

Congreso Nacional del Medio Ambiente  
Madrid del 31 de mayo al 03 de junio de 2021

# VEGGAP: VEGETATION FOR URBAN GREEN AIR QUALITY PLANS

Rafael Borge

Innovación para avanzar hacia ciudades más sostenibles, habitables  
adaptadas al cambio climático (CI-03)

#conama2020

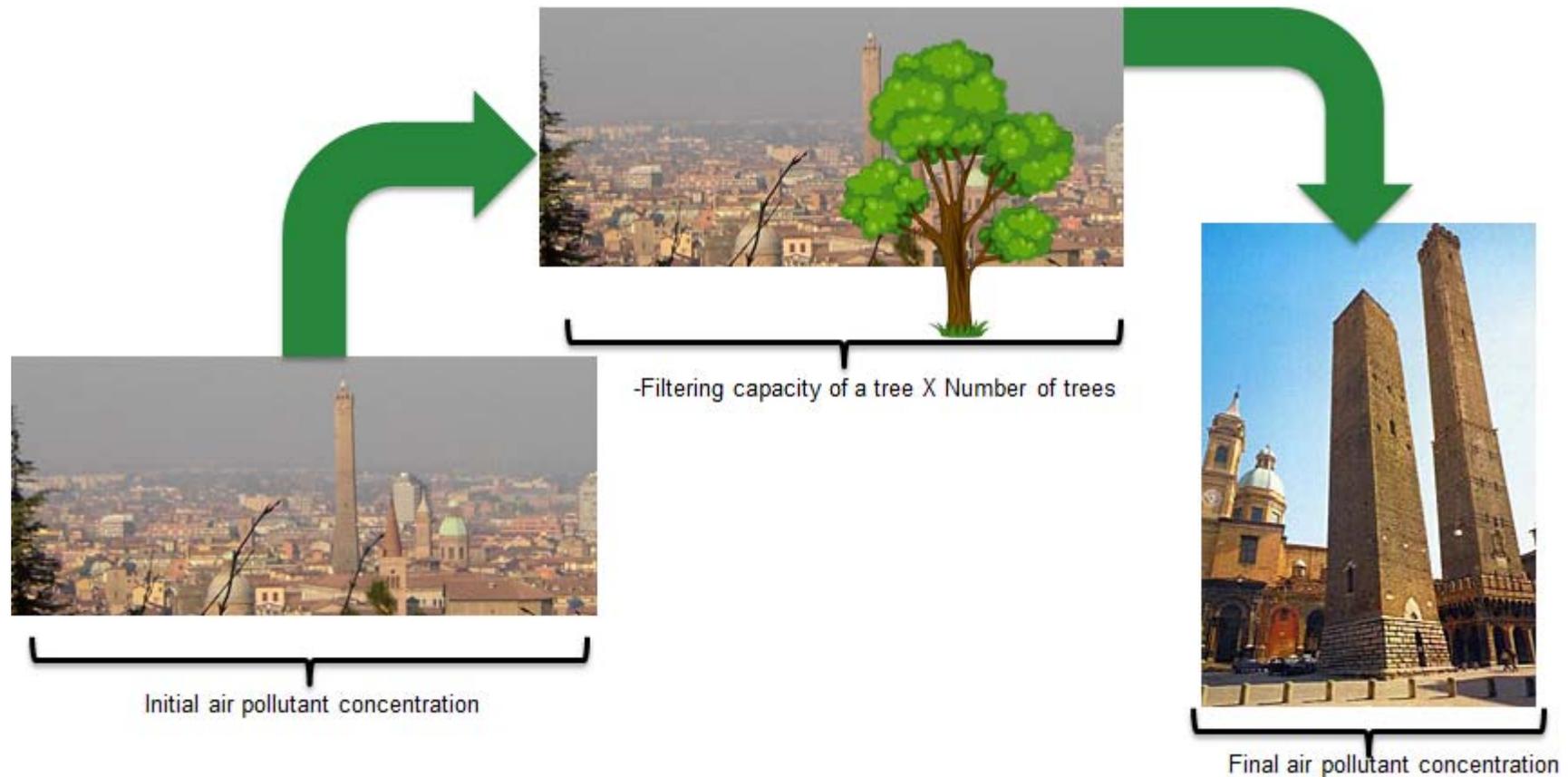


- 
- 01** Introducción: árboles y calidad del aire
  - 02** VEGGAP
  - 03** Madrid
  - 04** Resultados preliminares
  - 05** Comentarios finales

# 01 INTRODUCCIÓN: VEGETACIÓN Y CALIDAD DEL AIRE URBANA

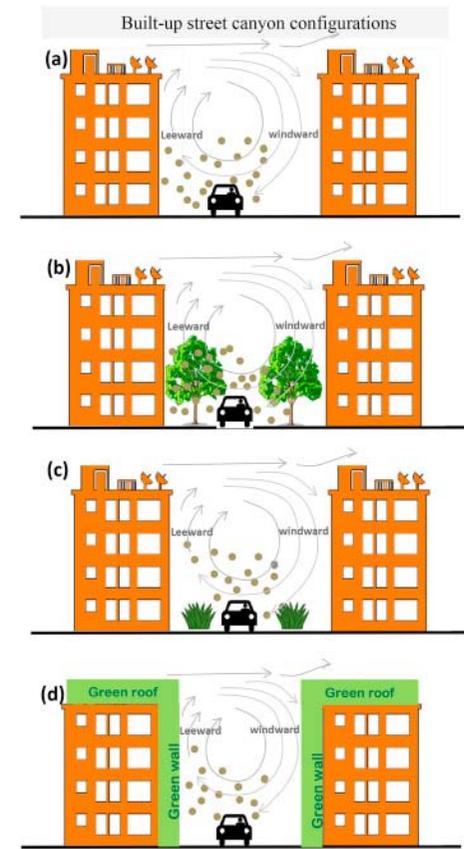
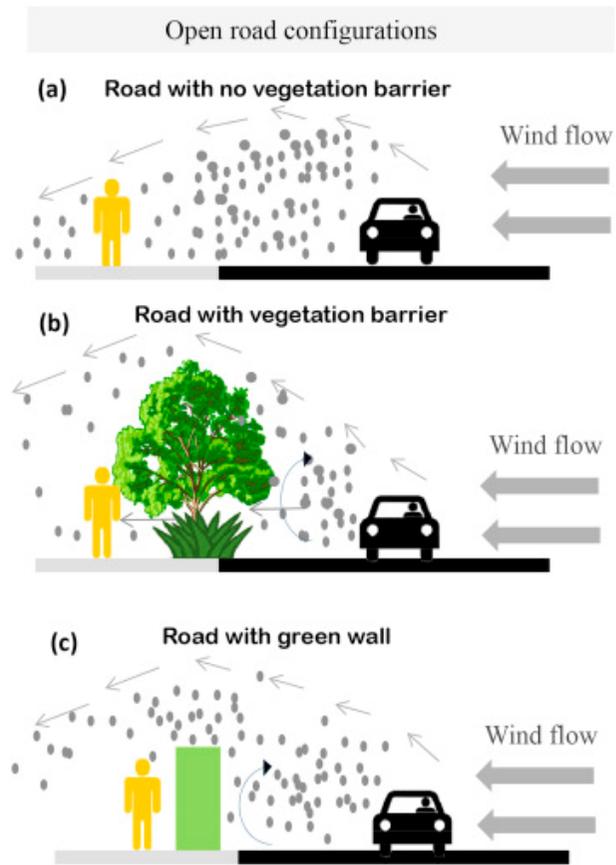
# Vegetación y calidad del aire urbana

El efecto de la vegetación en la calidad del aire ha sido habitualmente simplificada excesivamente:

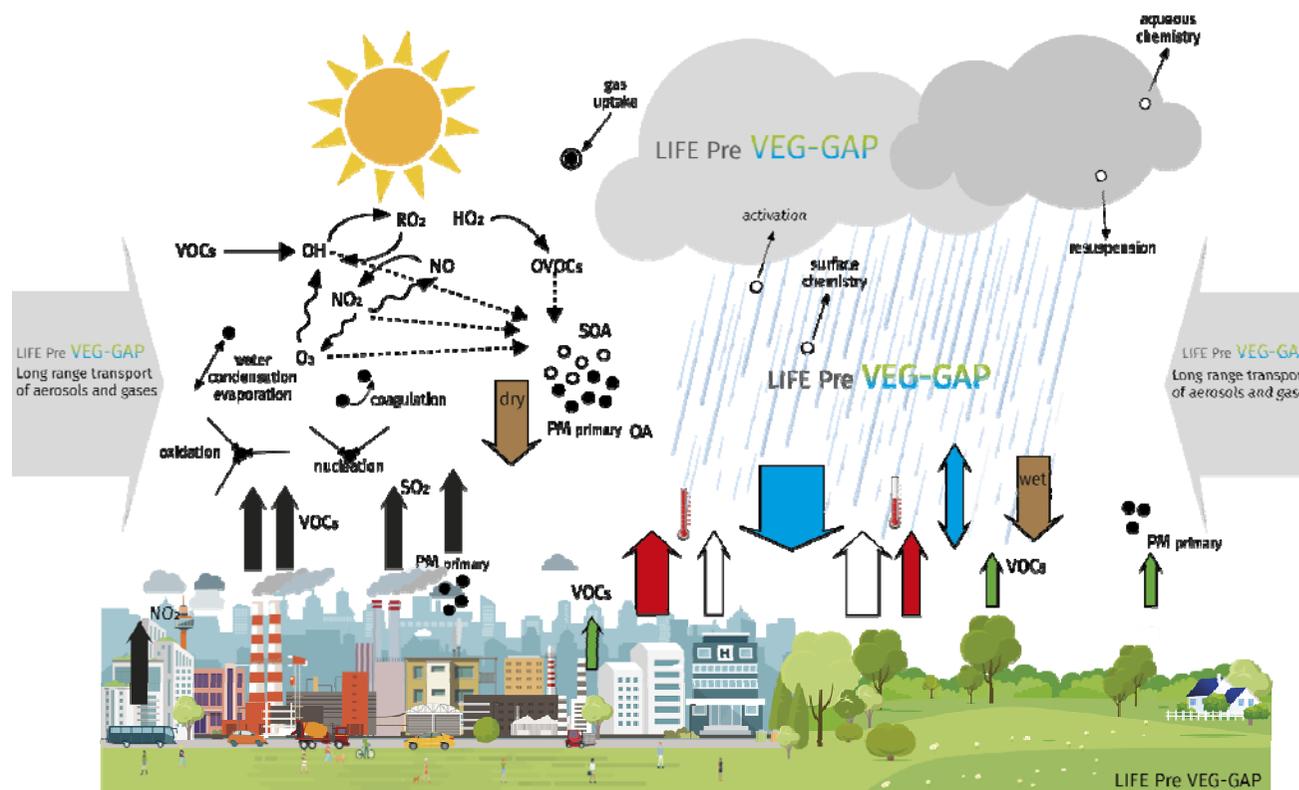


## Vegetación y calidad del aire urbana

Hay estudios relevantes del efecto a microescala:



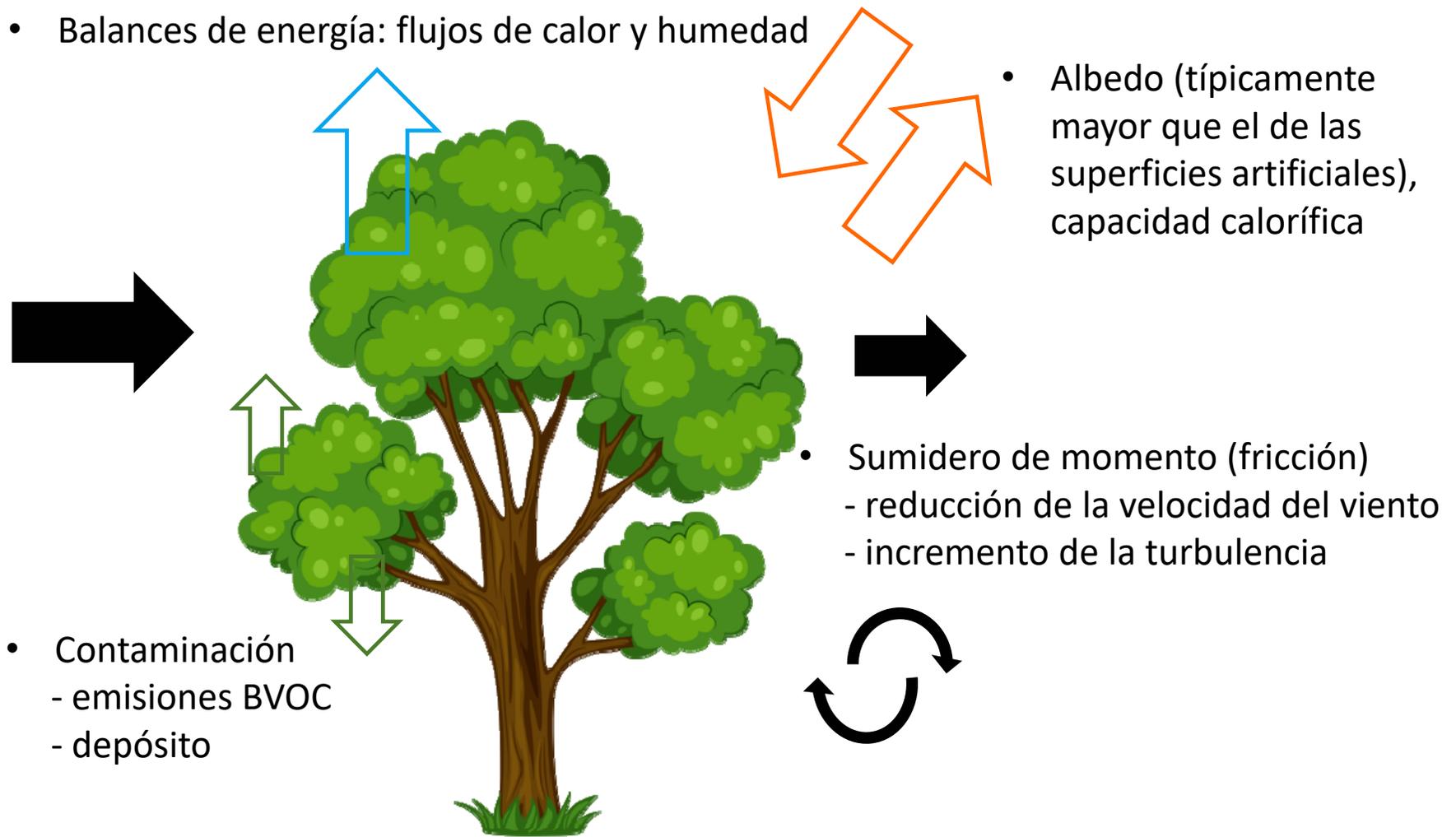
Árboles y calidad del aire



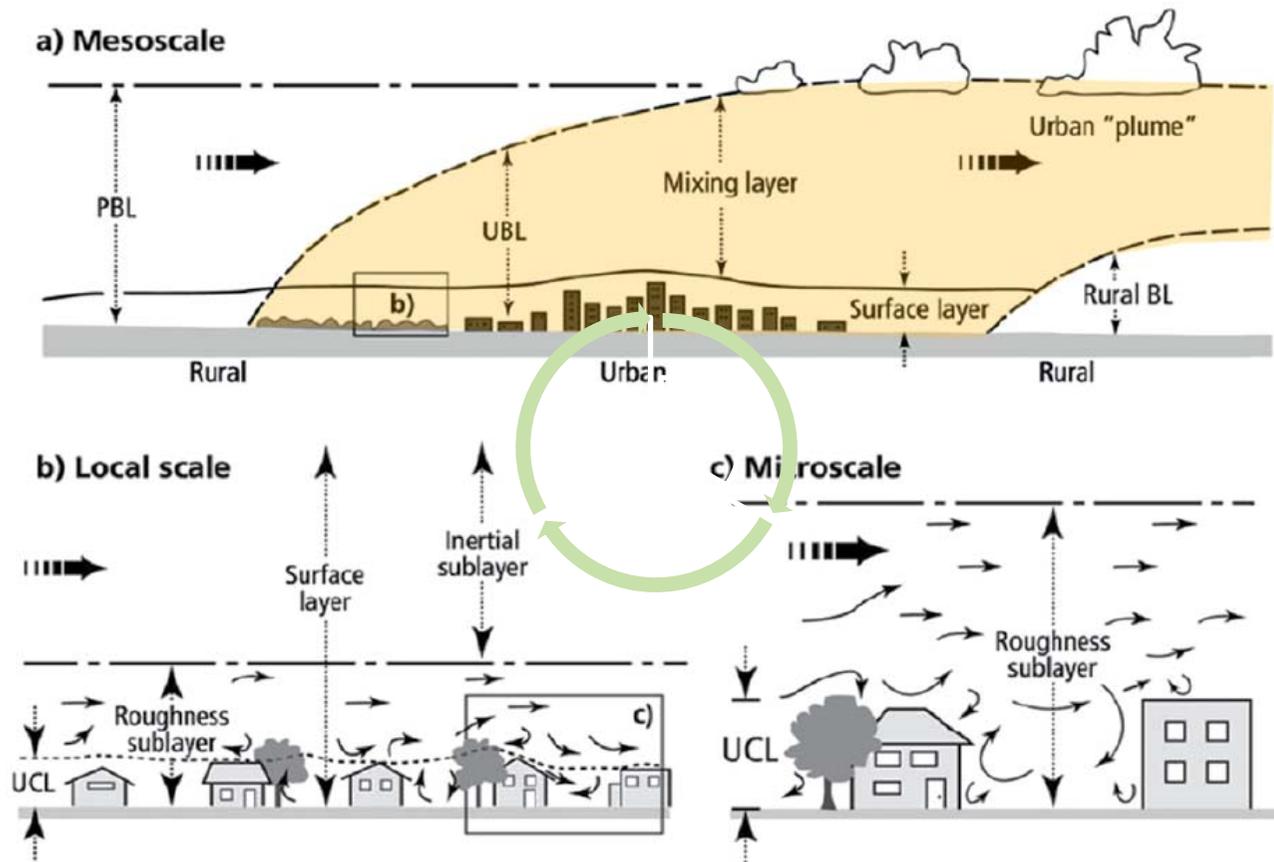
Pero el efecto de la vegetación debe considerarse bajo una perspectiva más amplia cuando se pretende evaluar acciones a escala de ciudad, como las crecientemente populares NBS en estrategias locales/regionales de calidad del aire y cambio climático

## Interacciones entre la atmósfera y la vegetación

- Balances de energía: flujos de calor y humedad



Interacciones entre la atmósfera y la vegetación



Oke, 2006

- **Cómo interactúan todos estos factores?**
- **Qual es el efecto combinado en cada ciudad específicamente?**

**02** **VEGGAP**

## VEGGAP



The project will provide background information, practical guidelines and support tools related to **urban ecosystems and vegetation** as sinks and sources of air pollution for the competent authorities and others responsible for developing and implementing Air Quality Plans and Operational Programmes under the European Structural and Investment Funds (ESIF).

Action Number/name	2019				2020				2021			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>A. Implementation actions:</b>												
1. Collect relevant information on initiatives and projects related to urban ecosystems/vegetation and air pollution (FNFA)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Collect, evaluate and map the air pollution characteristics of ecosystems/vegetation in the partner municipalities (CREA)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3. Assess and map biogenic emissions as a function of ecosystems/vegetation type and as a function of meteorological conditions in the partner municipalities (ARIANET)		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4. Assess the role of ecosystems/vegetation on urban heating/cooling and the relation with air pollution in the partner municipalities (Enea)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5. Assess the impact of ecosystems/vegetation on health and ecosystem risks due to their effect on air pollution in the partner municipalities (UPM)			X	X	X	X		X	X	X	X	X
6. Development of an information platform and tools to support authorities (MFFO)	X	X	X	X	X	X	X	X				

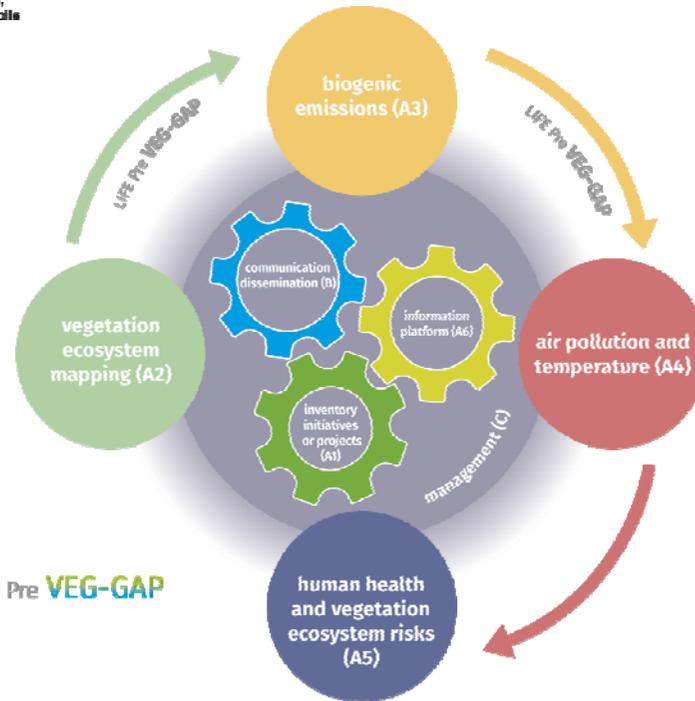


**LIFE 18 Preparatory projects: Support for Air Quality Plans under Directive 2008/50/EC**

## Participantes



LIFE Pre VEG-GAP



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



## Objetivos del proyecto

- Generar las bases para testar el efecto de medidas como infraestructuras verdes, agricultura urbana, cinturones verdes, etc.
- Desarrollar e implementar una serie de instrumentos (guidelines, plataforma de información, etc) que considere los vínculos entre calidad del aire y vegetación

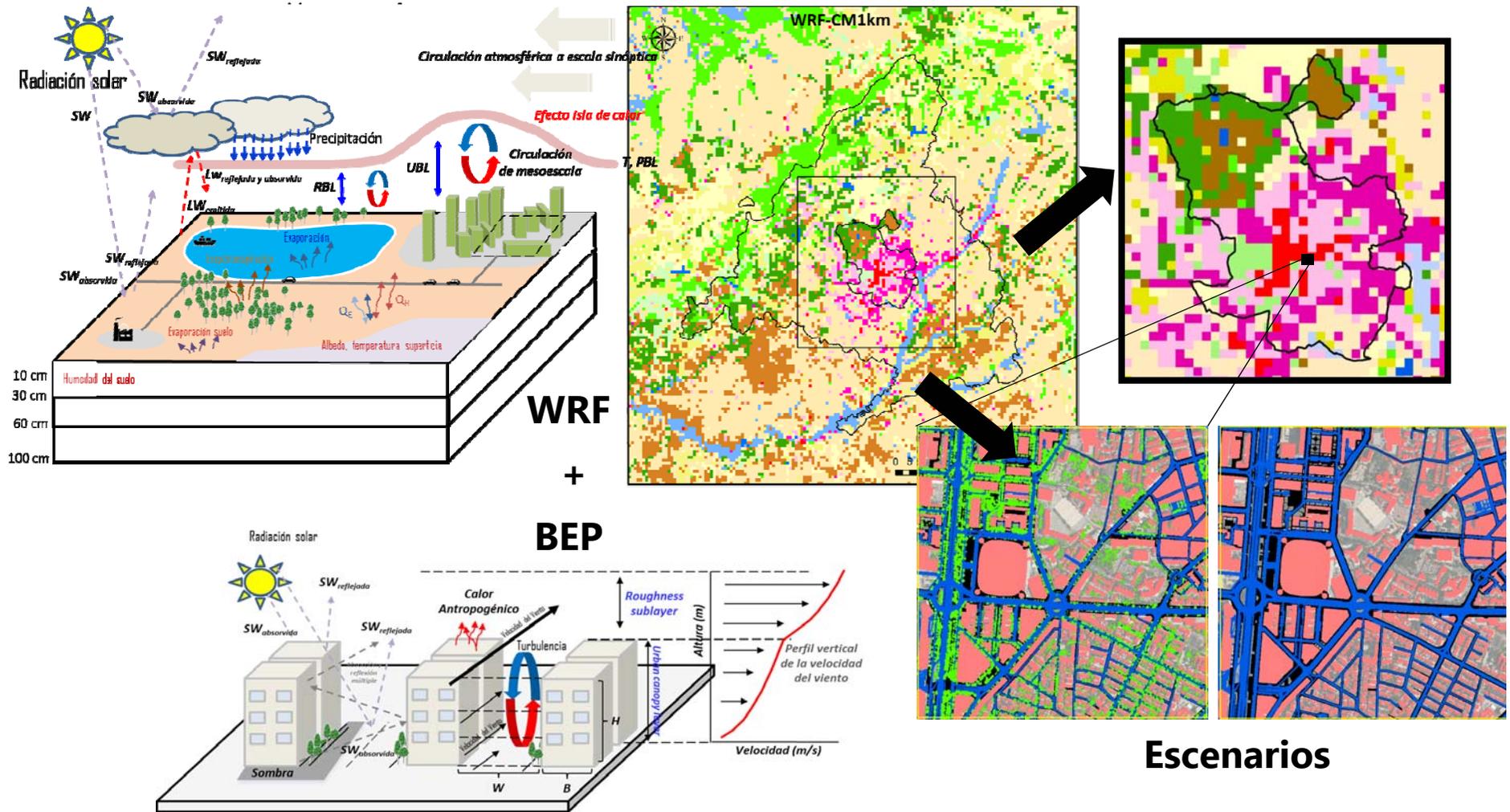


- Cuantificar la contribución de la vegetación como fuente y sumidero de contaminación
- Cuantificar el efecto de la vegetación en la temperatura ambiente y calidad del aire



VEGGAP informará sobre la posible revisión de la legislación a nivel nacional y europeo con el objeto de mantener y mejorar la calidad del aire en las ciudades

## Aproximación conceptual



**03 MADRID**

## Escenarios

- Para conocer la respuesta del modelo al efecto de la vegetación urbana y periurbana se han diseñado 4 escenarios diferentes
- Descripción: 2 escenarios teóricos sin vegetación, 1 escenario actual y escenario futuro
  1. **Escenario Base:** Escenario que representa a la vegetación actual.
  2. **Escenario ScA:** Escenario sin vegetación en la zona urbana del interior del Municipio de Madrid
  3. **Escenario ScB:** Escenario sin vegetación en la zona urbana del interior del Municipio de Madrid y también todos los bosques periurbanos.
  4. **Escenario Futuro:** Trata de representar los planes futuros de vegetación Municipales y Regionales

## Escenarios



### PROPIEDADES DE LOS DATOS. Datos individualizados

#### Datos dendométricos arboles

- + Especie , edad relativa,
- + Perímetro (m) Diámetro de copa
- + Altura total (m): altura total del árbol en metros.
- + Altura 1ª ramificación (m): altura de la primera rama del árbol en metros.

- + Diámetro de copa (m)

#### Datos dendométricos arbustos y setos

- + Especie , edad relativa,
- + Superficie (m<sup>2</sup>)
- + Altura total (m)

#### Datos césped

- + Composición específica
- + Superficie (m<sup>2</sup>)
- + Estado o vitalidad

### Tipologías Vegetation

1. **Árbol y Árbol viario**
2. **Palmáceas**
3. **Arbustos (individuales)**
4. **Macizo Arbustivo**
5. **Macizo de Flor**
6. **Macizo de herbáceas Setos**
7. **Masas arbóreas Masas forestales**
8. **Césped**

Para la construcción del escenario Base dentro del Municipio de Madrid se han utilizado datos de Parques y Jardines. En las partes donde no existe esta información se ha utilizado datos LIDAR y datos de URBAN Atlas data

“Datos Parques y Jardines” +

Datos Lidar (10 cm)

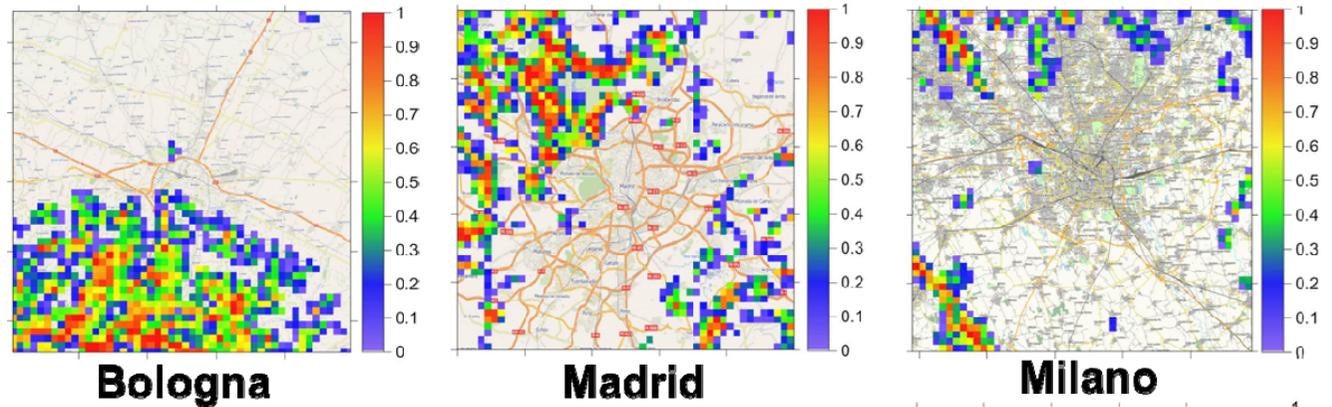
## Escenarios

- Esta información se combina con otras coberturas para cubrir todos los dominios
- Sirve además para determinar la distribución de la vegetación para el cálculo de emisiones:

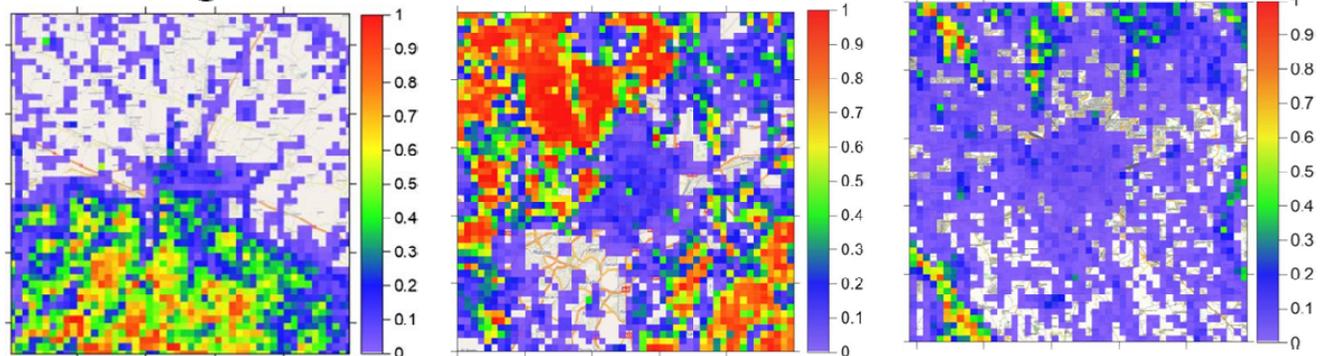
### All-species reference trees cover (grid cell fraction)



CORINE Land Cover

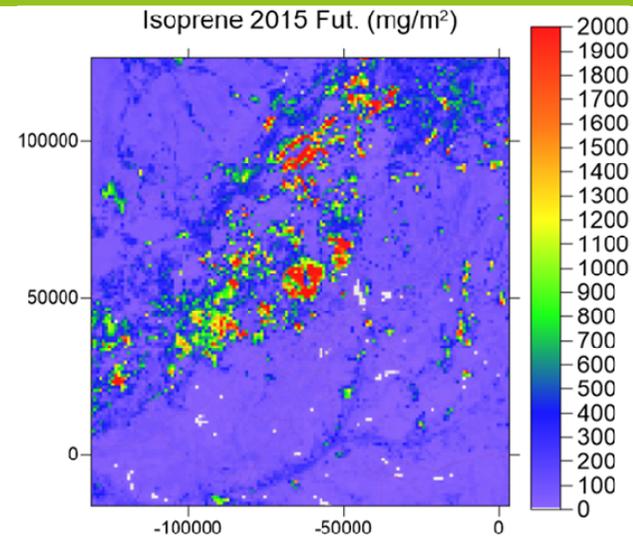
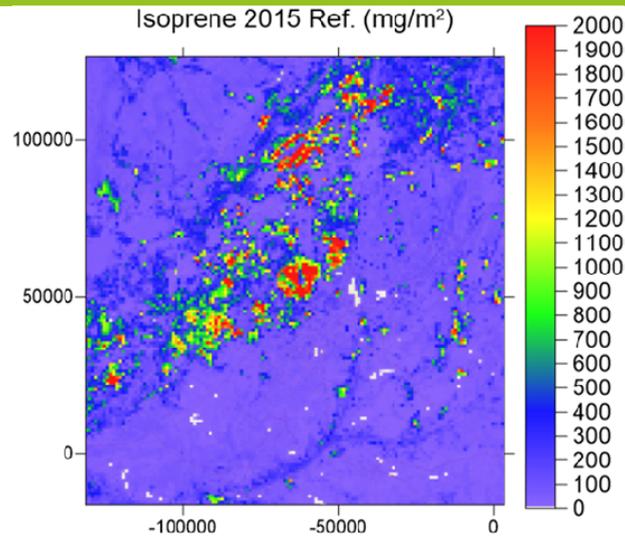


VEGGAP integrated map

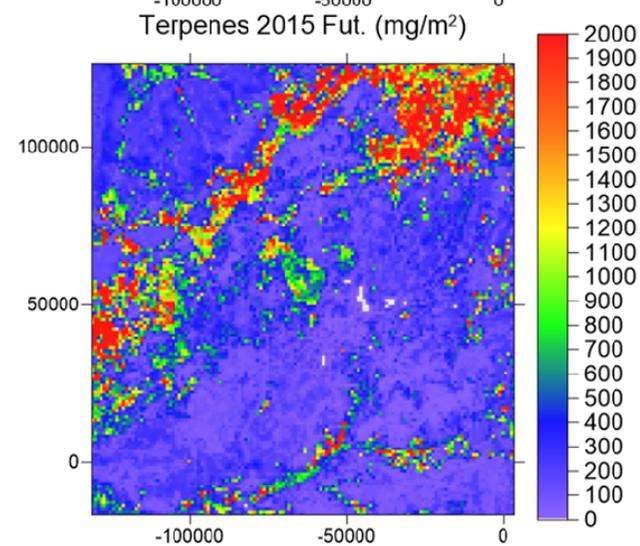
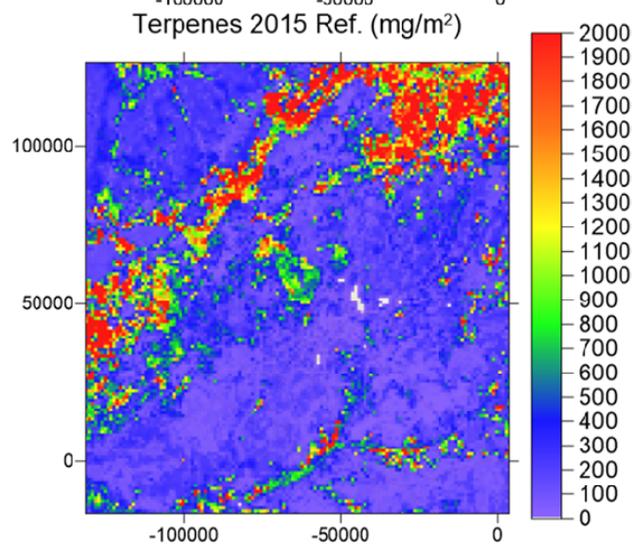


## Escenarios

Base



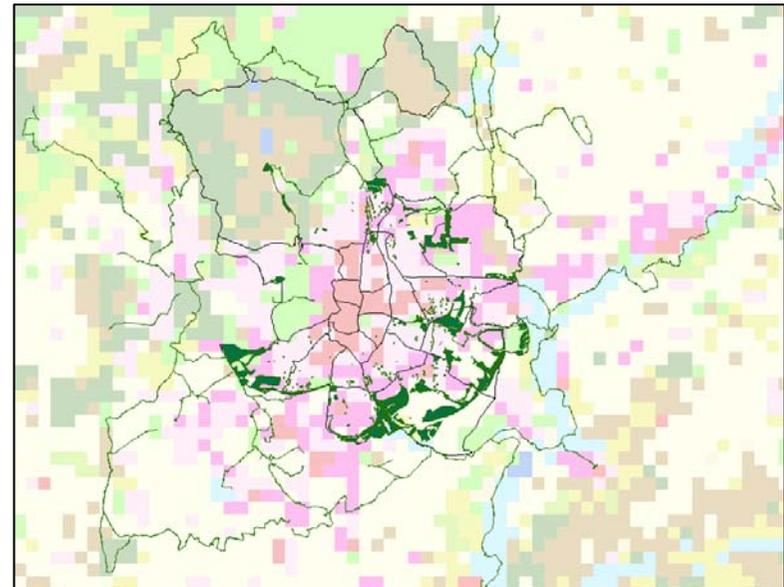
Futuro



## Escenario futuro

### Expected Interventions according to Madrid City Hall and Madrid Regional Government urban vegetation plans (Future Scenario)

- ❑ **Arco verde**  
Current sketch of linear plantations along drovers' roads, trails and other rural paths to connect already existing perurban forests or green areas.
- ❑ **Barrios productores**  
Areas designated for the municipal network of urban orchids.
- ❑ **Bosque metropolitano**  
The metropolitan forest is the main measure within the nature-based solutions included in Plan A and Madrid 360 (currently under discussion) local air quality and climate change strategies.
- ❑ **Madrid Nuevo Norte**  
Madrid Nuevo Norte is a major urban development approved by the local and regional governments. It is intended to be a carbon-neutral mix of uses including a new residential, business and green areas.



## Escenario futuro

### ZONAS NORTE, OESTE Y NORESTE

Suelos sueltos arenosos de descomposición de arcosas y granitos (granodioritas), arcillas arenosas y limos

Especies arbóreas principales

- Pino piñonero (*Pinus pinea*) 40%
- Encina (*Quercus ilex*) 40%
- Enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*) 10%
- Fresno (*Fraxinus angustifolia*). 5%. Junto a arroyos y bandas contiguas.
- Alcornoque (*Quercus suber*). 5%. Solo en suelos sueltos francoarenosos, en proximidad de arroyos, con mayor humedad edáfica

Otras especies arbóreas para diversificar la plantación:

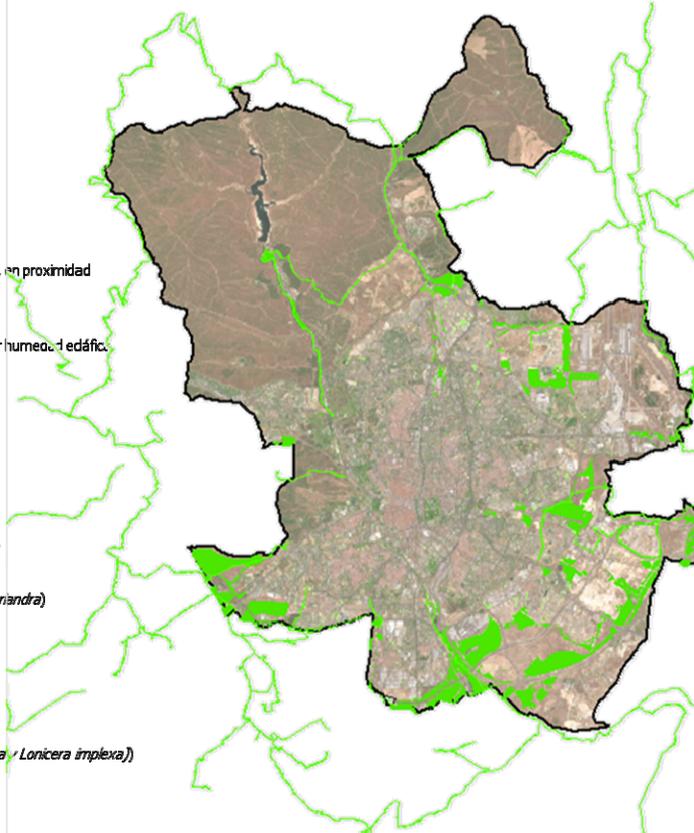
- Olmo (*Ulmus minor*)
- Arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*). Solo en situaciones de mayor humedad edáfica.
- Pruétano (*Pyrus bourgeana*)
- Almendro (*Prunus dulcis*)

Matorral acompañante

- Retama (*Retama sphaerocarpa*)
- Jara pingosa (*Cistus ladanifer*)
- Torvisco (*Daphne genkium*)
- Labiérnago (*Phillyrea angustifolia*). Solo en situaciones más termófilas.
- Olivilla o jazmín (*Jasminum fruticosum*). Solo en situaciones más termófilas.
- Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- Jaguarillo (*Halmium umbellatum subsp. viscosum*)
- Madroño (*Arbutus unedo*). Solo en situaciones de mayor humedad edáfica.

En orillas de arroyos estacionales y fondos de vaguadas

- Chopo (*Populus nigra*)
- Sauce (*Salix alba*, *Salix atrocinerea*, *Salix purpurea*, *Salix salviifolia*, *Salix triandra*)
- Fresno (*Fraxinus angustifolia*)
- Olmos (*Ulmus minor* y *Ulmus laevis*)
- Higuera (*Ficus carica*)
- Morera (*Morus alba*)
- Majuelo (*Crataegus monogyna*)
- Escaramujos (*Rosa canina* y *Rosa micrantha*)
- Zarza (*Rubus ulmifolius*)
- Junco (*Scirpus holoschoenus*)
- Madreselvas (*Lonicera xylosteum*, *Lonicera periclymenum*, *Lonicera etrusca* y *Lonicera implexa*)
- Saúco (*Sambucus nigra*)



### ZONAS SUR Y SURESTE

Suelos margosos, margoarcillosos y margo yesíferos, yesos tableados y yesos masivos

Especies arbóreas (y arbustivas) principales

- Pino carrasco (*Pinus halepensis*) 40%
- Encina (*Quercus ilex subsp. balota*) 40%
- Coscoja (*Quercus coccifera*) 20%

Otras especies arbóreas para diversificar la plantación:

- Quejigo (*Quercus faginea*)
- Olmo (*Ulmus minor*)
- Arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*). Solo en situaciones de mayor humedad edáfica.
- Almendro (*Prunus dulcis*)
- Acebuche (*Olea europea var. sylvestris*)

Matorral acompañante

- Retama (*Retama sphaerocarpa*)
- Jara estepa (*Cistus albidus*)
- Romero macho (*Cistus clusi*)
- Cornicabra (*Pistacia terebinthus*)
- Espino negro (*Rhamnus lycioides*)
- Romero (*Rosmarinum officinalis*)
- Lavanda (*Lavandula officinalis*)

Tomillo (*Thymus sp.*)

- Salvia (*Salvia lavandulifolia*)
- Olivilla o jazmín (*Jasminum fruticosum*). Solo en situaciones más termófilas.
- Efedras (*Ephedra nebrodensis*, *Ephedra fragilis* y *Ephedra distachia*). Solo en suelos con mayor contenido en yesos

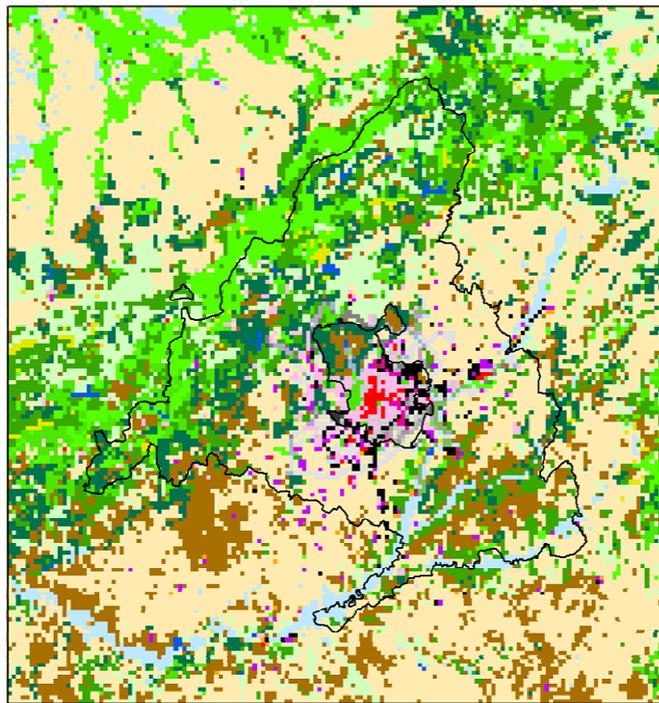
En arroyos y vaguadas

- Álamo blanco (*Populus alba*)
- Sauce (*Salix alba*, *Salix atrocinerea*, *Salix purpurea*, *Salix salviifolia*, *Salix triandra*)
- Tarays (*Tamarix gallica* y *Tamarix canariensis*). En vegas halófilas
- Olmos (*Ulmus minor* y *Ulmus laevis*)
- Fresno (*Fraxinus angustifolia*). En vegas de suelos sueltos.
- Higuera (*Ficus carica*)
- Morera (*Morus alba*)

Majuelo (*Crataegus monogyna*)

- Escaramujos (*Rosa canina* y *Rosa micrantha*)
- Zarza (*Rubus ulmifolius*)
- Junco (*Scirpus holoschoenus*, *Juncus gerardi* y *Juncus acutus*)
- Madreselvas (*Lonicera xylosteum*, *Lonicera periclymenum*, *Lonicera etrusca* y *Lonicera implexa*)
- Saúco (*Sambucus nigra*)

## Escenario futuro



### New natural landuses

The natural properties for 31, 32, 33 have been calculated with this information

- 85% Deciduous Broadleaf
- 2% Evergreen Broadleaf
- 13% Evergreen Needleleaf

The natural properties for 34, 35, 36 have been calculated for Madrid with this information

- 100% Dryland Cropland Pasture

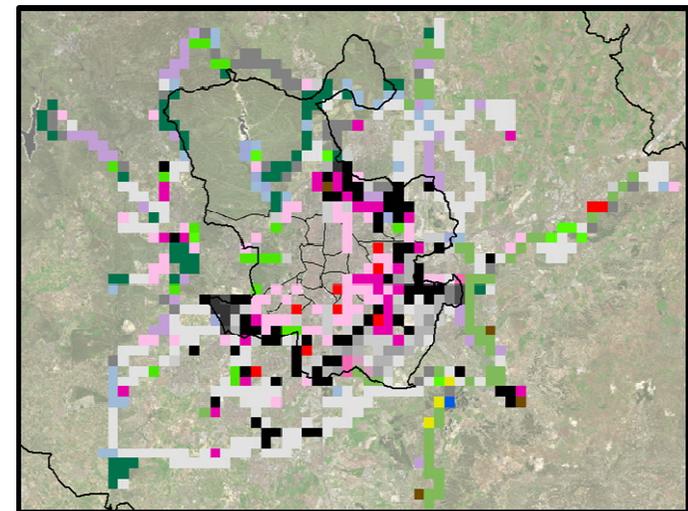
The natural properties for 37, 38, 39 with different fractions of vegetation types

- Dryland Cropland
- Deciduous Broadleaf Forest
- Evergreen Needleleaf Forest
- Evergreen Broadleaf Forest

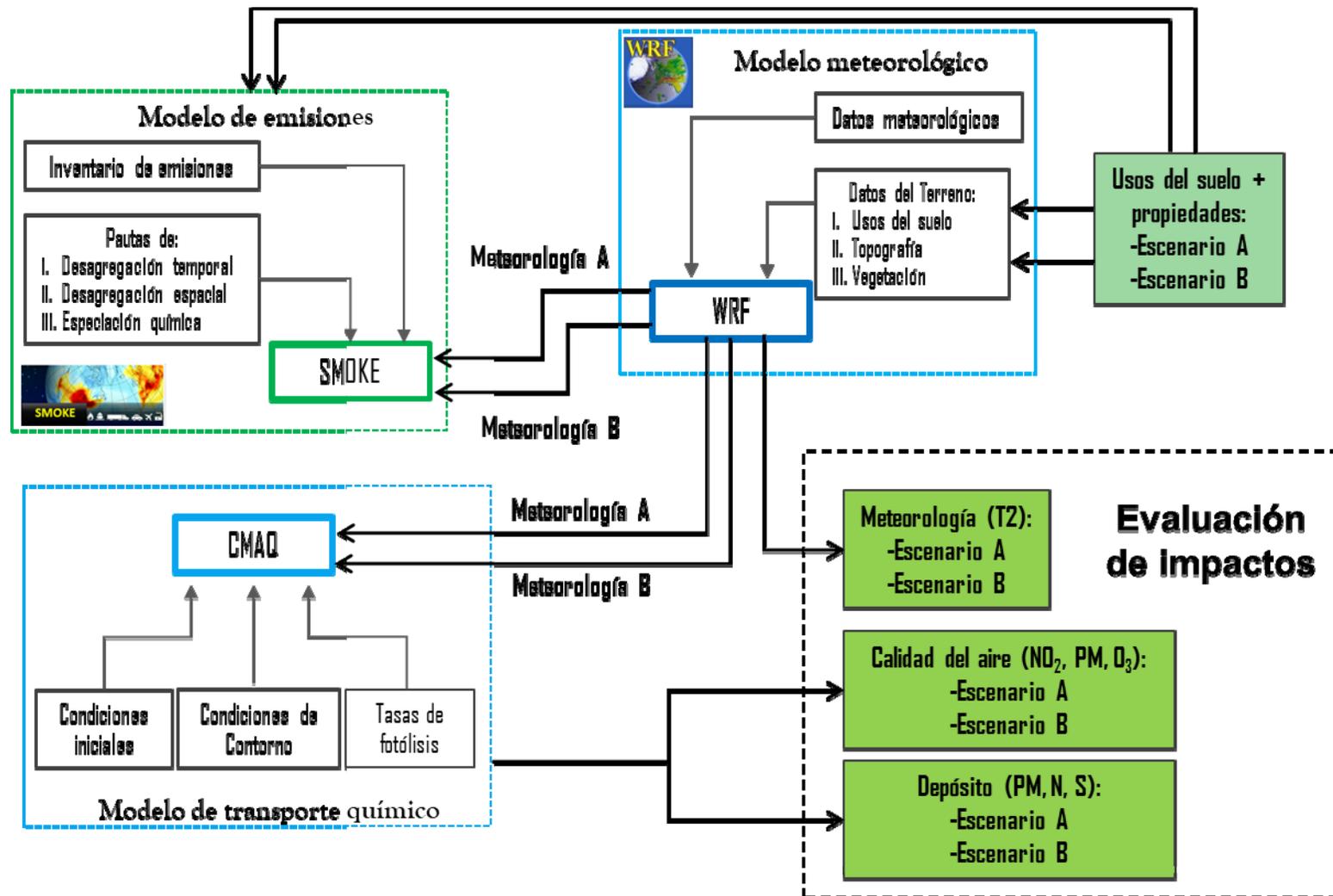
- ### Urban landuse
- 31, Low – Intensity residential (Natural type Veg Madrid 27)
  - 32, High – Intensity residential (Natural type Veg Madrid 27)
  - 33, Comercial Industrial (Natural type Veg Madrid 27)
  - 34, Low – Intensity residential (Natural type 2)
  - 35, High – Intensity residential (Natural type 2)
  - 36, Comercial Industrial (Natural type 2)
  - 37, Low – Intensity residential (Natural type 19)
  - 38, High – Intensity residential (Natural type 19)
  - 39, Comercial Industrial (Natural type 19)

### Grid cells affected by future action:

- Small changes in the urban fraction
- 3 new urban landuses have been added 37-38-39 with different natural fraction
- 13 new natural landuses are added to represent vegetation changes in cells classified as natural

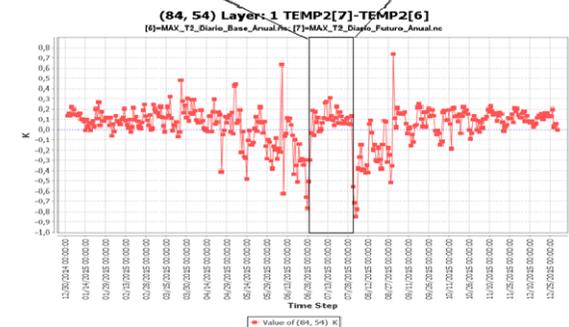
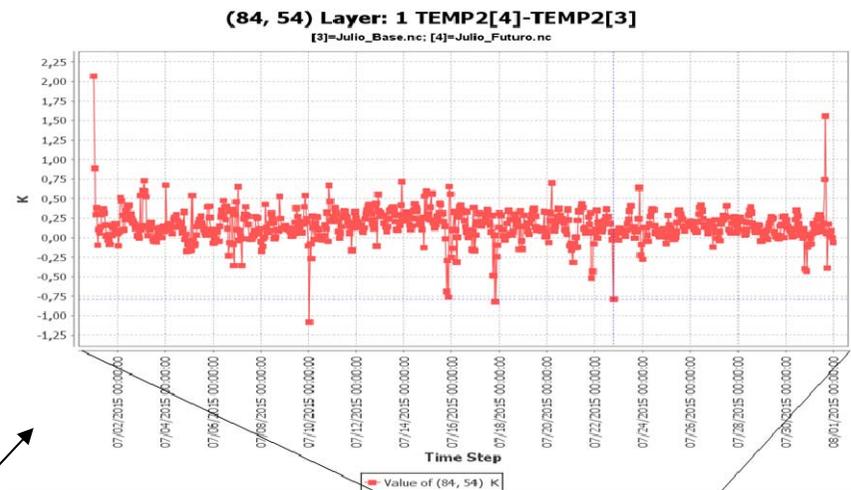
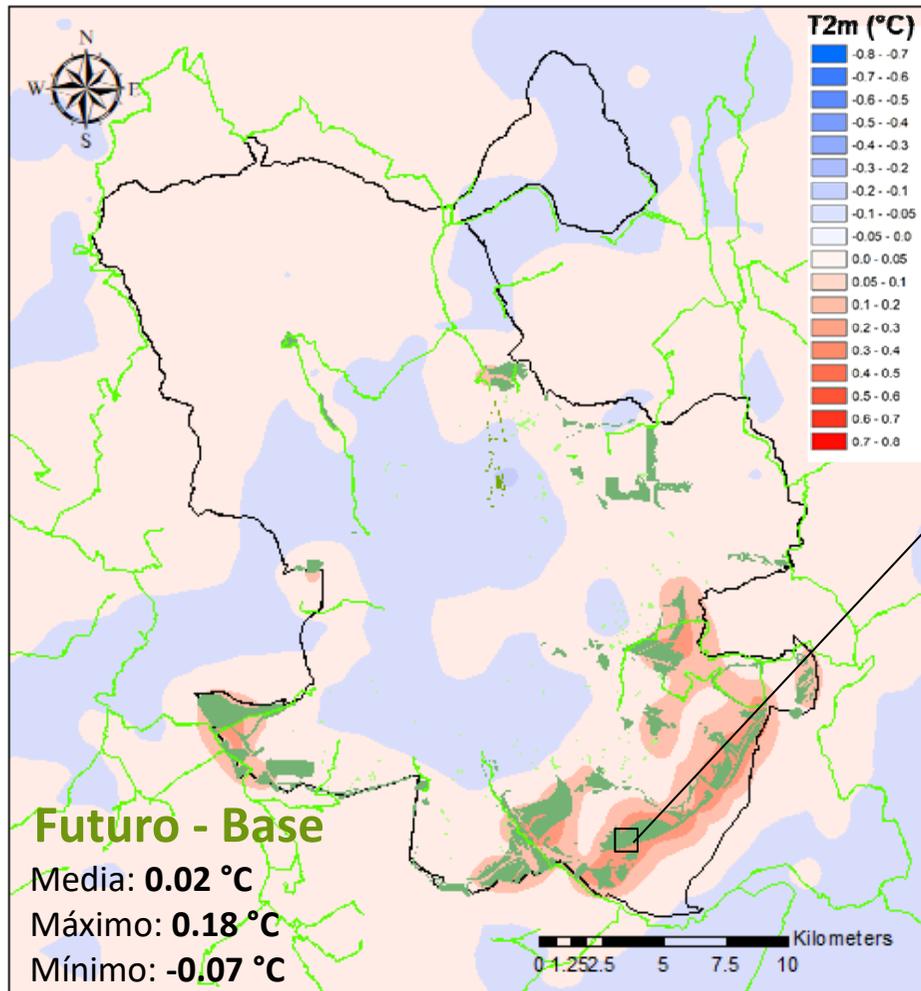


## Comparación de escenarios

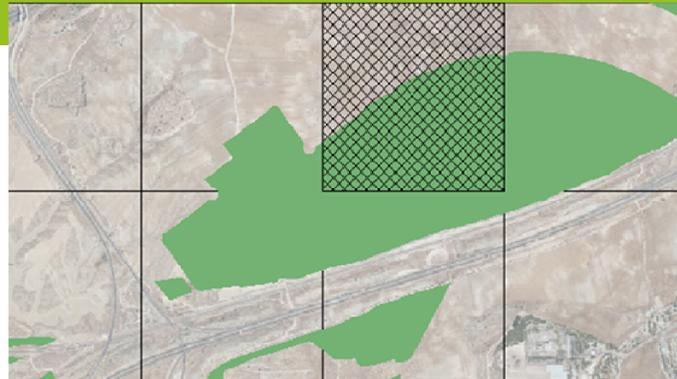


**04 RESULTADOS PRELIMINARES**

## Resultados preliminares Meteorología



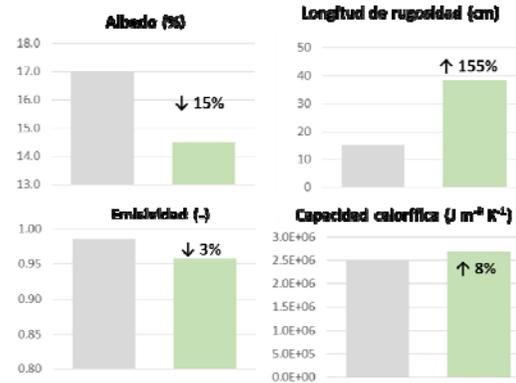
## Resultados preliminares



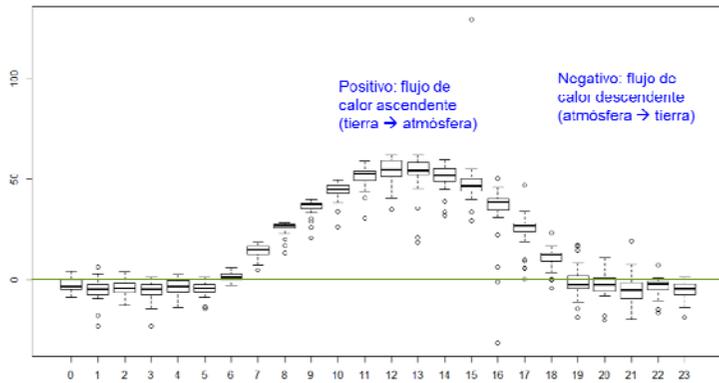
**Base** → **Futuro**

**Clase 2**  
pastos y cultivos de secano

**Clase 8**  
pastos y cultivos de secano (clase 2) entre 50 y 10% + bosque metropolitano (*Q. ilex* + *P. pinea* + *P. halepensis*) entre 50 y 90% (tipo IV)

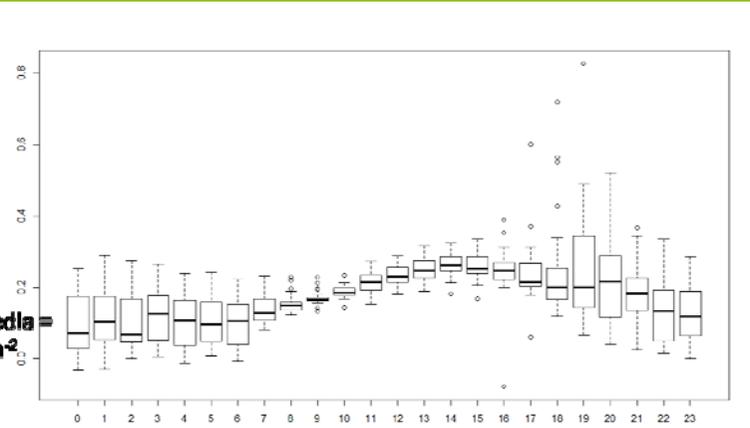


## Resultados preliminares



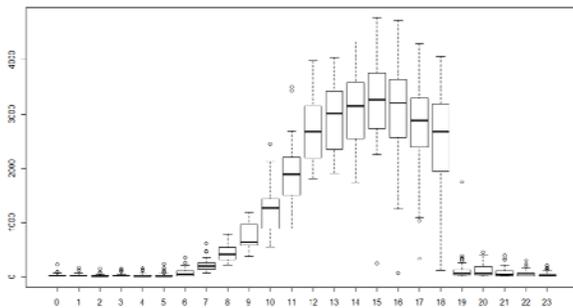
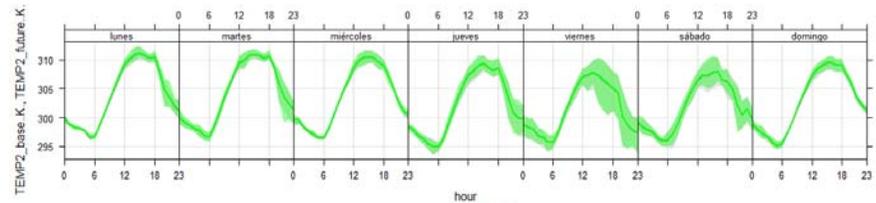
```
> boxplot(HFX_future..w.m.2.-HFX_base..w.m.2.-Hour,data = BM)
```

**Variación media = 16.9 W m<sup>2</sup>**  
**Media base = 96.3 W m<sup>2</sup>**

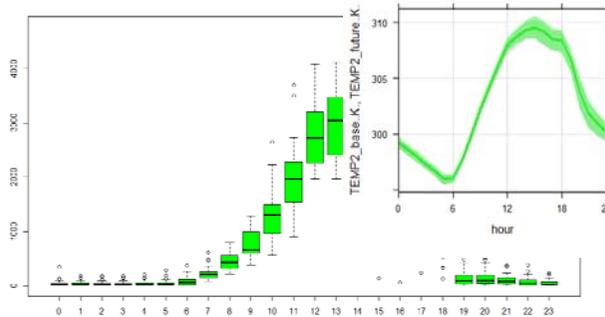


**Variación media = 0.33 m s<sup>-1</sup>**  
**+53.1%**  
**Media base = 0.16 m s<sup>-1</sup>**

```
> boxplot(PBL_future..m.-PBL_base..m.-Hour,data = BM, ylim=c(-500,500))
```

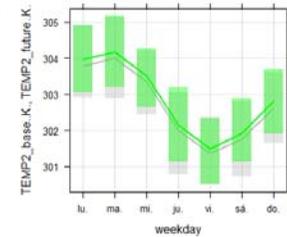
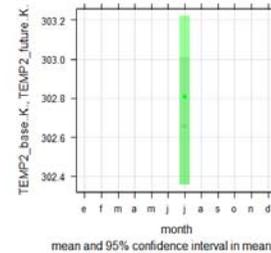


```
> boxplot(PBL_base..kg.kg.l.-Hour,data = BM)
```



```
> boxplot(PBL_future..m.-Hour,data = BM, col="green")
```

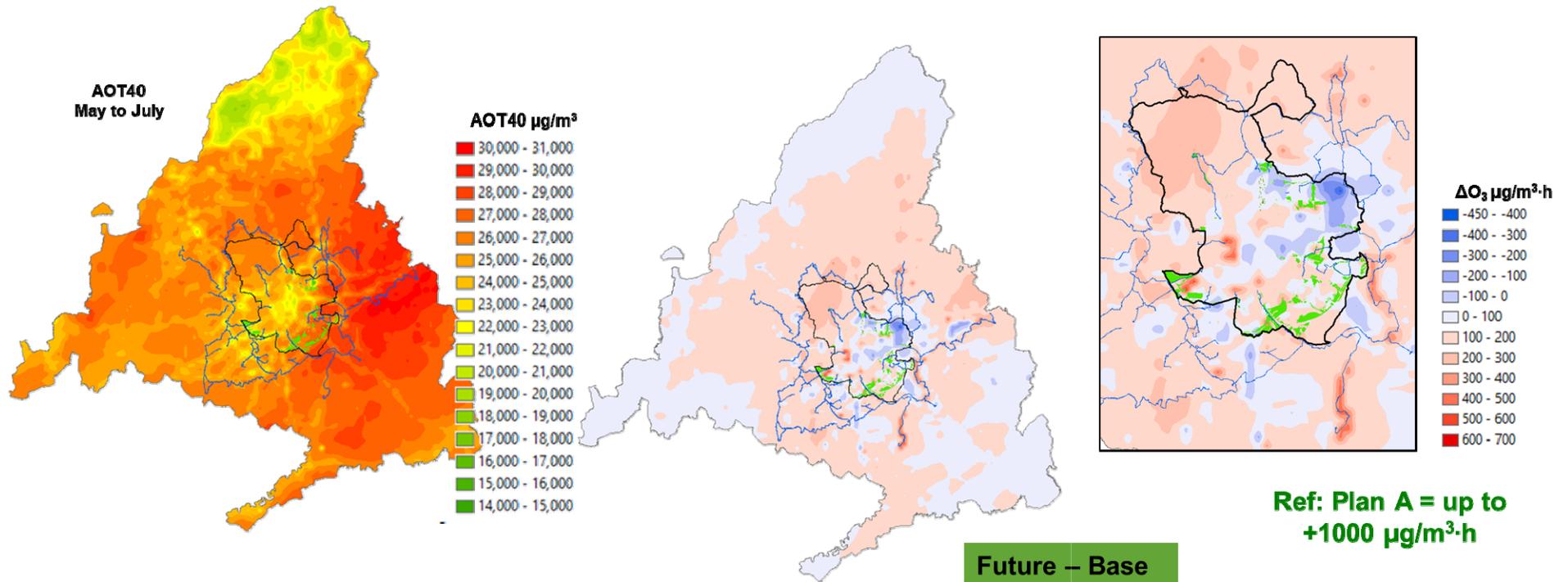
TEMP2\_base.K. TEMP2\_future.K.



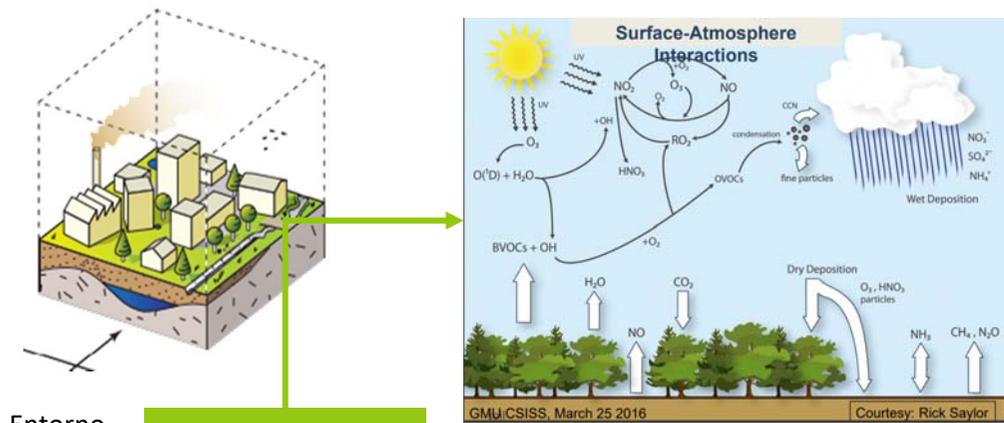
## Resultados preliminares

## Calidad del aire

- Indicadores relevantes para el impacto en la salud humana y los propios ecosistemas

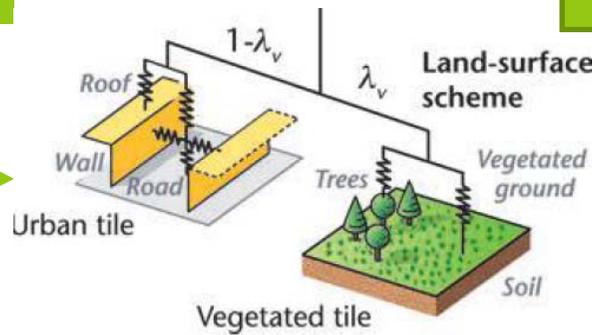


## Resultados preliminares Depósito

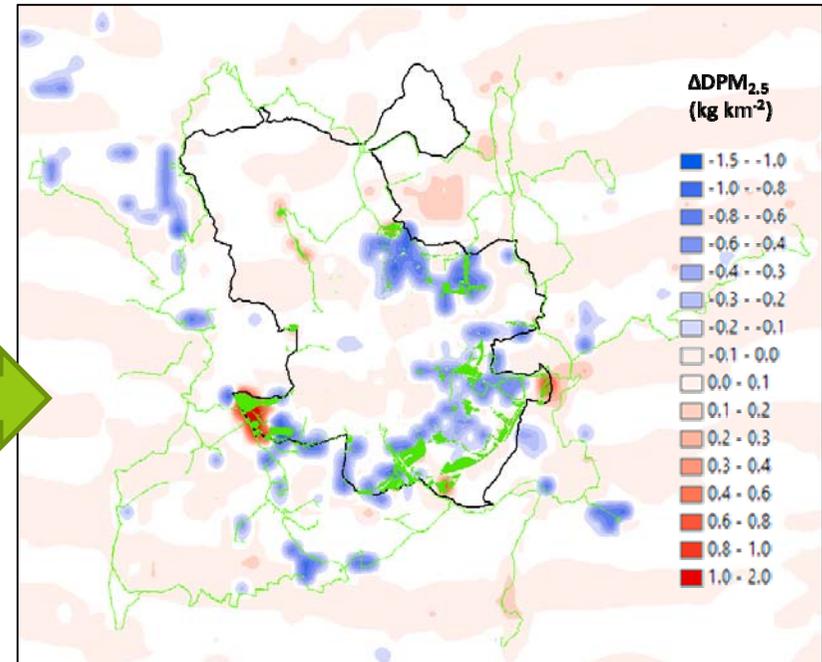


Entorno urbano

**Vegetación**



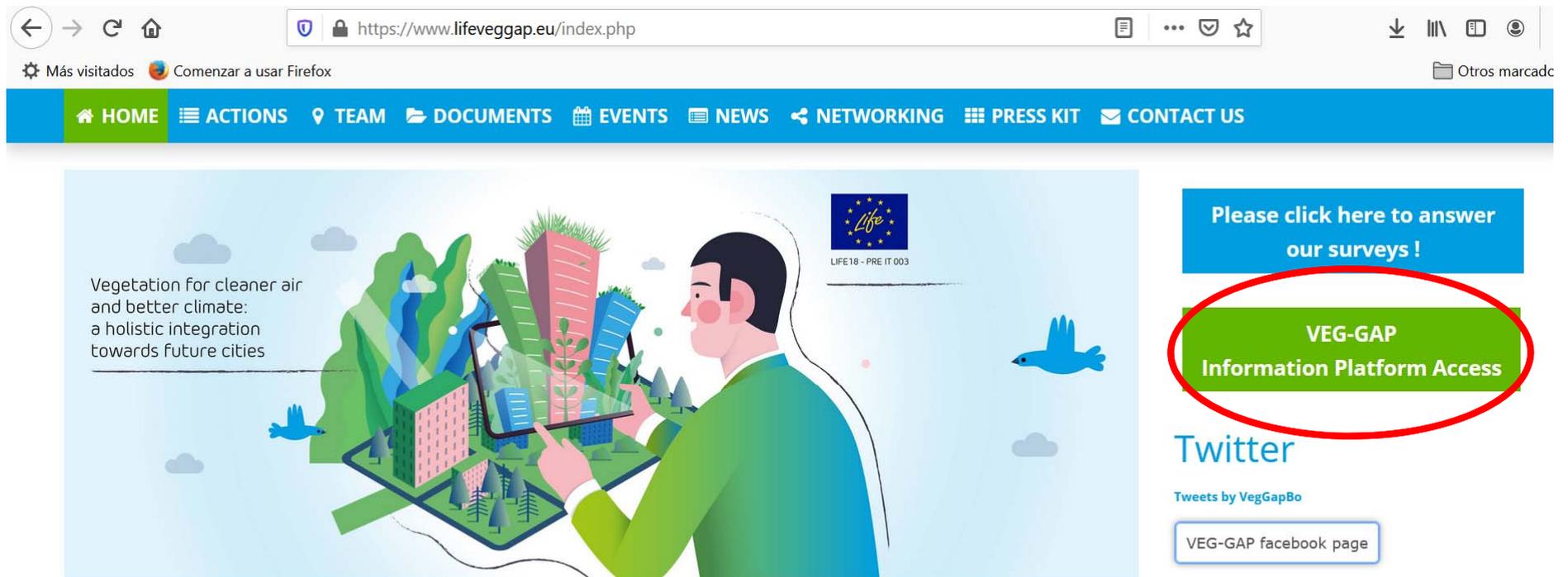
Oke, 2017



**Futuro - Base**

## Resultados preliminares

- Mucha más información en la plataforma de visualización del proyecto:



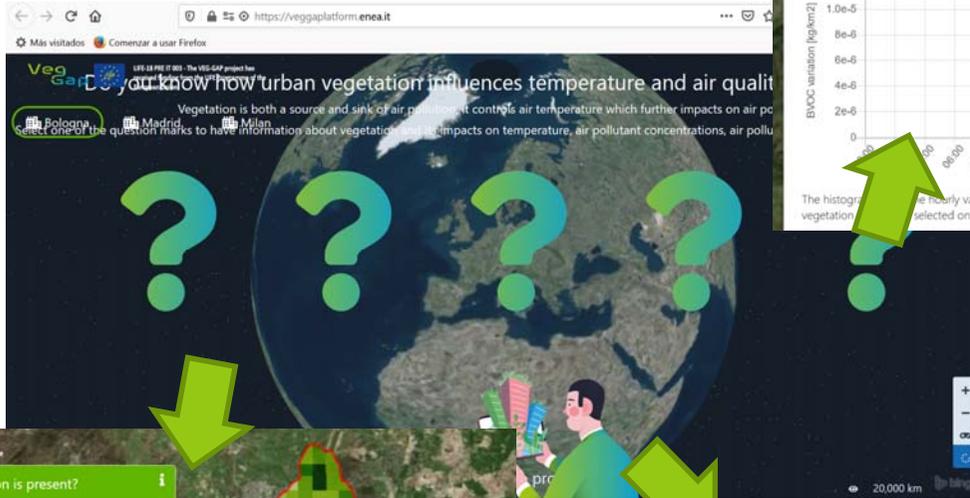
The VEG-GAP project works on developing a strategy for providing new reliable information in support of designing urban Air Quality Plans (AQPs) considering the urban vegetation ecosystems characteristics such as plant type and state, green area extension, etc.

The multiple vegetation ecosystems services will be evaluated in an integrated way through multi-scale and multi pollutant approaches resembling the real-world as much as possible.

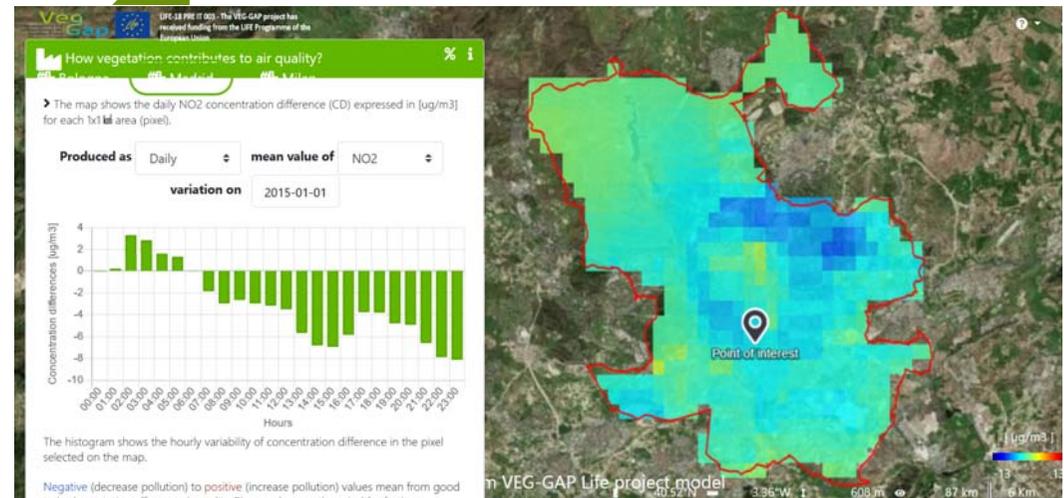
# CONAMA 2020

Congreso Nacional del Medio Ambiente. #Conama2020

## Resultados preliminares



- Posibilidad de producir otros resultados/indicadores



**05** **COMENTARIOS FINALES**

## Comentarios finales

- La metodología propuesta da una visión integral de los procesos físico-químicos atmosféricos, permitiendo reproducir las interacciones multi-escala específicas de cada ciudad
- Capacidad de analizar tendencias generales de intervenciones a gran escala:
  - Los resultados preliminares indican un efecto potencial en variables importantes como la velocidad del viento, la altura de la capa de mezcla o la temperatura
  - La introducción de vegetación no garantiza la mejora de la calidad del aire: **es esencial reducir las emisiones antropogénicas**
- Es muy importante considerar las limitaciones:
  - Escala de evaluación
  - Usos del suelo: representatividad y número de clases
  - Suposiciones intervenciones (especies, densidad)
  - Parámetros físicos (rugosidad, albedo, resistencia, etc.) no específicos
  - Emisiones antropogénicas constantes!
  - Efectos indirectos (p.ej. consumo energía) no considerados

# CONAMA 2020

## Comentarios finales



Y esto es sólo una pequeña parte del efecto de la vegetación...

**CONAMA 2020**

Congreso Nacional del Medio Ambiente. #Conama2020



# ¡Gracias!

#conama2020