Metodi e strumenti per il conseguimento dell'autosostenibilità energetica locale:

•Valutazione/ valorizzazione del potenziale energetico rinnovabile locale

•Analisi /rimodulazione dei consumi energetici dell'ambiente costruito.

Unità di Ricerca:
Tecnologie innovative per la qualità e sostenibilità dell'ambiente costruito.
Gianni Scudo, Matteo Clementi
Tecnologie innovative per la gestione dell'energia nelle costruzioni .
Paola Caputo
Dipartimento B.E.S.T – Politecnico di Milano

Obiettivo

Il dipartimento BEST mette a disposizione del gruppo di lavoro le proprie competenze nell'ambito energetico confrontandosi nello specifico con la problematica della **valutazione e valorizzazione del potenziale energetico rinnovabile locale e dell'analisi e rimodulazione dei consumi energetici dell'ambiente costruito.**

La problematica del sostentamento energetico è affrontata presentando ed implementando metodologie e strumenti di supporto all'analisi dell'offerta rinnovabile locale e alla riduzione della domanda energetica dell'ambiente costruito.

Risultati Attesi

I lavoro mira alla costruzione di un pacchetto di strumenti di supporto alla definizione di scenari di sostenibilità energetica alla scala locale, estraendo e raccogliendo in un corpo unico metodologie e strumenti sperimentati in studi e ricerche svolte o tuttora in atto.

Descrizione delle attività

1 - Individuazione di metodologie e strumenti d'analisi da casi studio, lavori già svolti o in atto, significativi ai fini della ricerca:

- **Strumenti di supporto alla progettazione sostenibile nel comune di Albairate (Parco Agricolo Sud Milano).**
- **Utilizzo dei sistemi informativi territoriali per l'analisi sistematica del fabbisogno energetico dell'edificato esistente e la definizione di scenari di riduzione delle emissioni di CO_2 nel comune di Albosaggia, Valtellina, svolta in collaborazione con il dipartimento DIAP, e finanziata da Regione Lombardia.**
- **Strumenti per la pianificazione energetica territoriale basata sulle fonti energetiche rinnovabili locali, sperimentati nella pianificazione energetica in insediamenti urbani (Huai Rou, Cina).**

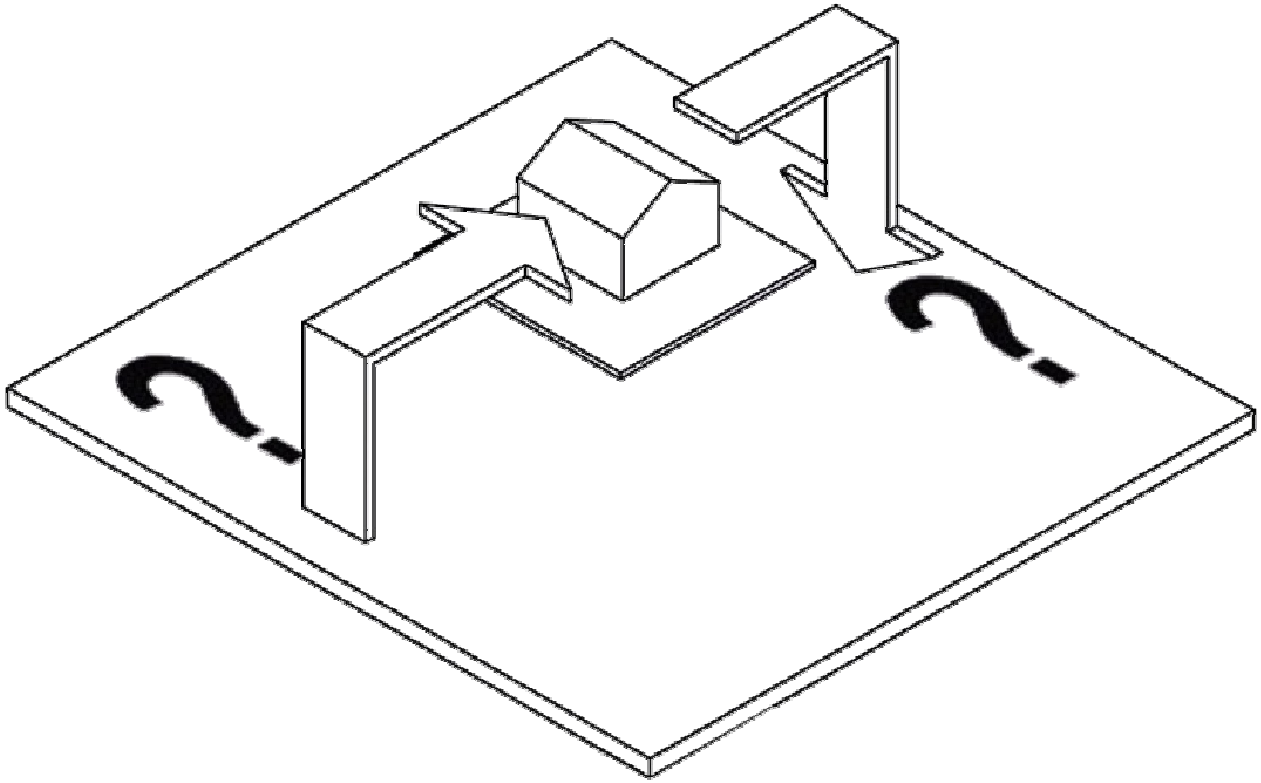
2 - Condivisione delle informazioni raccolte nei seminari con gli altri membri del gruppo di ricerca dai quali potrà emergere una più puntuale definizione degli obiettivi e degli strumenti che il gruppo BEST intende perseguire.

3 - Individuazione di casi selezionati dal gruppo di ricerca nei quali testare le metodologie sopra accennate, in particolare sottolineando le interazioni tra le aree disciplinari che si interessano di "tecnologie appropriate al pieno utilizzo di fonti energetiche rinnovabili" e le discipline territoriali.

Progettare per la sostenibilità globale e l'autosostenibilità energetica locale implica due specifiche attenzioni:

•Quantificare e localizzare i flussi di prelievo e di emissione di materia ed energia**.**

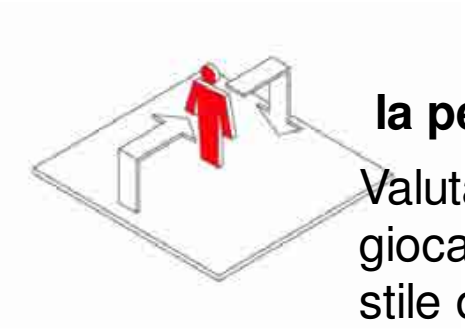
• Definirne i limiti di riferimento, sulla base delle risorse disponibili localmente e globalmente.



Quantificare le dinamiche coinvolte e stabilire dei limiti di riferimento mette in gioco due attori fondamentali : **la persona e il territorio locale.**

•**la persona**
costituisce l'unità funzionale di riferimento per poter valutare la sostenibilità globale di una scelta di progetto, le risorse naturali globali sono limitate, di conseguenza garantire i diritti di accesso al capitale naturale delle generazioni future comporta di fatto, garantire un equo accesso alle stesse da parte della popolazione attuale.

•**il territorio**
costituisce vincolo e risorsa, stabilisce i limiti legati al metabolismo degli ecosistemi locali, e costituisce risorse attraverso il proprio potenziale energetico locale.



la persona

Valutare la sostenibilità del progetto implica, capire che ruolo lo stesso gioca all'interno degli impatti delle categorie di consumo relative allo stile di vita della persona, e comprendere qual'è il contributo delle scelte prese sulla riduzione degli impatti attivati dall'individuo.

utente

- **Abitazione**
- **Alimentazione**
- **Trasporti**
- **Servizi**
- **altri consumi**

Benchmarking alla scala globale

GWP100 = 1.000-2000 kg CO2 eq pro-capite

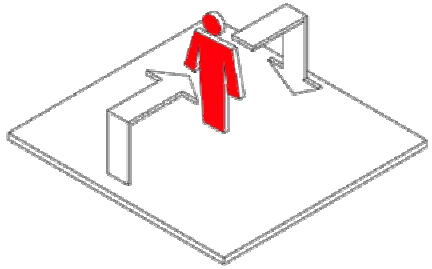
NRE + RE = 63000MJ eq pro-capite (2000W Society Program)*

Impronta Ecologica = 1,8 gha pro-capite

*Semadeni M. et al.,*Steps Towards a 2000 Watt-Society , 2002.*

http://efficientpowersupplies.epri.com/pages/Steps_towards_a_2000_WattSociety.pdf

strategie per il progetto



- Chiudere tutti i cicli tecnici

- Aumentare l'efficienza energetica del sistema locale

- Utilizzare il potenziale energetico rinnovabile disponibile localmente

- Rimodulare le dinamiche economiche attivate dallo stile di vita degli abitanti verso attività basate sull'uso delle risorse rinnovabili disponibili sul territorio. Ovvero aumentare la resilienza del sistema locale.

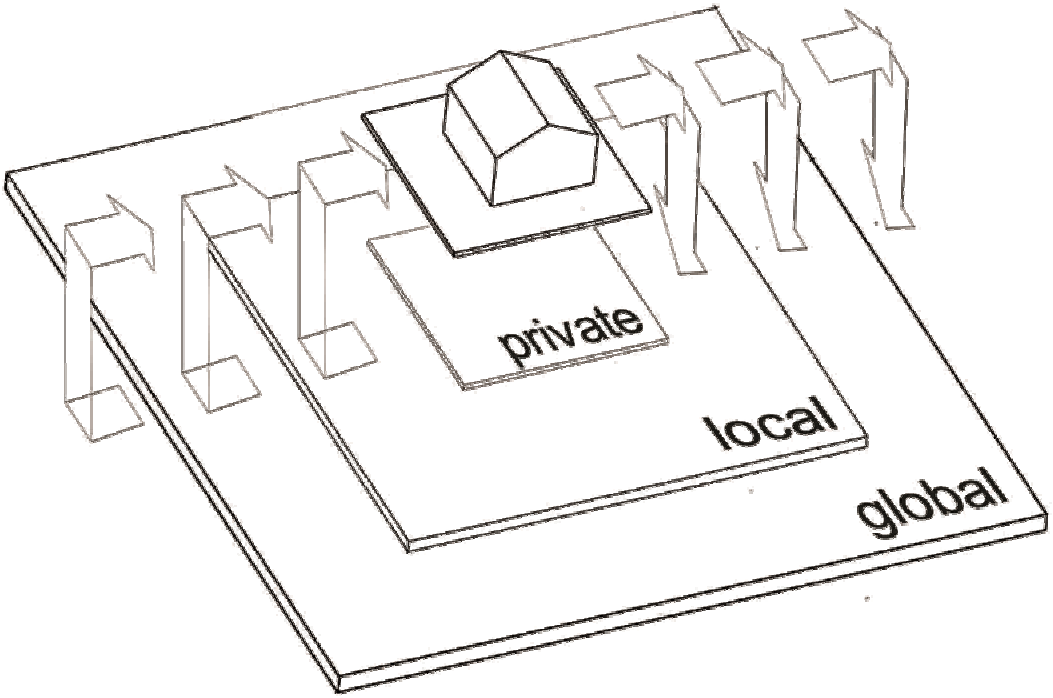
Una metodologia di valutazione delle strategie di progetto

ELaR (Eco-dynamic Land Register)

E' un database georeferenziato fondato sulla struttura geometrica del catasto terreni.

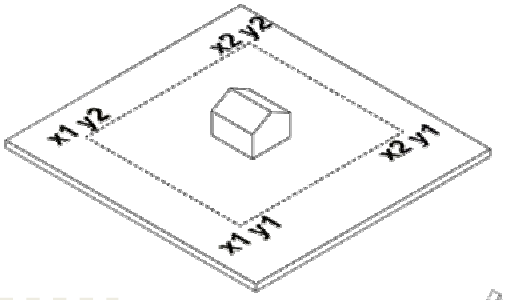
Finalità

Stimare i flussi di ingresso e di uscita relativi all'attività ospitata nella singola particella terreni e metterli in relazione con gli attribuiti eco-dinamici dell'area locale (le categorie approfondite allo stato attuale sono l'abitazione e marginalmente l'alimentazione).

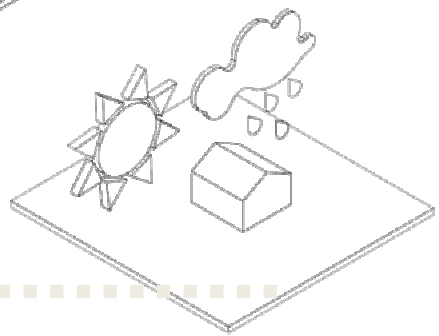


ELaR

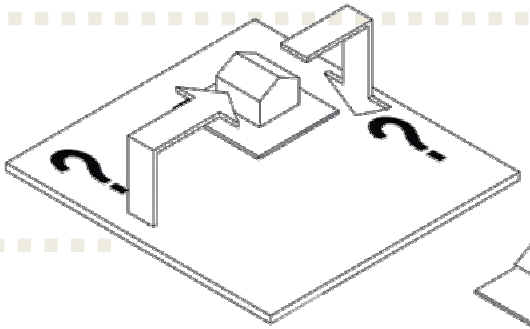
Associare alle particelle del catasto terreni informazioni georeferenziate sulle entrate e sulle uscite, relative all'attività ospitata consente di:



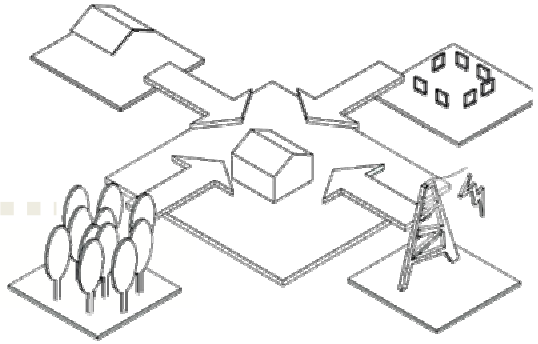
Mettere le basi per effettuare bilanci territoriale di energia e materia



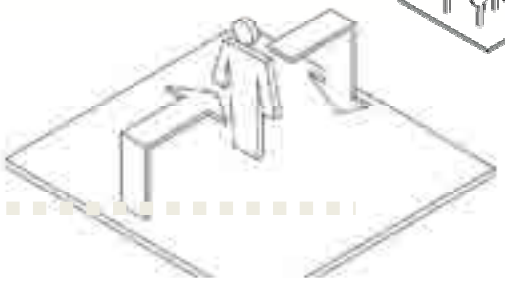
Sensibilizzare l'utenza (abitante, associazioni di abitanti, progettista, amministratore locale) sul potenziale rinnovabile che interessa i rispettivi ambiti territoriali di riferimento



Ridurre la domando di energia e materia favorendo interventi di riqualificazione energetica dell'edificato esistente



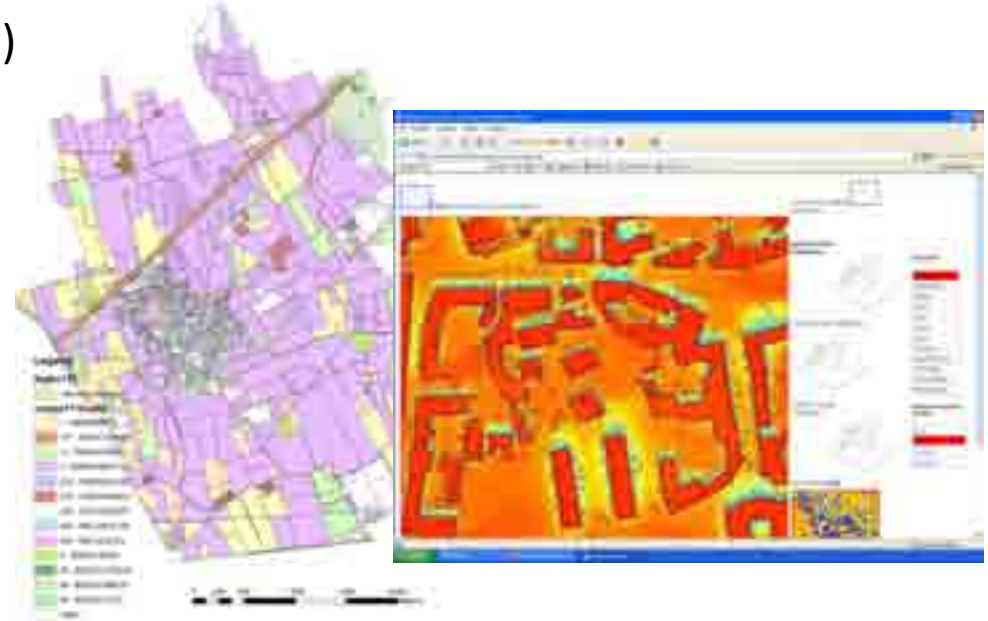
Favorire la chiusura dei cicli tecnici alla scala locale, rendendo visibili le uscite dalle altre particelle terreni



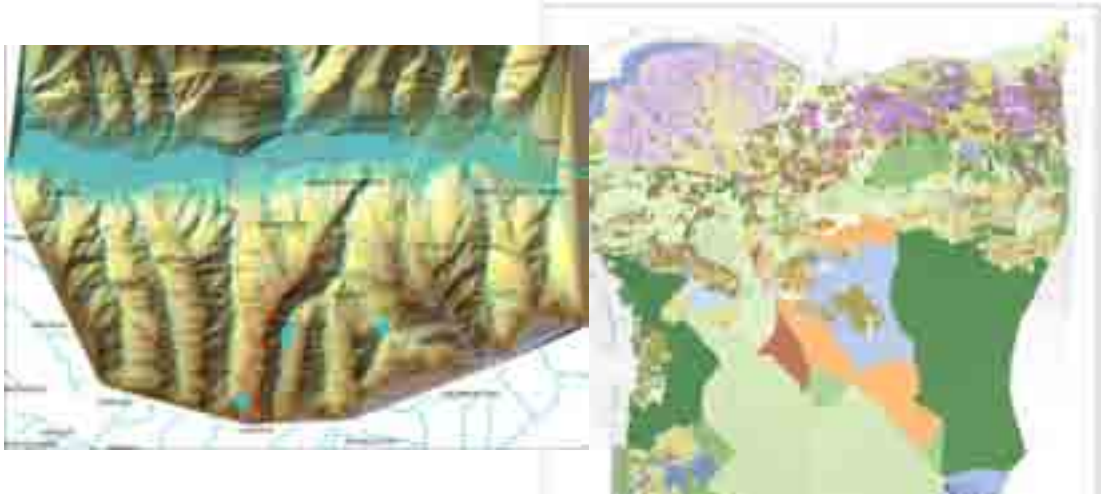
Quantificare gli impatti relativi alle scelte di progetto nei termini degli impatti procapite consendo di effettuare una valutaizone quantitativa della sostenibilità ambientale ed economica (geografie degli impatti)

Casi studio

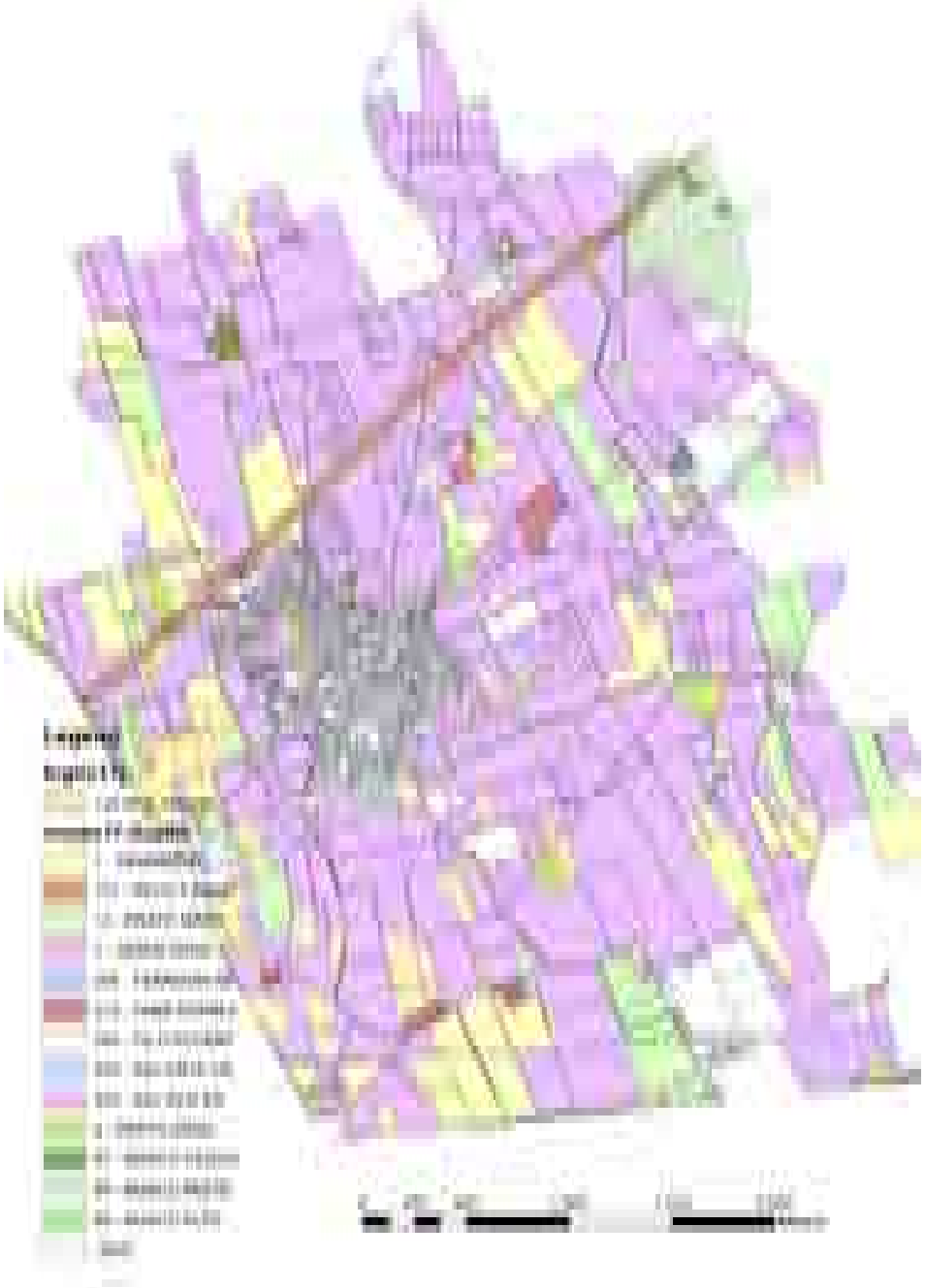
•Strumenti di supporto alla progettazione sostenibile nel comune di Albairate (Parco Agricolo Sud Milano)



•Scenari di riduzione delle emissioni di CO_2 nel comune di Albosaggia (Sondrio)



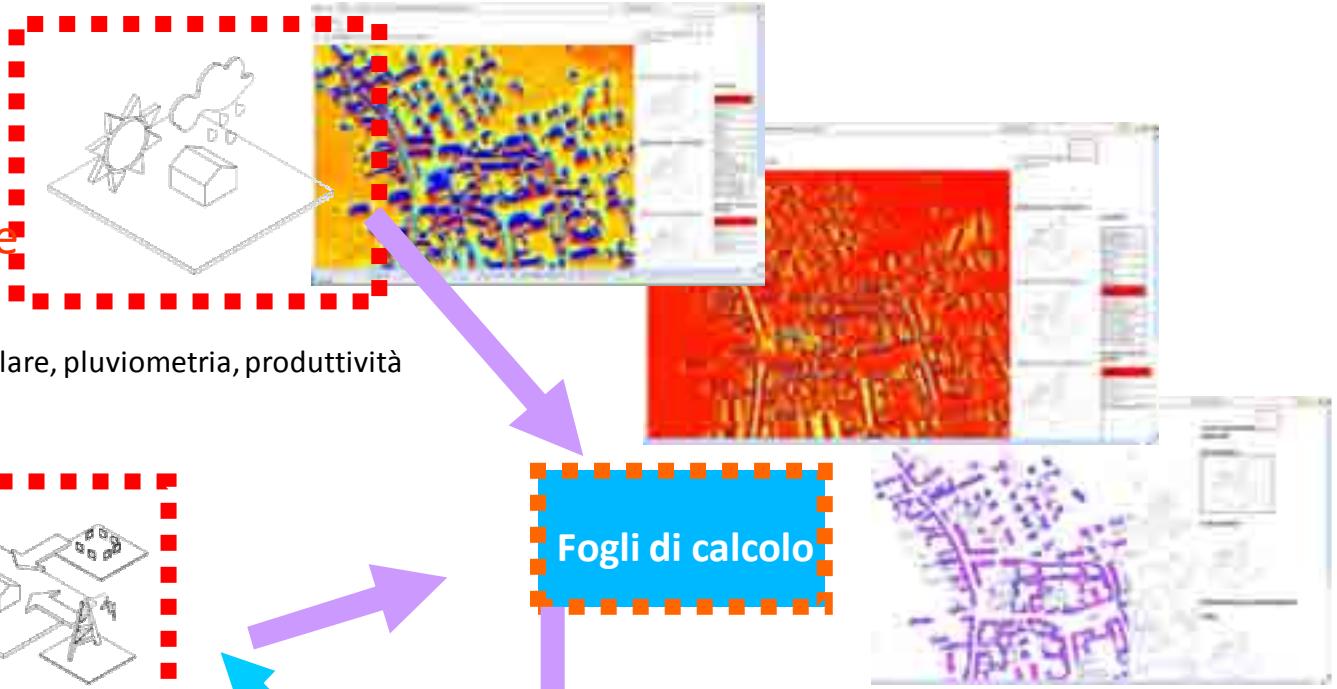
Comune di Albairate - Milano



ELaR - Albairate

Mappe tematiche

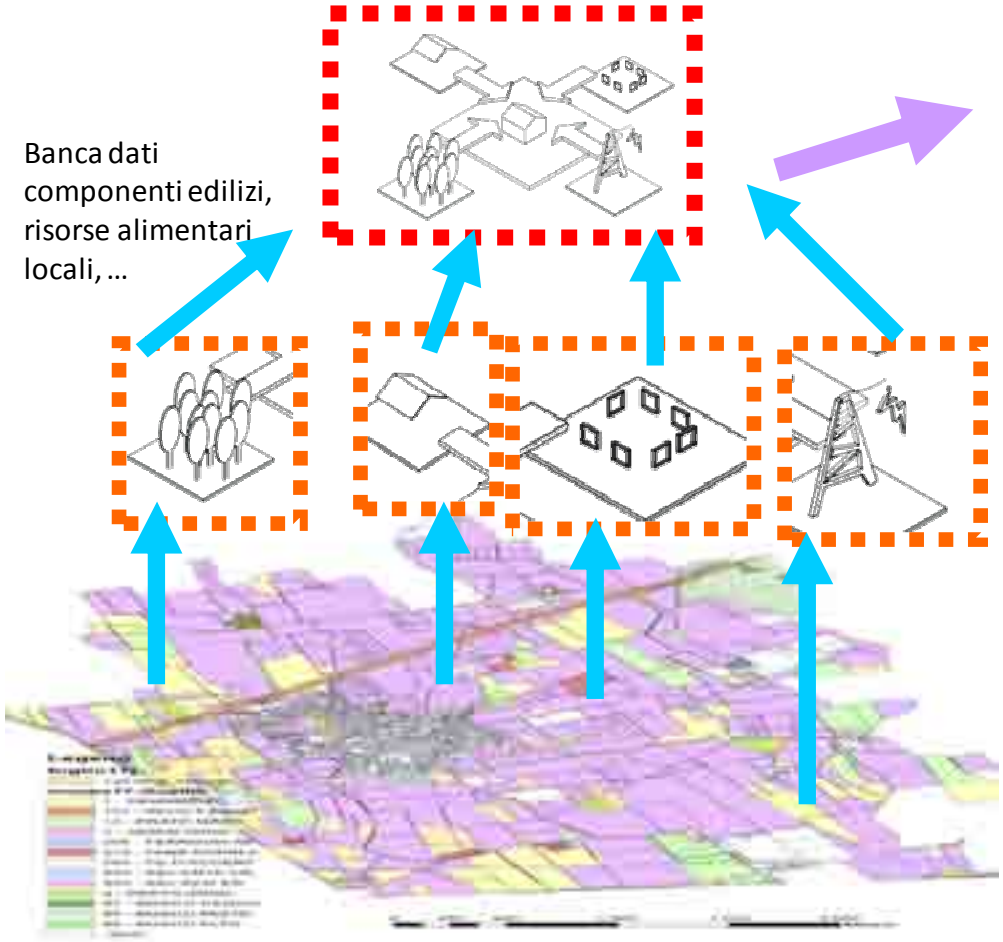
GIS on-line



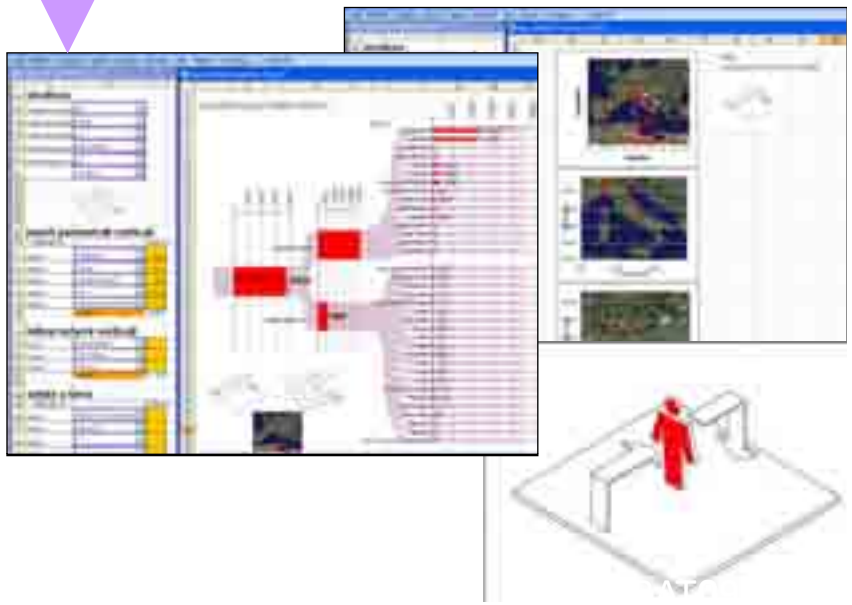
Offerta rinnovabile locale (radiazione solare, pluviometria, produttività biomassa)

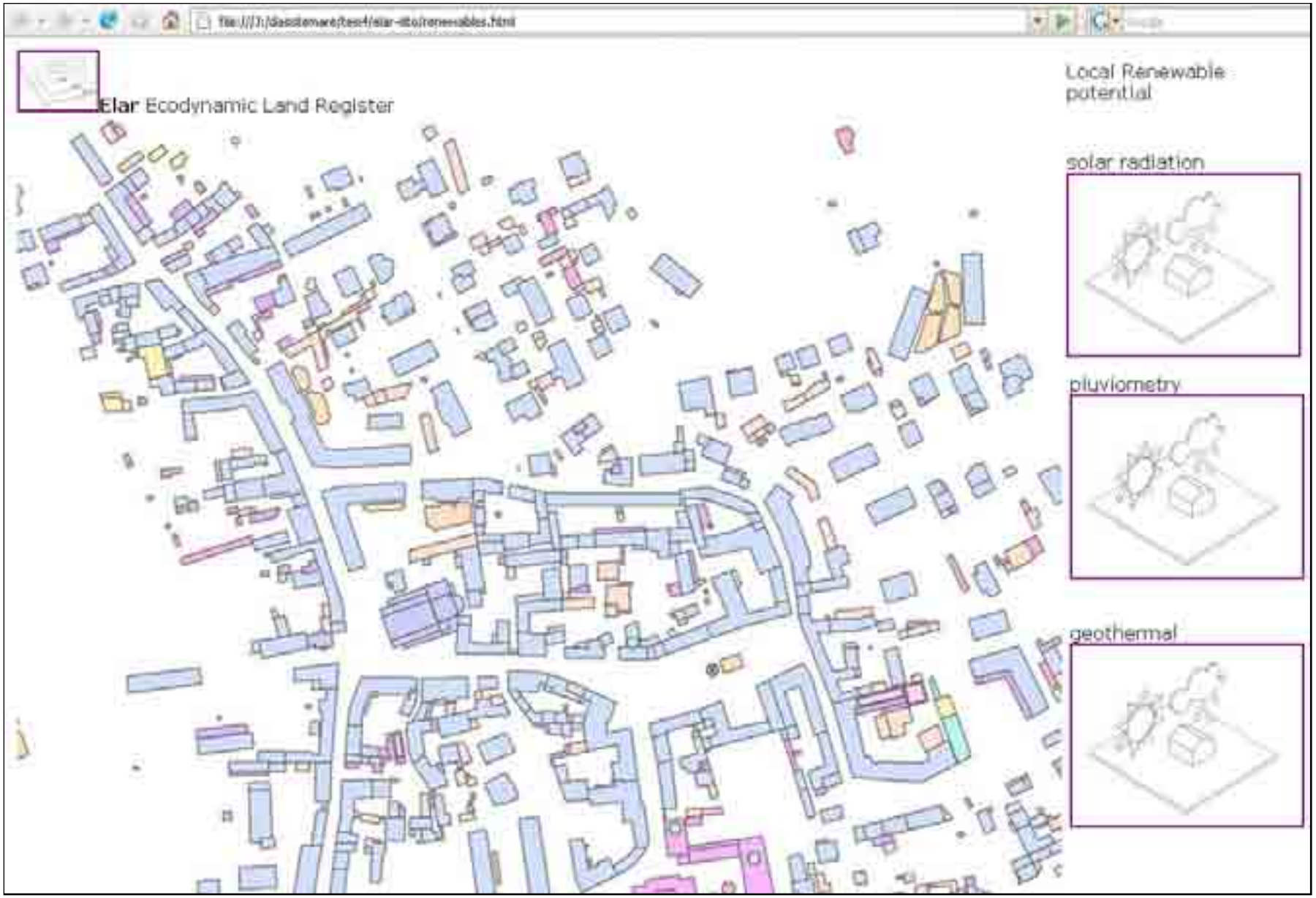
Fogli di calcolo

Banca dati componenti edilizi, risorse alimentari locali, …



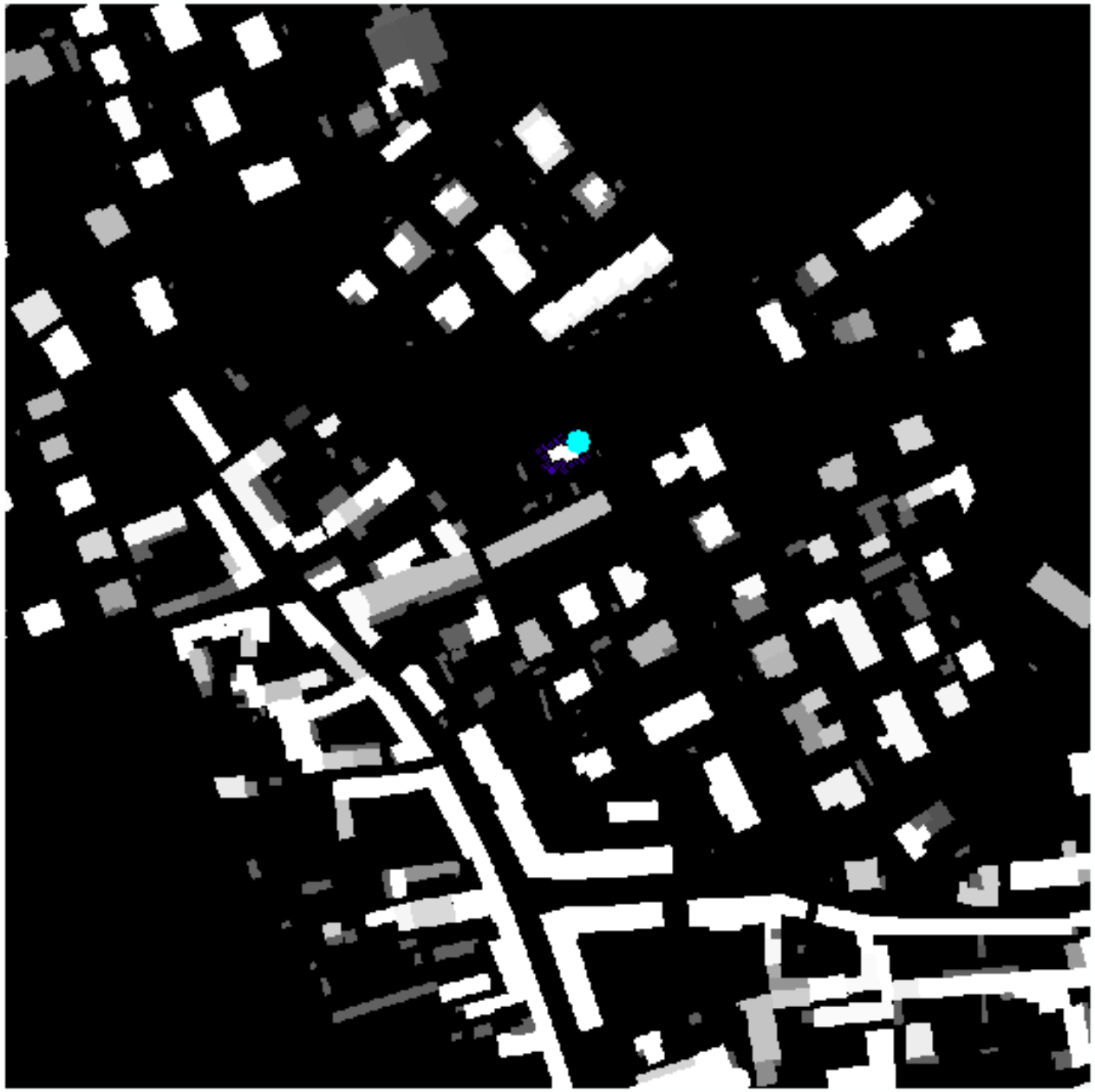
Stima del bilancio locale, e degli impatti pro capite

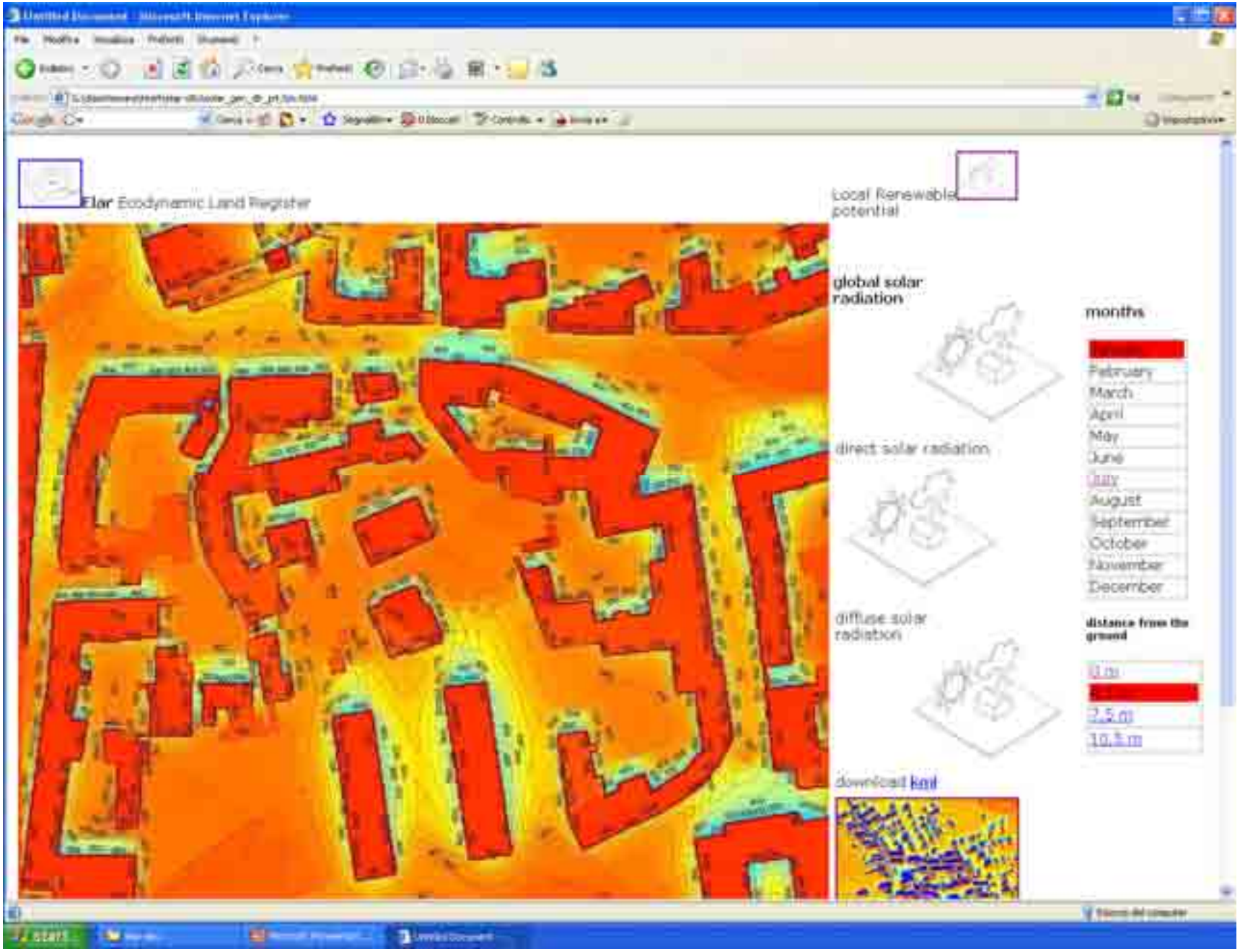


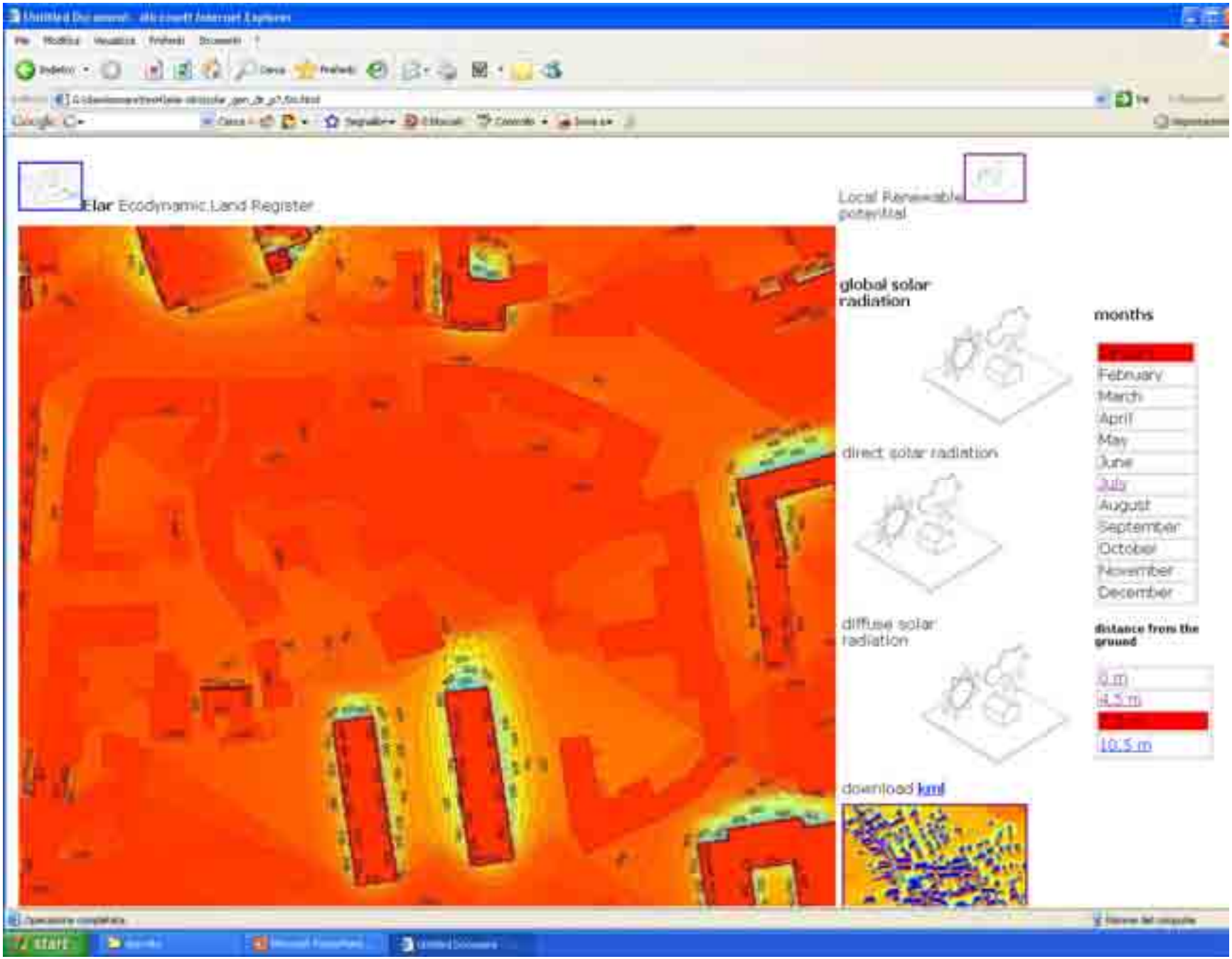

Elar Ecodynamic Land Register
Local Renewable potential
solar radiation
pluviometry
geothermal

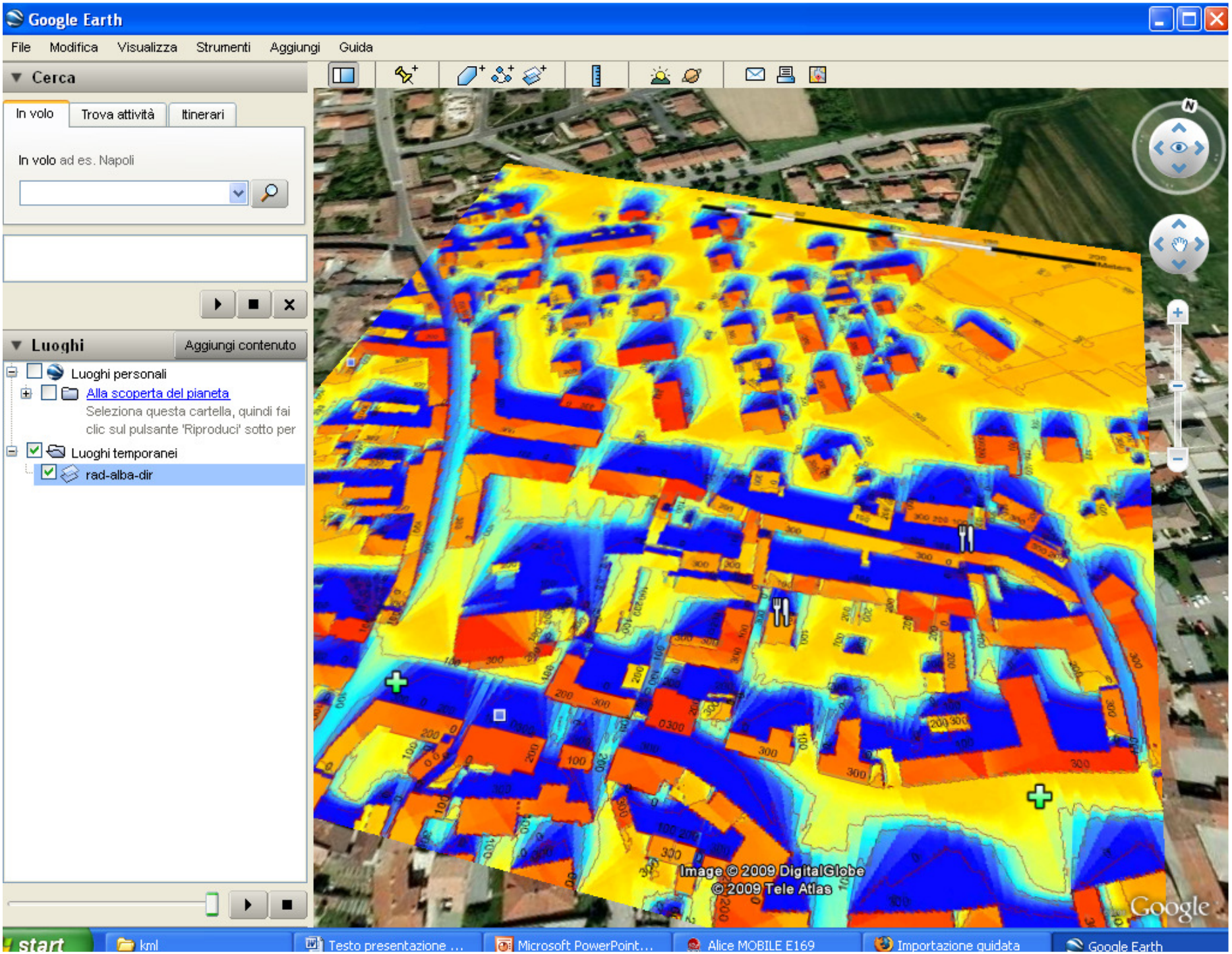
DEM (digital elevation model) del edificato di Albairate, provincia di Milano

1pixel=0,5m




Elar Ecodynamic Land Register
Local Renewable potential
global solar radiation
direct solar radiation
diffuse solar radiation
download kml
months
February
March
April
May
June
July
August
September
October
November
December
distance from the ground
0 m
2.5 m
10.5 m


Elar Ecodynamic Land Register
Local Renewable potential
global solar radiation
direct solar radiation
diffuse solar radiation
download kml
months
February
March
April
May
June
July
August
September
October
November
December
distance from the ground
0 m
4.5 m
10.5 m


Google Earth
File Modifica Visualizza Strumenti Aggiungi Guida
Cerca
In volo
Trova attività
Itinerari
In volo ad es. Napoli
Luoghi
Aggiungi contenuto
Luoghi personali
Alla scoperta del pianeta
Seleziona questa cartella, quindi fai clic sul pulsante 'Riproduci' sotto per
Luoghi temporanei
rad-alba-dir
Image © 2009 DigitalGlobe
© 2009 Tele Atlas
Google
start
kml
Testo presentazione ...
Microsoft PowerPoint...
Alice MOBILE E169
Importazione guidata
Google Earth

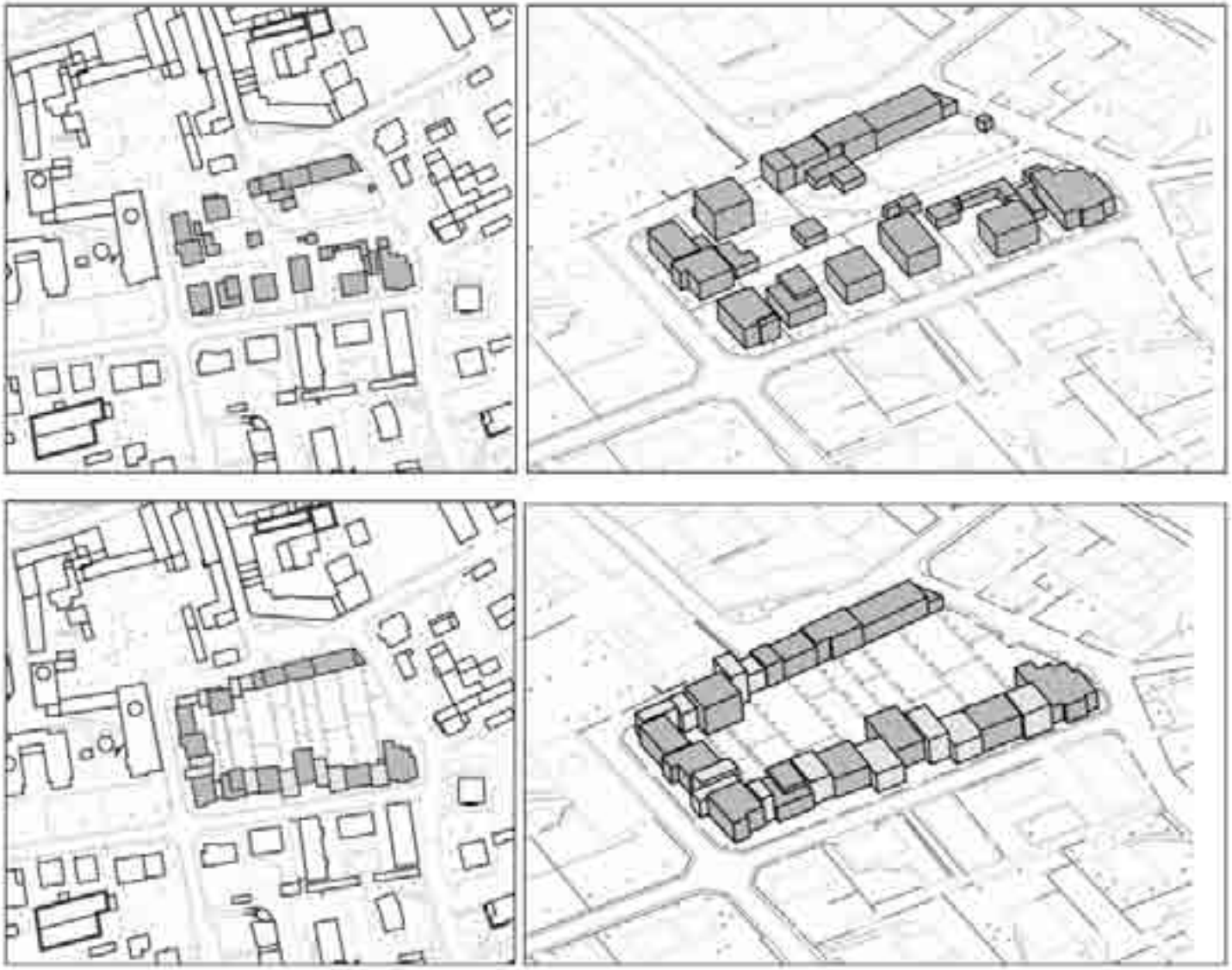


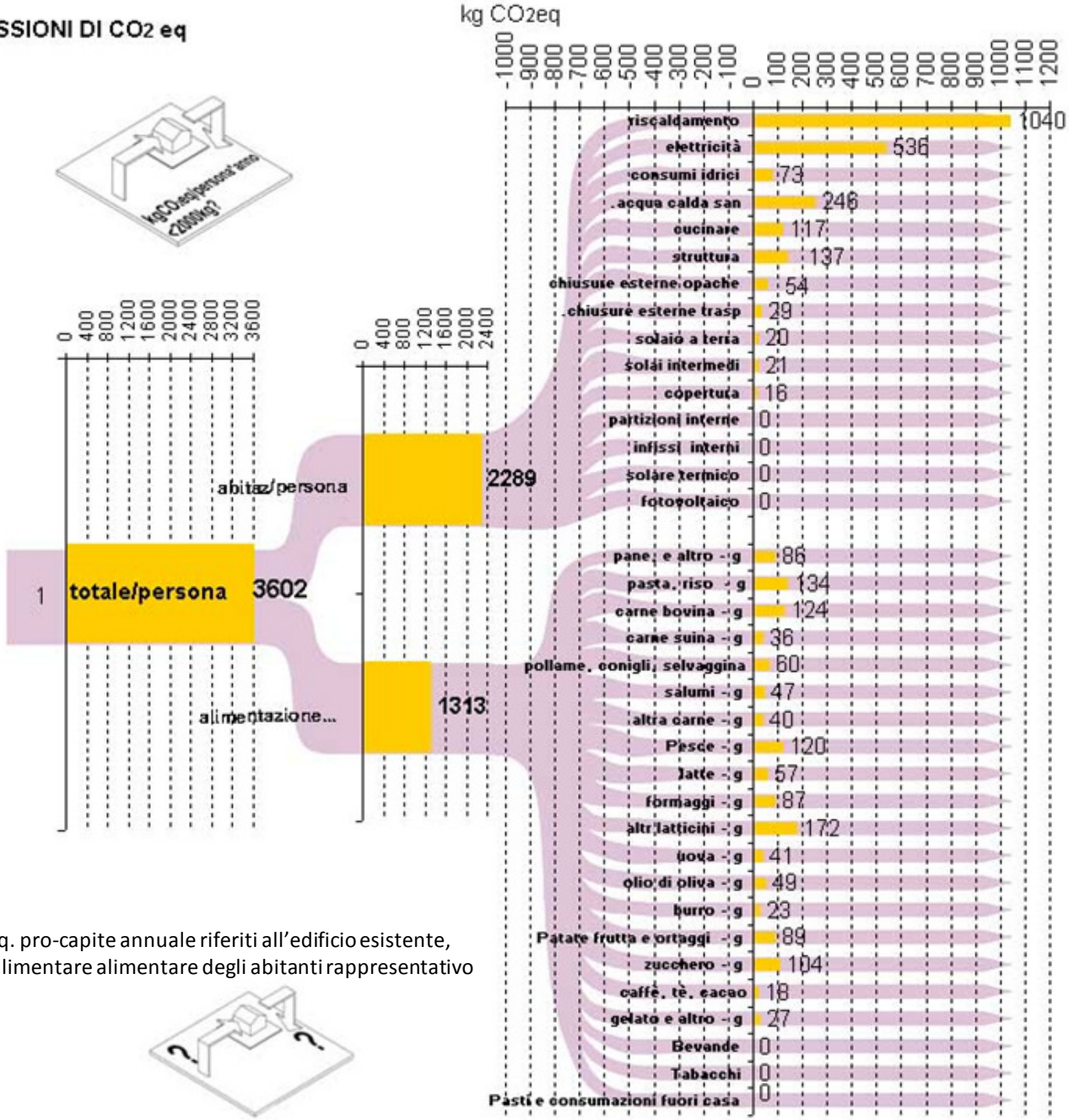
Fig.2. Piante e viste assonometriche del lotto oggetto dell'ipotesi d'intervento. In alto la situazione attuale, in basso l'ipotesi di ampliamento volumetrico.

M.Clementi, V. Dessì, M. Lavagna, La Rivoluzione Sostenibile, Maggioli Editrice, 2009

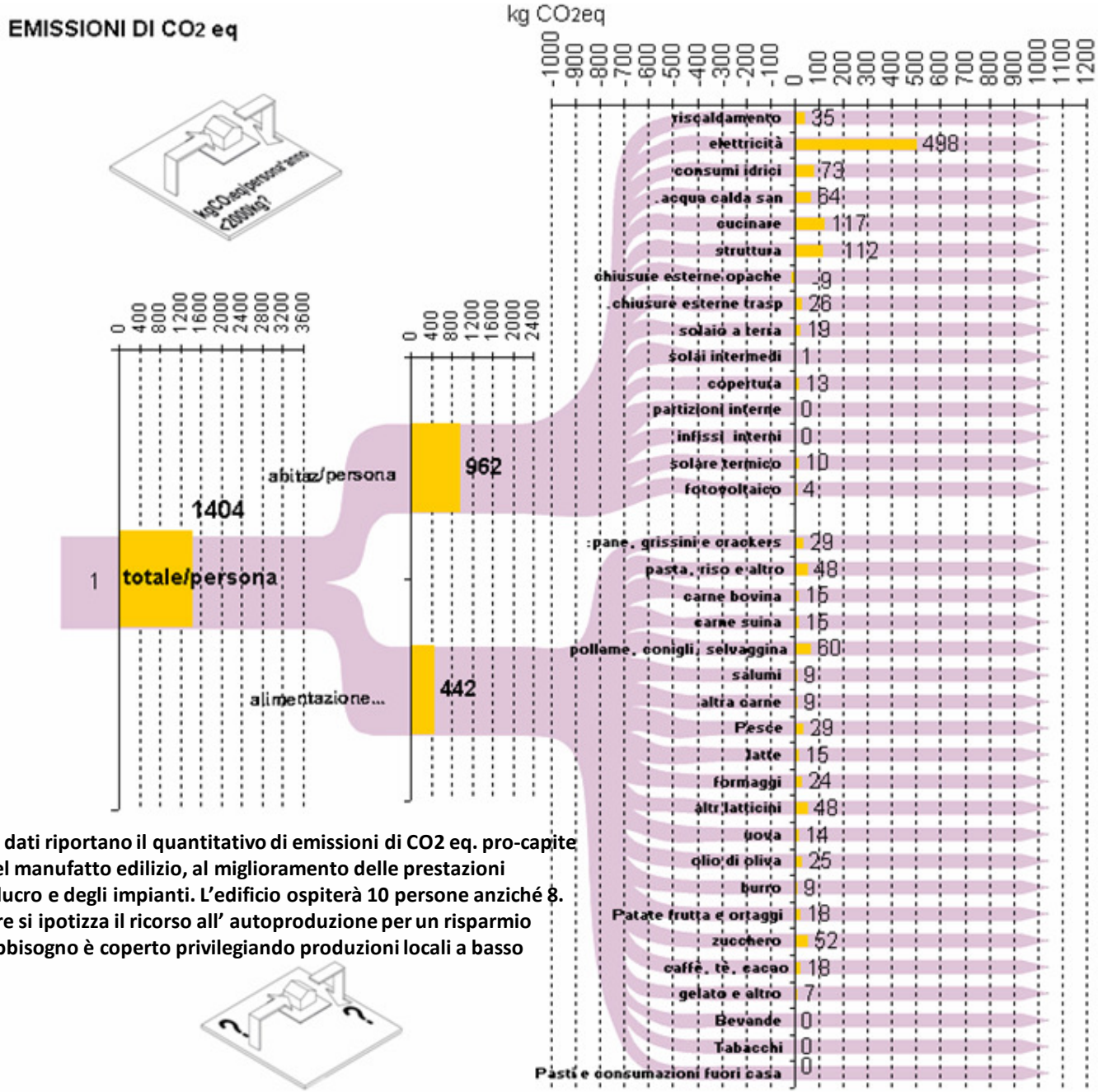
Fig. 4. Piante di inquadramento e viste prospettiche dell'edificio oggetto dell'applicazione, in alto prima dell'intervento di ampliamento, in basso dopo l'intervento (gli impianti eliotermici e fotovoltaici sono istallate sulla copertura della parte più aggettante del piano terra).

M.Clementi, V. Dessì, M. Lavagna, La Rivoluzione Sostenibile, Maggioli Editrice, 2009

EMISSIONI DI CO_2 eq



Istogramma relativo alle emissioni di CO_2 eq. pro-capite annuale riferiti all'edificio esistente, numero delle persone insediate 8, regime alimentare alimentare degli abitanti rappresentativo della media italiana.

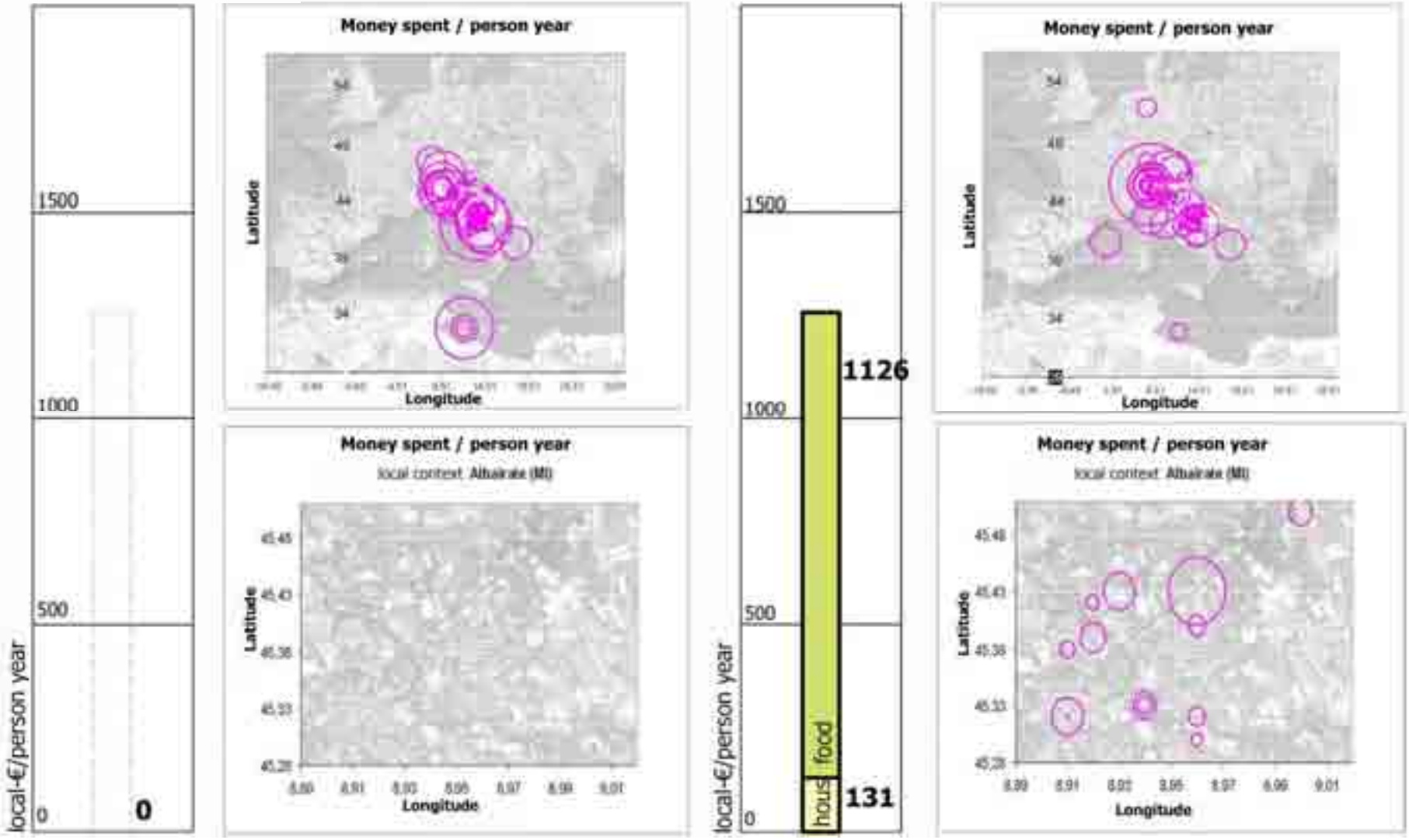


Istogramma relativo all'ipotesi di intervento, i dati riportano il quantitativo di emissioni di CO2 eq. pro-capite annuali in seguito al cambiamento di forma del manufatto edilizio, al miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali dei componenti di involucro e degli impianti. L'edificio ospiterà 10 persone anziché 8. Per quanto riguarda il nuovo regime alimentare si ipotizza il ricorso all' autoproduzione per un risparmio totale pari 350 € /persona anno, il restante fabbisogno è coperto privilegiando produzioni locali a basso impatto ambientale.

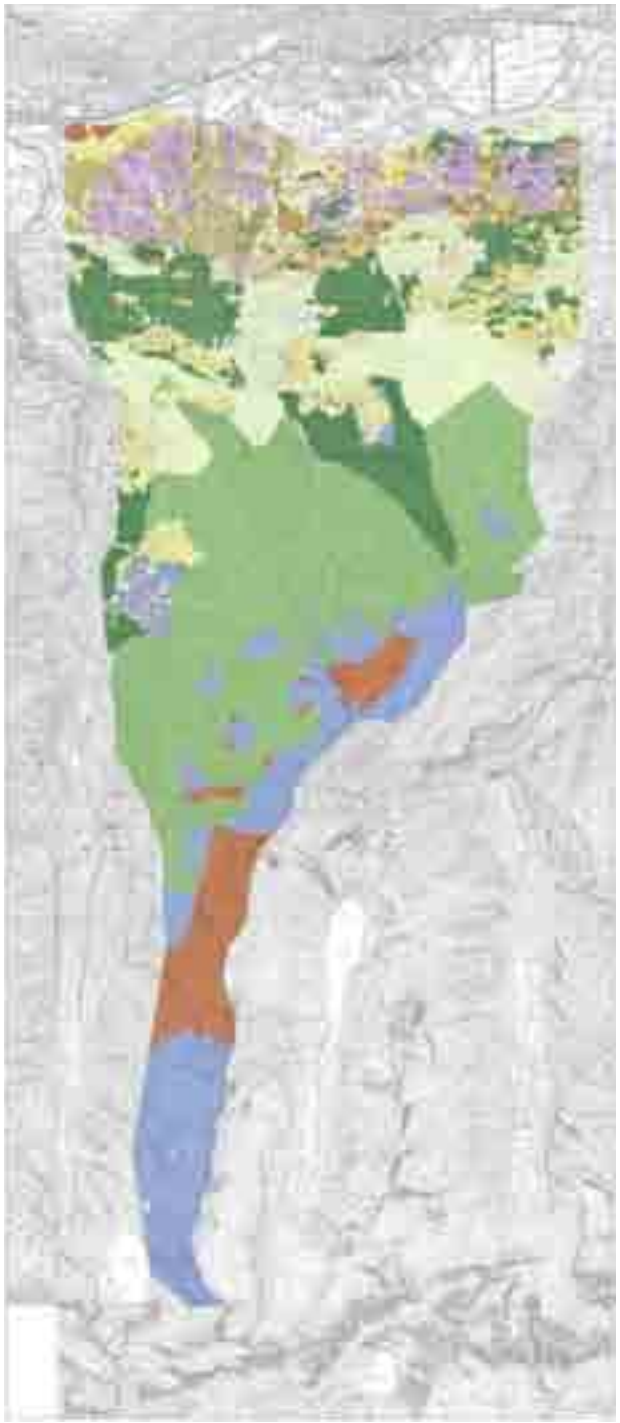
Denaro speso localmente (abitazione + alimentazione)

esistente

progetto

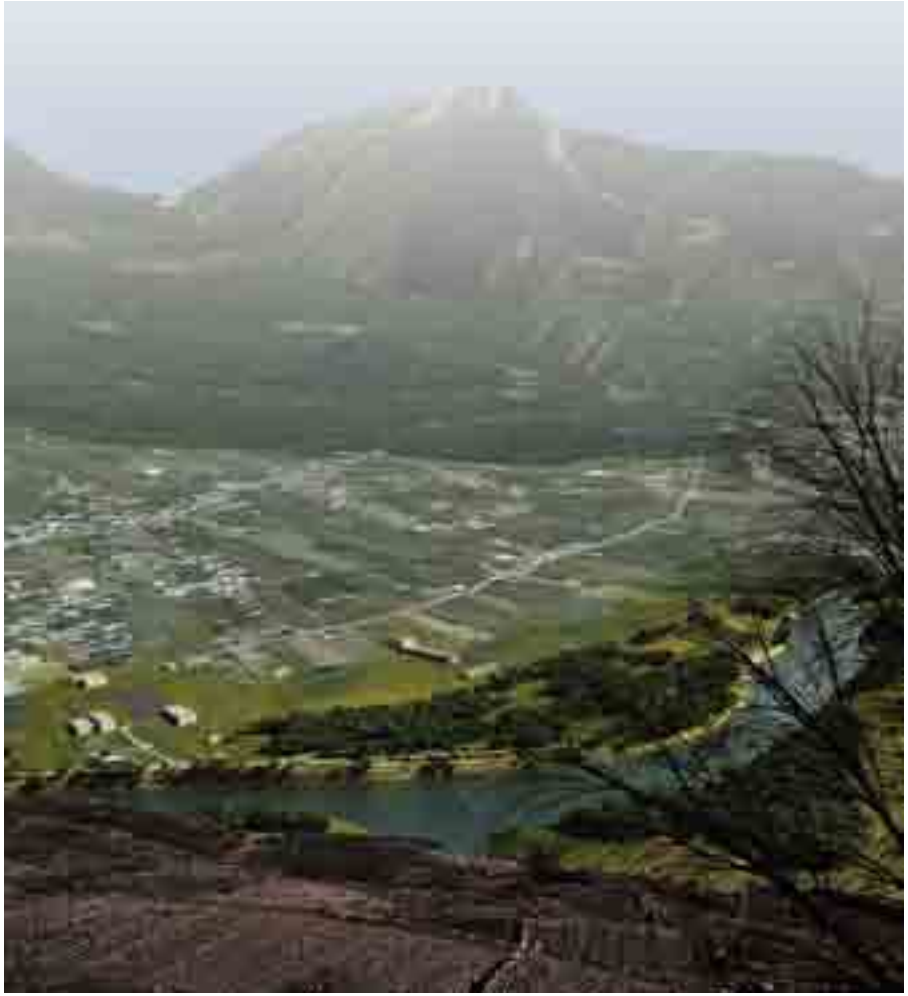


Comune di Albosaggia – Sondrio



Energia e Ambiente

Progetto di ricerca per la valutazione delle trasformazioni necessarie a ridurre il consumo dei combustibili fossili e le emissioni di CO2 ed incrementare l'utilizzo delle fonti rinnovabili applicato ad una unità amministrativa territoriale in ambito montano (Albosaggia - SO).



Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

Macrofasi della ricerca

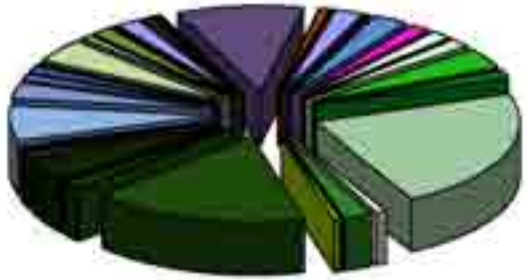
1) Analisi e stima della domanda locale di energia

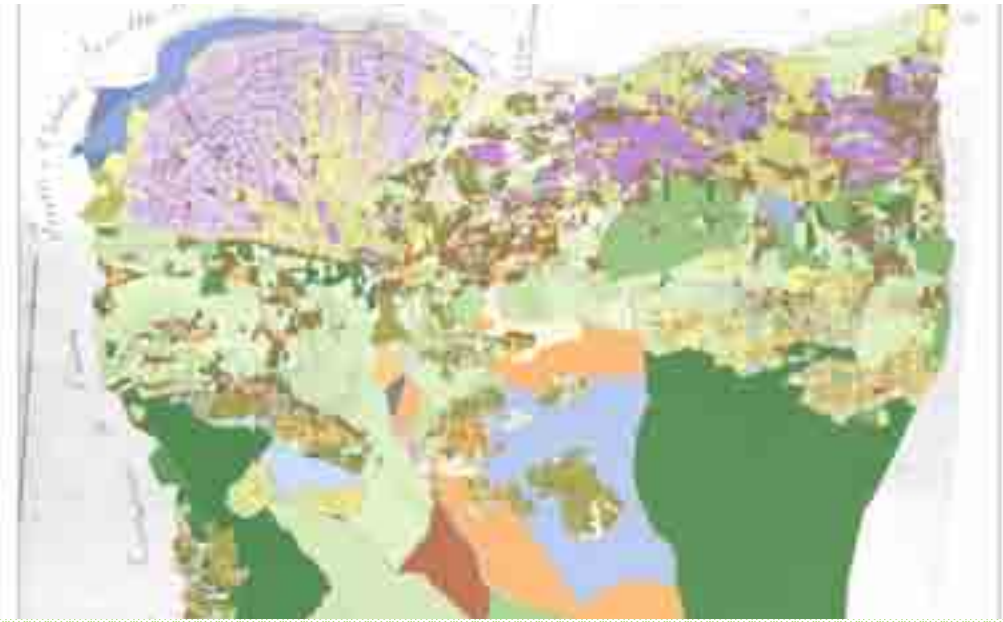
2) Analisi del potenziale energetico rinnovabile locale

3) Sviluppo di scenari di riduzione delle emissioni di CO_2, al fine di far incontrare offerta locale di energia rinnovabile e domanda locale .

ANALISI ORIENTATA DEL CONTESTO TERRITORIALE

MOSAICO AMBIENTALE:
Uso del suolo 1855

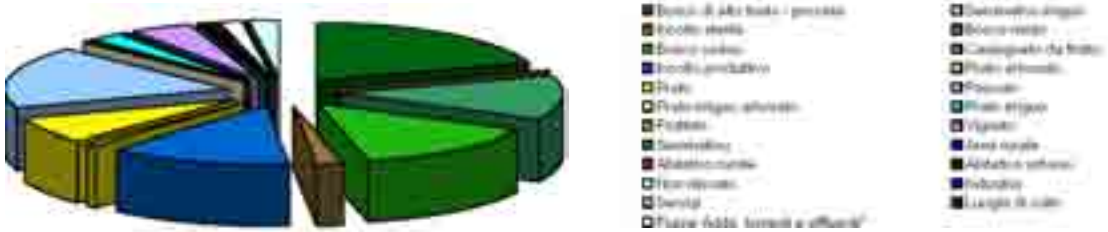


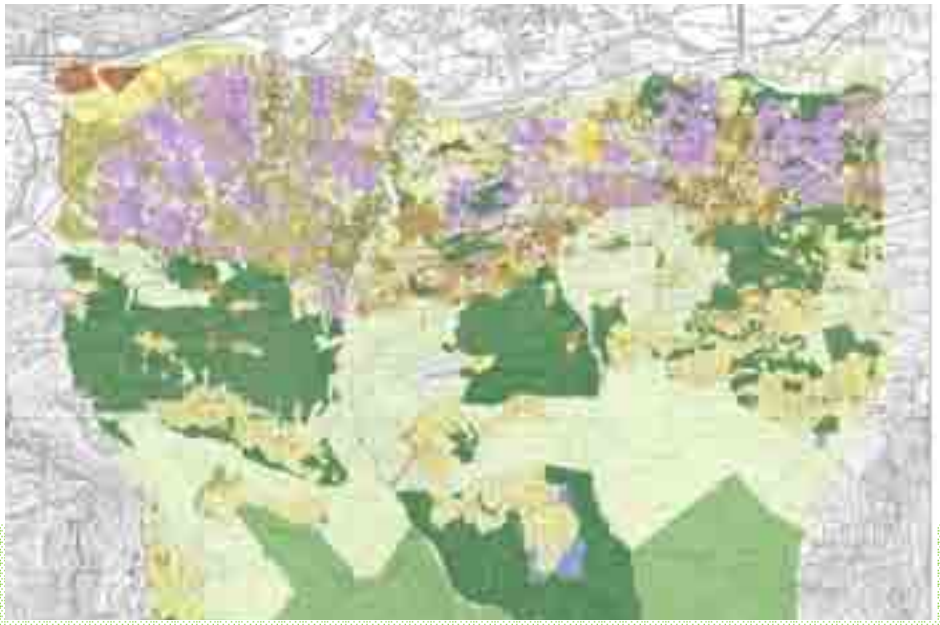


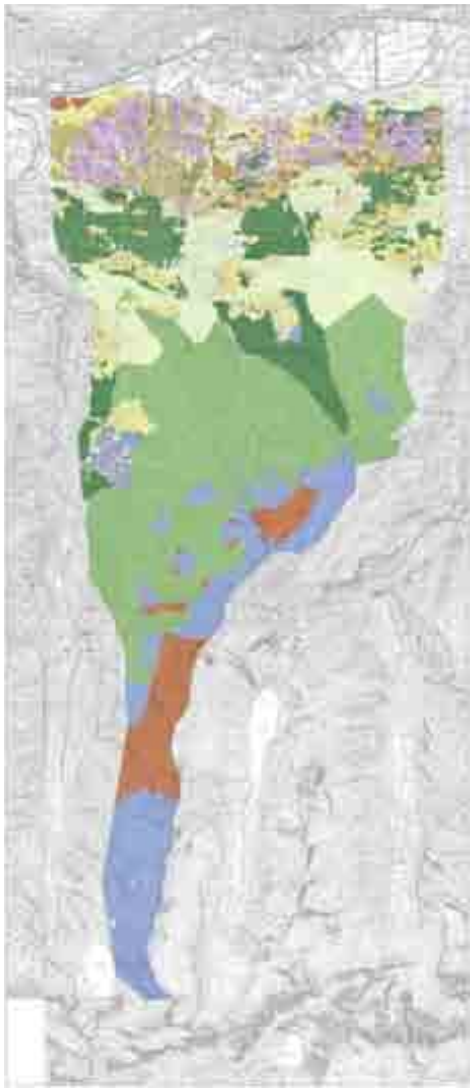
Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

ANALISI ORIENTATA DEL CONTESTO TERRITORIALE

MOSAICO AMBIENTALE:
Uso del suolo 2010





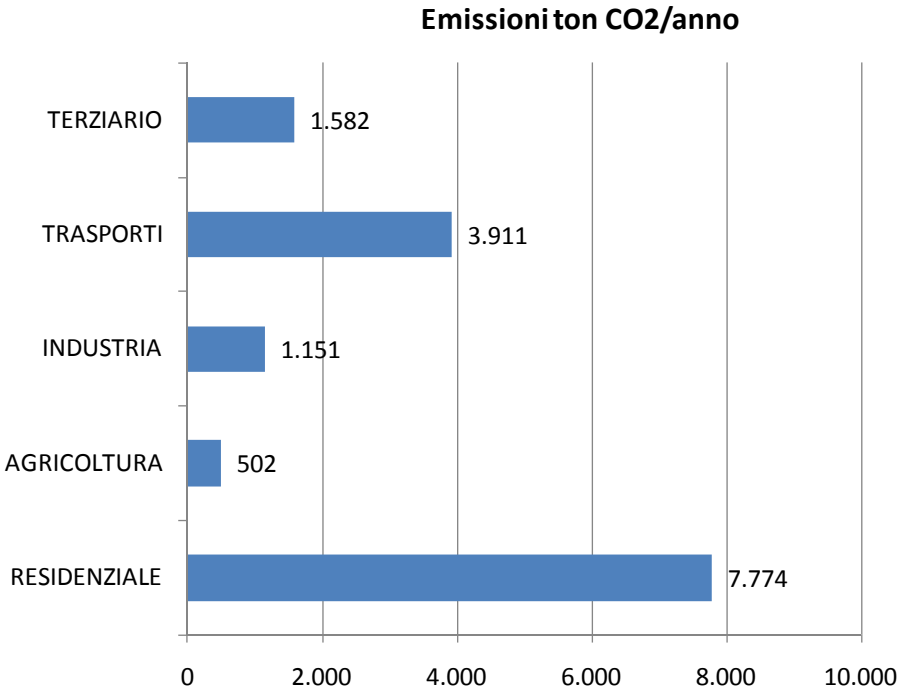


Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

ANALISI ORIENTATA DEI CONSUMI

15.948 ton CO^2/a

CONSUMI E FABBISOGNO



Rilievo dei consumi
Integrazione database SIRENA (Regione Lombardia), consumi elettrici locali

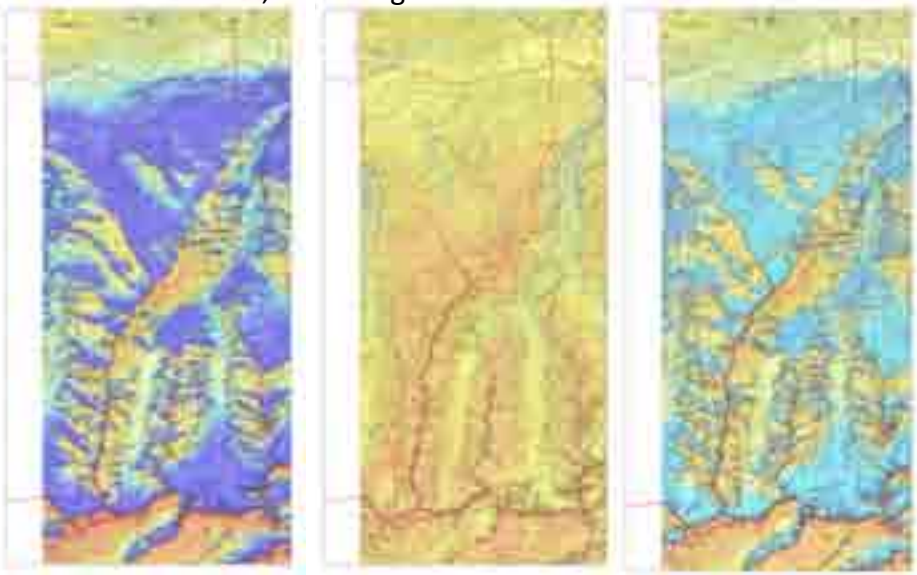
http://sirena.cestec.eu/sirena/index.jsp

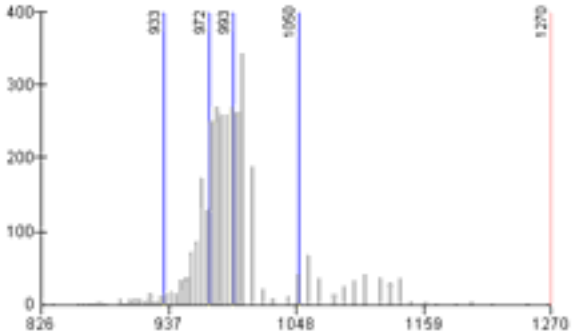
ANALISI ORIENTATA DEI CONSUMI

15.948 ton CO^2/a

FATTORI CHE INFLUENZANO IL FABBISOGNO:
Fattori climatici –radiazione solare

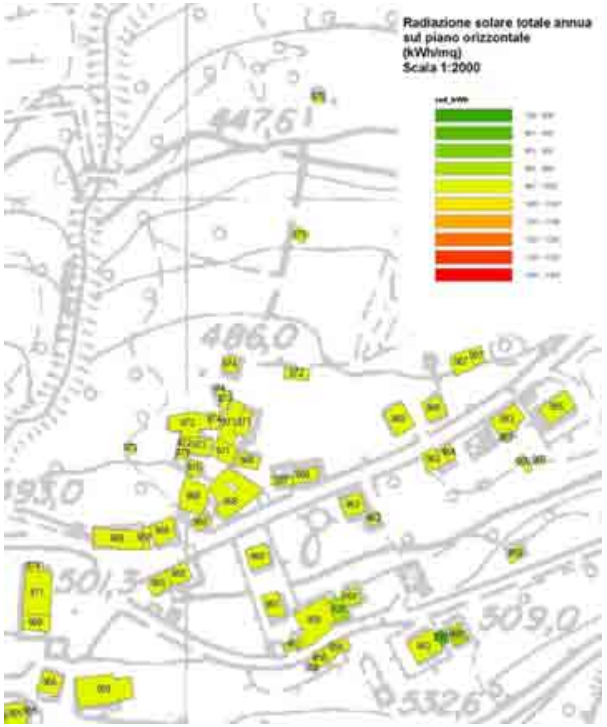
Radiazione solare giornaliera incidente sul piano orizzontale nel comune di Albosaggia, media del mese di gennaio, da sinistra radiazione diffusa, diretta e globale.





Istogramma dei valori di radiazione solare incidente sulle coperture delle unità volumetriche riferite agli edifici di Albosaggia.

Estratto dalla carta sulla radiazione solare totale annua, relativo alla porzione di territorio ad est dell'edificio del comune di Albosaggia, sulla sinistra in basso

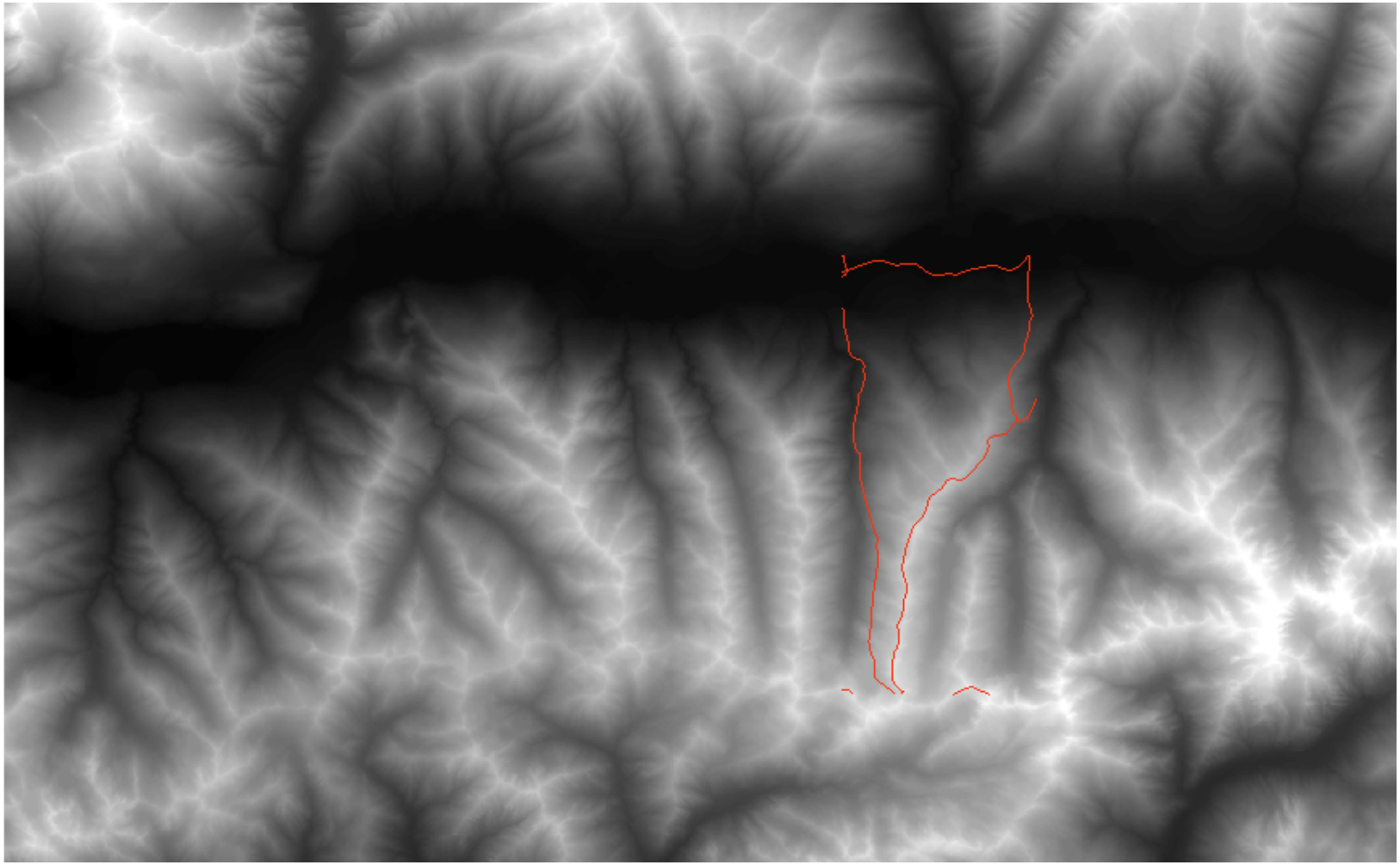


Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

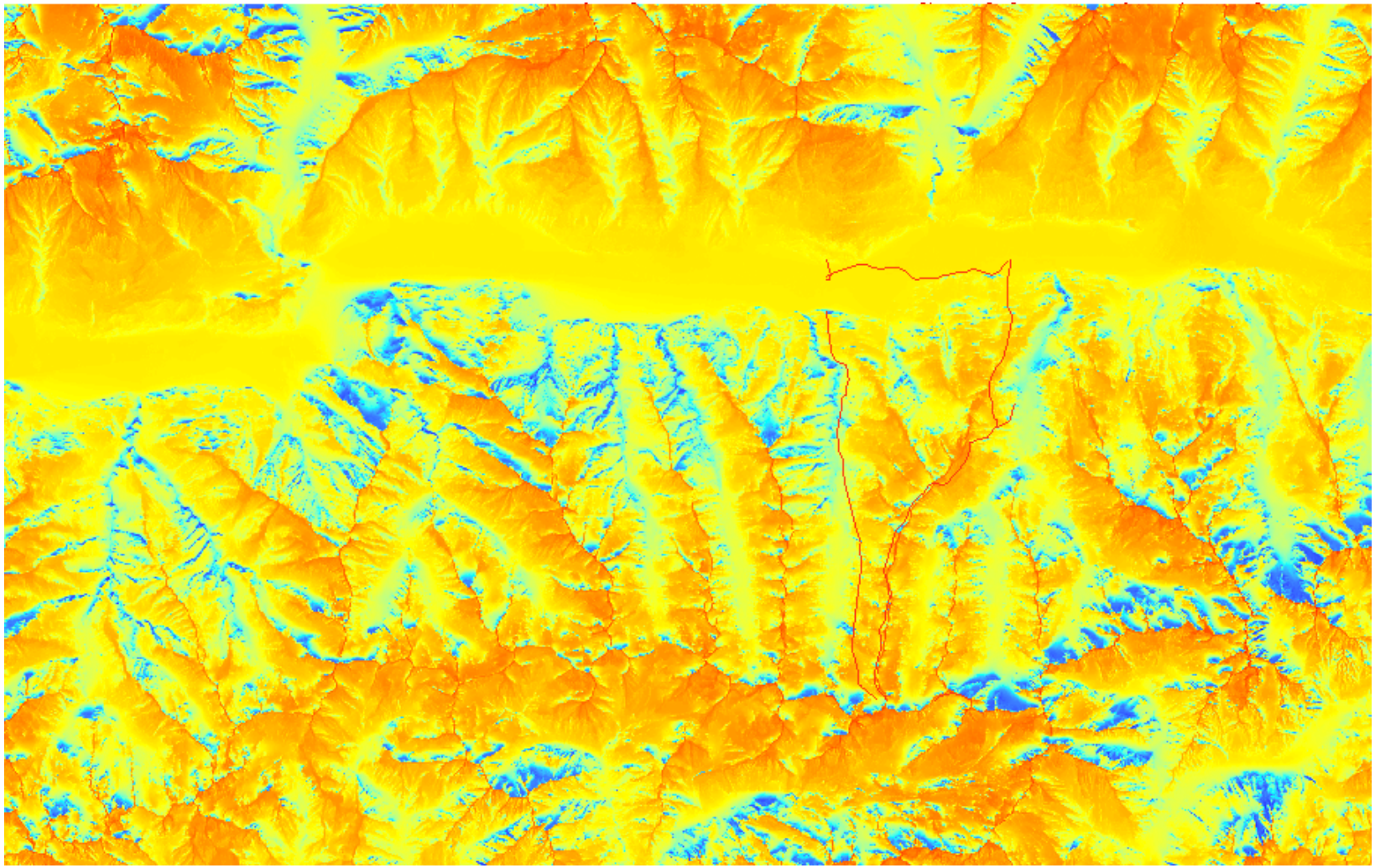
Comune di Albosaggia - Sondrio

Regione Lombardia

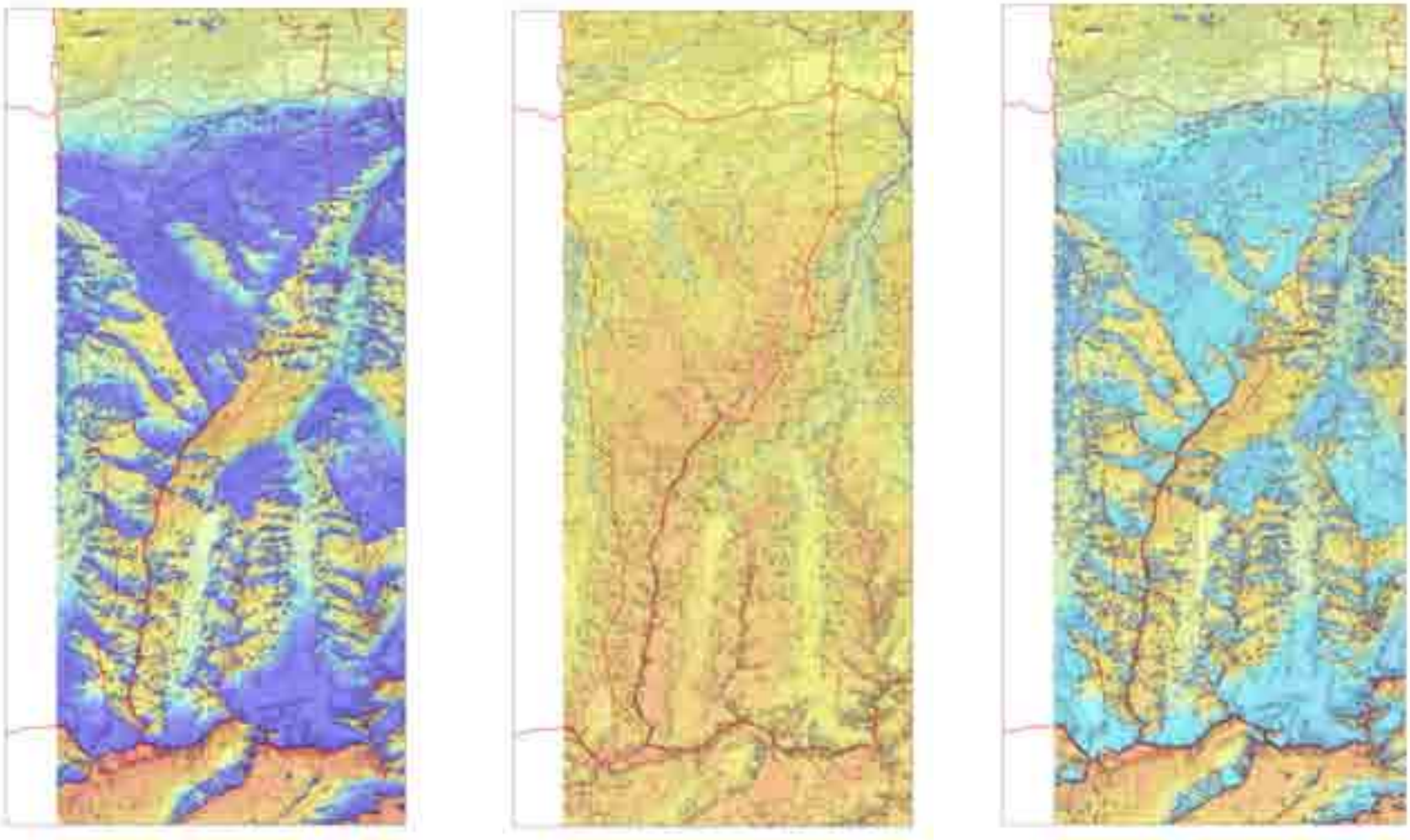
IREALP
Istituto di Ricerca per l'Ecologia e l'Economia Applicate alle Aree Alpine



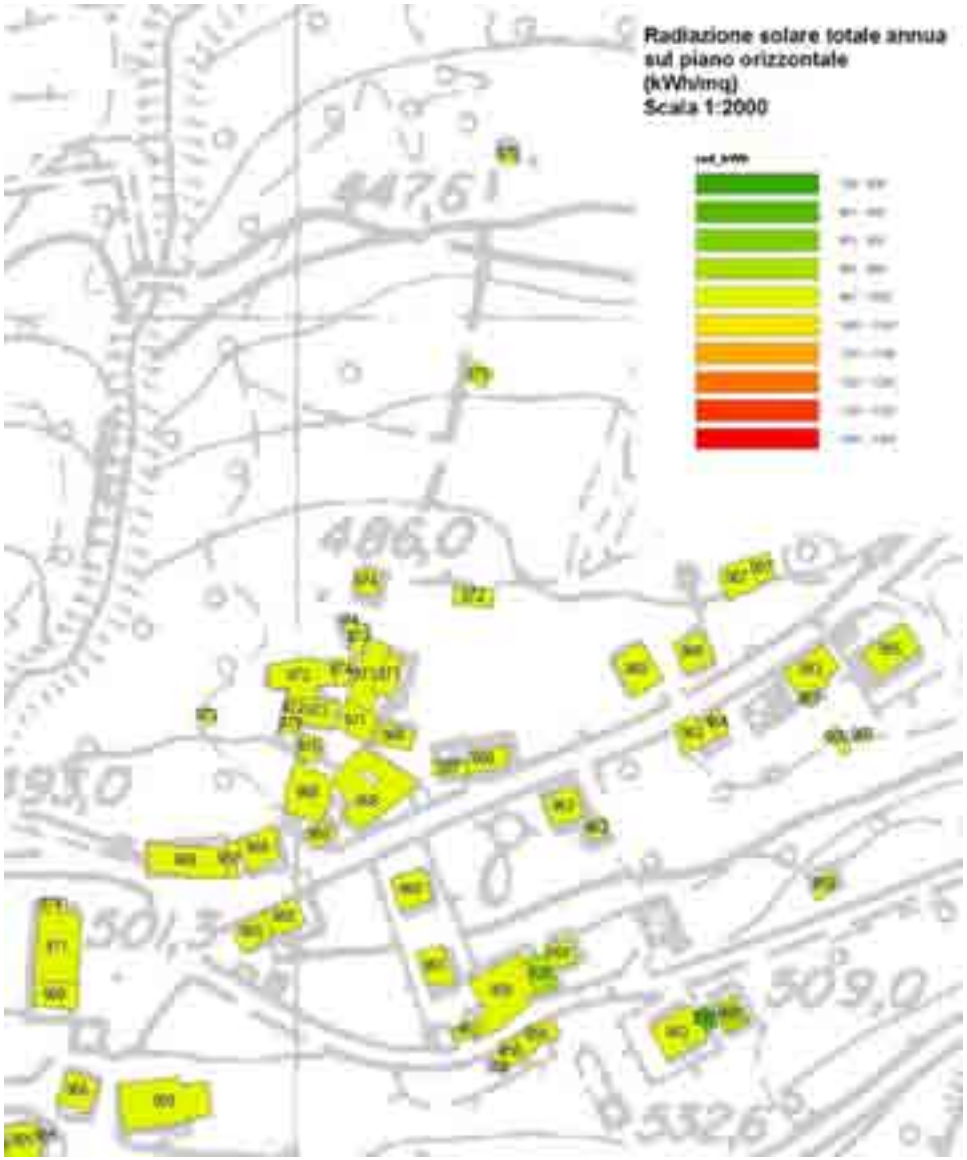
Digital Elevation Model utilizzato per la valutazione



Simulazione della radiazione solare incidente sul territorio nel mese di marzo.



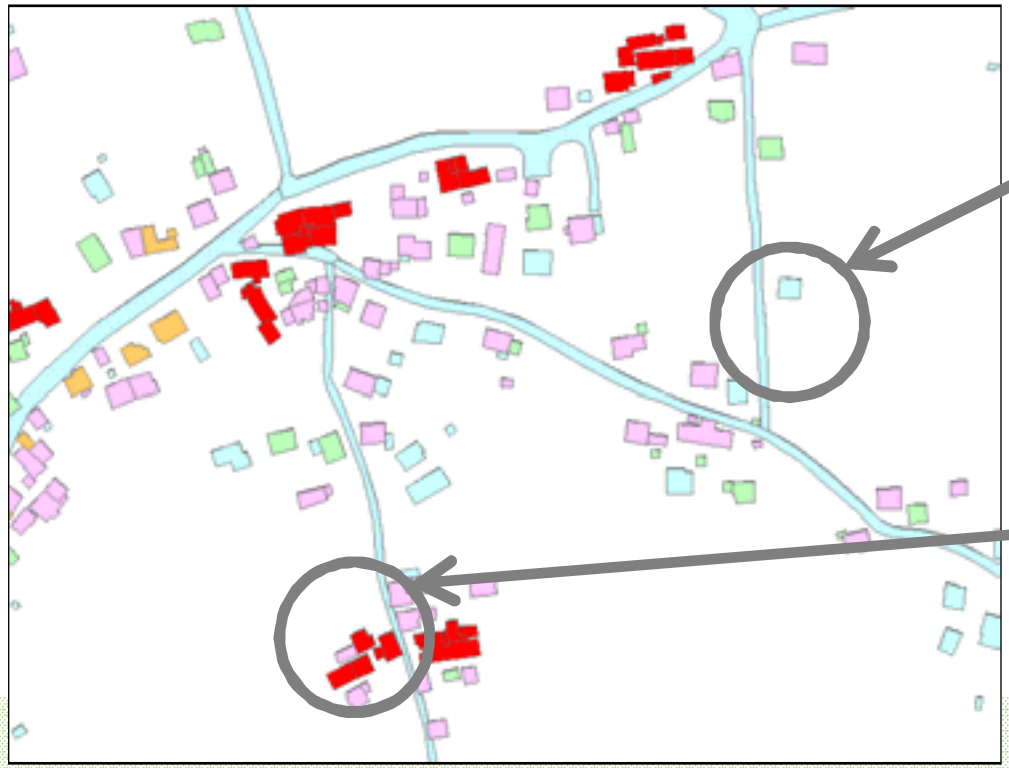
Radiazione solare giornaliera incidente sul piano orizzontale nel comune di Albosaggia, media del mese di gennaio, da sinistra radiazione diffusa, diretta e globale.

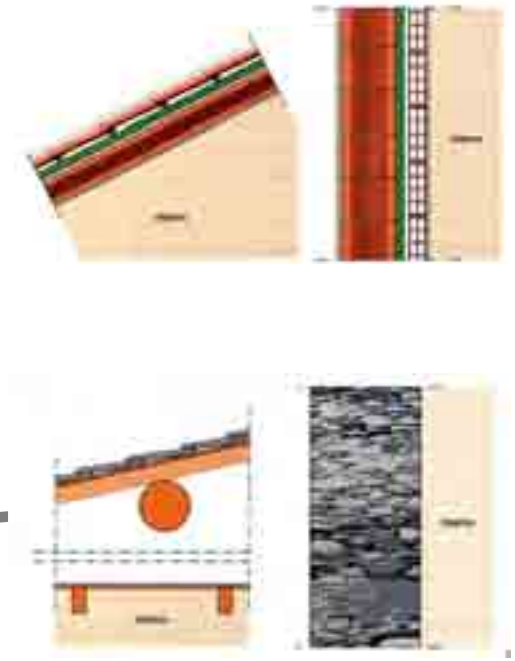


Estratto dalla carta sulla radiazione solare totale annua, relativo alla porzione di territorio ad est dell'edificio del comune di Albosaggia, sulla sinistra in basso

ANALISI ORIENTATA DEI CONSUMI

FATTORI CHE INFLUENZANO IL FABBISOGNO:
Fattori tecnologici





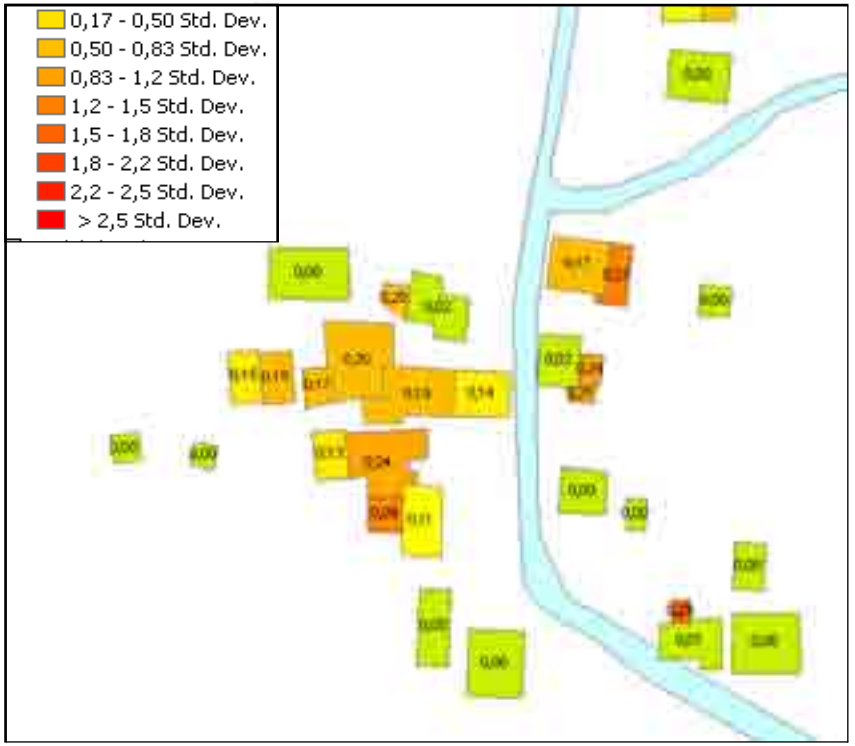
Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

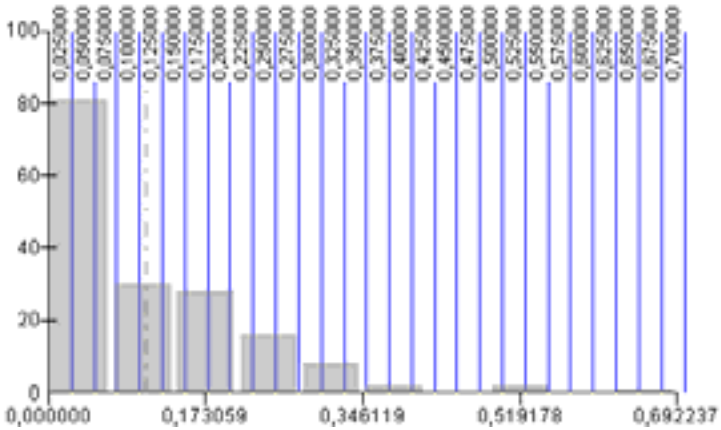
ANALISI ORIENTATA DEI CONSUMI

15.948 ton CO^2/a

FATTORI CHE INFLUENZANO IL FABBISOGNO:
Fattori geometrici

- il coefficiente di compattezza
- il coefficiente di snellezza
- il coefficiente di addossamento
- il rapporto s/v





Coefficienti di addossamento prevalenti per unità volumetrica intervallo 1847 – 1935

Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

ANALISI ORIENTATA DEI CONSUMI

RISPARMIO ENERGETICO COMPARTO RESIDENZIALE

stategie per l'efficienza energetica	MWh	% sul totale parziale	CO_2 ton	% sul totale
interventi sull'involucro	21913	37,56%	3257	20,42%
sostituzione apparecchiature elettriche	1242	18,85%	641	4,02%

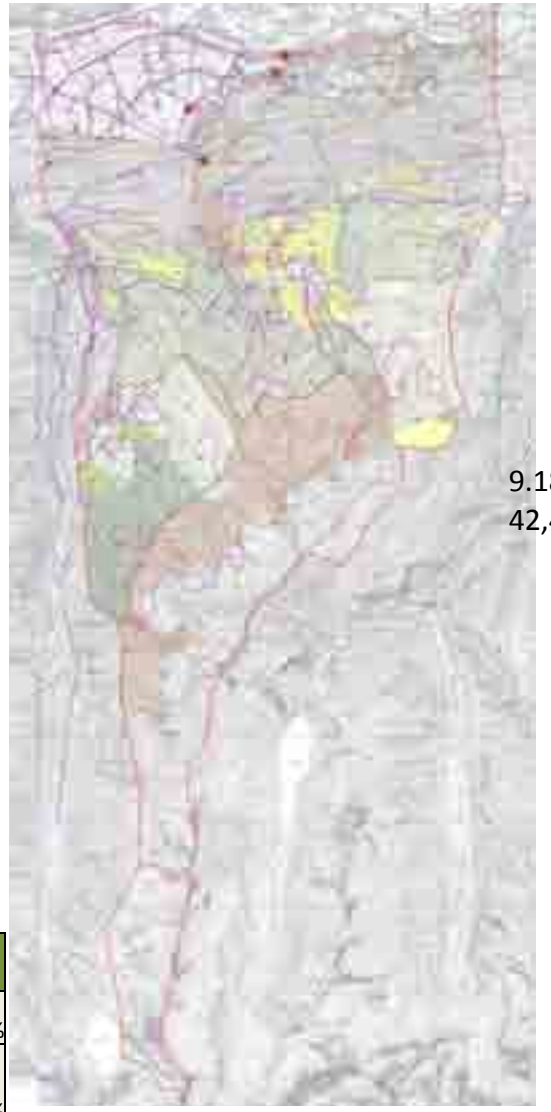
12.050 ton CO^2/a
24,44%

Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

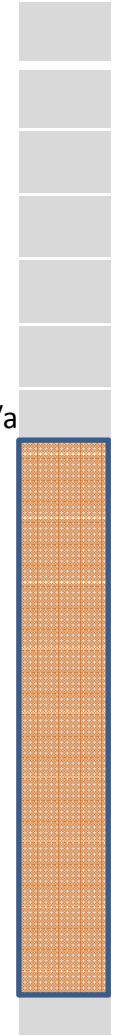
ANALISI ORIENTATA DELLE RISORSE

POTENZIALE ENERGETICO RINNOVABILE

AREE VOCAZIONALI E OPPORTUNITA' TERRITORIALI LEGNO



9.181 ton CO^2/a
42,43%



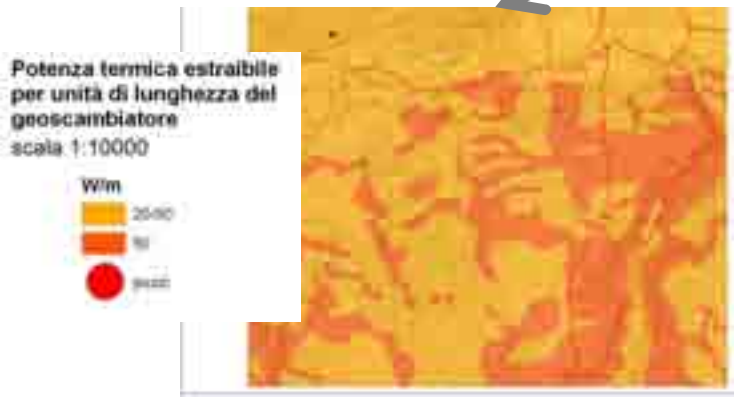
strategia A.V. legno	MWh	% sul totale consumi combustibile	CO_2 ton evitate	% sul totale delle emissioni
biomassa combustibile zef	112	0,19%	27	0,17%
biomassa combustibile fondovalle	9783	16,77%	2340	14,67%
bio-metano da autotrazione	2100	3,60%	502	3,15%

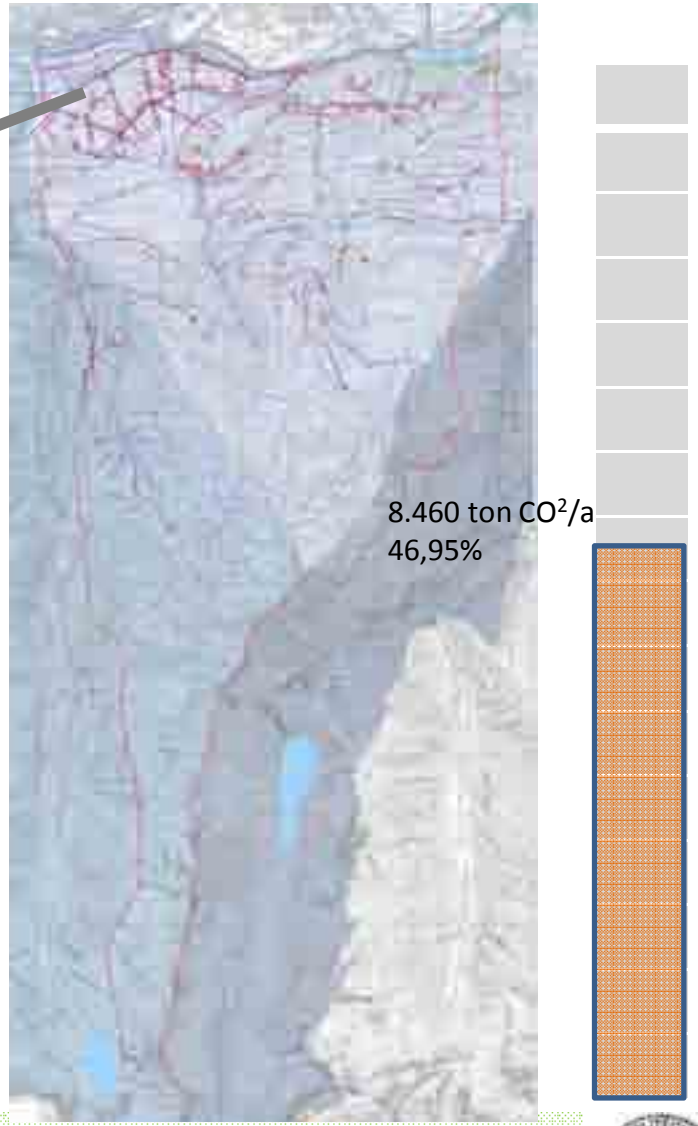
Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

ANALISI ORIENTATA DELLE RISORSE

POTENZIALE ENERGETICO RINNOVABILE

AREE VOCAZIONALI E OPPORTUNITA' TERRITORIALI ACQUA





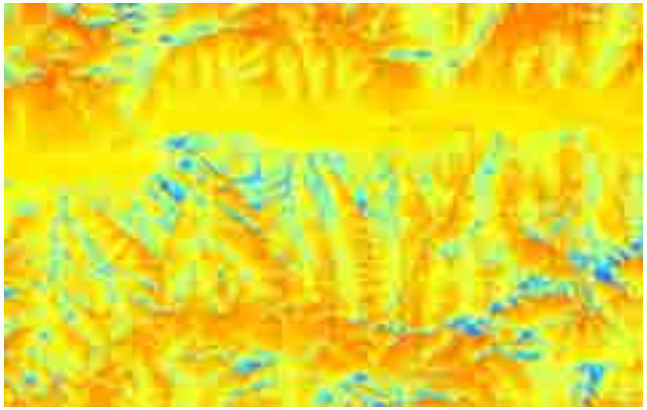
strategia A.V. acqua	MWh	% sul totale dei consumi elettrici	CO_2 ton evitate	% sul totale delle emissioni
minidroelettrico su acquedotto	108	1,64%	56	0,35%
minidroelettrico torchione	1288	19,56%	665	4,17%
geotermia a bassa entalpia				0,00%

Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

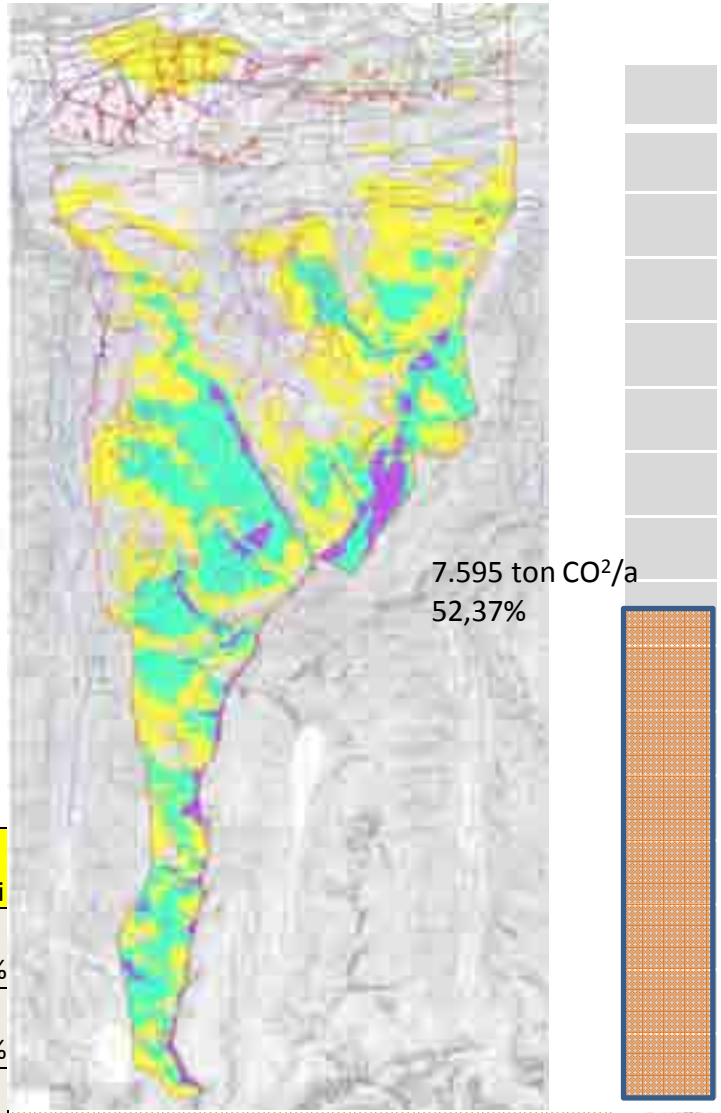
ANALISI ORIENTATA DELLE RISORSE

POTENZIALE ENERGETICO RINNOVABILE

AREE VOCAZIONALI E OPPORTUNITA' TERRITORIALI SOLE



Simulazione della radiazione solare incidente sul territorio nel mese di marzo.

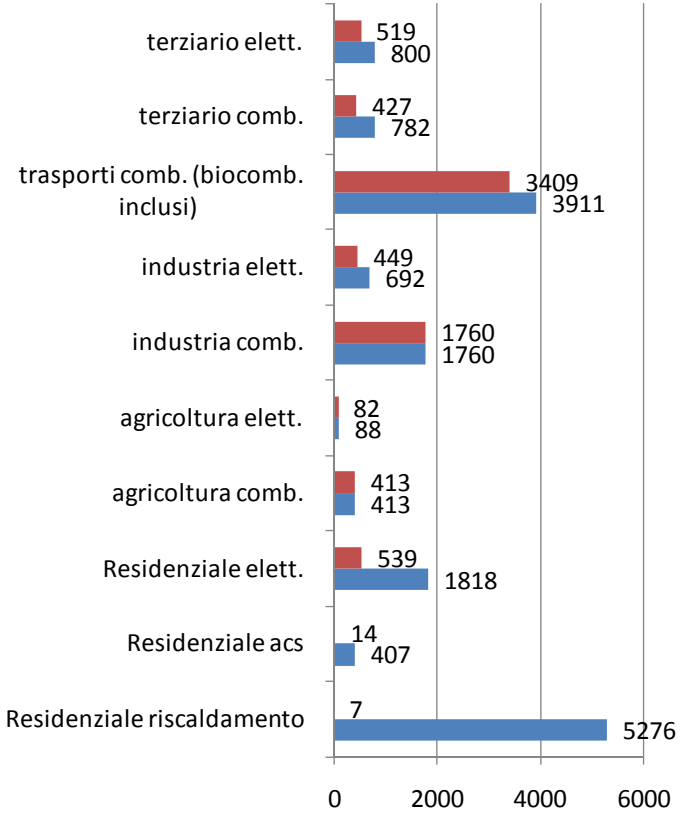


strategia A.V. sole	MWh	% sul totale dei consumi relativi	CO_2 ton evitate	% sul totale delle emissioni
solare termico copertura 1mq/p	1641	2,81%	392	2,46%
fotovoltaico in copetura zef	36	0,55%	19	0,12%
fotovoltaico in campo libero	880	13,36%	454	2,85%

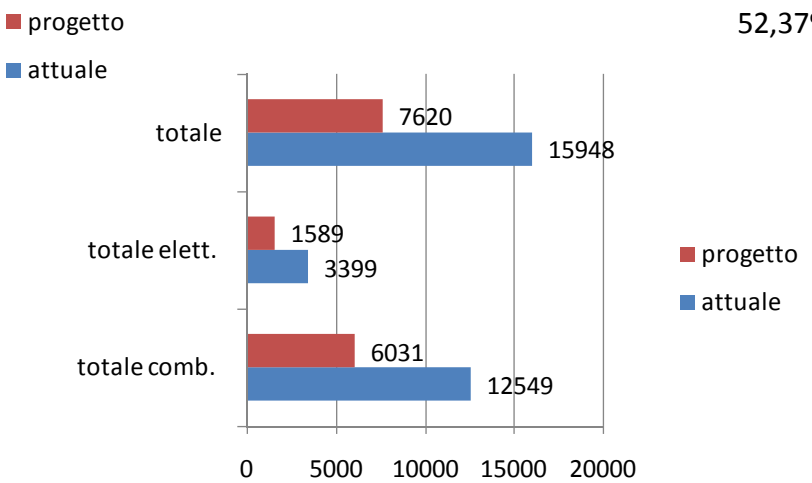
Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

BILANCIO ENERGETICO GENERALE

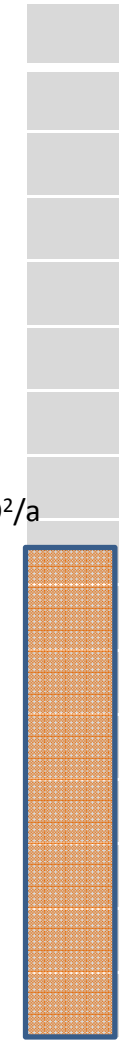
Emissioni annuali in ton. di CO2 divise per settore e vettore energetico



Copertura fabbisogno termico	61%
Copertura fabbisogno elettrico	54%
Riduzione percent. CO2 tot.	52,37%
Riduz. perc. CO2 efficienza Energetica edifici	24,44%
Riduz. perc. CO2 uso rinnovabili	27,93%

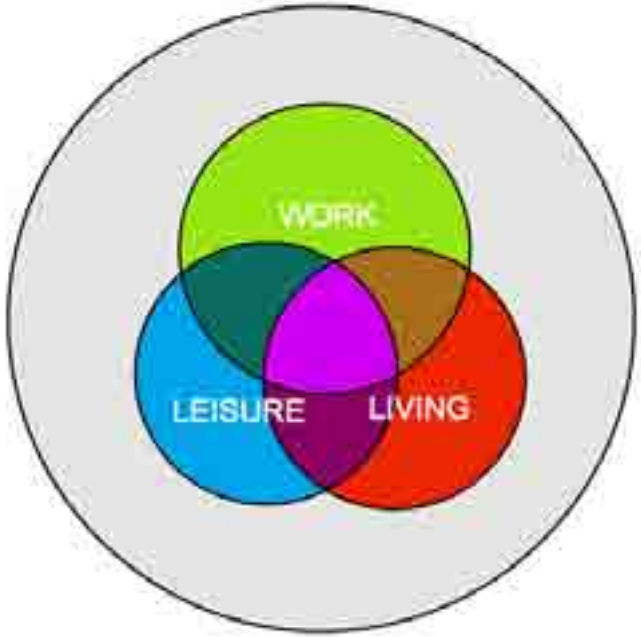


7.595 ton CO^2/a
52,37%

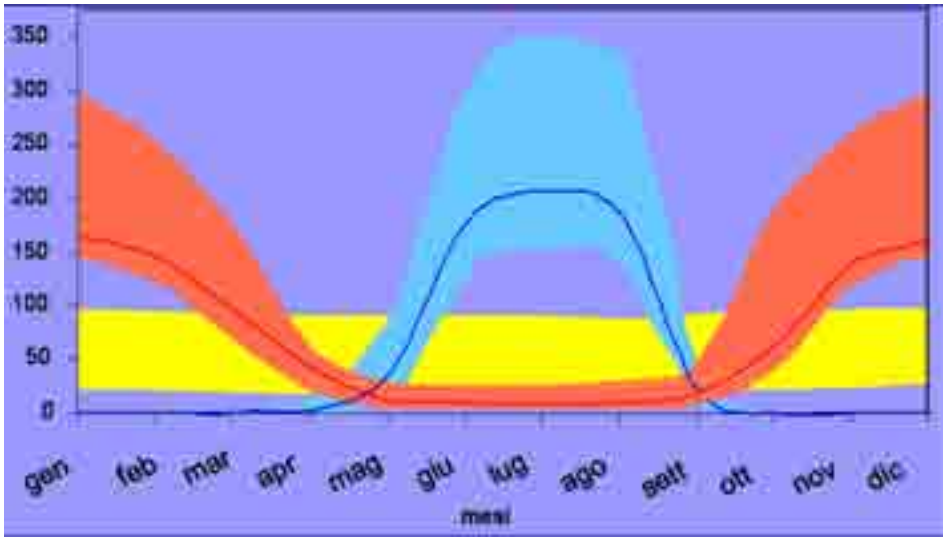


Politecnico di Milano
responsabile della ricerca prof. R. Cecchi DIAP
consulente scientifico prof. G. Scudo BEST
Gruppo di ricerca
prof. V. Lima, L. Bertazzoni, M. Clementi, G. Garrone, F. Soro, P. Vasino

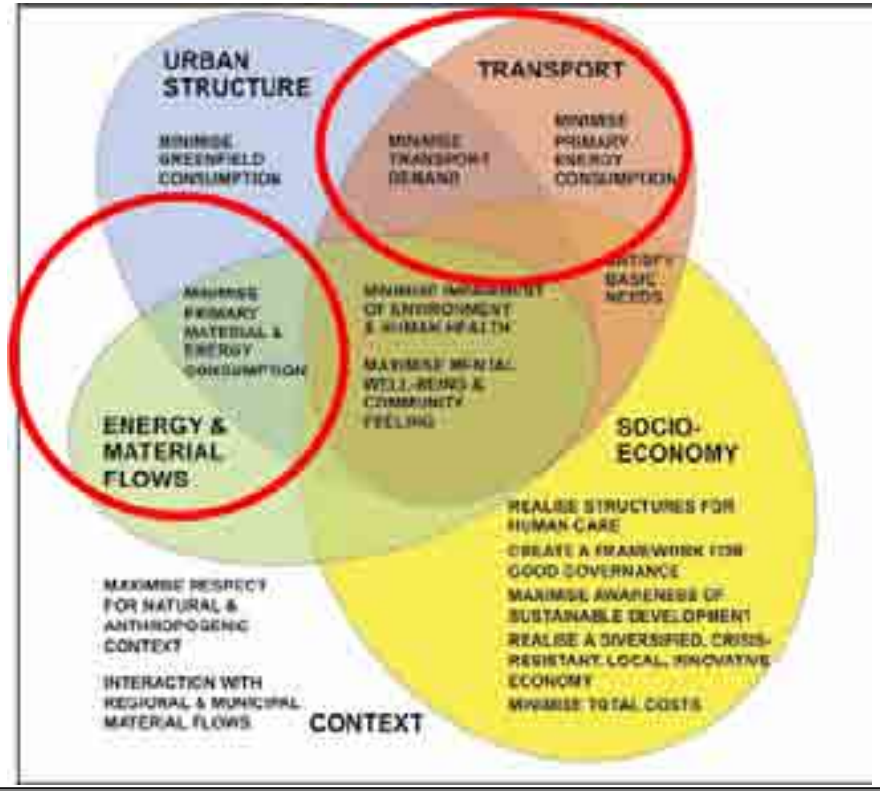
Pianificazione energetic

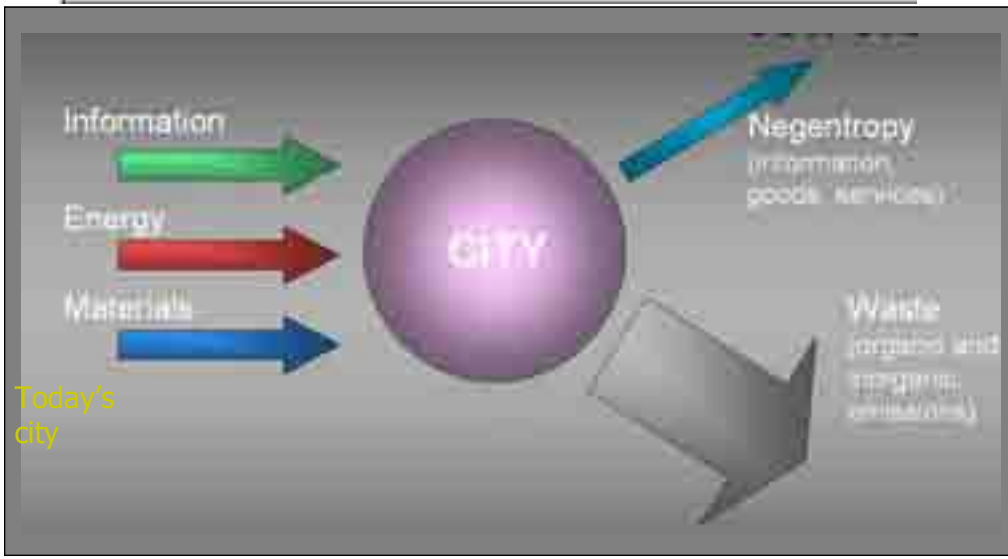


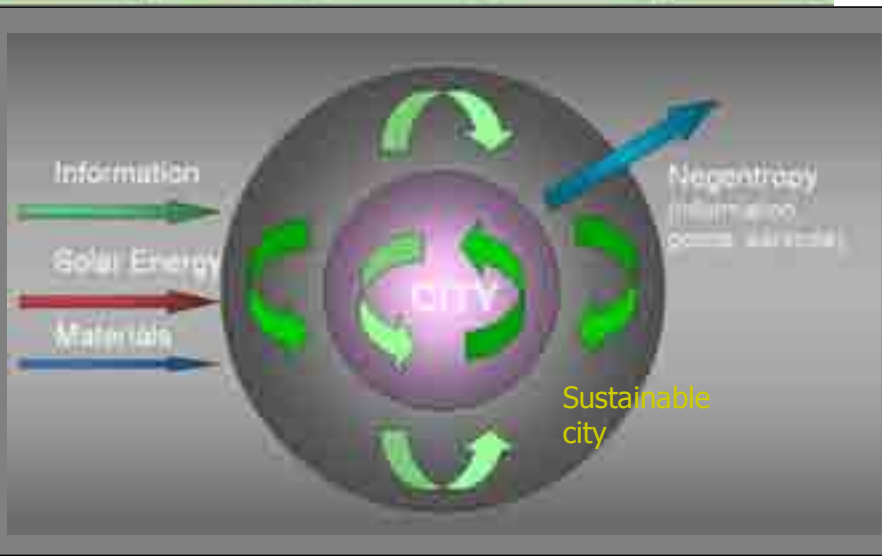
- Strategie più promettenti:
  - Riduzione della domanda
  - Miglioramento dell'efficienza
  - Morfologia urbana
  - Mix d'uso ottimale
  - Integrazione rinnovabili
- Indicatori
- Strumenti di supporto alle decisioni



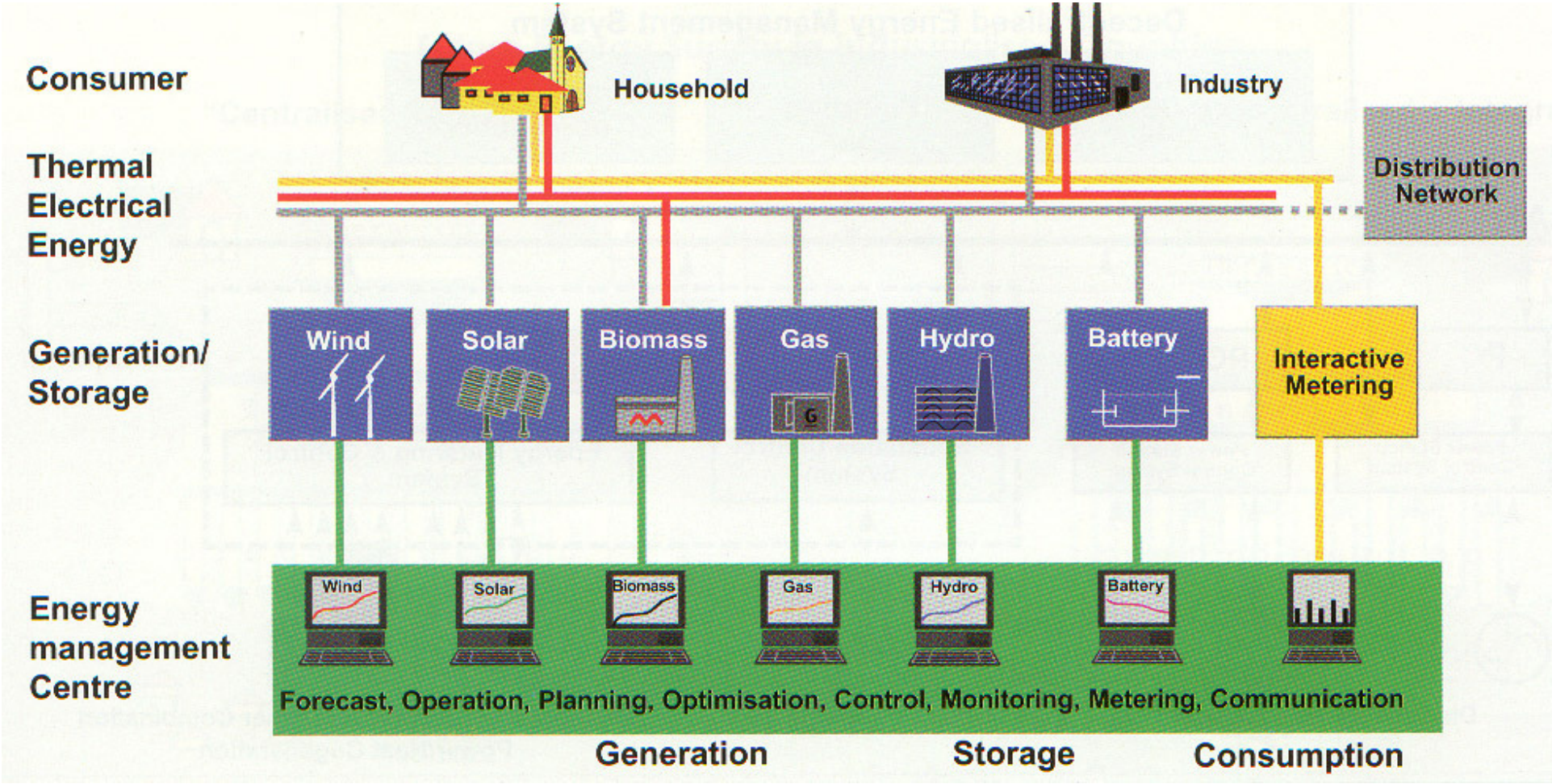
Efficienza metabolica e sufficienza energetica







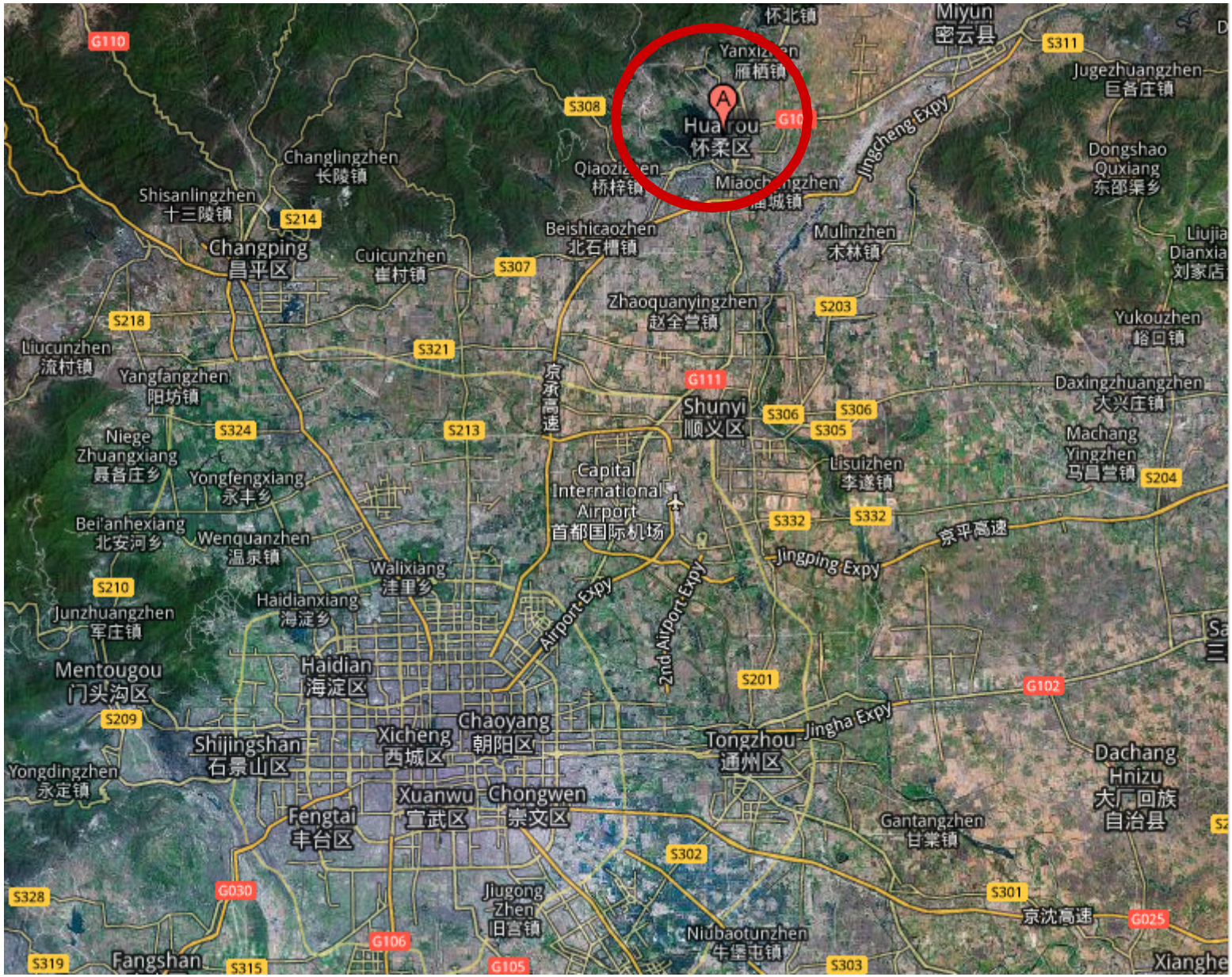
Generazione distribuita dell'energia (limiti e potenzialità)



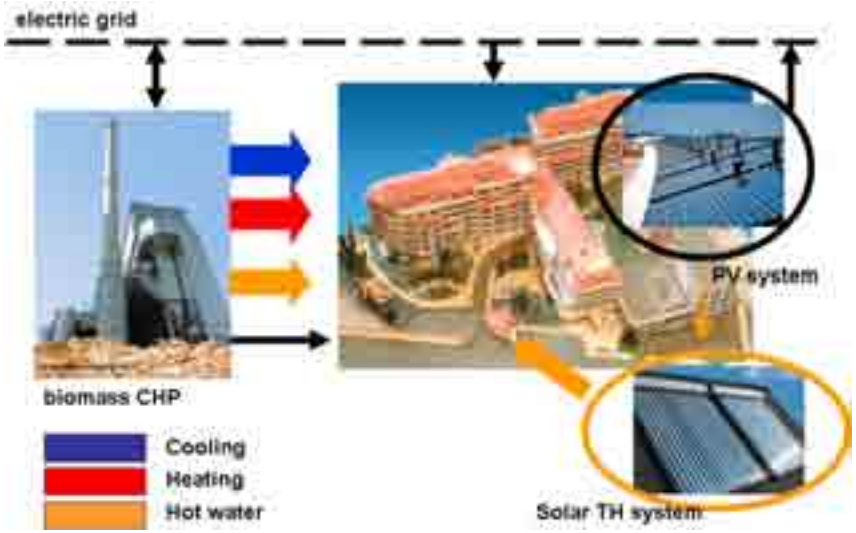
Alcune esperienze:

- Germania
  - Friburgo
  - Kronsberg
- Inghilterra
  - BedZed
- Spagna
  - Barcellona
- Svizzera
  - Quartieri sostenibili a Ginevra, Zurigo, Basilea e Neuchatel
  - Proposta EPFL
- Svezia
  - Gotheborg
  - Hammarsby http://www.hammarbysjostad.se/ http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Exploateringskontoret/Ovriga-byggprojekt-i-innerstaden/Hammarby-Sjostad/In-english/

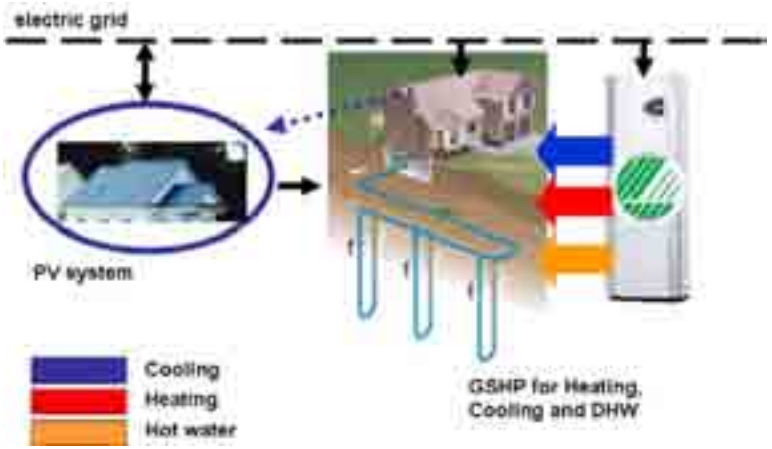
Problema di analisi e valutazione…


怀北镇
Miyun
密云县
Yanxizhen
雁栖镇
Jugezhuangzhen
巨各庄镇
Huairou
怀柔区
Jingcheng Expy
Dongshao
Quxiang
东邵渠乡
Qiaozizhen
桥梓镇
Miaochengzhen
庙城镇
Changlingzhen
长陵镇
Shisanlingzhen
十三陵镇
Beishicaozhen
北石槽镇
Mulinzhen
木林镇
Liujia
Dianxia
刘家店
Changping
昌平区
Cuicunzhen
崔村镇
Zhaoquanyingzhen
赵全营镇
Yukouzhen
峪口镇
Liucunzhen
流村镇
Yangfangzhen
阳坊镇
京承高速
Shunyi
顺义区
Daxingzhuangzhen
大兴庄镇
Niege
Zhuangxiang
聂各庄乡
Yongfengxiang
永丰乡
Capital
International
Airport
首都国际机场
Lisuizhen
李遂镇
Machang
Yingzhen
马昌营镇
Bei'anhexiang
北安河乡
Wenquanzhen
温泉镇
京平高速
Jingping Expy
Walixiang
洼里乡
Airport Expy
2nd Airport Expy
Junzhuangzhen
军庄镇
Haidianxiang
海淀乡
Mentougou
门头沟区
Haidian
海淀区
Chaoyang
朝阳区
Xicheng
西城区
Shijingshan
石景山区
Tongzhou
通州区
Jingha Expy
Dachang
Hnizu
大厂回族
自治县
Yongdingzhen
永定镇
Xuanwu
宣武区
Chongwen
崇文区
Fengtai
丰台区
Gantangzhen
甘棠镇
Jiugong
Zhen
旧宫镇
京沈高速
Niubaotunzhen
牛堡屯镇
Fangshan
Xianghe
G110
S308
S311
S214
S307
S218
S321
S203
G111
S306
S305
S324
S213
S204
S332
S210
S201
G102
S209
S302
S328
G030
S301
G025
G106
G105
S319
S315
S303

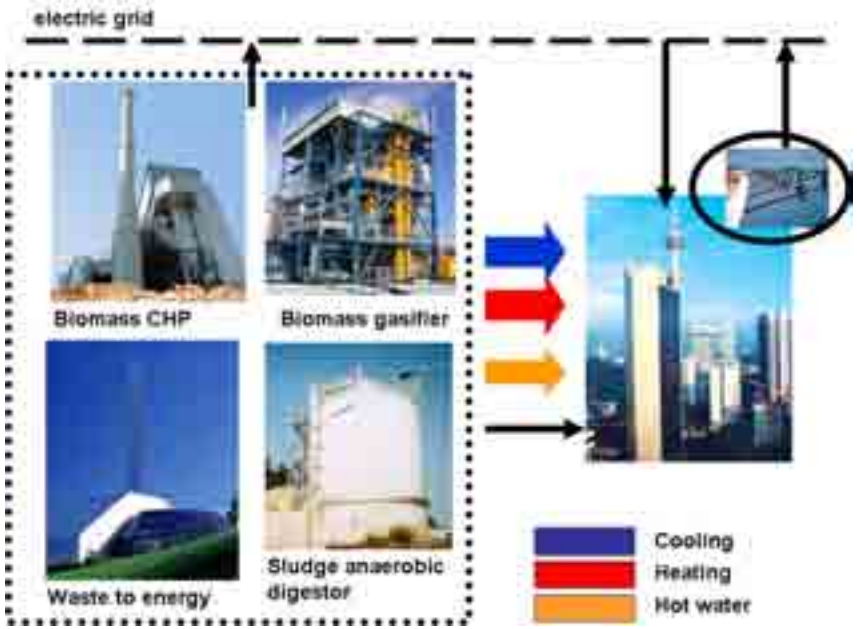
Tecnologie usate



Residential buildings

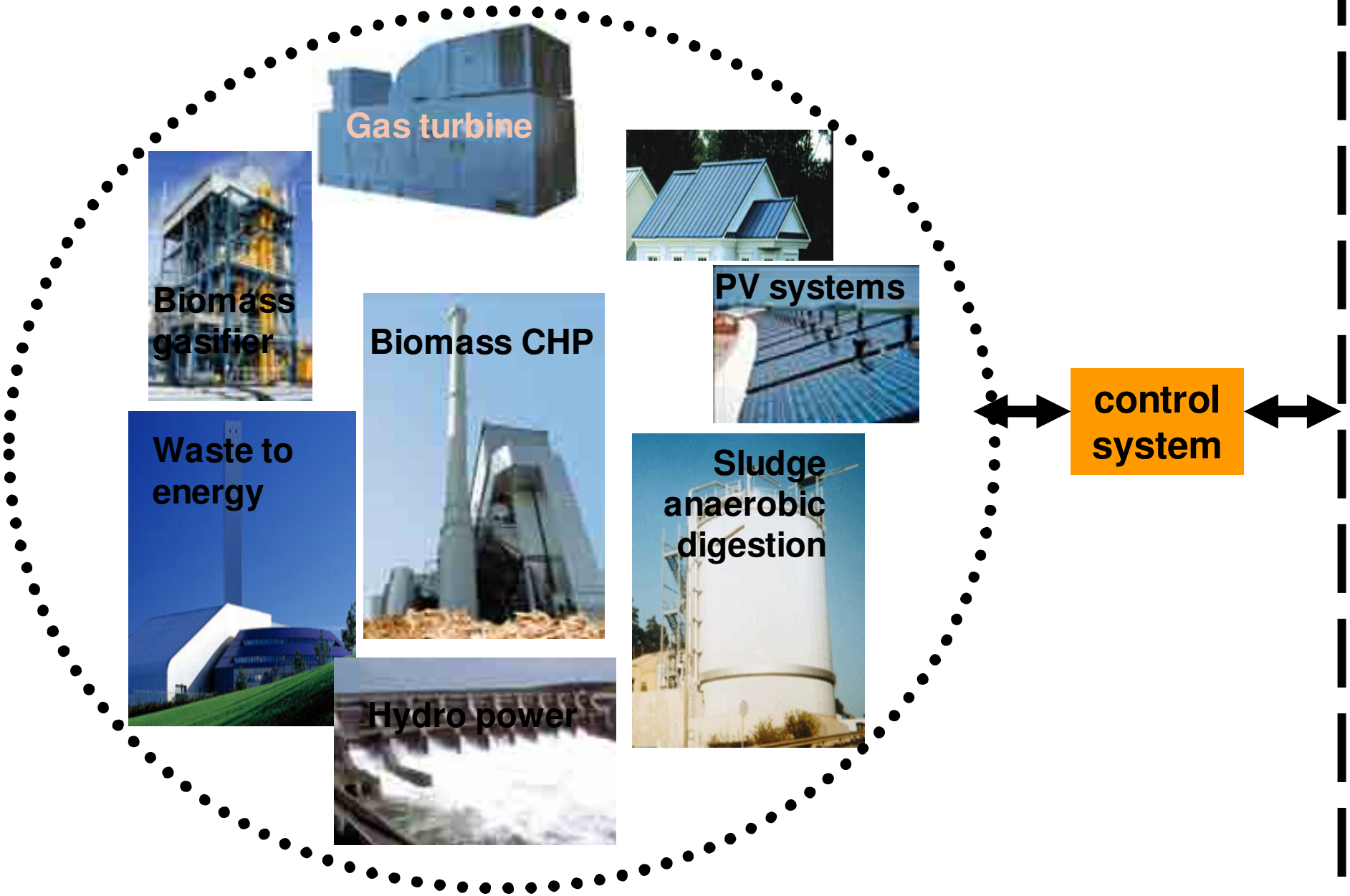


Single family houses

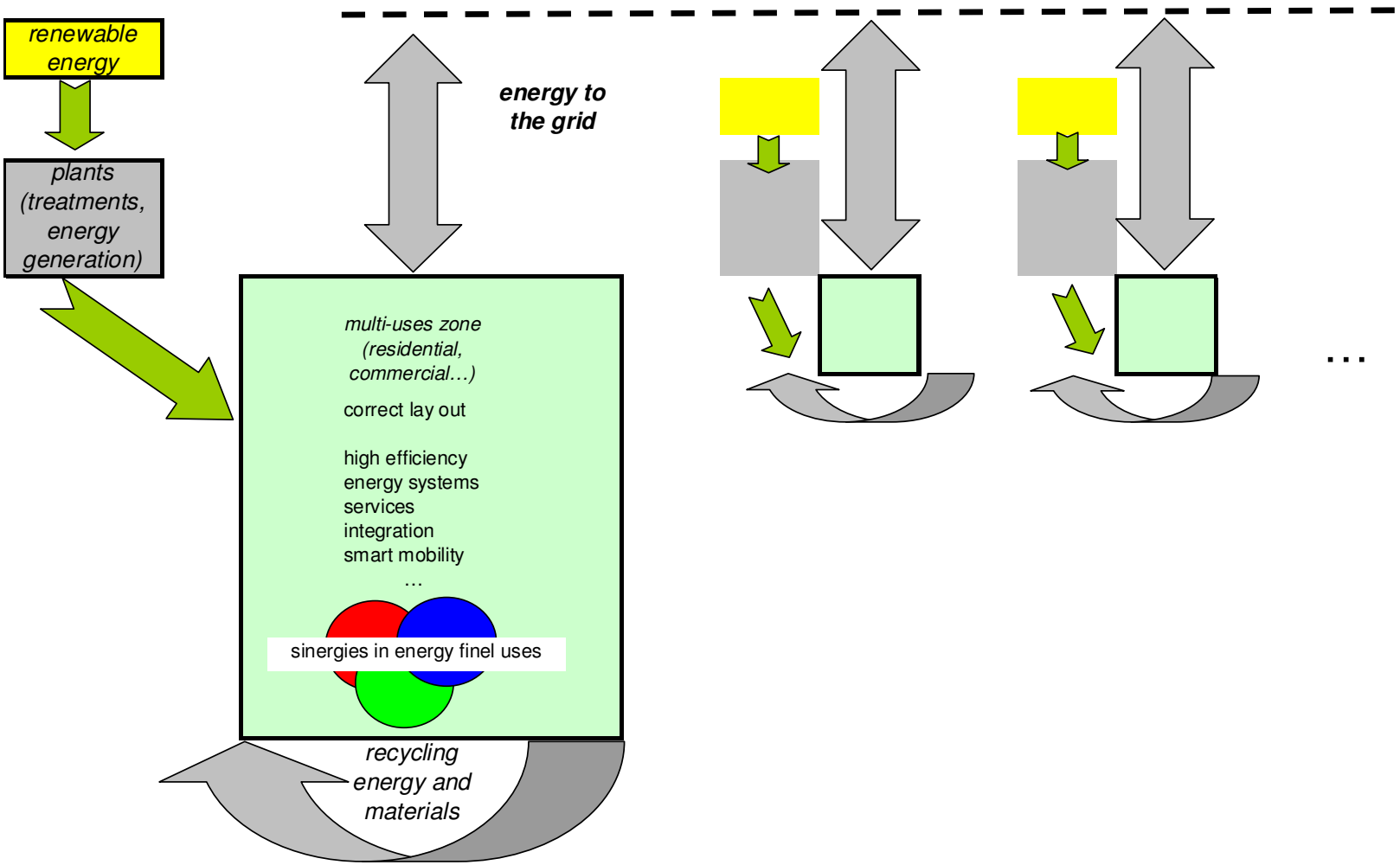


Commercial buildings

Generazione elettrica



Modular implementation scheme
DER; zone by zone energy and urban planning



Esperienze: *Huai Rou New Town, carbon neutral settlement*

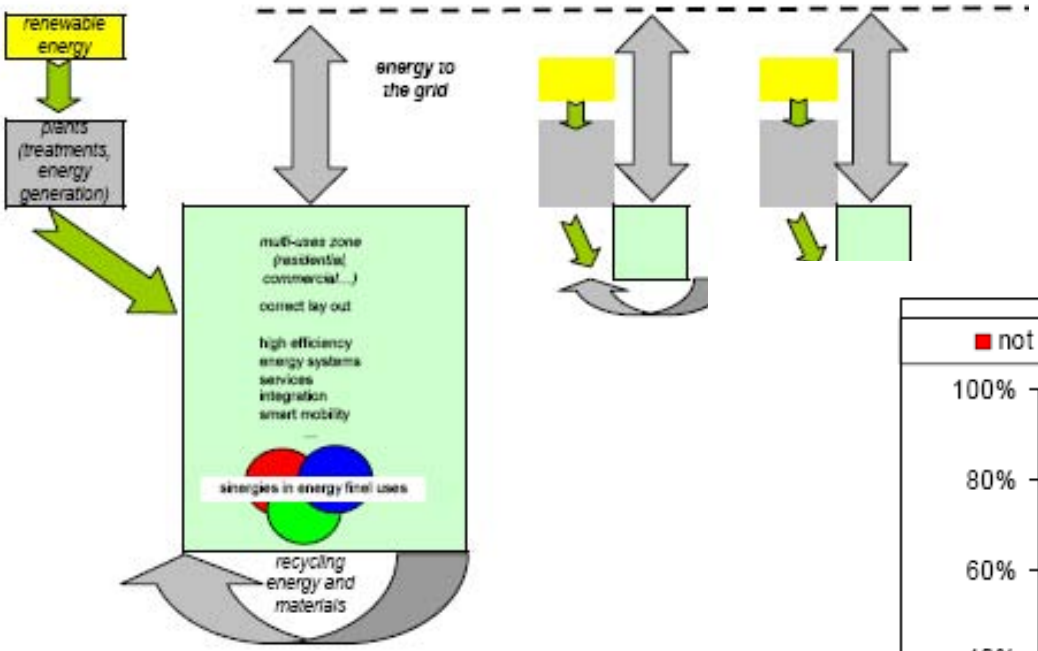
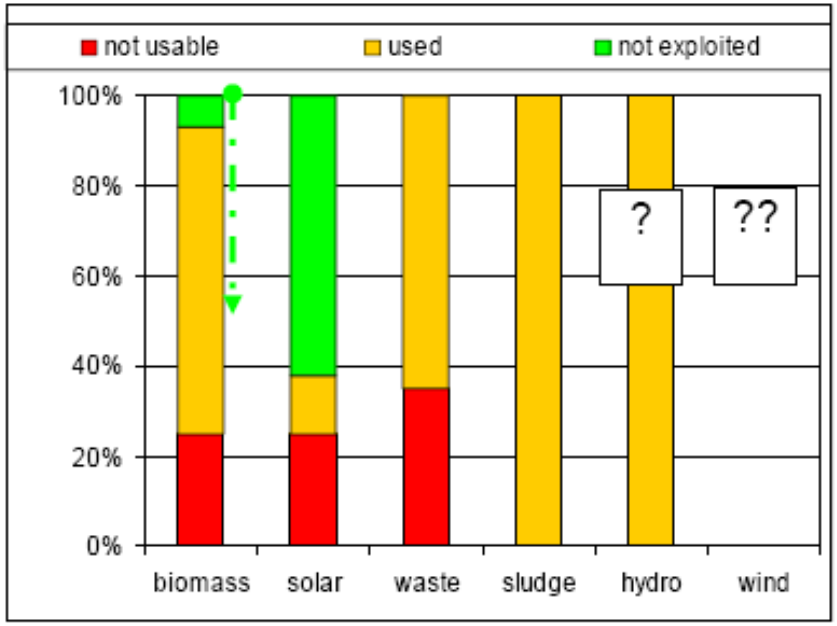
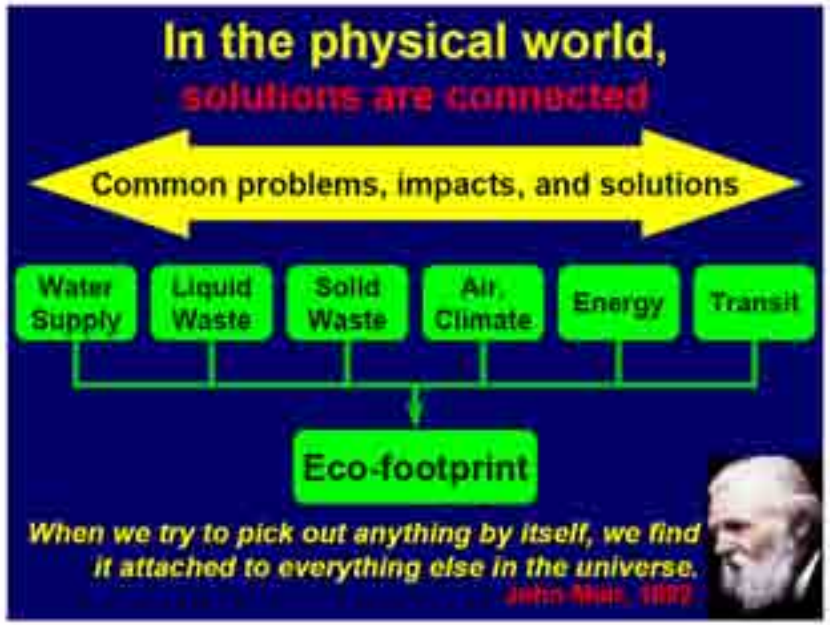


Figure 8: Scheme of the implementation of energy plan of Huai Rou



sustainable and total renewable energy supply strategy of Huai Rou

In the administrative world,
the issues are separate
Separate goals, staff, and budgets
Water Supply
Liquid Waste
Solid Waste
Air, Climate
Energy
Transit
Budget


In the physical world,
solutions are connected
Common problems, impacts, and solutions
Water Supply
Liquid Waste
Solid Waste
Air, Climate
Energy
Transit
Eco-footprint
When we try to pick out anything by itself, we find it attached to everything else in the universe.