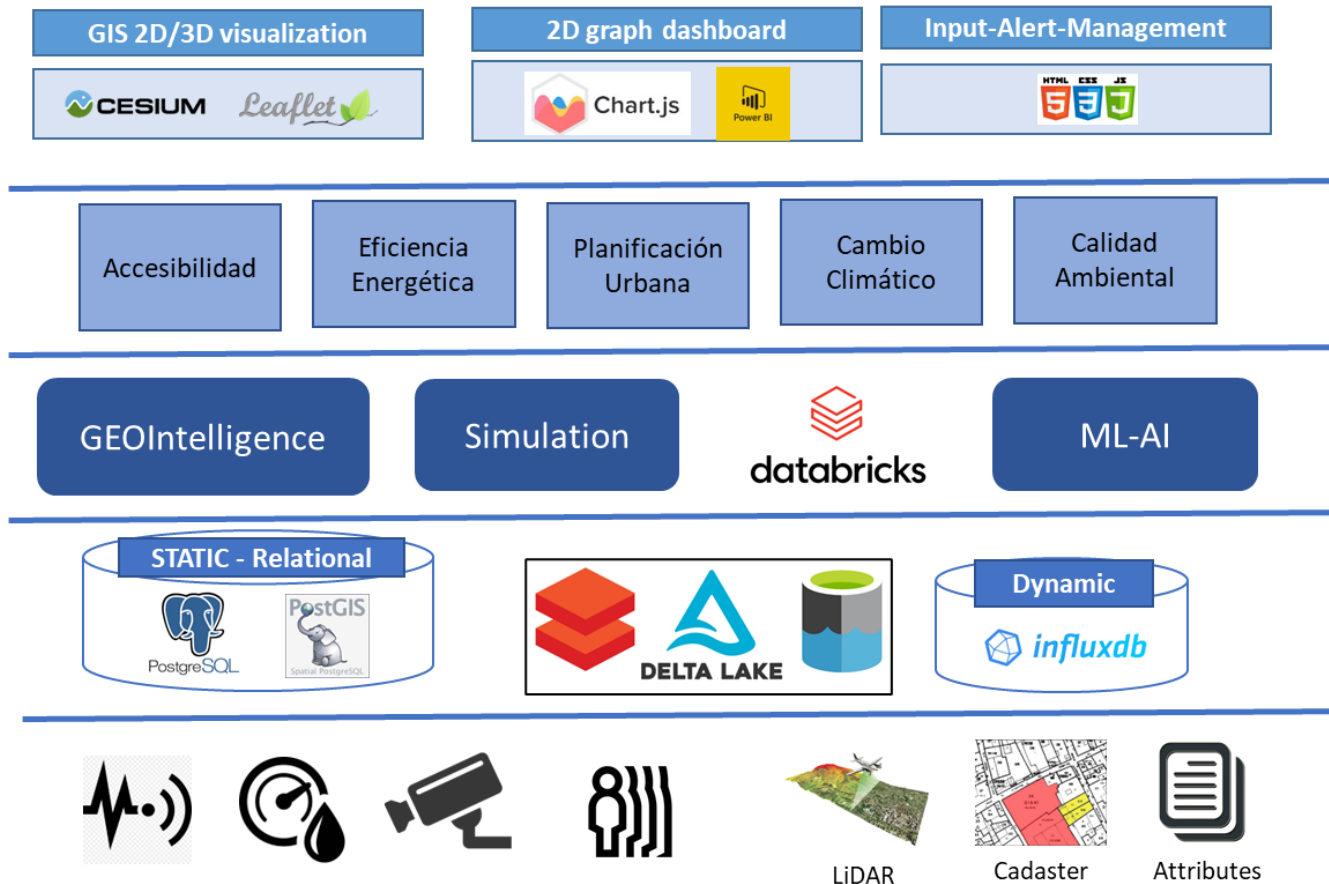
Saber más →



EVD Urbanismo

Saber más →

LDT by Tecnalía: Arquitectura



Interfaz de usuario
(diseñada con expert@s
en usuari@s finales)

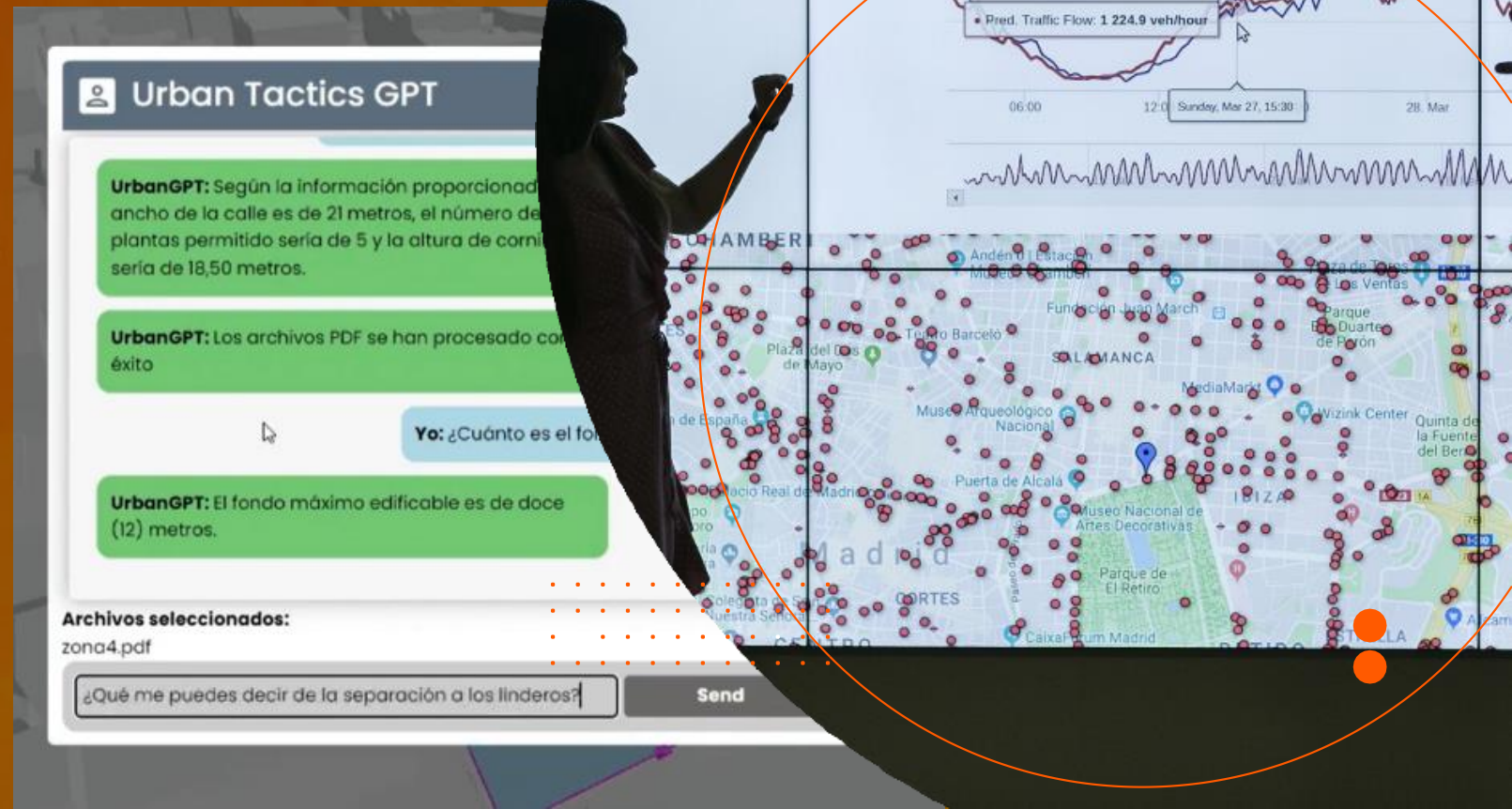
Funcionalidades
(basados en modelos y
algoritmos de dominio)

**Common Data
Environment, Data
Lake y conectores
(APIs)**

Fuentes de datos
(identificados por
expert@s en dominio)

Desarrollamos **Componentes Funcionales** con un enfoque modular, facilitando la integración en diversos sistemas y plataformas.

- Transición energética
- Adaptación al Cambio Climático
- Calidad Ambiental
- Accesibilidad, *Age-friendly cities*
- Entornos patrimoniales, turismo
- Movilidad sostenible

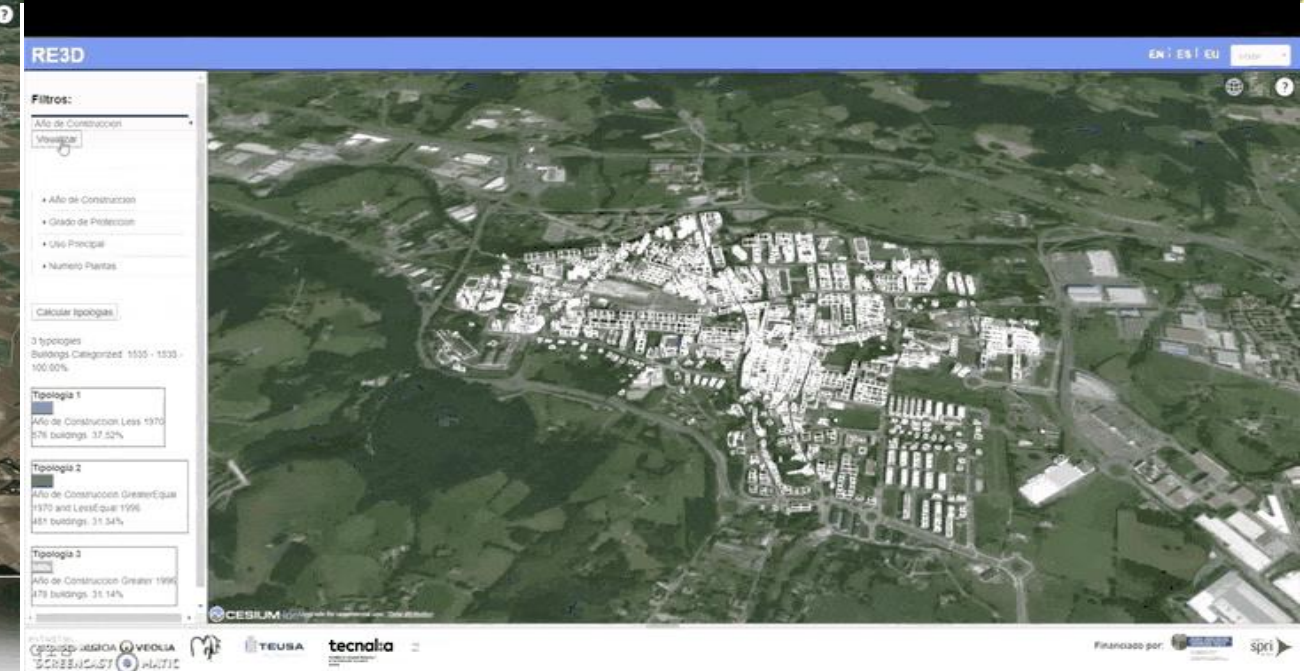


●● Transición Energética

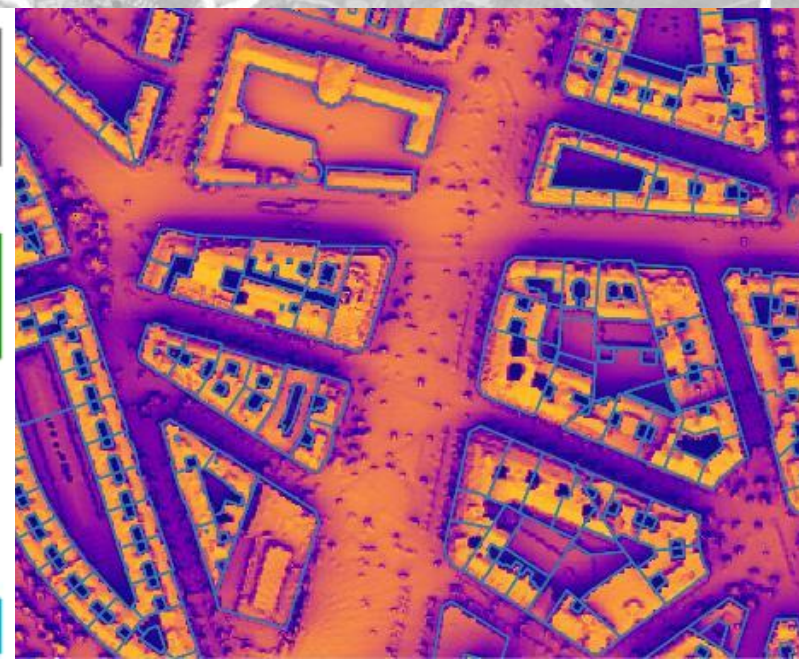
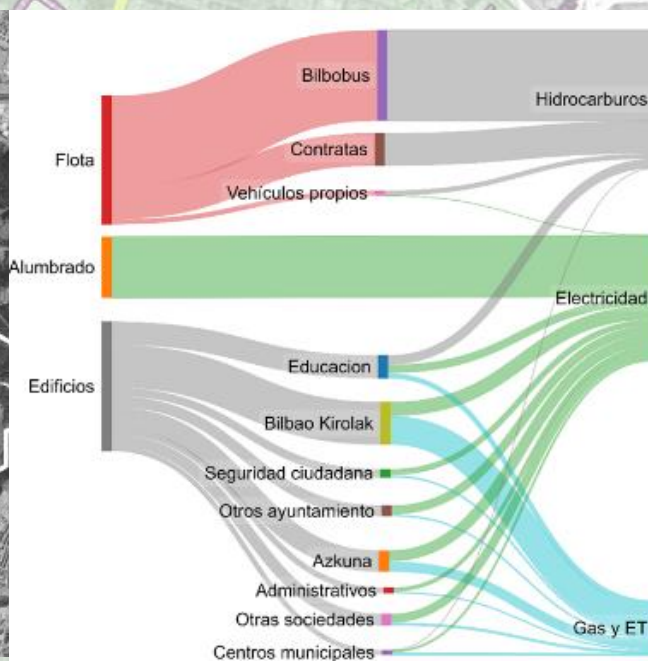
- Diagnóstico energético municipal
- Evaluación de escenarios (demanda, potencial de generación renovable)
- Estrategia energética municipal
- Despliegue de infraestructura
- Optimización de instalaciones, comunidades energéticas

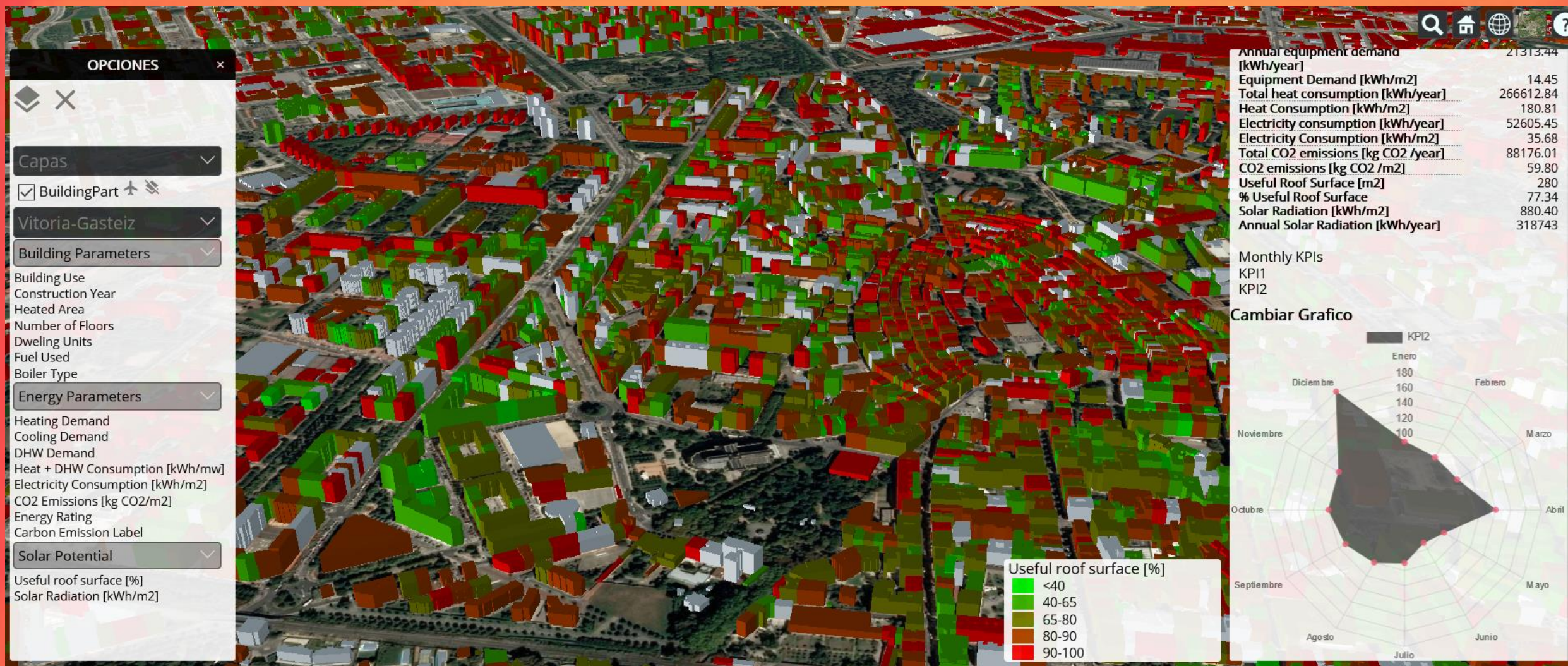


More than 23,000 buildings



- Análisis georreferenciado de activos municipales
- Identificación de consumos por vectores y sectores
- Evaluación de recursos renovables
- Planificación de medidas de descarbonización y generación renovable local
- Identificación y optimización de oportunidades de autoconsumo municipal - Comunidades Energéticas Locales
- Planes de Actuación Energética (Ley 4/2019 de la CAPV)

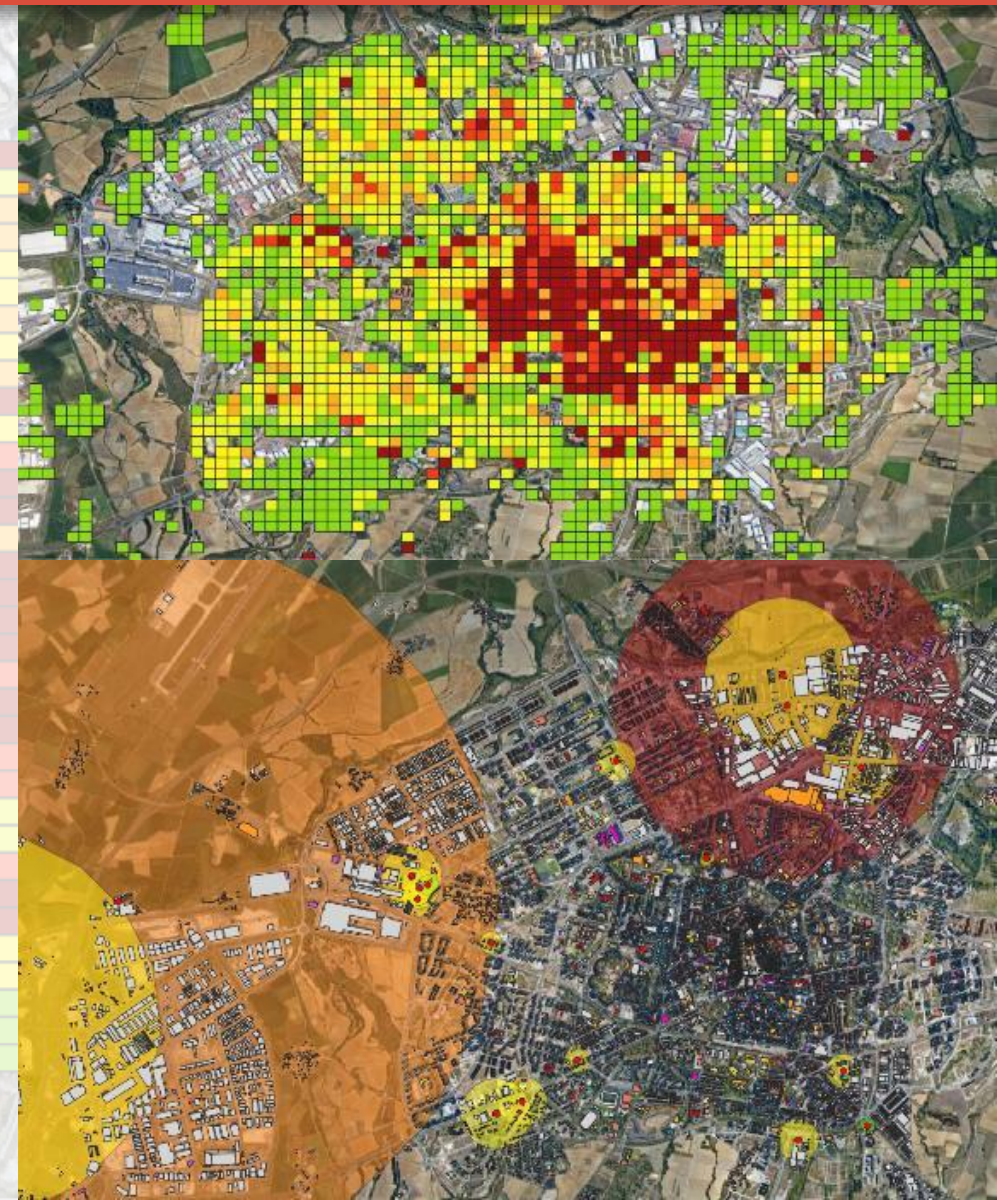




Modelado multicapa de la ciudad para el diagnóstico y la definición del proyecto de red térmica de calor y frío

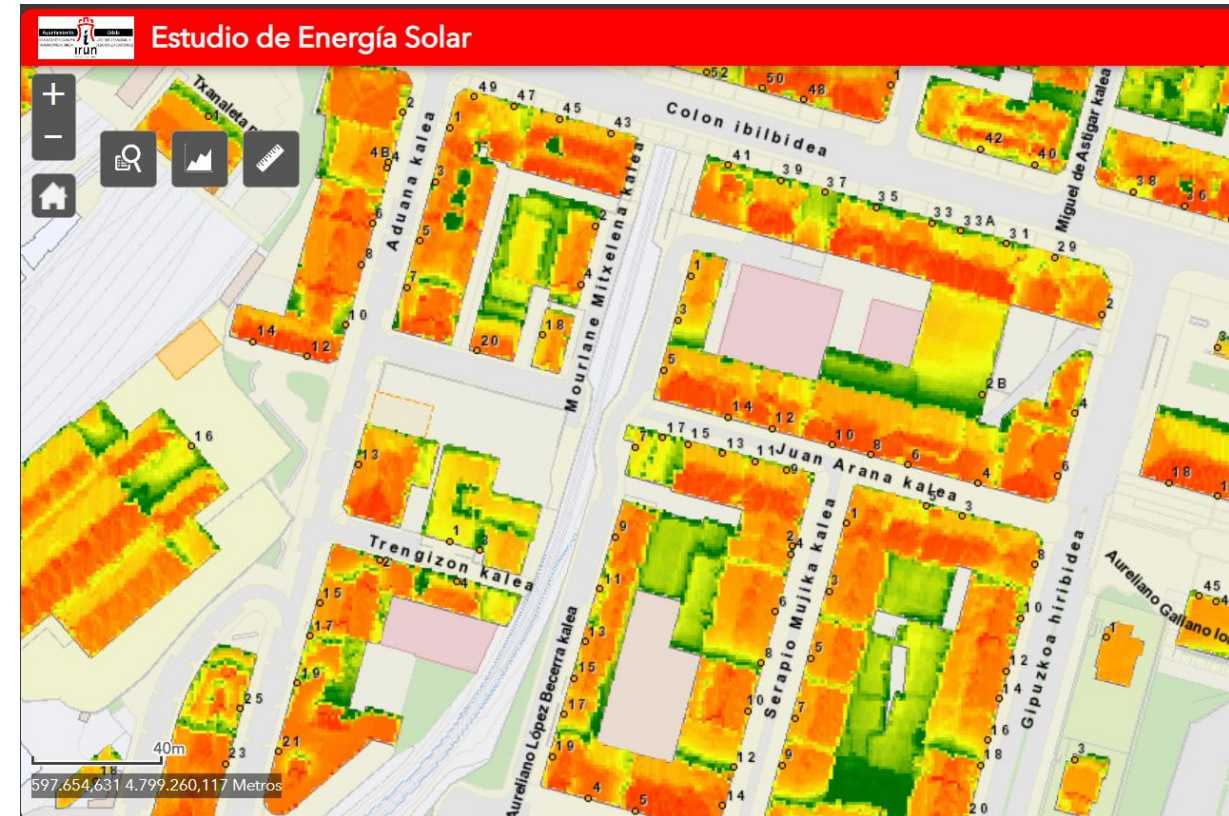


El modelo contempla: Certificados energéticos, Datos de consumo real Nortegas, Instalaciones térmicas de combustión, Instalaciones de refrigeración y cámaras frigoríficas, Consumos reales de edificios municipales y autonómicos, datos socio-económicos y planificación urbana,...



Potencial de Energías Renovables de Irún

- Análisis del potencial real de implementación de la energía solar, y puesta a disposición de la ciudadanía y empresas del sector todos los datos de potencial solar fotovoltaico de las cubiertas de los edificios de la ciudad.
- Los resultados se pueden consultar libremente a través de un [visor en la web municipal](#).
- El objetivo es **fomentar la implantación de energías solar fotovoltaica y acercarlas a la ciudadanía**, que puede conocer de antemano, con los datos ofrecidos por el visor, la demanda total energética del edificio y dividida por distintos usos, superficie disponible de radiación solar de 1.100 kWh/m² y ubicación óptima de captadores solares para la radiación incidente en cada edificio.

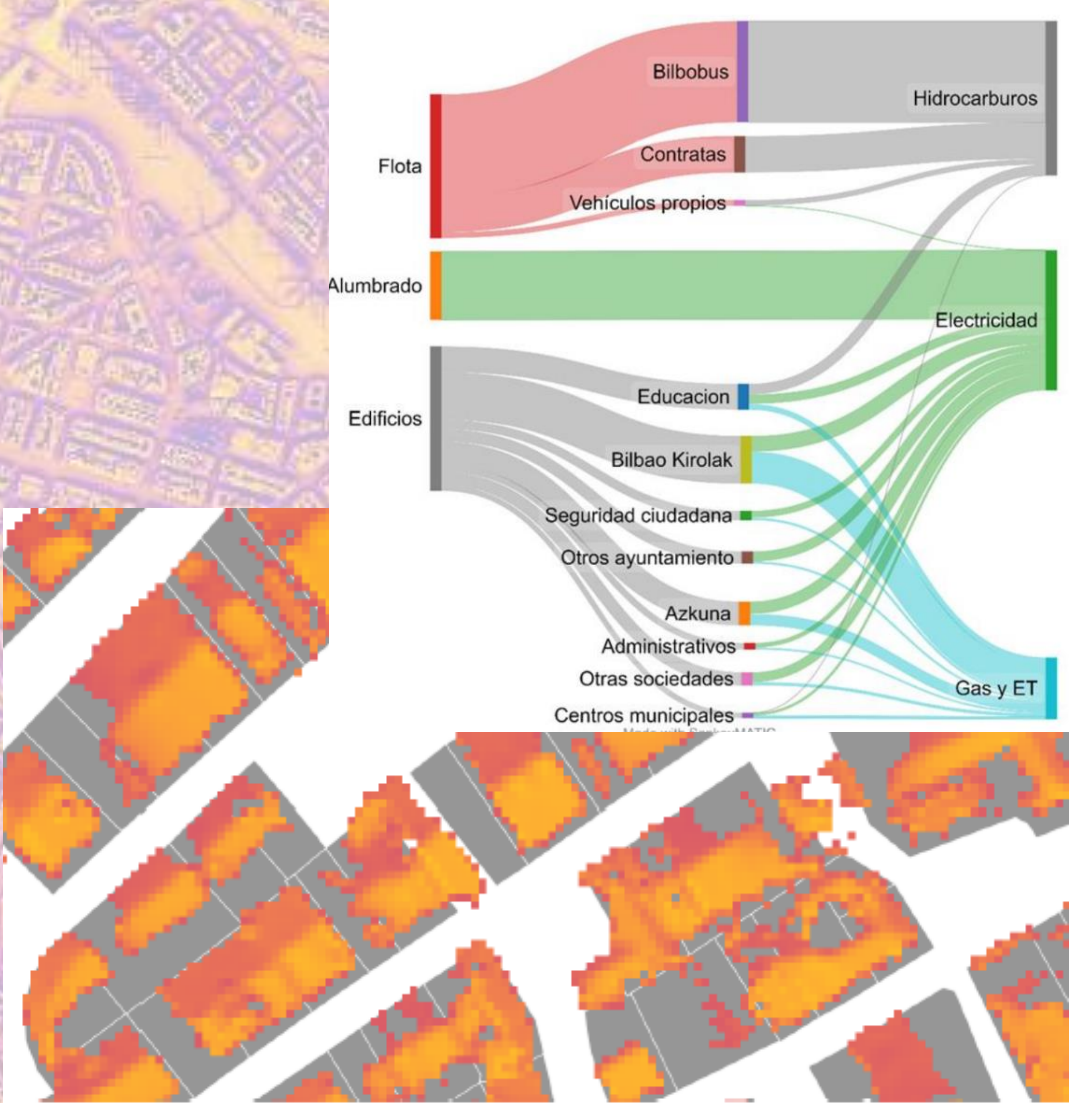


Plan de Actuación Energética (PAE) del Ayuntamiento de Bilbao

- Caracterización Energética
- Línea base y objetivos
- Plan de acción
- Impactos, evaluación y seguimiento.
- Coord. De actuaciones

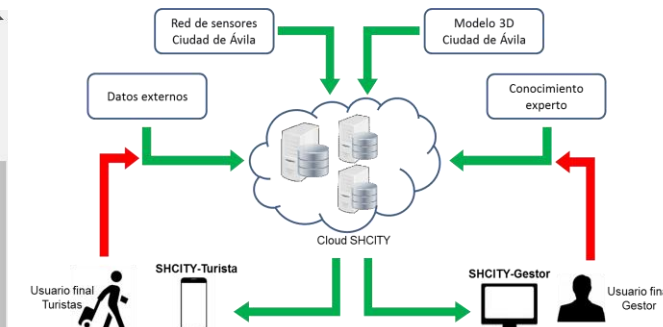
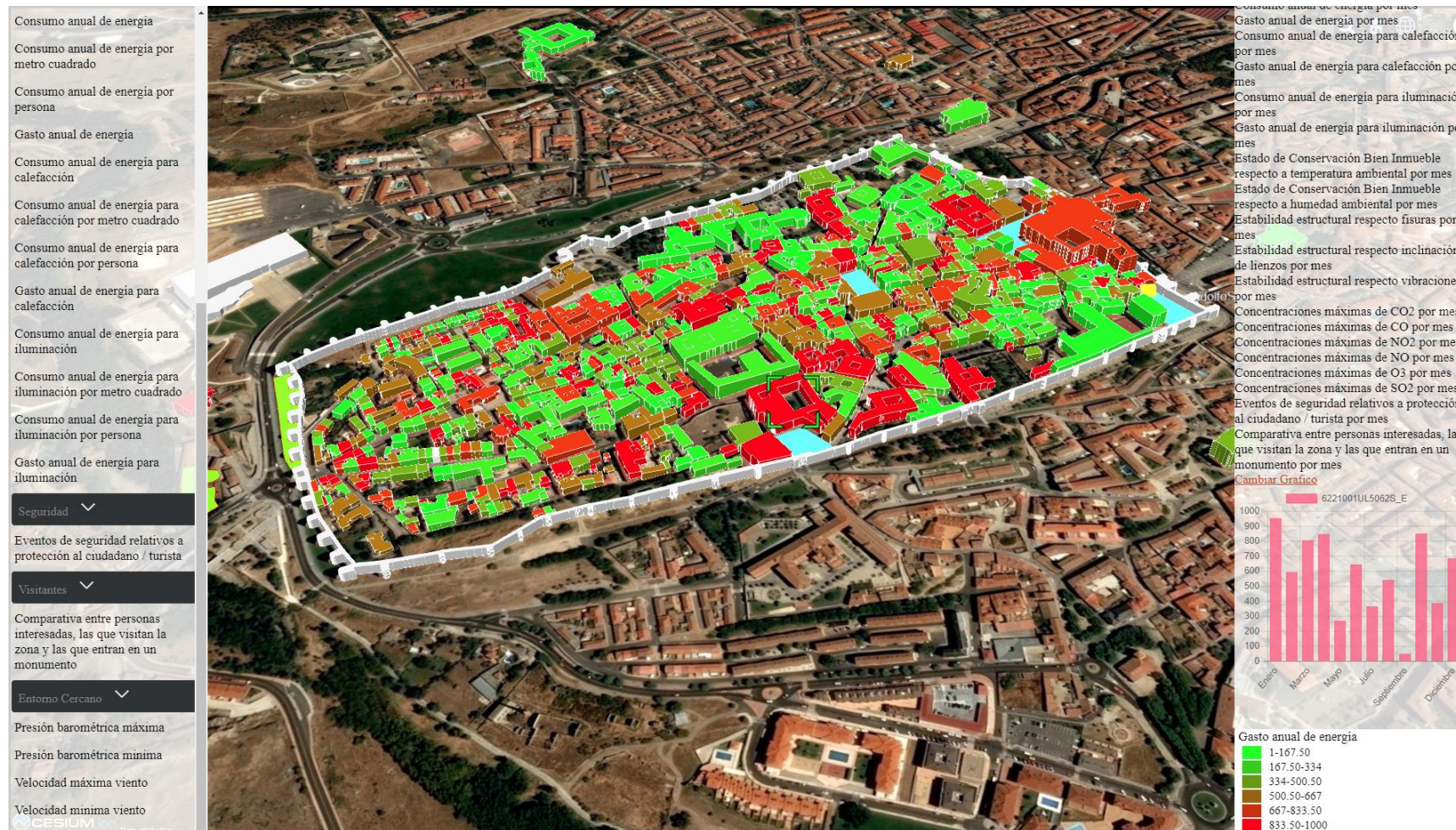
Evaluación del recurso solar en Cubiertas municipales y potencial fotovoltaico:

- Cuantificación del recurso solar
- Filtrado de criterios para instalación FV
 - Inclinación cubierta
 - % espacios transitables
 - Potencia mínima a instalar
 - Orientación
- Geolocalización de edificios municipales
- Estudio de modalidades de autoconsumo
- Comunidades energéticas



Potentzia-tartea	Inbertsio-kostu unitarioa
3 kW _p ≤ Instalazioaren potentzia < 6 kW _p	2,0 €/W _p
6 kW _p ≤ Instalazioaren potentzia < 10 kW _p	1,8 €/W _p
10 kW _p ≤ Instalazioaren potentzia < 25 kW _p	1,5 €/W _p
25 kW _p ≤ Instalazioaren potentzia	1,2 €/W _p

Transición energética y protección de entornos históricos



Age-friendly cities y accesibilidad urbana

OPCIONES

Capas

- ☒ **Santander**
 - ☒ Buildings
 - ☒ Parking
- ☒ **WMS**
 - ☐ Census Section
 - ☒ Age Friendliness Index

URBANAGE

Geospatial Queries

- Building Use
- Construction Year
- Population
- Census Section
- Age Friendliness Index

IoT Realtime Data

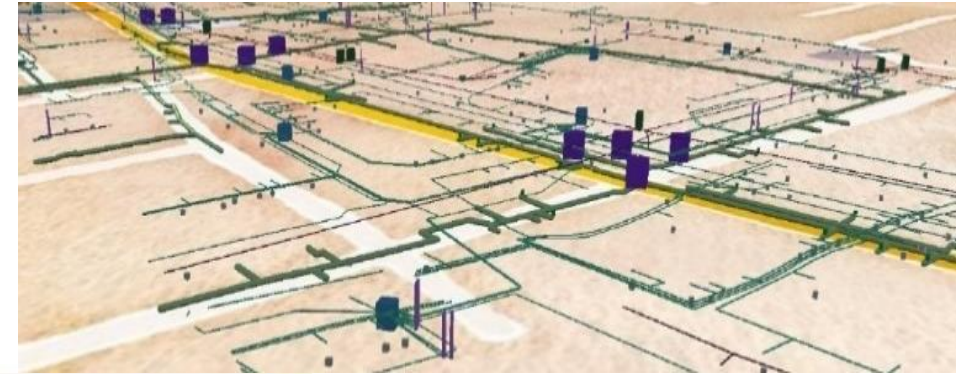
- Sensores Parking
- GeoJSON
- ParkingGeoJSON

ES.SDGC.BU.5630506VP3153B

Code_Section	03010
Population	1171
citygml_measured_height_units	
citygml_storeys_above_ground	7
citygml_year_of_construction	1920
function	residential building
gml_id	ES.SDGC.BU.5630506VP3153B
official_area	gross area
units_official_area	m2
usage	RESID
value_official_area	1472

Redes técnicas urbanas

Interconexión de datos de redes técnicas urbanas con la **edificación**, el espacio público, datos socioeconómicos, etc. incorporación de **datos en tiempo real** y **cálculo de impactos**.



inkolan

Movilidad peatonal y patrimonio histórico

Medición de flujos peatonales y cálculo de aforos en espacio público, vinculado a actuaciones de urbanismo táctico

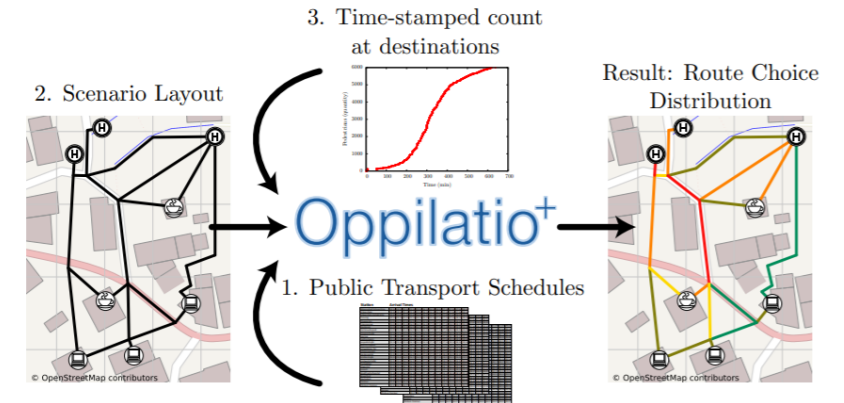
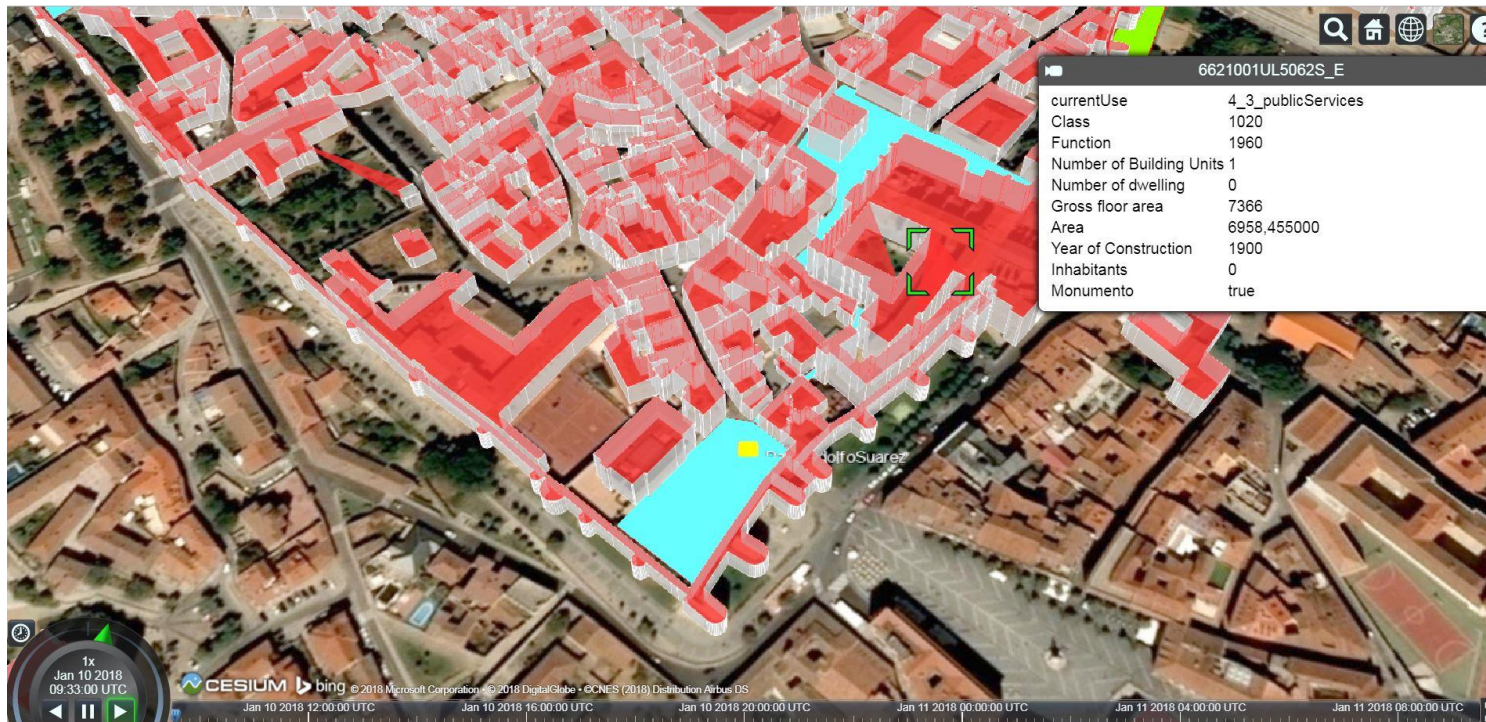
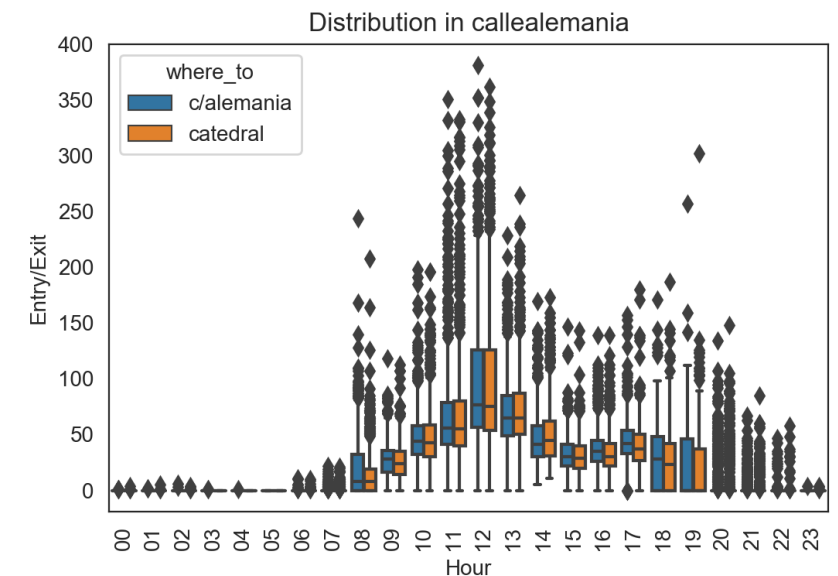


Figure 1 Based on easily accessible data, Oppilatio+ calculates the distribution of pedestrians on a network of walkways.



●● Adaptación al Cambio Climático

Horas por encima de riesgo

5 horas

3 horas

1 hora

Ninguna

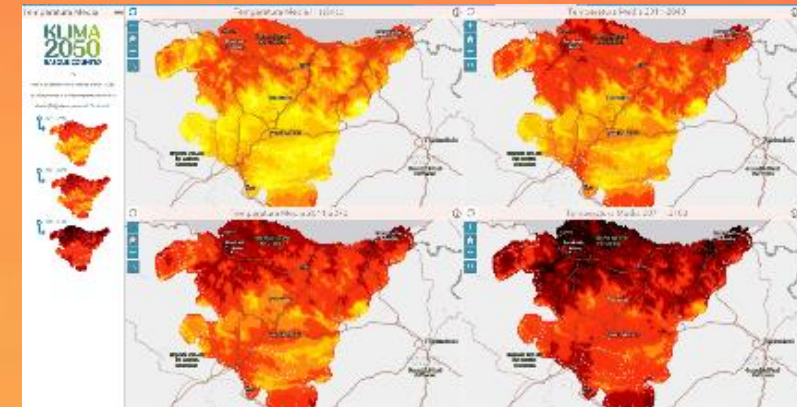
Adaptación al Cambio Climático

Planificación multiescalar

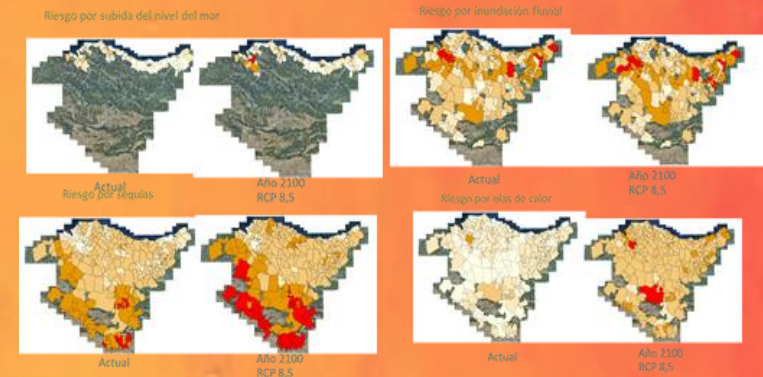


U R B A N
K L I M A
2 0 5 0

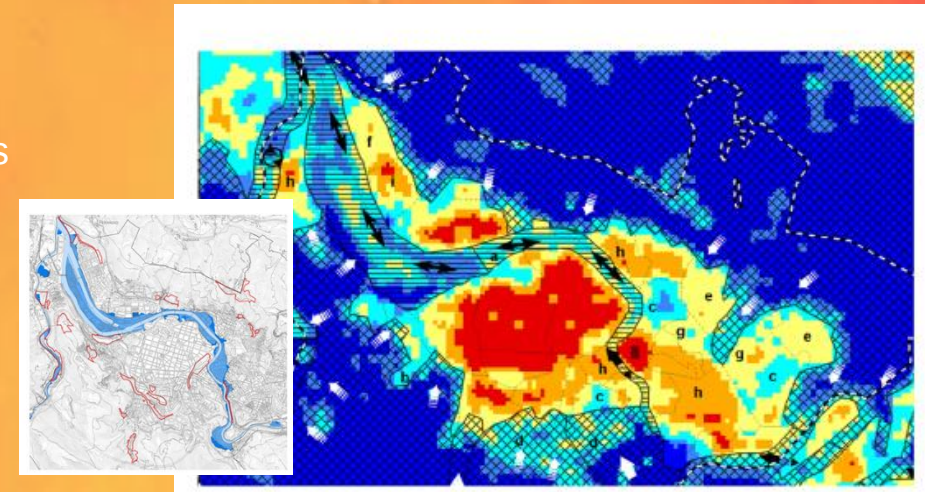
Escenarios climáticos regionalizados



Análisis de Vulnerabilidad y Riesgos de municipios



Estudios locales



Adaptación al Cambio Climático

- Indicadores de vulnerabilidad y riesgo climático.
- Análisis de escenarios climáticos y proyecciones de olas de calor.
- Mapas térmicos en alta resolución.
- Capacidad de acogida y potencial de SBN.
- Modelización de efectividad térmica de medidas de adaptación.

Horas por encima de:
5 horas
3 horas
1 hora
Ninguna

TAT[®] Thermal Assessment Tool

Home

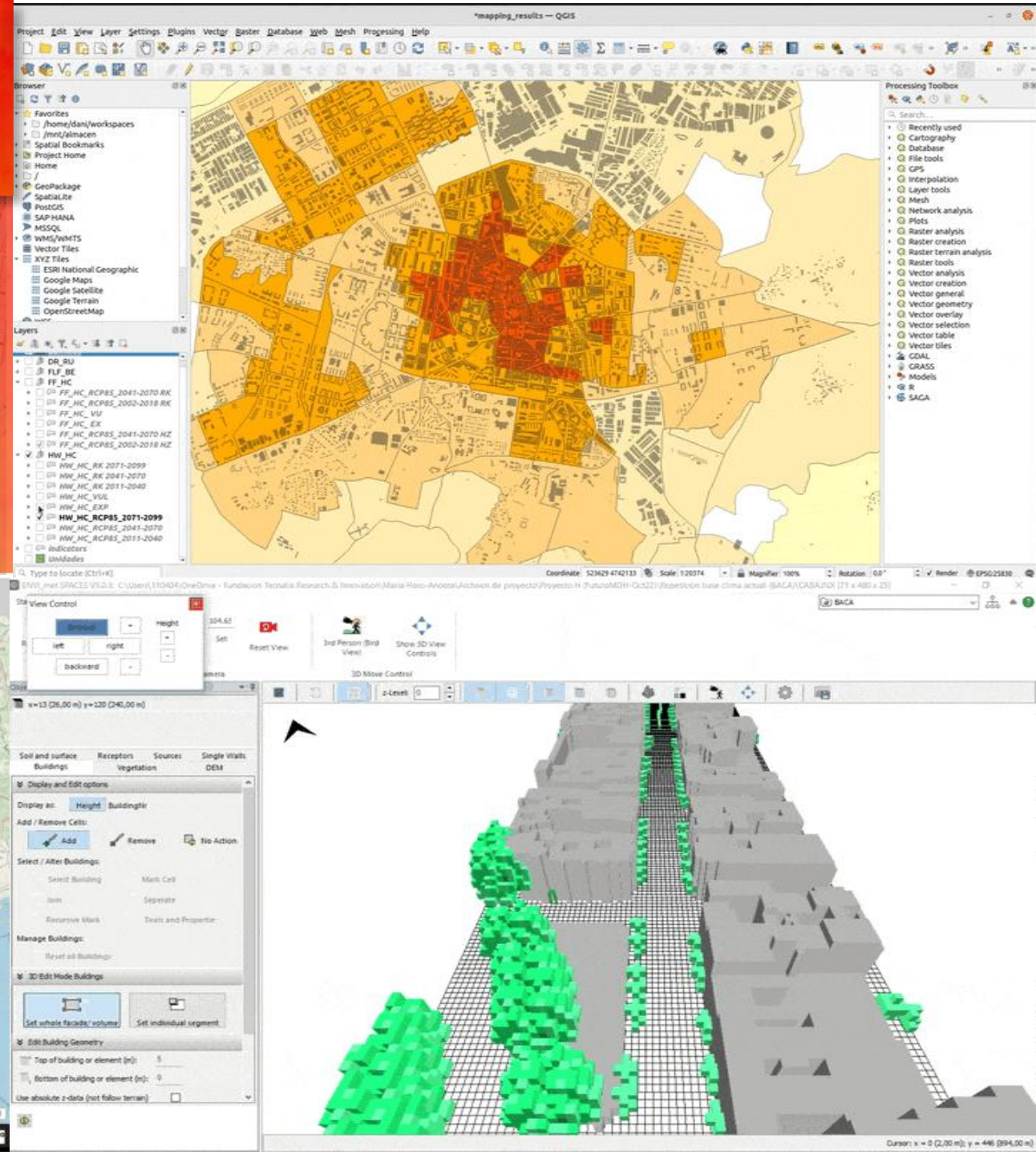
Welcome to the Heatwaves Service!

This application visualizes the magnitude of extreme heatwave events in Europe based on different risk levels (swarming, alert, alarms, which were defined based on the severity of the potential impacts).

The tool provides customized panels to show the number of heatwave days, frequency and intensity for each risk level under current and future climate conditions. The future was characterized considering the intermediate (RCP4.5) and very high (RCP8.5) emissions scenarios.

The information is provided at different regional scales, which is of great use for public health users, urban planning managers, climate change researchers and other stakeholders to visualize the characteristics of past and future heatwave events and to raise awareness about what is going to come.

Click a region on the map or go to our REACHOUT city hubs!



Escenarios e impactos

Arboles de problemas por sectores (relaciones amenaza-receptor)

Selección de cadena de impacto y diseño de modelos de datos estadísticos

Cartografía de vulnerabilidad y riesgo en unidades espaciales menores

Potencial despliegue de Soluciones Basadas en la Naturaleza

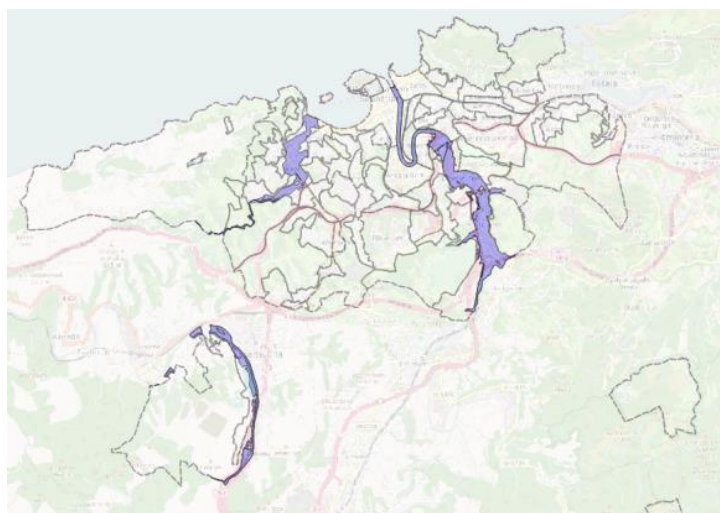
Aumento de las temperaturas máximas, medias y mínimas y de la frecuencia de olas de calor	
Evidencias	Proyecciones
Período 1995-2014 : entre los 19 años más cálidos registrados	Tª máxima: + 2,8 °C (RCP 8,5)
Tª media anual: + 0,8 °C	Tª mínimas > 20 °C: + 5-15 noches/año
Tª mínima: + 0,9 °C	Olas de calor: + 2-4/ año
Nº días helada: Desapareciendo	Desaparecen nº días helada y disminuyen nº días frío

Aumento de la temperatura del mar y de la altura del nivel del mar	
Evidencias	Proyecciones
Tª superficial media: + 0,19 °C/ década (1980-2015)	Ascenso nivel mar Golfo Bizkaia: + 47±16 cm (RCP 4,5) y + 64 ± 22 cm (RCP 8,5)
Altura nivel mar: + 2,9 mm/año (1993-2014)	Calculado espesor máximo de lámina de agua por nivel del mar y oleaje extremo

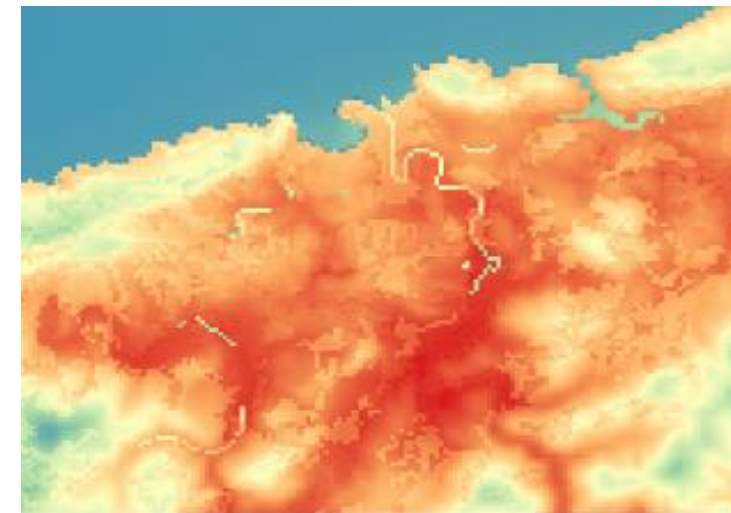
Variaciones en los patrones de precipitación total anual	
Evidencias	Proyecciones
Precipitación total anual: - 2 % a mediados siglo y -4 % a fin siglo (incertidumbre alta)	
Precipitación extrema: + 5 % a mediados siglo y +1 % fin siglo (incertidumbre alta)	



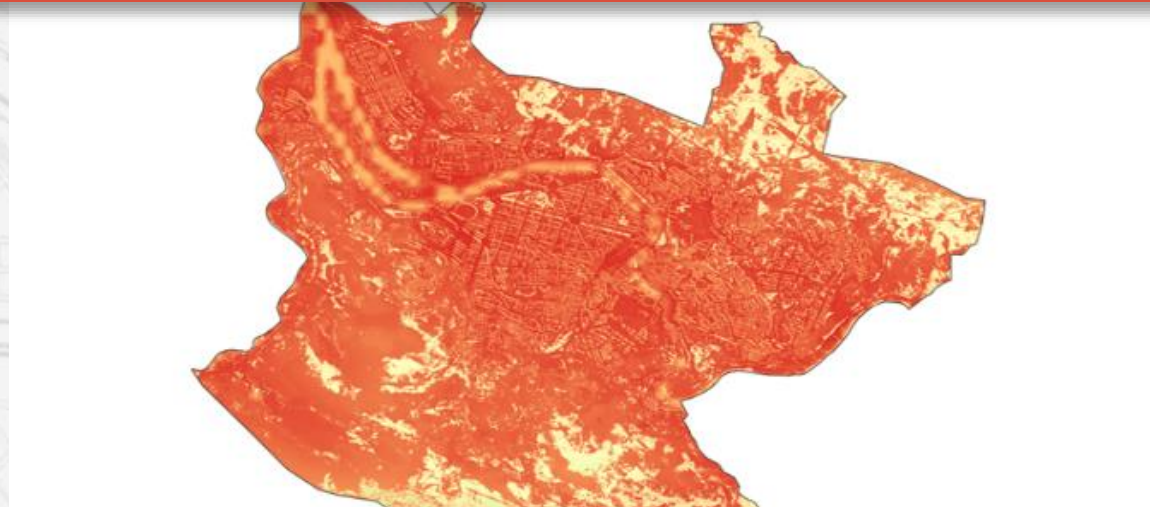
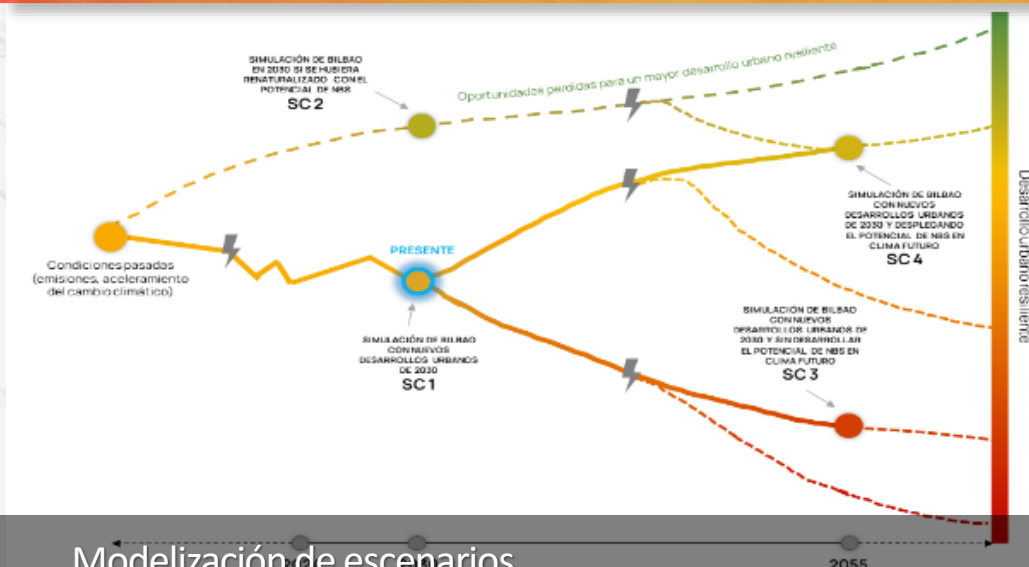
Inundación por Oleaje



Inundación fluvial



Efecto Isla de Calor



Modelización de escenarios

POTENCIAL DE ACOGIDA DE SOLUCIONES NATURALES DE BILBAO

Capacidad de acogida, potencial Soluciones basadas en la Naturaleza



Mapa Térmico y estudio del efecto de la isla de calor urbana

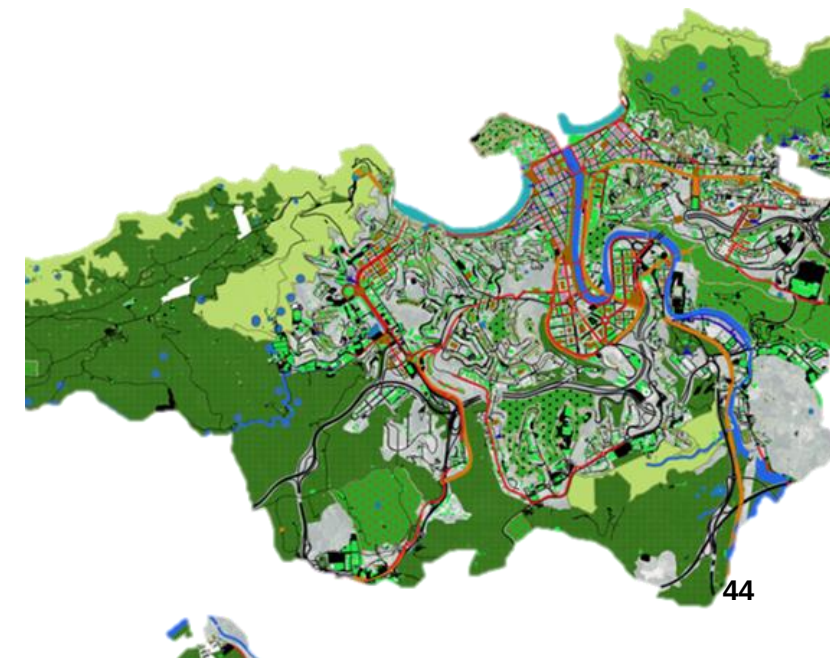
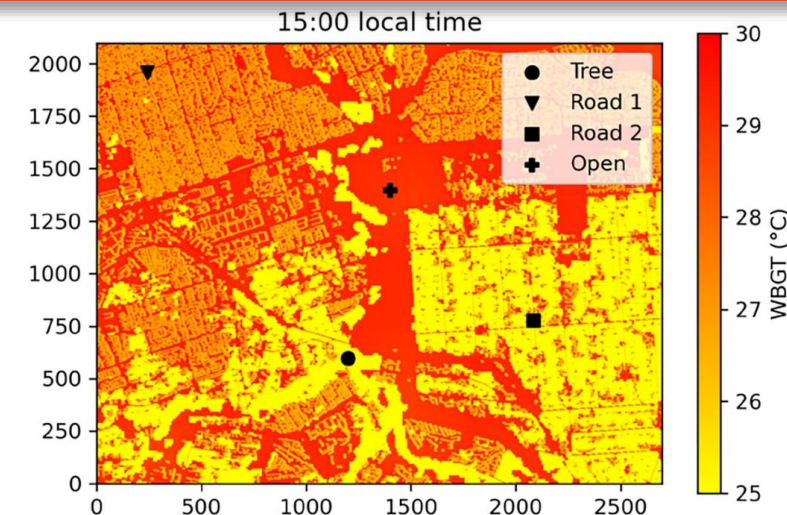
URBCLIM es un modelo de clima urbano diseñado para simular y estudiar el efecto isla de calor y otras variables urbanas (velocidad del viento, humedad, flujos térmicos, parámetros de suelo etc.) a diferentes escalas de resolución desde los 100 metros hasta 1 metro.

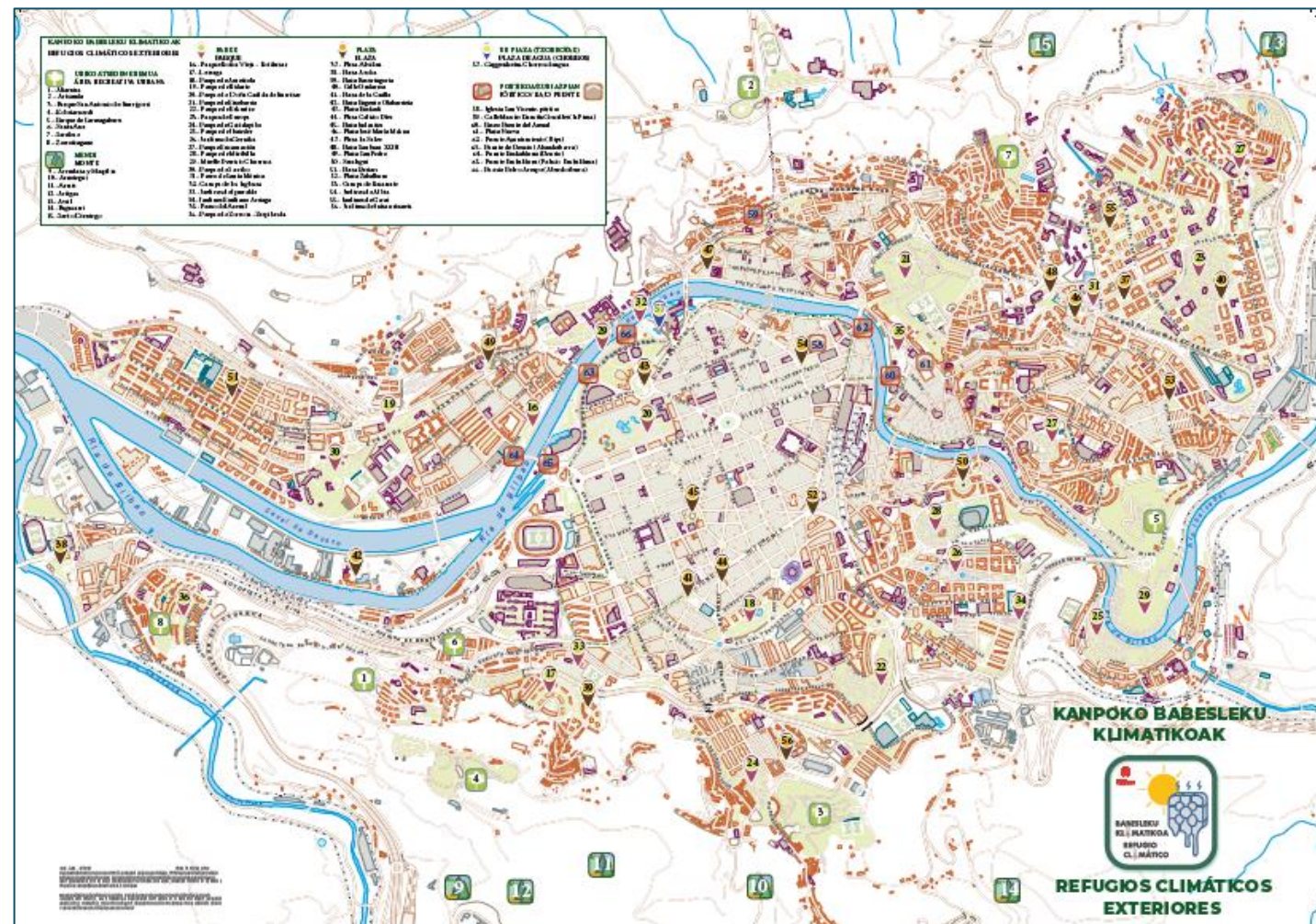
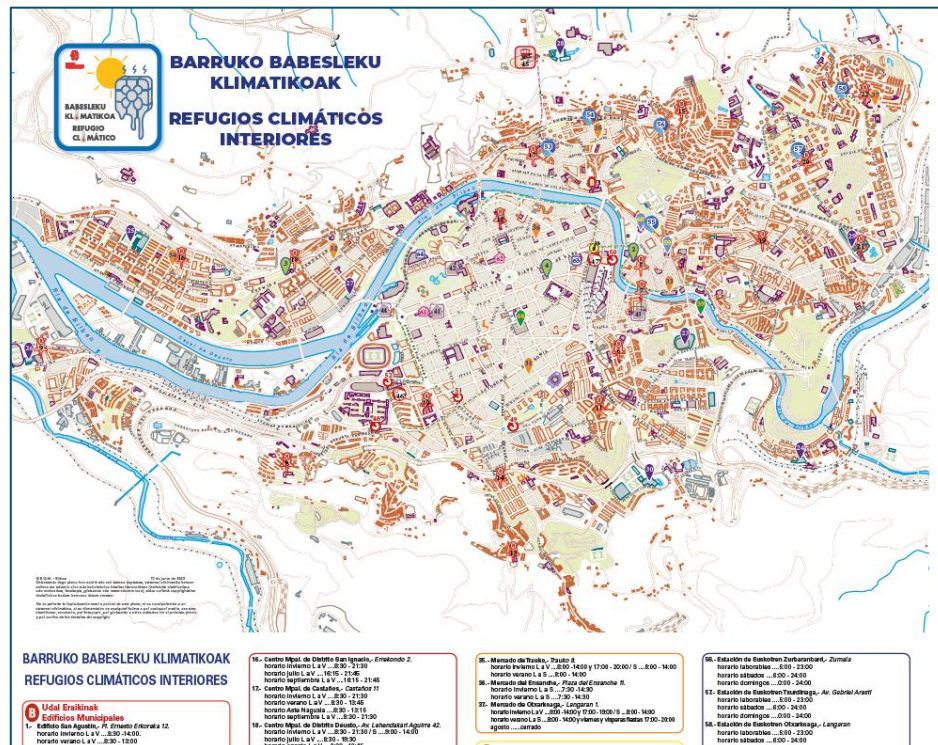
Se efectúan simulaciones de escenarios combinados de varios criterios:

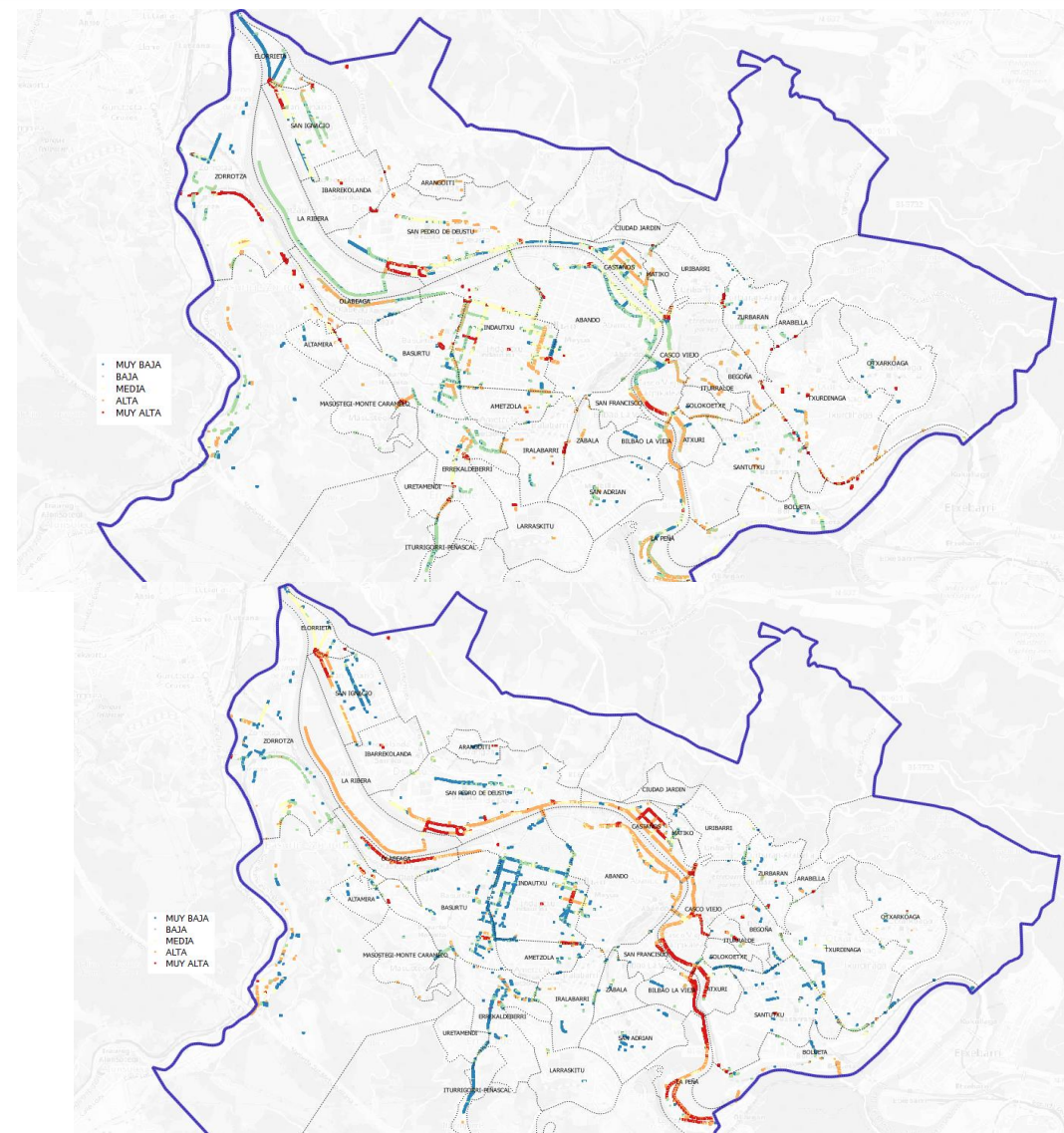
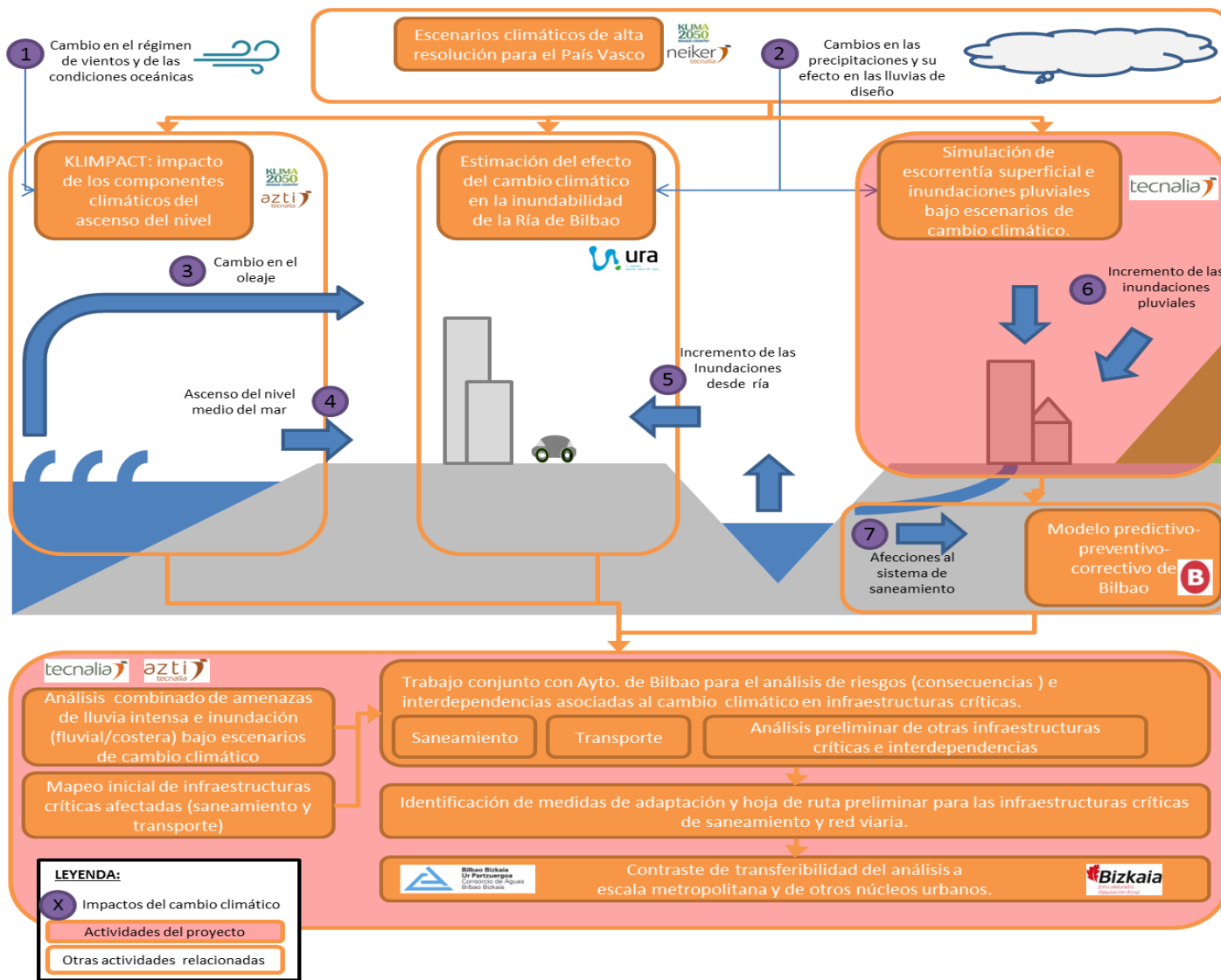
- Variable Climática: clima actual y clima futuro (RCP4.5 o 8.5)
- Variable de Modelo de Ciudad: con diferentes posibilidades de desarrollo urbano (por ejemplo, actual y PGOU).
- Variable de SBN: con diferentes opciones reverdecimiento de la ciudad.

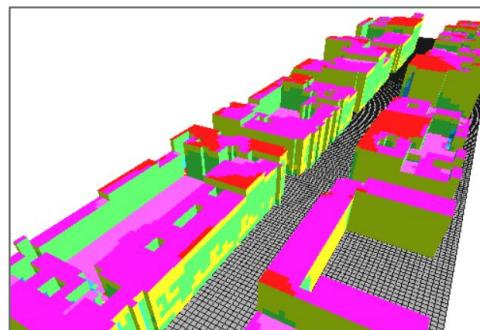
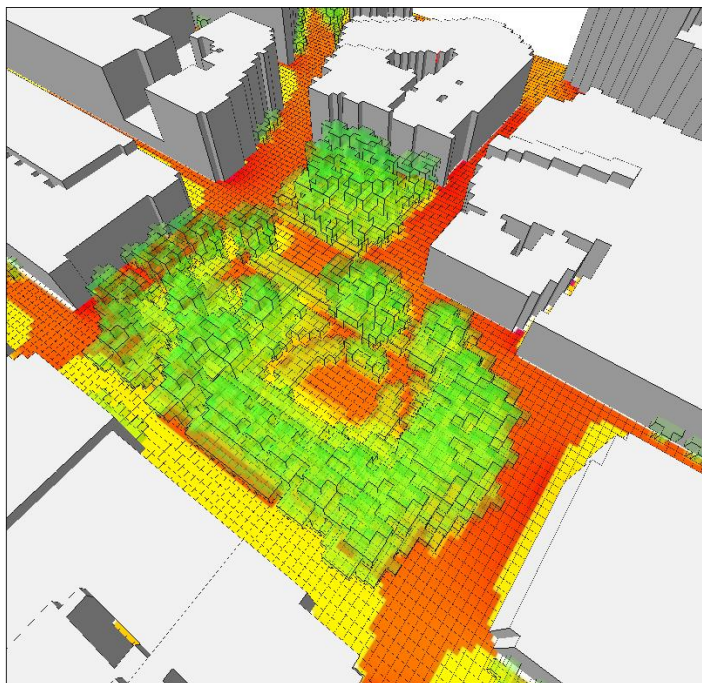
Análisis del efecto del escenario máximo de SBN en el efecto isla de calor y el confort térmico de los espacios urbanos

- Informar procesos urbanos: Estrategias de IV, PGOU, Planes de Adaptación al CC.
- Identificar espacios de oportunidad para la resiliencia por su capacidad de acogida o el reto de estrés térmico que enfrentan, entre otros criterios.
- Poner de relevancia el papel de las SBN en la adaptación al CC e influir criterios de diseño de los espacios urbanos a través de normas o de planes de inversión-

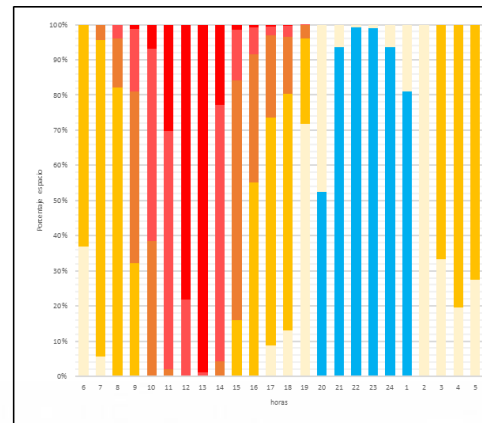




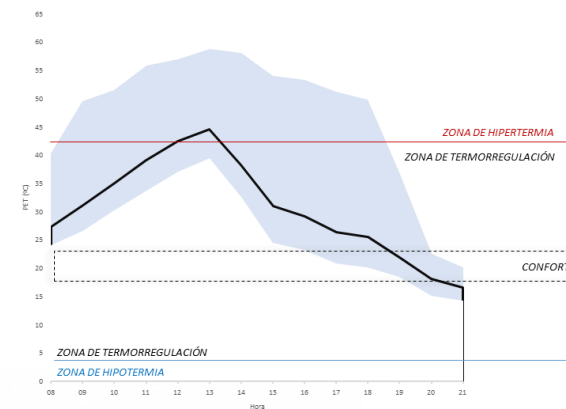




CLIMA ACTUAL
BASE



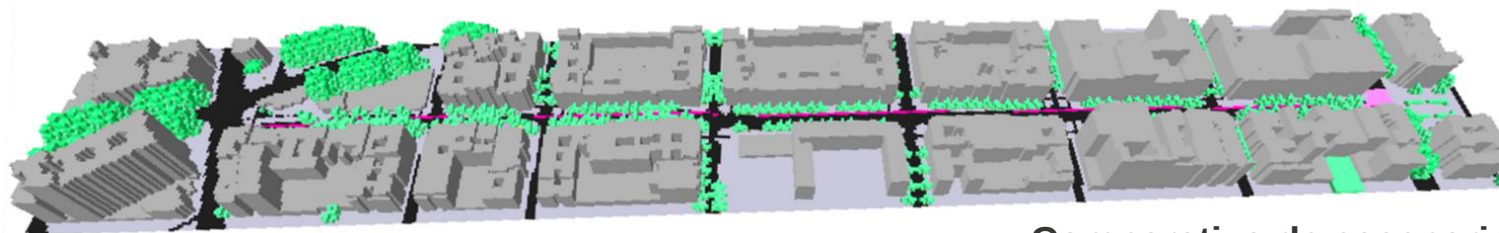
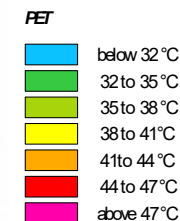
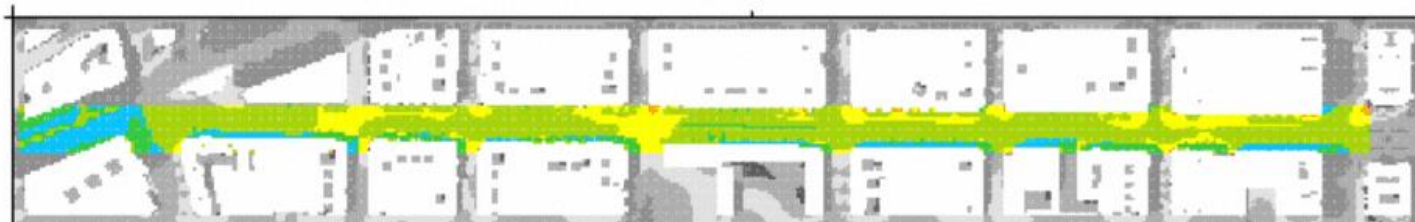
DISTRIBUCIÓN HORARIA DEL TSI



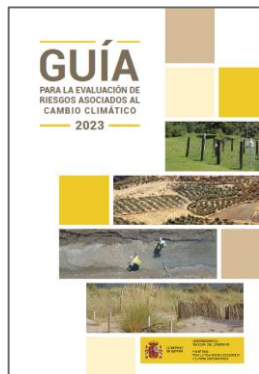
DISTRIBUCIÓN HORARIA DEL PET

Índices de efectividad y Confort
Térmico de soluciones

Jardines de Albia (Bilbao Zero2)



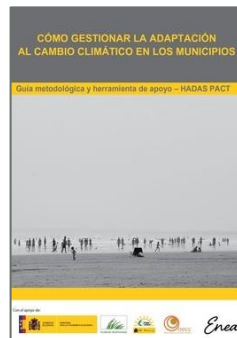
Comparativa de escenarios
Renaturalización M^a Díaz de Haro



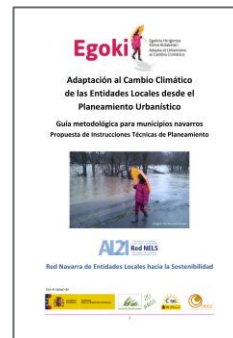
Guía para la evaluación de riesgos del cambio climático, OECC, 2023



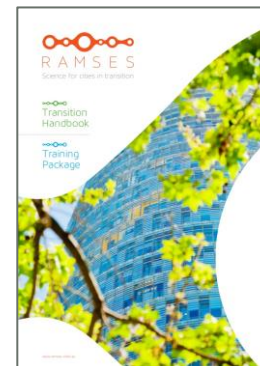
Guía para la elaboración de Planes de Adaptación, OECC, 2015



Cómo gestionar la adaptación al CC en municipios, Fundación Biodiversidad, 2019



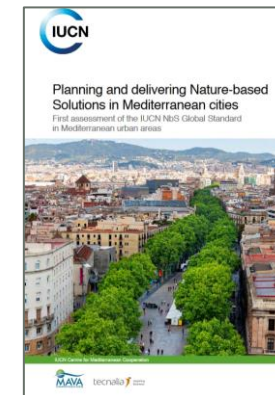
Guía para municipios Navarros de Adaptación al CC desde el Planeamiento Urbanístico, Red NELS 2018



Transition Handbook, Ramses-H2020 2017



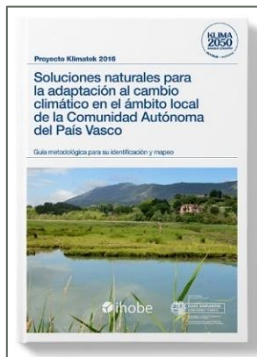
Guía para el análisis detallado de riesgo climático, CAF 2020



Soluciones basadas en la Naturaleza en ciudades mediterráneas, IUCN 2021



Manual planeamiento urbanístico en Euskadi, Udalsarea 2012



Soluciones naturales para la adaptación en País Vasco, IHOBE 2016



Evaluación de la efectividad y el diseño de soluciones naturales. Fundación Biodiversidad, 2018



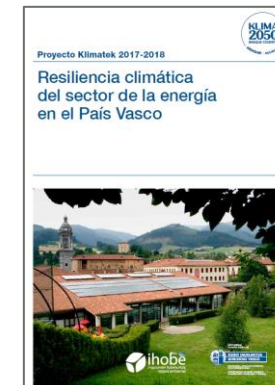
Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático, Udalsarea 2019



Adaptación al cambio climático en instrumentos de ordenación del territorio, IHOBE 2019



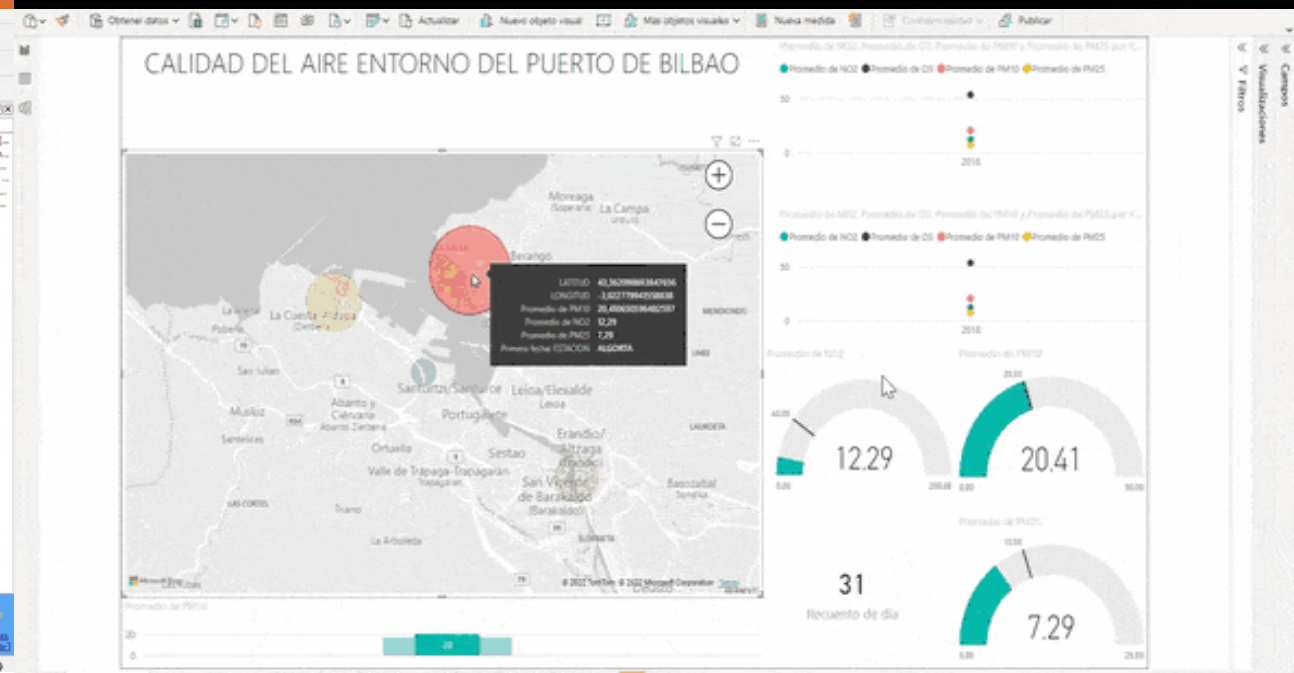
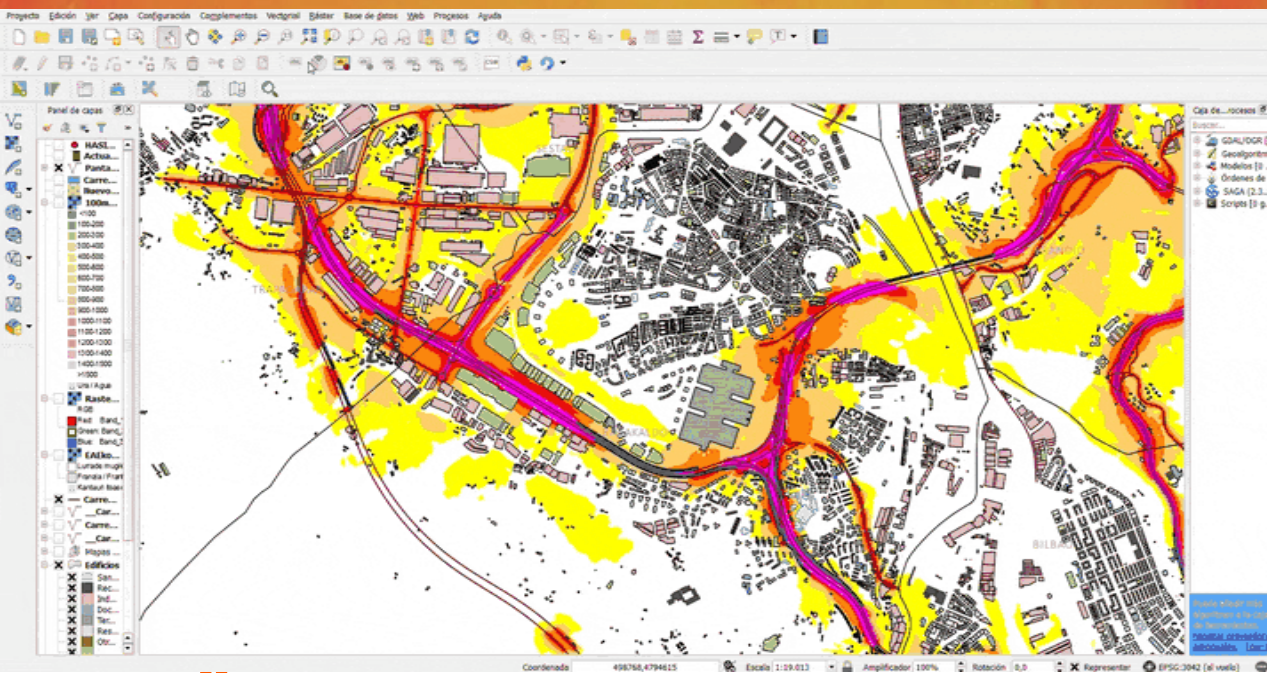
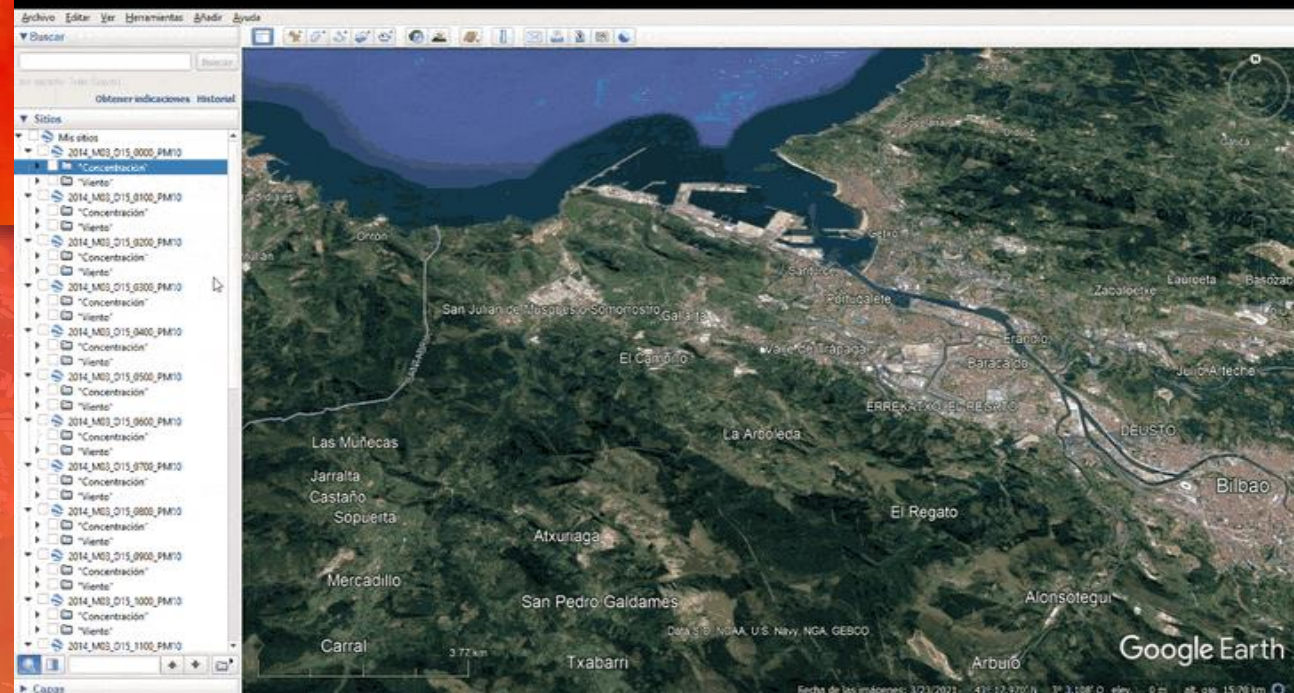
Guía para incorporación de cambio climático en Evaluación ambiental de planeamiento urbanístico, Junta de Andalucía 2021



Resiliencia climática del sector energético, IHOBE 2019

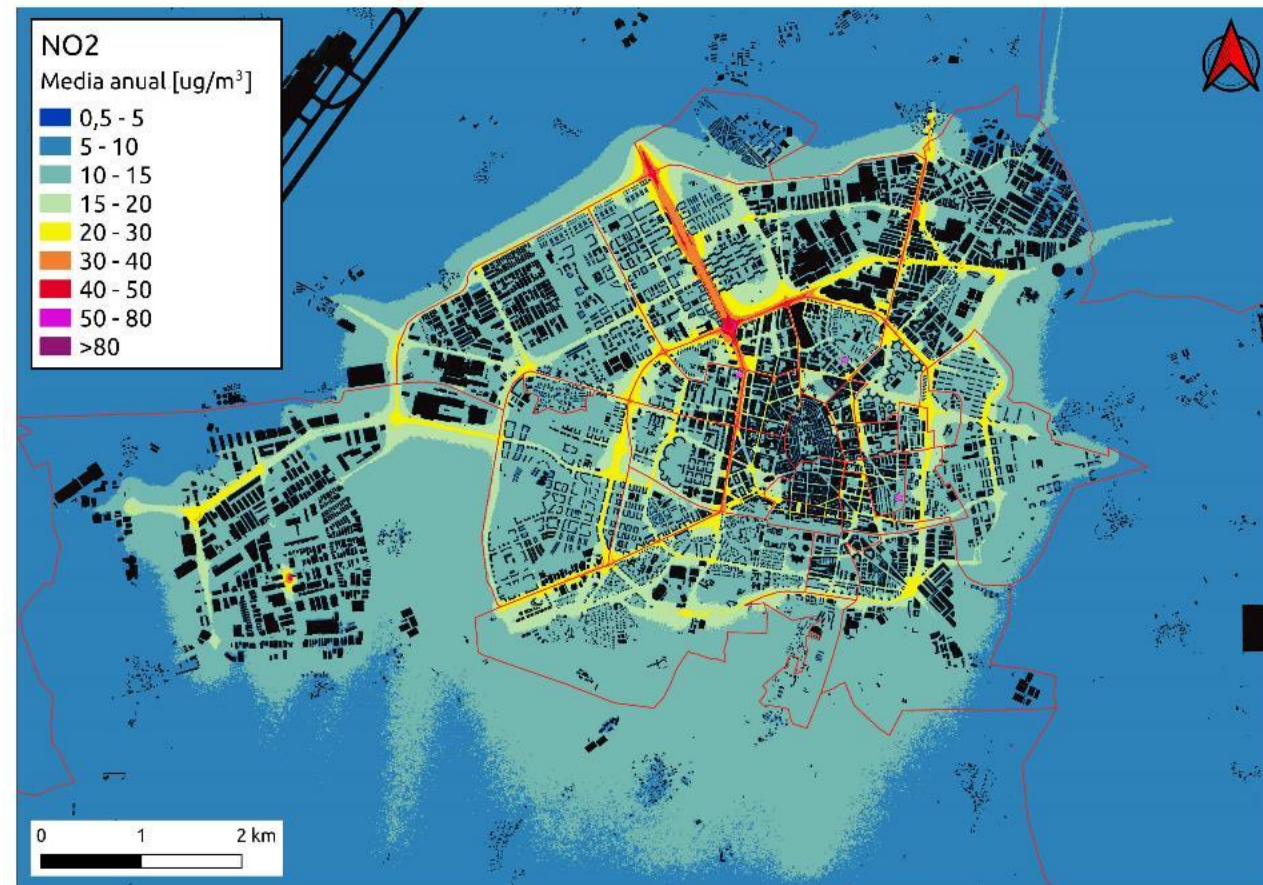
●● Calidad Ambiental

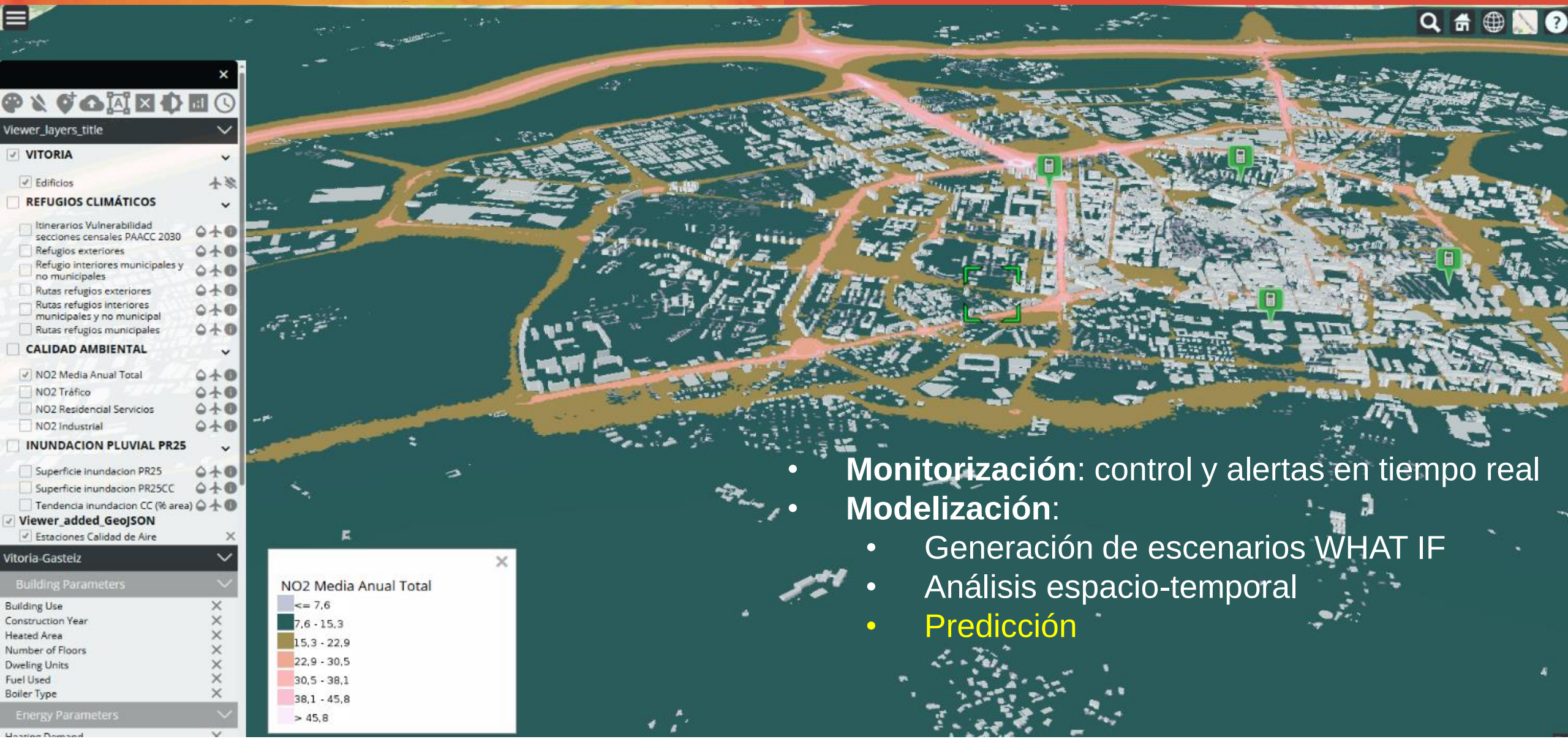
- Ruido
 - Mapas de Ruido
 - Zonas tranquilas
- Calidad del aire
 - Vigilancia Ambiental
 - ZBEs



Diseño de la Estrategia de Calidad de Aire, con el objetivo de generar múltiples beneficios para sus habitantes, para el ecosistema y para la economía.

- Diagnóstico y análisis de la exposición
 - Inventario de emisiones
 - Análisis de la Red de Calidad del Aire
 - Modelización de la calidad del aire
 - Análisis de la exposición de centros vulnerables
- Propuesta de objetivos y líneas estratégicas



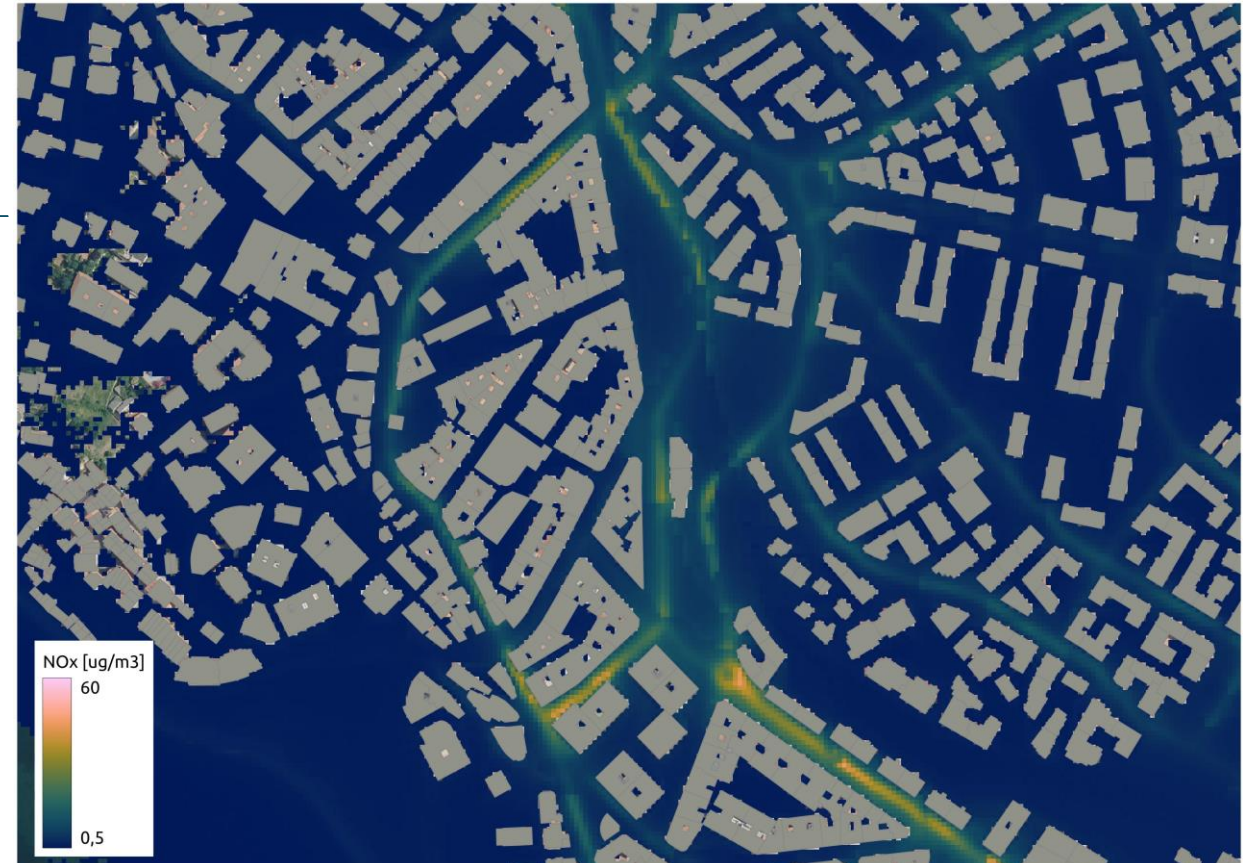


- **Monitorización:** control y alertas en tiempo real
- **Modelización:**
 - Generación de escenarios WHAT IF
 - Análisis espacio-temporal
 - **Predicción**

Metodología de diseño de ZBE

1. Caracterización del **tráfico circulante**
2. **Modelizar la calidad del aire y ruido del municipio** antes de la implantación de la ZBE
3. Cálculo de escenarios de reducción de los impactos ambientales en base a escenarios de movilidad de la futura ZBE, controlando el impacto en zonas colindantes
4. Estudio para la optimización y representatividad espacial de redes de control a desplegar

Cálculo de la dispersión:
NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}



DISEÑO: Definición de objetivos

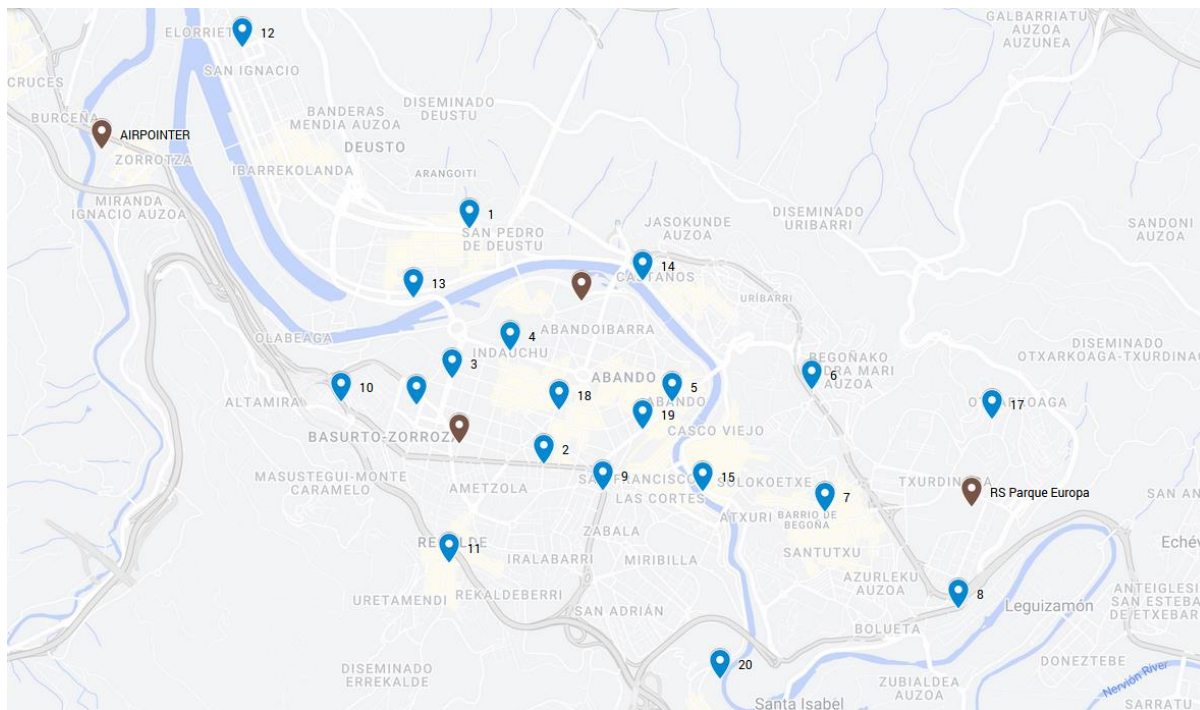
Comparativa de resultados de **cálculo de escenarios** de reducción de los impactos ambientales en base a escenarios de movilidad de la futura ZBE, controlando el impacto en zonas colindantes



Mapas de Calidad de aire NO2 (mg/m3)

Estudio para la optimización y representatividad espacial de redes de control a desplegar

Selección de ubicación de sensores



Maximizar el área representada



Sector: Redes urbanas.

Promotor: Financiado por el programa Hazitek en consorcio de varias empresas

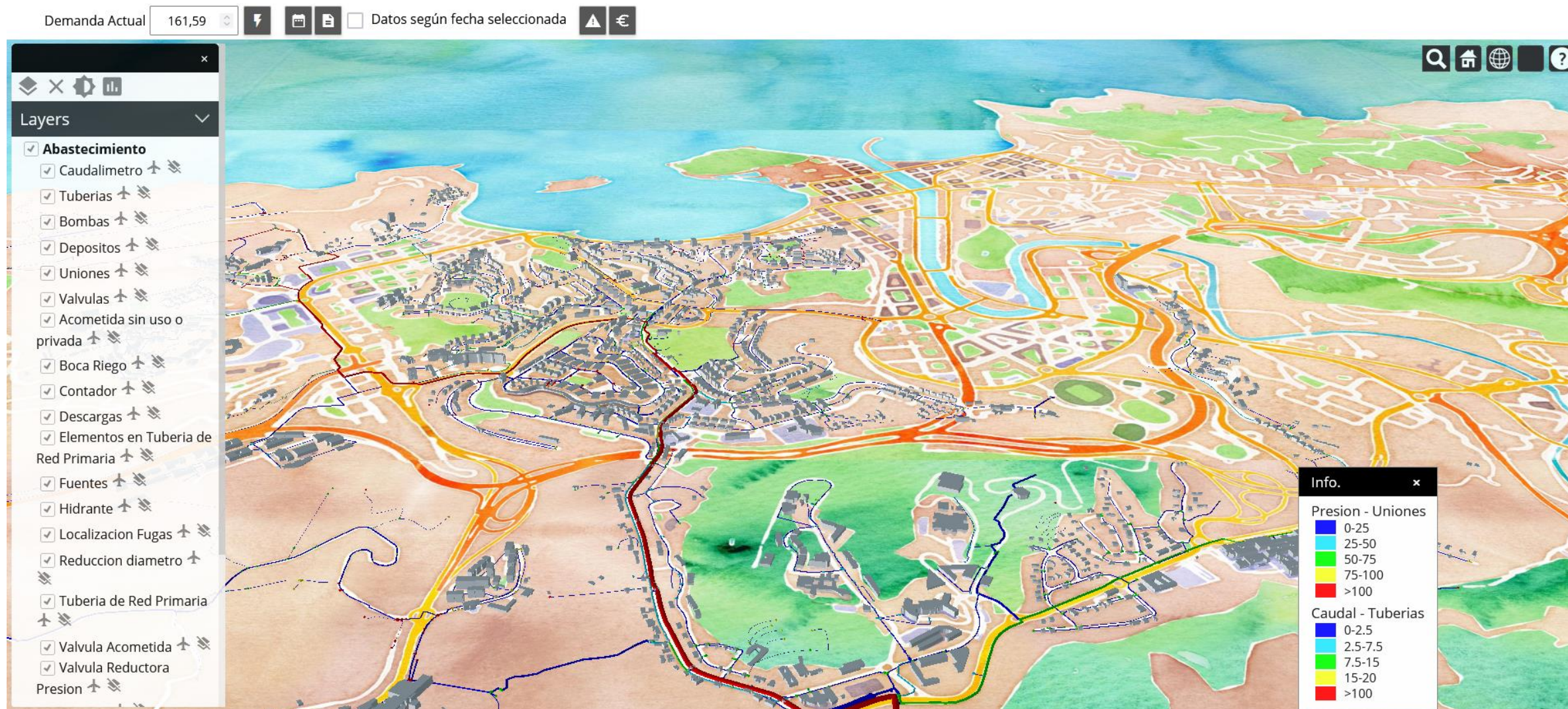
Necesidad:

- Garantizar la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y saneada para la población.
- Asimismo, se busca fomentar una industria innovadora y sostenible que contribuya a la construcción de una infraestructura resiliente.
- Además, se trabaja en lograr que las ciudades y poblaciones sean sostenibles y seguras, y se promueve el consumo y la producción sostenibles.

Sobre el modelo digital de ciudad :

- Simulación en EPANET y carga de los datos en el modelo 3D.
- Modelado de la red de aguas con todos sus componentes.
- Monitorización y consulta de datos en tiempo real de la red.







Visita nuestro portfolio web:

Creating Growth :
Improving Society

tecnalia.com

patricia.molina@tecnalia.com

