



SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE,  
URBANISTICA, DEL PAESAGGIO E DEI TRASPORTI

## Corso "Valutare la rigenerazione urbana"

### MODULO 2

## Il metabolismo come strumento di valutazione della rigenerazione urbana

*Prof. Maria Rosa Vittadini*  
*27 ottobre 2016*

## I TEMI

- Il concetto di metabolismo urbano
- I risultati della ricerca  
*SUME sustainable urban  
metabolism for Europe*
- *Indicatori*



## **Città (insediamenti urbani) sostenibili**

**Il tradizionale modello lineare di funzionamento dell'economia urbana prende usualmente in considerazione tre componenti fondamentali tra loro strettamente interrelate:**

- 1. La qualità, intesa come gamma di beni e servizi offerti dall'ambiente urbano e accessibilità ai medesimi, intesa come componente fondamentale del benessere e della equità sociale;**
- 2. I flussi di materia e di energia che alimentano il sistema urbano;**
- 3. L'assetto strutturale del sistema urbano.**

**La prima componente riguarda le caratteristiche di efficienza e di accessibilità a funzioni e servizi primari come l'occupazione, la sanità, l'educazione, la cultura, la protezione sociale, ecc. a sostegno degli abitanti e dei frequentatori della città,**

**I flussi riguardano gli scambi di persone, merci, materie prime, energia, informazione che hanno luogo nel sistema urbano e tra il sistema urbano e l'ambiente esterno, compresa la produzione e lo smaltimento di rifiuti.**

**La terza componente fa riferimento alla struttura urbana, alla densità delle superfici edificate e al consumo di suolo, all'organizzazione degli spazi aperti, nonché alle caratteristiche del sistema dei trasporti.**

## **Condizioni di sostenibilità**

**Ciascuna delle tre componenti dell'insediamento urbano presa separatamente, anche qualora funzioni in modo efficiente, non garantisce la sostenibilità.**

**Occorrono almeno altre due condizioni che collegano ogni singolo insediamento o sistema di insediamenti al più generale contesto ambientale da cui traggono risorse e verso cui riversano gli scarti o l'inquinamento dovuti al loro funzionamento:**

- che il consumo di risorse complessivo sia minimizzato, si fondi su risorse rinnovabili e si mantenga al di sotto del tasso di rinnovabilità.**
- che il governo del metabolismo urbano trasformi materie prime ed energia in ambiente costruito, funzionamento e riciclo dei rifiuti in un processo circolare tale da mantenere in buono stato le prestazioni dei servizi ecosistemici.**

## Imitare la natura

To create sustainable cities, planners need to develop a clear understanding of how natural systems work. Cities everywhere need to be redesigned to become compatible with the natural world.

The rich, modern cities of today have an essentially linear metabolism, whereas nature's own ecosystems have an essentially circular metabolism.

Nature knows no waste, every output by an ecosystem contributes to the continuous renewal of the whole living environment of which it is a part: the web of life hangs together in a chain of mutual benefit.

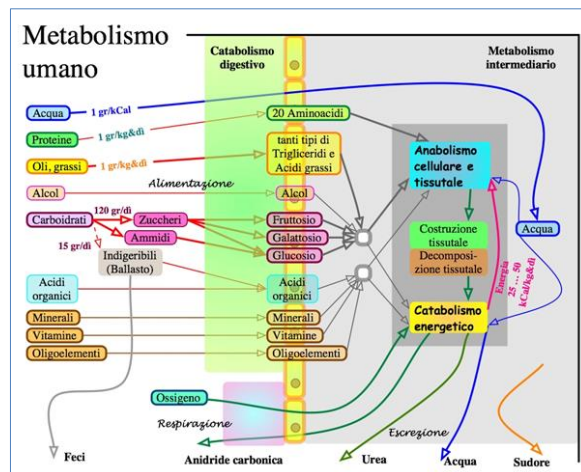
To become sustainable, cities have to mimic nature's circular metabolism, using and re-using resources efficiently and eliminating waste discharges not compatible with natural systems.

Herbert Girardet (1992)

## Metabolismo urbano

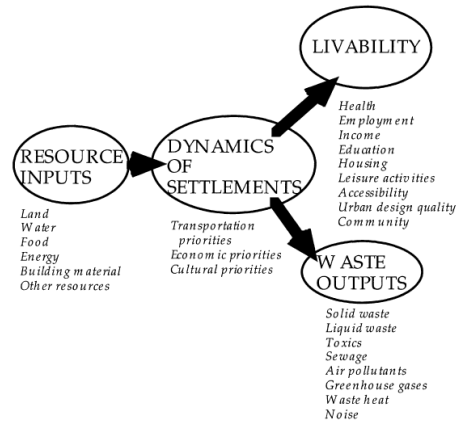
Il concetto di metabolismo urbano, introdotto da Abel Wolman per una ideale città americana nel 1965, traccia una analogia tra il funzionamento di una città e il funzionamento biologico di un organismo.

Metabolismo, (dal greco μεταβολή = cambiamento) è il complesso delle reazioni chimiche e fisiche che avvengono in un organismo o in una sua parte, spesso connesse a variazioni della condizione energetica.



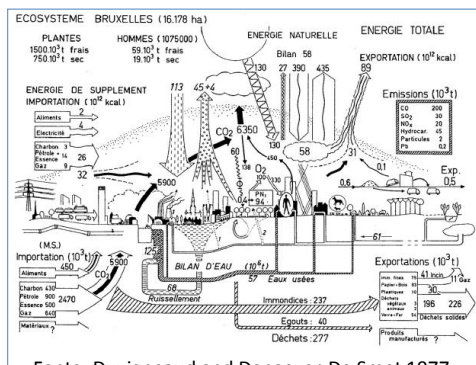
## P.W.G. Newman: la città come ecosistema

Si deve a P.W.G. Newman il passaggio dalla città come "black box" che aveva caratterizzato il concetto di Metabolismo urbano nella teoria di Wolman ad un concetto di metabolismo più ampio, nel quale entrano la dinamica degli insediamenti e la "livability", intesa come insieme dei fattori connessi alla qualità della vita della collettività urbana. Concetto che include l'ambiente costruito e quello naturale nonché il benessere economico e la coesione sociale.



Per una interessante storia del concetto di Metabolismo urbano e della sua evoluzione Cfr Kennedy C. et al. *The study of urban metabolism and its application to urban planning and design*, in *Environmental Pollution* (2010), doi: 10.1016/j.envpol.2010.10.022

## molte sperimentazioni negli anni '70



Fonte: Duvigneaud and Denaeyer-De Smet 1977. *The urban metabolism of Brussels, Belgium in the early 1970s*.

Uno strumento spesso utilizzato è il MFA (Material Flow Analysis) che misura l'Input di materiali in un sistema, gli stocks e i flussi al suo interno, e l'Output di inquinamento, rifiuti e esportazione verso altri sistemi

Negli stessi anni H.T. Odum (e altri) propone di utilizzare l'emergia (solar energy joules) come unità di misura del metabolismo urbano. **"L'emergia può essere definita come l'energia solare totale equivalente che viene usata sia direttamente sia indirettamente per produrre beni o servizi."** (H.T.Odum, 1996, H.T. & E.C.Odum, 2000)

L'emergia misura in uno stesso contesto i valori sia delle risorse energetiche sia dei materiali, compresi i "servizi" procurati dall'ambiente naturale che non sono legati all'economia monetaria. Nonostante l'interesse del metodo le difficoltà di applicazione e di comprensibilità ne hanno frenato l'operatività

## Una definizione di metabolismo urbano

C. Kennedy and fellow researchers have produced a clear definition in the 2007 paper "The Changing Metabolism of Cities" claiming that urban metabolism is "the sum total of the technical and socio-economic process that occur in cities, resulting in growth, production of energy and elimination of waste".

**Lo studio del metabolismo urbano consente di quantificare gli Inputs, gli Outputs e l'accumulo di energia, acqua, nutrienti, materiali e rifiuti.**

**Il carattere olistico del metabolismo urbano permette di confrontare stadi diversi di sviluppo e assetti urbani alternativi. Costituisce quindi un potente strumento di valutazione e di supporto alle decisioni di piano.**

## Sustainable Urban Metabolism for Europe (SUME)



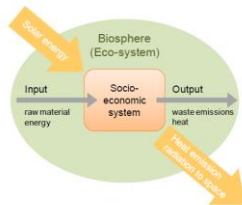
**SUME – Sustainable Urban Metabolism For Europe**



Area 6.2.1.5 – Urban development  
ENV.2007.2.1.5.1 – Urban metabolism and  
resource optimisation in the urban fabric  
Collaborative Research Project

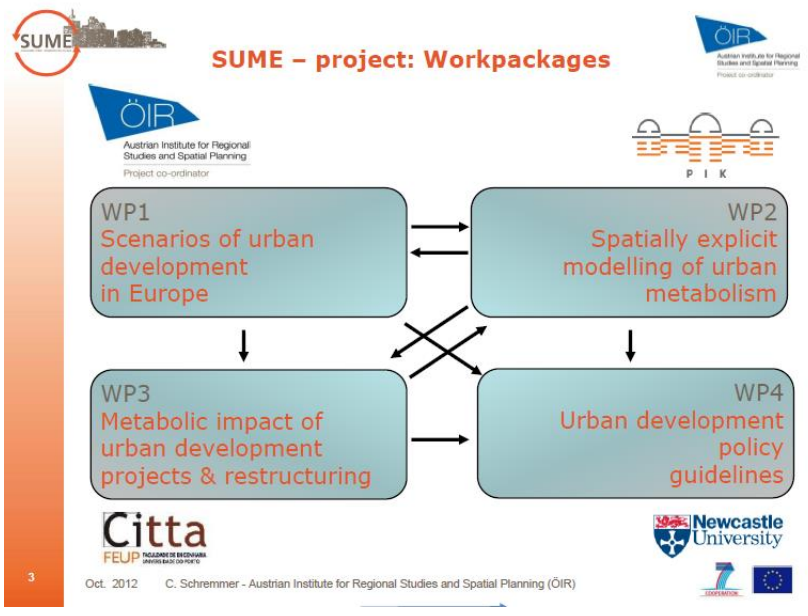
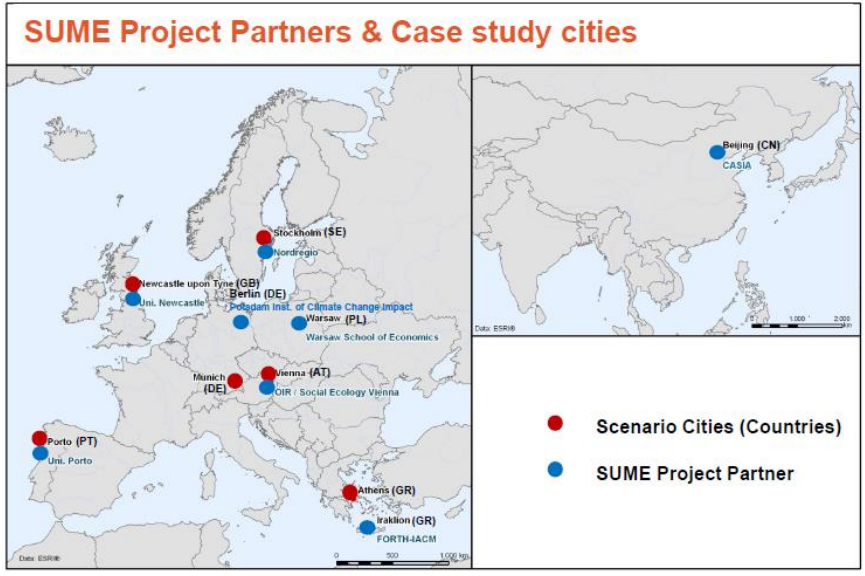
The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under grant agreement no. 212034.

Figure 1 Urban metabolism: the logic of resource flows



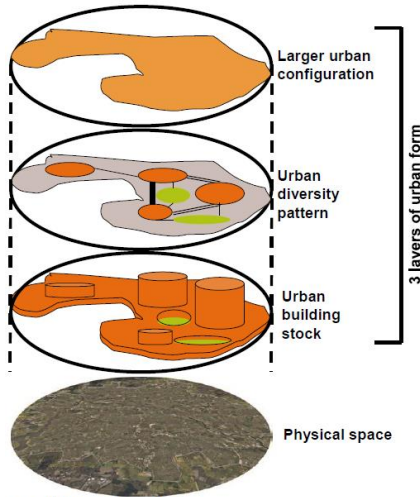
Source: Institute of Social Ecology (ISE), Vienna

**Il Progetto SUME introduce nella stima del metabolismo urbano il fattore spaziale alla scala urbana e alla scala di dettaglio. Analizza quindi le modalità e i criteri con i quali la pianificazione urbanistica può incidere sul metabolismo urbano. SUME approfondisce e valuta scenari al 2050 per 6 città: Atene, Oporto, Monaco, Newcastle, Stoccolma e Vienna.**



## SUME urban form.

Figure 34 The three layers of urban form for SUME



Source: OIR inspired by Robert A. Murie

L'attenzione della ricerca è centrata sulla pianificazione dello spazio fisico al fine di valutare la sua possibilità di influenzare le prestazioni del Metabolismo urbano cambiando i caratteri della forma urbana, ovvero prendendo in considerazione e combinando differenti componenti della forma urbana.

SUME assume come forma urbana l'integrazione dei 3 layers rappresentati nella figura e descritti nelle slides successive. I caratteri assunti da ciascun layer sono messi in relazione con tre componenti rilevanti per il metabolismo urbano:

- Il consumo di suolo
- Il consumo di energia
- Il consumo di materiali

## Layer 1: Larger urban configuration (LUC)

Questo Layer rappresenta una visione d'insieme dello spazio complessivo della città e delle sue espansioni. In termini italiani potremmo tradurre il termine con "area vasta". Le caratteristiche del LUC descrivono l'assetto spaziale dell'area urbana attraverso:



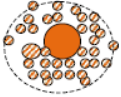

- L'ammontare di area costruita pro capite.
- La forma dell'area urbana (principalmente la sua forma geometrica e in particolare il grado di compattezza/frammentazione).
- Le distanze che devono essere superate all'interno dell'area urbana data la densità e la frammentazione del suo uso del suolo.

*Si assume che queste caratteristiche dell'uso del suolo abbiano effetti significativi sulla lunghezza dei viaggi all'interno del sistema urbano, sulle opzioni in materia di efficienza energetica dei trasporti e sul consumo di suolo.*

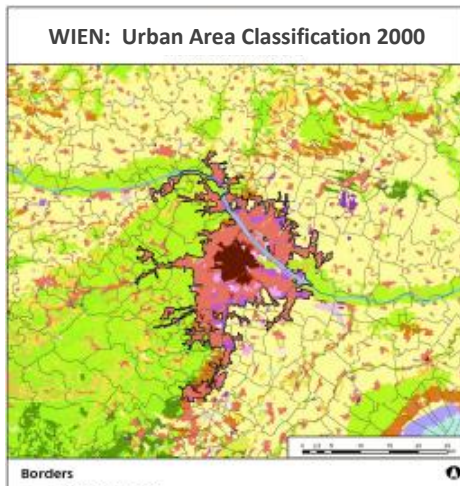


## LUC: compattezza della forma e densità

Table 6 **Shape/Density-Typology of Larger Urban Configurations (LUC)**

	fragmented LUC form	compact LUC form
<b>high (population) density</b>	linear development, relatively low space consumption 	dense settlement with distinct fringes, low space consumption 
<b>low (population) density</b>	disintegrated structure dispersed in space, high space consumption 	loose settlement with distinct fringes, relatively high space consumption 

Source: ÖIR



## Il confine urbano: Urban Morphological Zones (UMZ)

Una UMZ può essere definita come "un insieme di aree urbane collocate ad una distanza inferiore a 200 metri". Sono derivate da Corine Land Cover raggruppando le seguenti classi

- Core classes are:
  - 111 – Continuous urban fabric
  - 112 – Discontinuous urban fabric
  - 121 – Industrial or commercial units
  - 141 – Green urban areas
- 123 (Port areas), 124 (Airports) and 142 (Sport and leisure facilities), are also included if they are neighbours to the core classes or to one of them touching the core classes.
- 122 (Road and rail networks) and 511 (Water courses), when neighbours to the enlarged core classes, cut by 300 m buffer.
- Forests & scrubs (311,312,313,322,323,324), when they are completely within the core classes.

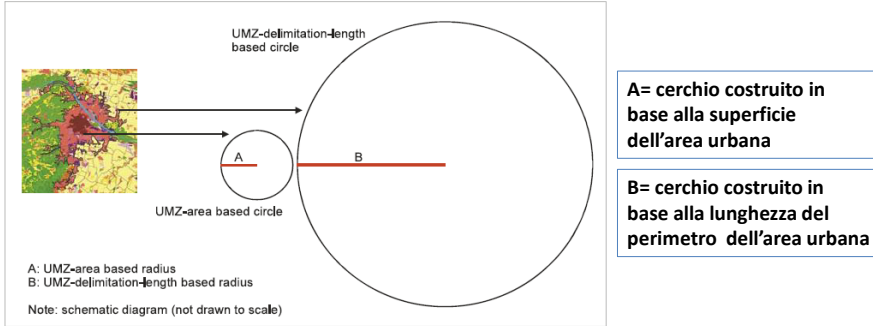
**CORINE Land Cover Classification**

Continuous urban fabric	Non-irrigated arable land	Broad-leaved forest	Glaciers
Discontinuous urban fabric	Permanently irrigated land	Coniferous forest	Inland marshes
Industrial or commercial units	Rice fields	Mixed forest	Peat bogs
Road and rail networks	Vineyards	Natural grasslands	Salt marshes
Port areas	Fruit trees, berry plantations	Moors and heathland	Salines
Airports	Olive groves	Sclerophyllous vegetation	Intertidal flats
Mineral extraction sites	Pastures	Transitional woodland-shrub	Water courses
Dump sites	Animal crops	Beaches, dunes, sands	Water bodies
Construction sites	Complex cultivation patterns	Bare rocks	Coastal lagoons
Green urban areas	Land princ. occ. by agriculture	Sparsely vegetated areas	Ettuaries
Sport and leisure facilities	Agro-forestry areas	Burnt areas	Sea and ocean



## Misurare la forma urbana: un indice di frammentazione

Figure 38 Schematic diagram on fragmentation index calculation



Source: ÓIR

*Più il rapporto tra le due grandezze è vicino all'unità più la città è compatta.*

## Altre possibili misure della compattezza

$$C = \frac{4A}{DP}$$

**C = Compattezza**

**A= area**

**D= diametro**

**P= perimetro**

**La massima compattezza è la forma circolare**

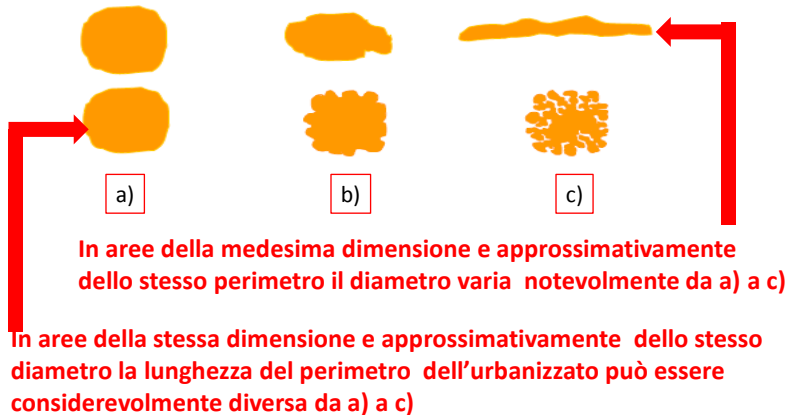
$$C = \frac{4\pi r^2}{2r \cdot 2\pi r} = 1$$

Table 2. Examples of compactness values for different geometric shapes

Shape	Area (A)	Diameter (D)	Perimeter (P)	Compactness (C)=4A/DP
Radius R	$\pi R^2$	2R	2πR	1.00
Each radius 1/2R	$\pi R^2$	4R	4πR	0.25
	$\pi R^2$	4R	4πR	0.25
Side length X	$X^2$	1.41X	4X	0.71
Length 5X	$5X^2$	5.1X	12X	0.327
	$5X^2$	3.61X	12X	0.462
	$5X^2$	3.16X	12X	0.527
	$5X^2$	4.24X	20X	0.236

Fonte: SOLUTION Urban Pattern Specification 2010

## Es: Compattezza



Fonte: SOLUTION *Urban Pattern Specification 2010*

(a)		Spinal – everything is close to the public transport route.
(b)		Also spinal – everything is still close to a public transport route.
(c)		A bit less spinal – more of the urban area is not so close to the public transport routes.
(d)		Less spinal – more of the urban area is not so close to the public transport routes.
(e)		Not very spinal – a large proportion of the urban area is remote from public transport
(f)		Not spinal – a very large proportion of the urban area is remote from public transport (even though the built up area itself is linear)
(g)		Least spinal – the urban areas are detached from the public transport spine

## Es.:Spinality

Misura l'estensione in cui un'area urbana è allineata lungo direttrici strategiche di trasporto (pubblico). Una maggiore dimensione dell'indicatore denota una maggiore accessibilità. Sussiste un possibile conflitto tra compattezza e spinality.

## Possibili misure di “spinality”

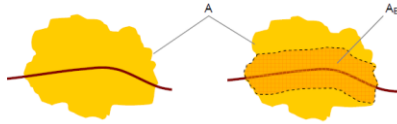


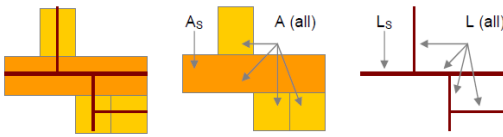
Figure 32. Spinality captured by the Buffer ratio (or B-ratio) – see Equation 7.

$$S_B = \frac{A_B}{A}$$

$S_B$  = Spinality (Buffer ratio or B-ratio)

$A_B$  = Area of buffer

$A$  = Total area



$$S_A = \frac{L_S}{L}$$

$S_A$  = Spinality

$L_S$  = Lunghezza direttrici strategiche

$L$  = Lunghezza totale strade

Fonte: SOLUTION *Urban Pattern Specification 2010*

## Frammentazione/compattezza *versus* metabolismo

Table 7 **Impacts of larger urban configuration types on urban metabolism dimensions**

Type of LUC	Assumed impacts on urban metabolism dimensions		
	land consumption	energy consumption	material consumption
High density, compact structure	Low	Low	Low
High density, fragmented structure	Medium	Medium	Medium
Low density, compact structure	High	Medium	High
Low density, fragmented structure	High	High	High

## Layer 2: Urban diversity pattern

Questo Layer descrive la distribuzione della popolazione e delle funzioni economiche pubbliche e private nell'ambito urbano, considerando la loro dispersione o concentrazione spaziale.

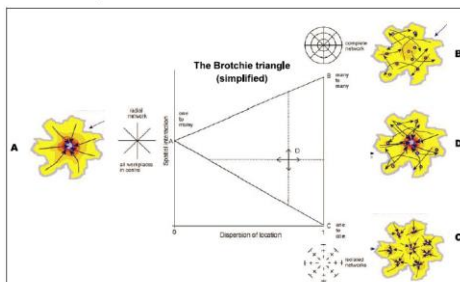
I cosiddetti "modelli di diversità" possono essere interpretati come differenti ideal-tipi di regione urbana:

- Regione urbana con un centro forte (monocentrica, con una alta quota di posti di lavoro localizzati nel centro principale)
- Regione urbana organizzata in forma policentrica (con una alta quota di posti di lavoro localizzati in sub-centri o lungo direttrici forti di trasporto)
- Regione urbana priva di centri significativi (posti di lavoro dispersi in tutta l'area)

*I modelli di organizzazione urbana sono importanti specialmente per stimare le opzioni economicamente ragionevoli in fatto di modi di trasporto sostenibili nell'ambito urbano. L'esistenza di centri o di assi ad alta densità di popolazione configura migliori condizioni per il trasporto pubblico data la quantità elevata di persone che vivono o lavorano in prossimità delle fermate (accessibilità). Il Layer 2 non si occupa della densità urbana complessiva (come il Layer 1), ma si occupa esplicitamente della distribuzione, nello spazio dell'intero LUC, delle densità e delle funzioni.*

## Ideal-tipi di struttura urbana

Figure 49 Urban diversity patterns: Bertaud's "urban structures" within the Brotchie-triangle



OR on basis of Bertaud (2006) and Brotchie (1984).

Il triangolo di Brotchie consente di collocare la città considerata sui due assi della "Interazione spaziale" e della "Dispersione spaziale". Ne deriva una maggiore o minore intensità e lunghezza degli spostamenti necessari per la vita quotidiana

- (1) In cities of type **A** workplaces concentrate in the central district and the employees pour into the city on radial lines (many to one relations).
- (2) In cities of type **B** the workplaces are as equally distributed as the residential locations and residents choose their workplaces randomly – at least independent from the distance to their homes (many to many relations).
- (3) The distribution of workplaces in cities of type **C** is equal to the distribution in type B. However residents work at locations in their neighbourhood and travel distances between housing and working are low (one to one relation).
- (4) As in practice no city is on par with these extreme types, but will rather show tendencies of one type or the other, type **D** represents a realistic combination of features; any city analysed can be located within the Brotchie Triangle, as in a portfolio-approach.

## Tipologia urbana *versus* metabolismo

Table 8 **Impacts of urban diversity patterns on urban metabolism dimensions**

Type of urban diversity pattern	Impacts on urban metabolism dimensions		
	land consumption	energy consumption	material consumption
<b>Monocentric model</b>	<i>Not assessed for this layer of urban form (see: layer LUC)</i>	Medium	<i>Not assessed for this layer of urban form (see: layer LUC)</i>
<b>Polycentric model</b>		High	
<b>Urban village model</b>		Low	
<b>Composite model</b>		High – Medium- Low	

### Layer 3: Urban building stock

Questo Layer è basato sulla struttura del costruito e rappresenta perciò il livello di analisi di maggiore dettaglio. Lo stock degli edifici nella regione urbana è descritto in termini di tipologia e di età. Le caratteristiche dello stock coprono tutte le dimensioni metaboliche rilevanti in modo abbastanza concreto e pratico.

**La tipologia degli edifici offre informazioni circa:**

- La specifica domanda di energia per il riscaldamento, data la connessione tra l'involucro edilizio e i pavimenti, che determina perdite di energia, specie negli edifici vecchi
- La domanda di materiali per la costruzione e la manutenzione
- La domanda di materiali da costruzione per infrastrutture (strade, condotte, ecc.) nell'area circostante gli edifici ad esse allacciati.

**L'età degli edifici offre una triplice informazione:**

- In primo luogo dà indicazioni sugli standard tecnici dell'edificio soprattutto riguardo alla domanda di energia (per il riscaldamento occorre considerare l'andamento del rinnovamento termico degli edifici)
- In secondo luogo dà indicazioni sui materiali usati nella costruzione (sussistono diversi standard nei diversi periodi)
- In terzo luogo dà indicazioni circa il ciclo di vita dell'edificio e la probabilità di demolizione o di rinnovo (definisce la distribuzione nel tempo della manutenzione straordinaria e il tasso di trasformazione del patrimonio edificato)

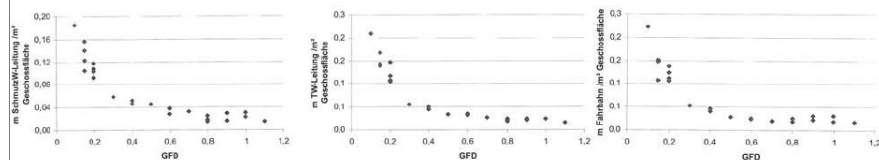
## Effetti della tipologia dell'edificato

Table 9 **Land consumption for housing per building type (m<sup>2</sup>)**

	detached single family house (type 1)	compact family houses, e.g. row/terraced houses (type 2)	multi unit residential buildings, apartment blocks (type 3)
gross building land/accommodation unit	800	370	150
net building land/accommodation unit	700	320	140
net building land/m <sup>2</sup> usable floor space	5.4	3.2	1.1

Source: Tappeiner et.al, 2002

Figure 75 **Length of linear technical infrastructure in dependency of residential building types (floor space index) – sewage infrastructure, fresh water pipe and road**



Note: "GFD" – floor space index; "m Schmutzwasser-Leitung/m<sup>2</sup> Geschossfläche" – m sewerage infrastructure per m<sup>2</sup> usable floor space; "m TW-Leitung/m<sup>2</sup> Geschossfläche" – m fresh water pipe per m<sup>2</sup> usable floor space; "m Fahrbahn/m<sup>2</sup> Geschossfläche" – m road per m<sup>2</sup> usable floor space  
source: Siedentop et.al, 2006

## Tipologia dell'edificato *versus* metabolismo

Table 13 **Impacts of types of urban building stock on urban metabolism dimensions**

Types of the urban building stock	land consumption	energy consumption	material consumption
single family houses built until 1945	High	High	High
single family houses built 1945 –1980	High	High	High
single family houses built 1980 –2005	High	Medium	Medium
single family houses built after 2005	High	Low	Medium
semi-detached and terraced houses built until 1945	Medium	High	High
semi-detached and terraced houses built 1945 –1980	Medium	High	Medium
semi-detached and terraced houses built 1980 –2005	Medium	Medium	Low
semi-detached and terraced houses built after 2005	Medium	Low	Low
multifamily/apartment houses built until 1945	Low	High	High
multifamily/apartment houses built 1945 –1980	Low	High	Medium
multifamily/apartment houses built 1980 –2005	Low	Medium	Low
multifamily/apartment houses built after 2005	Low	Low	Low

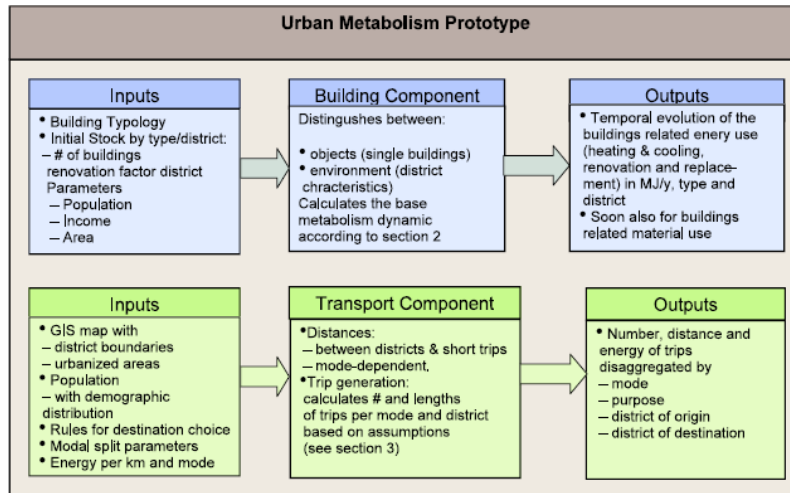
Table 1 **Metabolic impact matrix: Statements on the impacts of urban form on “urban metabolism dimensions”**

Layer of urban form	Urban form attributes	impacts on urban metabolism dimensions		
		land consumption	energy consumption	material consumption
<b>Layer 1: Larger urban configuration</b>	built up land per capita fragmentation index of built areas distance index within LUC	Statement 1.1. Land consumption is a function of urban densities Statement 1.2. The fragmentation of the larger urban configuration has environmental effects on landscape enclosed by built up land	Statement 1.3. Transport distances within LUC are influenced by the density and the degree of fragmentation	Statement 1.4. There is a negative correlation between the density and a positive correlation between the degree of fragmentation and the (length related) material mass needed for technical infrastructures.
<b>Layer 2: Urban diversity pattern</b>	distribution of functions (density patterns of population and jobs)	<i>No major relevance</i>	Statement 2.1. The provision of energy efficient public transport depends on the concentration of functions in centres (jobs) and on high population densities (in residential areas). Statement 2.2. Extreme dispersal of economic functions causes long transport distances Statement 2.3. Within a short range, a polycentric distribution of functions favours walking/cycling modes of transport	<i>No major relevance</i>
<b>Layer 3: Urban building stock</b>	building types (single family to multi-storey housing) building age	Statement 3.1. Land consumption for buildings, roads and technical infrastructures is exponentially related to the types of (residential) buildings.	Statement 3.2. The specific energy demand for heating (kWh/m <sup>2</sup> /a) depends on building types Statement 3.3. The specific energy demand for heating (kWh/m <sup>2</sup> /a) depends on building ages	Statement 3.4. The specific material demand (per m <sup>2</sup> ) for building and technical infrastructures depends on different building types (single family/multi-storey houses, etc.) Statement 3.5. The material demand for the (re)construction of buildings (maintenance, demolition and reconstruction) is determined by the age of the buildings.

Source: WP 1

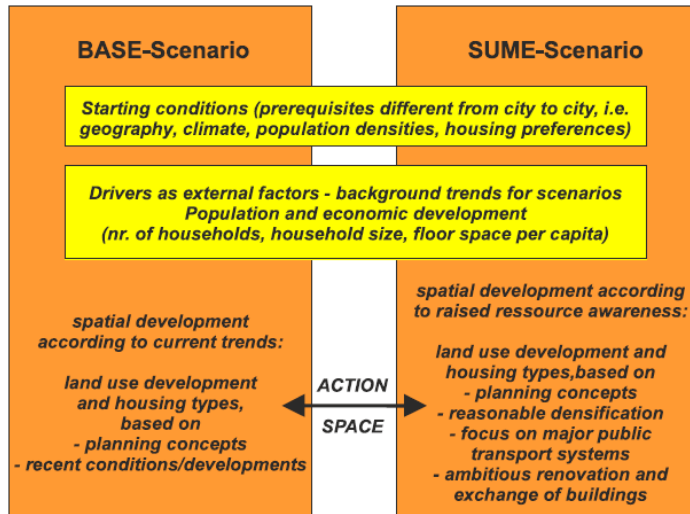
## Schema del modello stock and flows per l'edificato e i trasporti

Figure 1: Schematic of the spatially explicit stocks and flows model building and transportation components





## Scenario tendenziale e scenario SUME: impostazione logica e principi



### 4 principi chiave per un metabolismo efficiente, da usare in combinazione tra loro

#### Principio 1: Densificazione spazialmente concentrata

Promuovere standard minimi di densità nei nuovi quartieri e nella ristrutturazione di quartieri esistenti a bassa densità nelle aree con un trasporto pubblico attrattivo e di alto livello.

#### Principio 2: Sviluppo urbano a densità elevata solo con accesso a servizi di trasporto pubblico di qualità elevata

Concentrare gli sviluppi urbani ad alta densità (soprattutto in termini di posti di lavoro e funzioni di servizio) esclusivamente in aree vicine a reti di trasporto pubblico

#### Principio 3: Mix di funzioni nei quartieri urbani

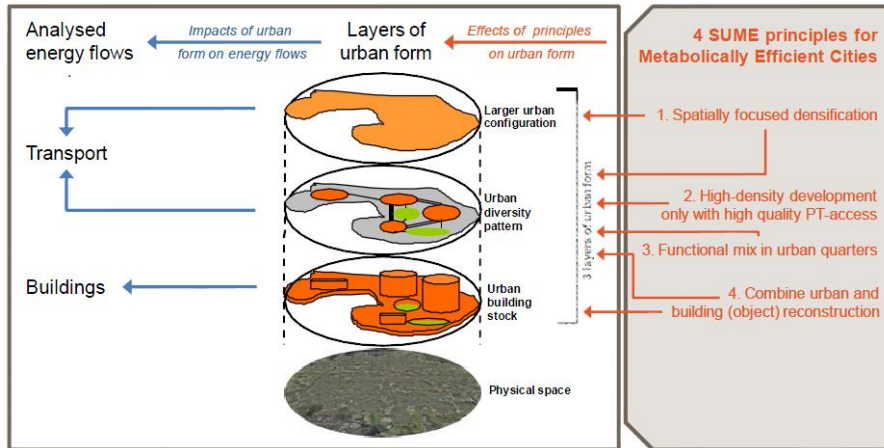
Provvedere mix di funzioni (ad esempio residenze, posti di lavoro e servizi) in stretta prossimità tra di loro a livello locale

#### Principio 4: Tenere insieme la ristrutturazione dello spazio urbano e quella degli edifici

Migliorare le prestazioni termiche degli edifici e farne occasione per migliorare la qualità dello spazio urbano dei quartieri

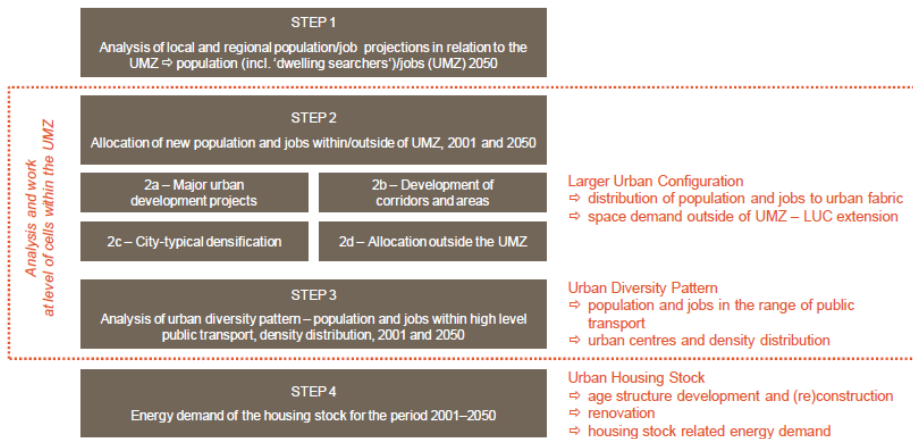
## Relazioni tra i 4 principi e la forma urbana

Figure 4 **Interrelation between urban form, 'SUME principles' and energy flows**



## Metodologia di costruzione degli scenari

Figure 27 **Working steps for BASE and SUME scenarios**



Source: SUME Working Paper 1.2 (2011)

## Criteria di miglioramento della forma urbana secondo i 4 Principi SUME applicati nella costruzione degli scenari al 2050

Layers of urban form	Impacts of urban form on energy flows	Improvement of urban form according to the 'four SUME principles' (4 SPs)
Larger urban configuration (LUC)	Densities, spatial configuration (compact vs. scattered) and the orientation towards public transport systems affects travel distances and the mode of transport ( $\Rightarrow$ impact on transport energy)	Minimum density standards for any new quarter and redevelopment of existing low-density quarters in areas with attractive, high-level public transport (SP 1)
Urban diversity pattern (UDP)	The spatial distribution of functions (residential, jobs, services), densities and the specific spatial allocation affects travel distances and public transport accessibility ( $\Rightarrow$ impact on transport energy)	Improving existing urban diversity patterns by: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimum density standards for any new quarter and redevelopment of existing low-density quarters in areas with attractive, high-level public transport (SP 1)</li> <li>- Focusing new high-density developments exclusively in areas close to public transport networks (SP 2)</li> <li>- Providing a mix of functions in close proximity to each other at the local level (SP 3)</li> <li>- Improving the thermal quality of buildings and using the opportunity to improve the spatial qualities of urban quarters (SP 4)</li> </ul>
Urban building stock	The thermal quality of the urban building stock (depending on the quality and size of the building envelope related to floor space) is the critical factor for energy needed for heating and cooling ( $\Rightarrow$ impact on energy for buildings)	Improving the thermal quality of buildings and using the opportunity to improve the spatial qualities of urban quarters (SP 4)

Source: SUME Working Paper 1.1 (2009)

## Risultati: il caso di Vienna

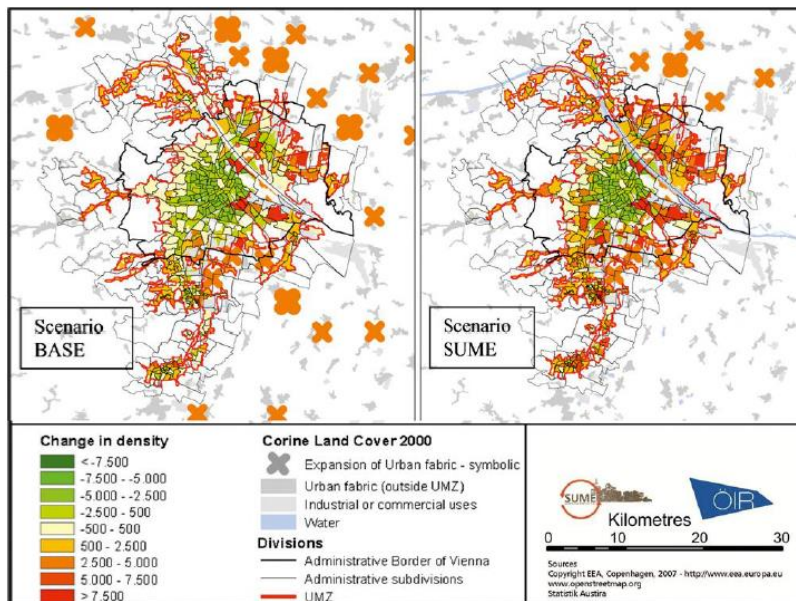


Fig. 4: Population and workplace density in Vienna, Change between situation 2001 and BASE/SUME scenario 2050

## Risultati: una consistente diminuzione della domanda di energia per il riscaldamento domestico e i trasporti

### Metabolic modelling results:

#### Per capita energy demand for heating and transport in four cities (UMZs)

	Vienna <sup>UMZ</sup>	Stockholm <sup>UMZ</sup>	Oporto <sup>UMZ</sup>	Newcastle <sup>UMZ</sup>
<b>Per capita energy demand for space heating in 2050 (GJ p. a.)</b>				
2001	42,8	57,0	22,8	50,6
BASE scenario	16,1	18,0	9,9	18,3
SUME scenario	9,2	11,1	8,8	9,8
SUME vs. BASE (abs.)	-6,9	-6,9	-1,1	-8,6
<b>SUME vs. BASE (%)</b>	<b>-42,7%</b>	<b>-38,1%</b>	<b>-11,1%</b>	<b>-46,8%</b>
<b>Per capita energy demand for transport in 2050 (GJ p. a.)</b>				
2001	11,2	15,3	17,8	13,3
BASE scenario	5,6	7,3	5,1	4,0
SUME scenario	3,9	5,7	4,9	3,5
SUME vs. BASE (abs.)	-1,7	-1,6	-0,2	-0,4
<b>SUME vs. BASE (%)</b>	<b>-30,0%</b>	<b>-21,8%</b>	<b>-4,9%</b>	<b>-10,7%</b>

Source: SUME Working Paper 2.3 (2011)

## Risultati: una drastica riduzione del consumo di suolo

Table 4 **Spatial development scenarios – urban land take**

	Vienna <sup>UMZ</sup>	Stockholm <sup>UMZ</sup>	Oporto <sup>UMZ</sup>	Newcastle <sup>UMZ</sup>
<b>Population growth outside UMZ</b>				
BASE scenario	526.000	481.000	0	67.000
SUME scenario	172.000	247.000	0	0
<b>SUME vs. BASE</b>	<b>-354.000</b>	<b>-234.000</b>	<b>0</b>	<b>-67.000</b>
<b>Urban fabric expansion outside UMZ in km<sup>2</sup></b>				
BASE scenario	171	155	0	15
SUME scenario	45	65	0	0
<b>SUME vs. BASE</b>	<b>-126</b>	<b>-90</b>	<b>0</b>	<b>-15</b>
<b>Urban fabric expansion 2050 outside UMZ in % of urban fabric 2001</b>				
BASE scenario	55%	47%	0%	7%
SUME scenario	14%	20%	0%	0%
<b>Urban fabric expansion 2050 outside UMZ, in %</b>				
<b>SUME vs. BASE</b>	<b>-74%</b>	<b>-58%</b>	<b>0%</b>	<b>-100%</b>

Source: SUME Working Paper 1.2 (2011)

## Strumenti di piano: definire standard minimi di densità

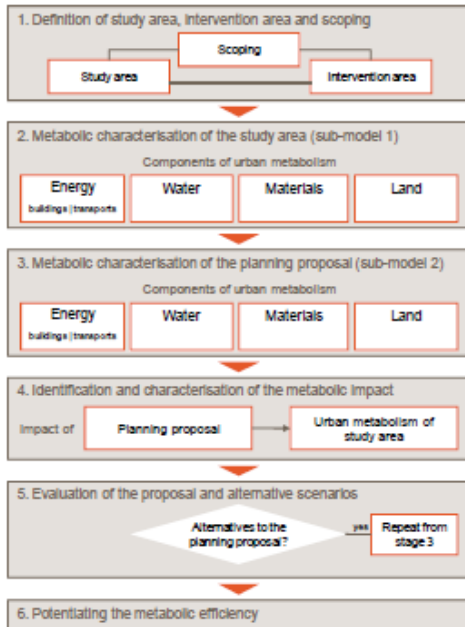
Figure 5 Minimum density standards and compact urban form – illustration of the appropriate SUME scenario density (Principle 1)



Tra i due estremi del grattacielo e della copertura estensiva del suolo con edifici bassi sussistono altre alternative di urbanizzazione di pari densità, ma di qualità urbana assai più elevata.

Source: Andrew Wright Associates, in CPRE 2006

Figure 19 MIA's framework



Source: SUME Working Paper 3.2 (2011)

## Metabolism impact Assessment (MIA)

SUME propone un interessante strumento per la valutazione degli effetti sul metabolismo urbano di progetti anche alla scala di dettaglio: il MIA. In ognuna delle 4 città il MIA è applicato ad uno specifico progetto significativo.

## Differenze tra E.I.A. (VIA) e M.I.A.

MIA	EIA
The study area is not defined by total intervention area of the urban project under analysis, instead coincides with the city or metropolis boundaries for which the urban metabolic model is available	The geographical scale of the study area tends to be predefined by the characteristics of the project under analysis and may vary slightly in accordance to the environmental component under consideration (watershed, airshed, etc)
Application to specific Plans and Projects. It can also be applied to Policies and Programmes, however this application will be more complex and demanding	EIA – Projects SEA – Policies, Programmes, Plans
The environment is dealt with in an integrated way (notion of metabolism)	The environment tends to be artificially fragmented into several components
The evaluation rationale is provided by the city or metropolis territory	The evaluation is structured around the object of assessment
Evaluation can be ex-ante and ex-post and is better suited to short-term analysis	Evaluation can adopt longer time frameworks but is essentially an ex-ante exercise
It is unlikely to ever have a specific legal or regulatory support, but it can be informally articulated with the planning process	Has a specific legal basis and is usually integrated in the development control process (according to specific screening procedures)

## Ulteriori ricerche comunitarie per migliorare l'efficacia della pianificazione urbanistica verso la sostenibilità



**Il programma di ricerca comunitaria SOLUTION, riprende la tradizione di studio della forma urbana della scuola britannica di physical planning.**

**La ricerca esplora, in contesti territoriali diversi, esiti e costi di politiche alternative di sviluppo urbano capaci di:**

- **minimizzare la domanda di energia e il consumo di combustibili fossili, compresa la necessità di trasporti motorizzati ;**
- **utilizzare modi di trasporto ambientalmente favorevoli, come piedi e biciclette , che contribuiscono anche a migliorare la salute e la coesione sociale,**
- **servire tutti gli utilizzatori, compresi coloro che non usano o non possono usare l'automobile**



**1. Introduction**  
 The EU-funded project BRIDGE was launched in 2008 with the aim of linking bio-physical sciences with urban planning, to provide the means to quantitatively assess components of urban metabolism in an attempt to promote sustainable planning. One of the goals of the project is to develop a set of sustainability objectives and indicators for 3 European cities (Figure 1). In addition, a Decision Support System (DSS) will be designed. The DSS will be used to assess planning alternatives within the case studies, and will be made available to planners once the project is completed. BRIDGE adopts a Community of Practice (CoP) approach, whereby stakeholders are involved from an early stage to establish key sustainability issues and validate the project's achievements.

**2. Research Specifications & Approach**  
 BRIDGE focuses on energy and material flows in the urban system. It evaluates the exchange and transformation of energy, water, carbon and pollutants (urban metabolism components) for a given urban structure at the local level.

**3. Work Packages and the Role of TCD**  
 The research is composed of 9 interlinked Work Packages (WPs) as illustrated in Figure 3. Trinity College Dublin (TCD) is responsible for WPs 1-4, the development of sustainability objectives, targets and indicators, as well as the identification of potential environmental and socio-economic impacts of the planning alternatives in each of the case studies.

**4. Developing Sustainability Objectives & Indicators**  
 The identification of sustainability objectives is based on the planning priorities and challenges identified during the relevant CoP meetings (by answering questions such as: What are the socio-economic drivers in the city? What are the environmental challenges they pose?). The final selection is based on current sustainable urban planning principles and on their relevance with regards to the scope of BRIDGE. Consequently, the indicators that would allow monitoring of sustainability achievements are established. The final set of indicators will be robust, spatially-specific, relevant and timely, ensuring it is:  
 • Critical for decision-making (i.e. addresses core issues);  
 • Linked to sustainable planning (i.e. the domain of interest); and  
 • Can be monitored (i.e. DSS compatible (measured on a regular basis)).  
 Each case study will choose a maximum of 10 indicators to enable monitoring of urban metabolism in their specific city (Table 1). BRIDGE will develop a combined list of indicators from all the case studies.

Further information can be found at: [www.bridge-fp7.eu](http://www.bridge-fp7.eu) or contacting Ainhoa Gonzalez at [agonzal@tcd.ie](mailto:agonzal@tcd.ie)

**Segue Ulteriori ricerche comunitarie per migliorare l'efficacia della pianificazione urbanistica verso la sostenibilità**

**Bridge: strumenti (DSS) per indirizzare i Piani urbanistici verso la sostenibilità**

**Bridge**

**BRIDGE DSS : A Multi Criteria Decision Making Approach**

**End users involvement**  
 The BRIDGE project has used input from end users on their needs and requirements in the design of the DSS. Communities of Practice (CoP) were organized to bridge the gap between researchers and urban planners. Ten CoP meetings were organized in Athens, Firenze, Gliwice, Helsinki and London to identify the key planning issues, generic and city-specific objectives and indicators to be used for the assessment of planning alternatives.

**The DSS: BRIDGE's main innovation**  
 The innovation of BRIDGE is the development of a Decision Support System (DSS), which can assist urban planners in decision-making. The DSS provides a structured presentation of planning alternatives and the tools to evaluate them on the basis of environmental impacts of energy, water, carbon and air pollutants flows.

**Physical models and an evaluation module**  
 The cascade modelling approach within BRIDGE integrates different types of models from large to local scale:  
 > Regional climate model and meteorological models  
 > Urban canopy models to estimate heat island effect, inhabitants comfort, and building energy indexes  
 > Air quality models and hydrological models  
 > Computational fluid dynamics  
 > Land use dynamics cellular automata to determine the spatial distribution of an aggregate land use demand

**5 Case study cities**  
 Athens: Municipality of Egaleo (Western part of Athens). Five main road axes divide the area in four quarters.  
 Firenze: Cascin's park: a strong cultural heritage with expected modifications.  
 Gliwice: A satellite city with an old central town and residential districts around.  
 Helsinki: with focus on Kumpula and Viikki. Heterogeneous area consisting of buildings, paved areas and vegetation, and different wind directions.  
 London: Central Activity Zone (CAZ), including the Central Business Area, the commercial centre, and three major parks.

**Decision making steps for end users**  
 As an interactive tool, the BRIDGE DSS asks end users to provide information and to analyse results at some steps. The figures 1 to 5 below explain these steps.  
 Once city databases are set (figure 1), end users select and weigh indicators from the DSS set according to sustainability considerations in each city (figure 2).  
 End users then provide planning alternatives (figure 3) while the DSS presents modified land-use arrangements. The physical models and evaluation module (figure 4) enable end users to assess and rank alternatives (figure 5) according to defined objectives. Eventually end users can perform sensitivity analyses by changing indicators' weights.

**Figure 1: Helsinki land use map, top and socio-economic data (bottom)**

**Figure 2: Extract from indicators table**

Indicator	Weight
Environmental	2.000
Economic	2.000
Social	2.000

**Figure 3: Planning alternatives (examples)**

**Figure 4: Comparison of PM10 concentration fields for baseline (top) and planning alternative (bottom)**

**Figure 5: Star diagram (top) and final score (bottom)**

Alternative	Total Performance Score
Alternative 1	0.649587
Alternative 2	0.648882
Alternative 3	0.647764