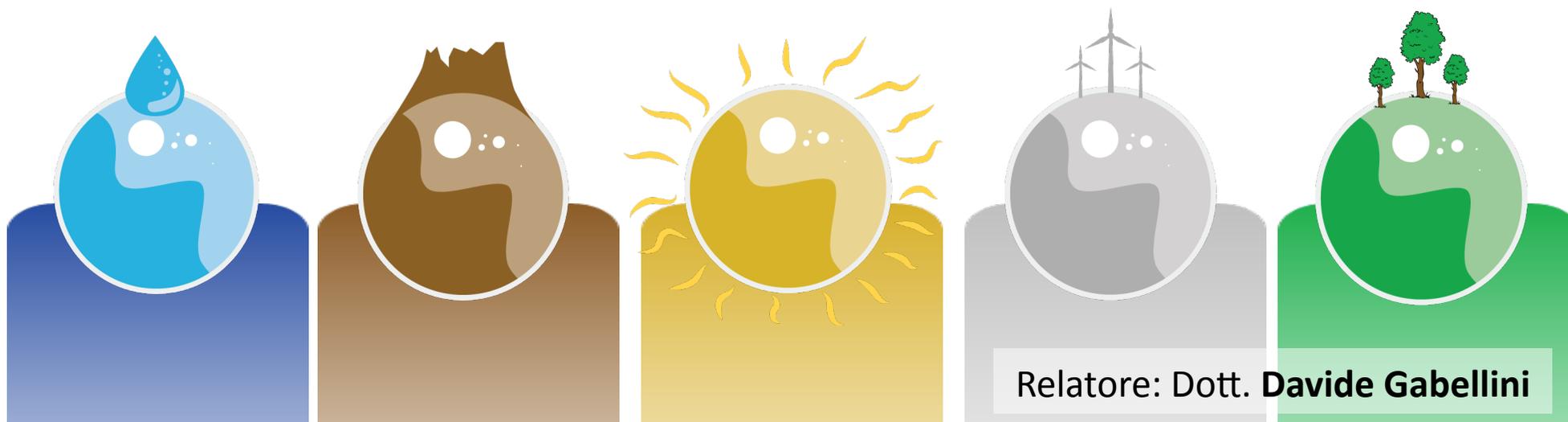


COMPARTI URBANI CLIMATICAMENTE EFFICIENTI:

*Ipotesi di riduzione dell'impatto energetico di una città tipo
nell'Italia centrale*



Relatore: Dott. **Davide Gabellini**

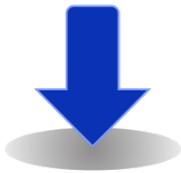


ANALISI PRELIMINARE



ANALISI PRELIMINARE

IL PROGETTO ZERO ENERGY



Diminuire i costi gestionali



Incentivare l'uso delle fonti rinnovabili



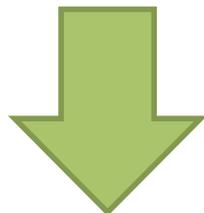
Ridurre l'inquinamento atmosferico



Residenze



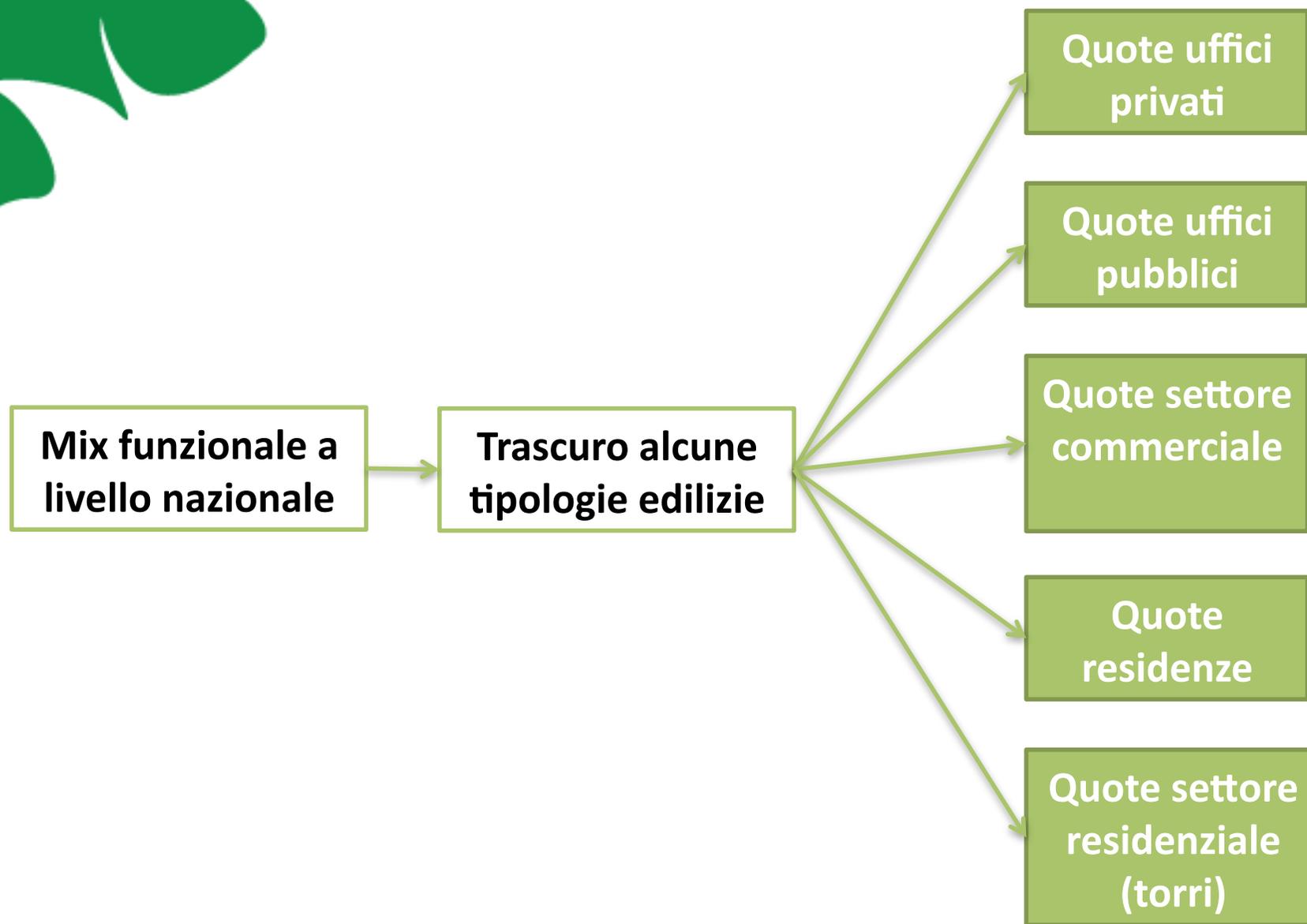
100.000
abitanti

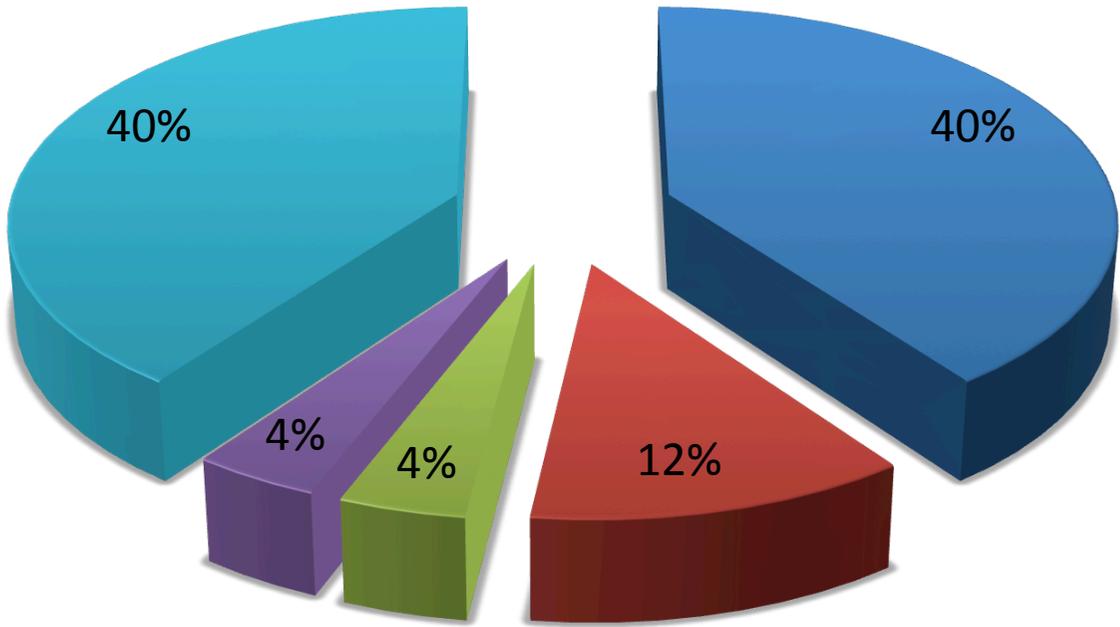


Uffici



IL MIX FUNZIONALE





■ Residenziale piccolo

■ Residenziale grande

■ Uffici privati

■ Uffici Pubblici

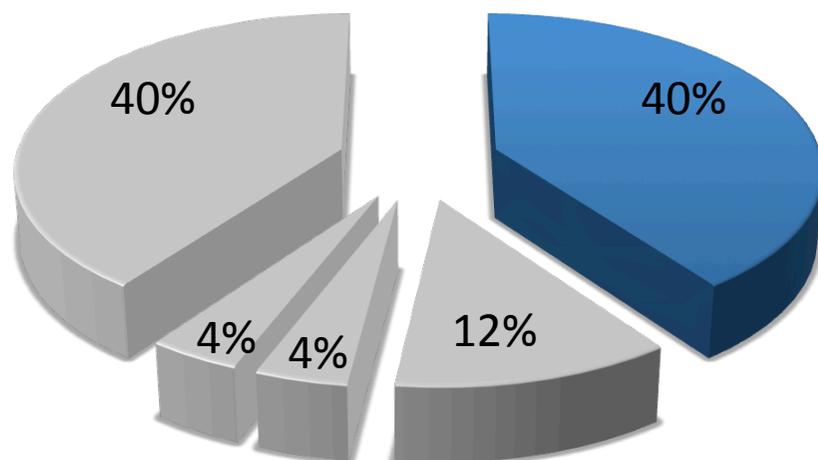
■ Settore commerciale



EDIFICI RESIDENZIALI

RESIDENZE

25.000 alloggi



$25.000 \times 77\% =$
 $= 19.250$ alloggi

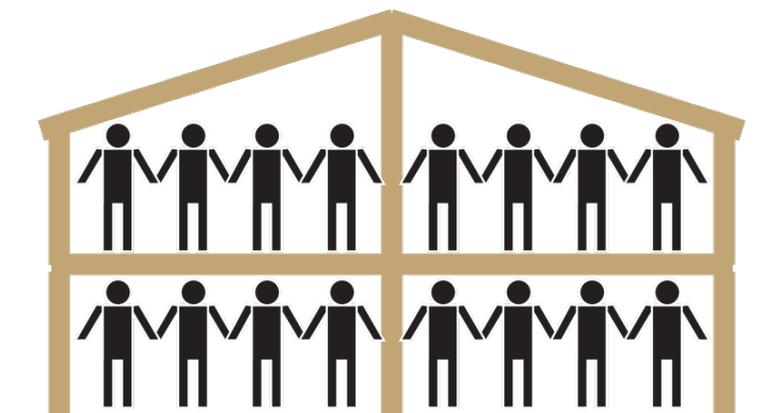
$19.250 \times 4 = 77.000$ abitanti



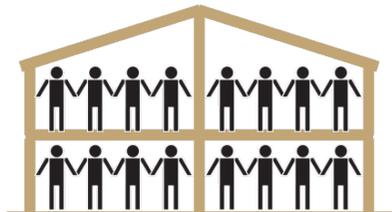
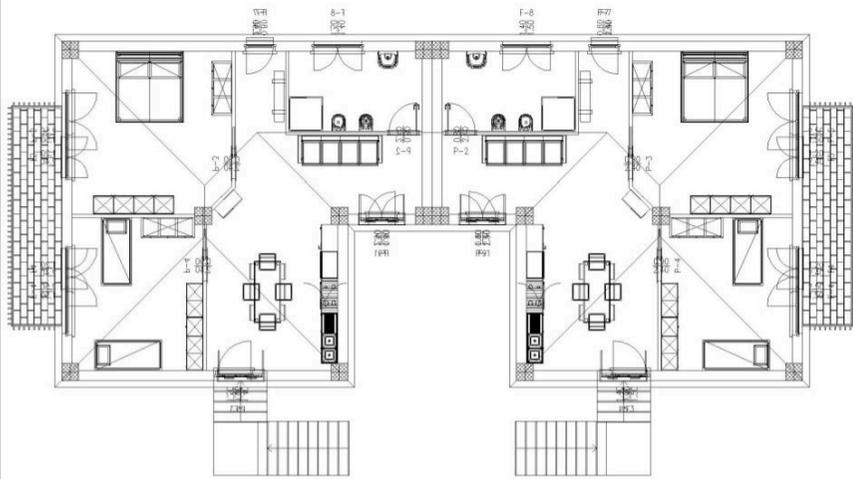
20%



40%



40%



40%

$77.000 \times 40\% = 30.800$ abitanti

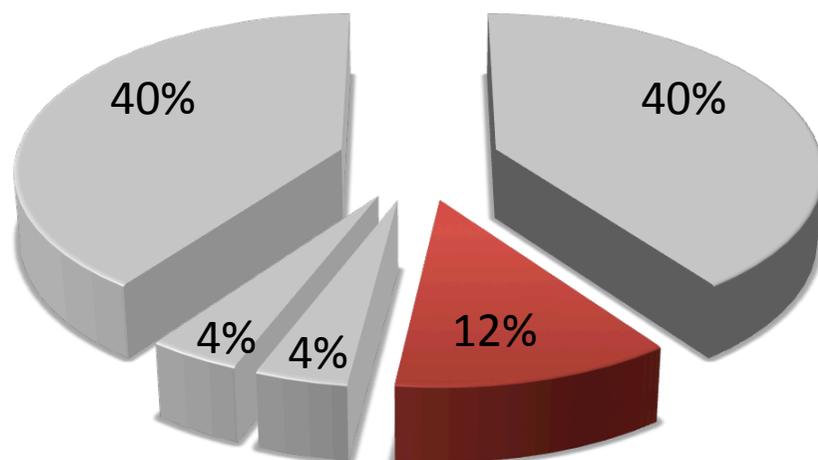


1.925 edifici

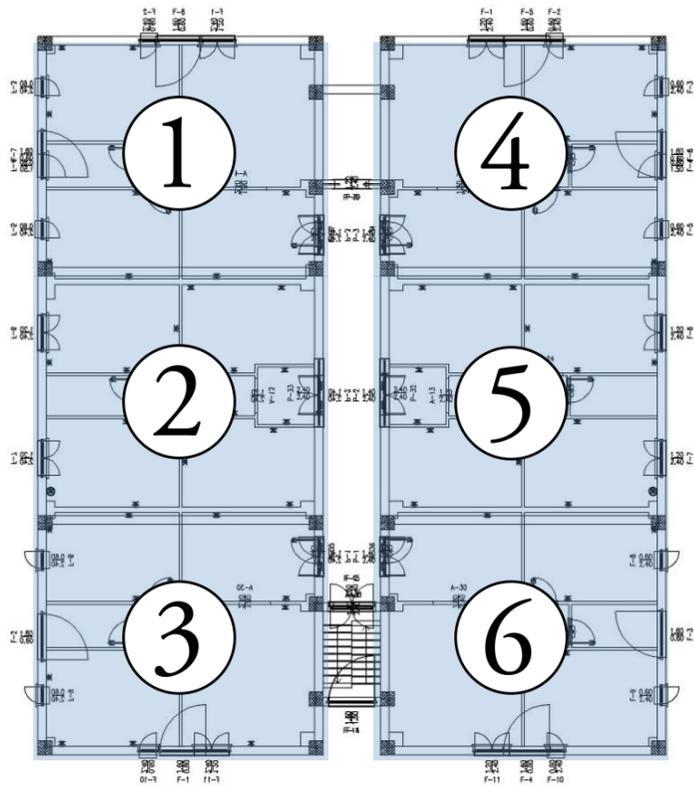
EDIFICI RESIDENZIALI

RESIDENZIALE (TORRI)

25.000 alloggi



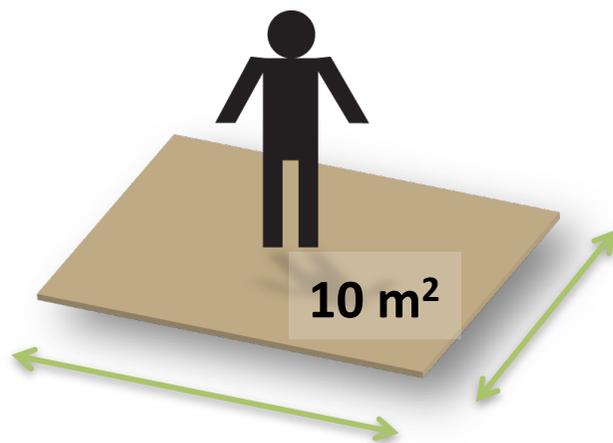
$25.000 \times 23\% =$
 $= 5.750$ alloggi



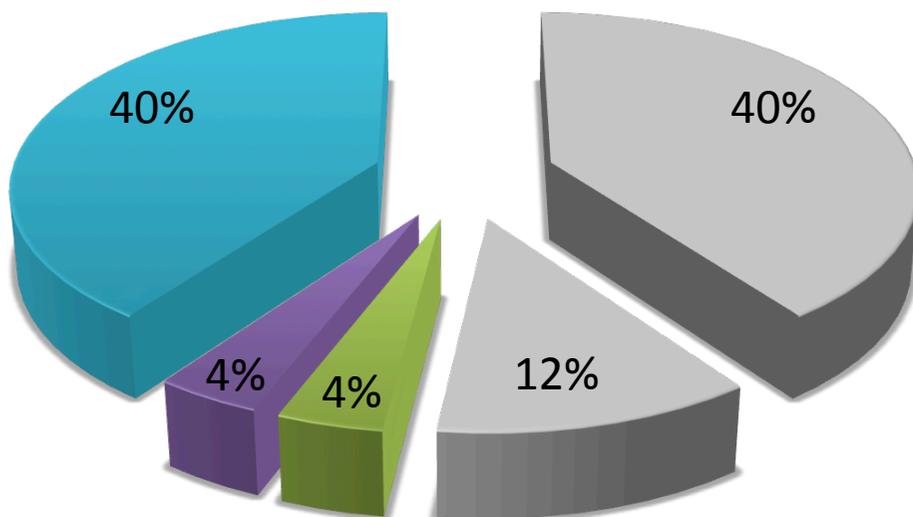
$$5.750 / (6 \times 10) = 96 \text{ torri}$$



EDIFICI TERZIARI



$$[100.000 / (350/10)] = 2.857 \text{ locali}$$



238 n. uffici privati



238 n. uffici pubblici



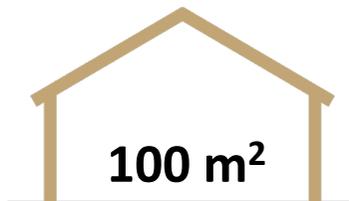
2381 n. locali commerciali

CONSUMI ENERGETICI



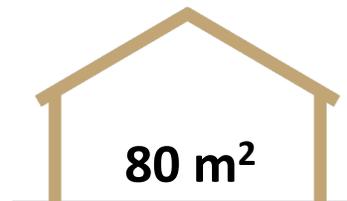
300 kWh/m² * y

Residenze



577.000.000 kWh/y

Residenziale (Torri)



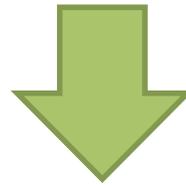
144.000.000 kWh/y

Edifici commerciali
e direzionali



24.990.000 kWh/y
Uff. Pubblici e privati

250.005.000 kWh/y
Locali commerciali



1.030.485.000 kWh/y

PRESSIONE ENERGETICA DEL PROGETTO

Consumo
energetico

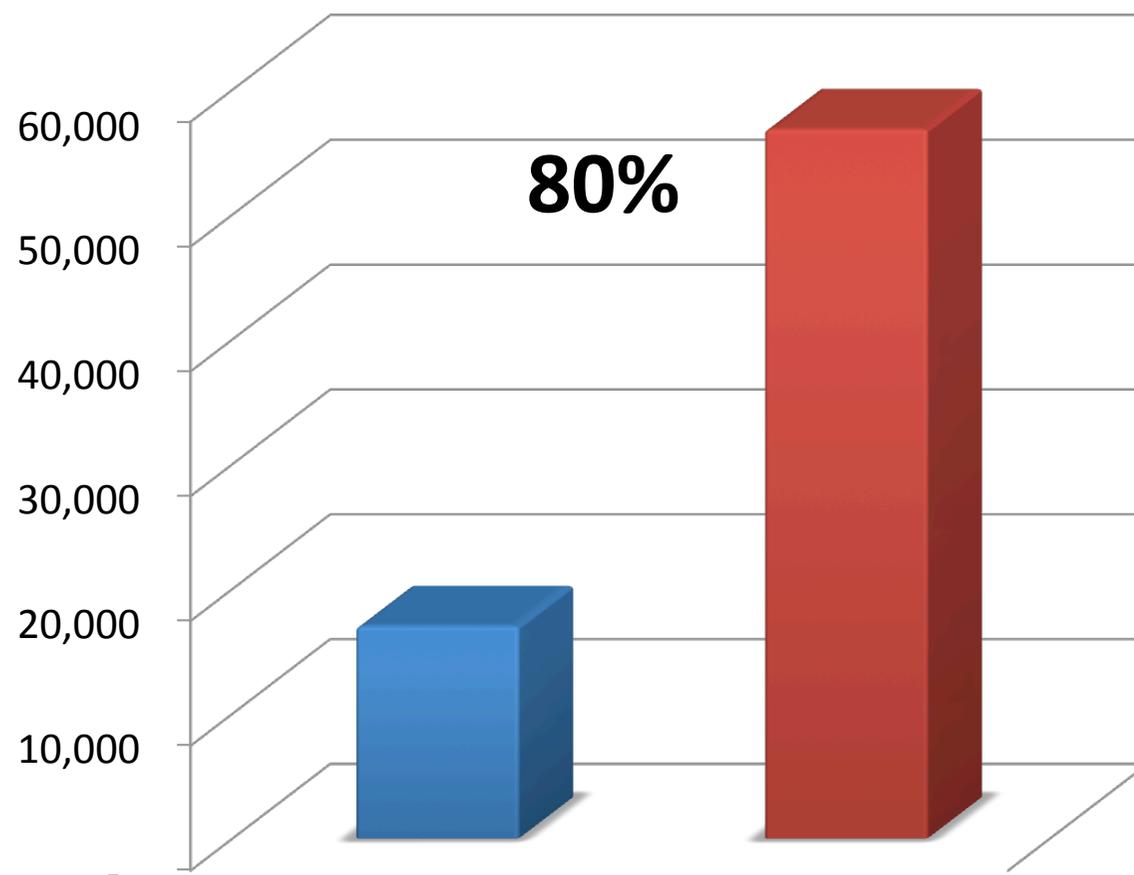


Efficienza
energetica



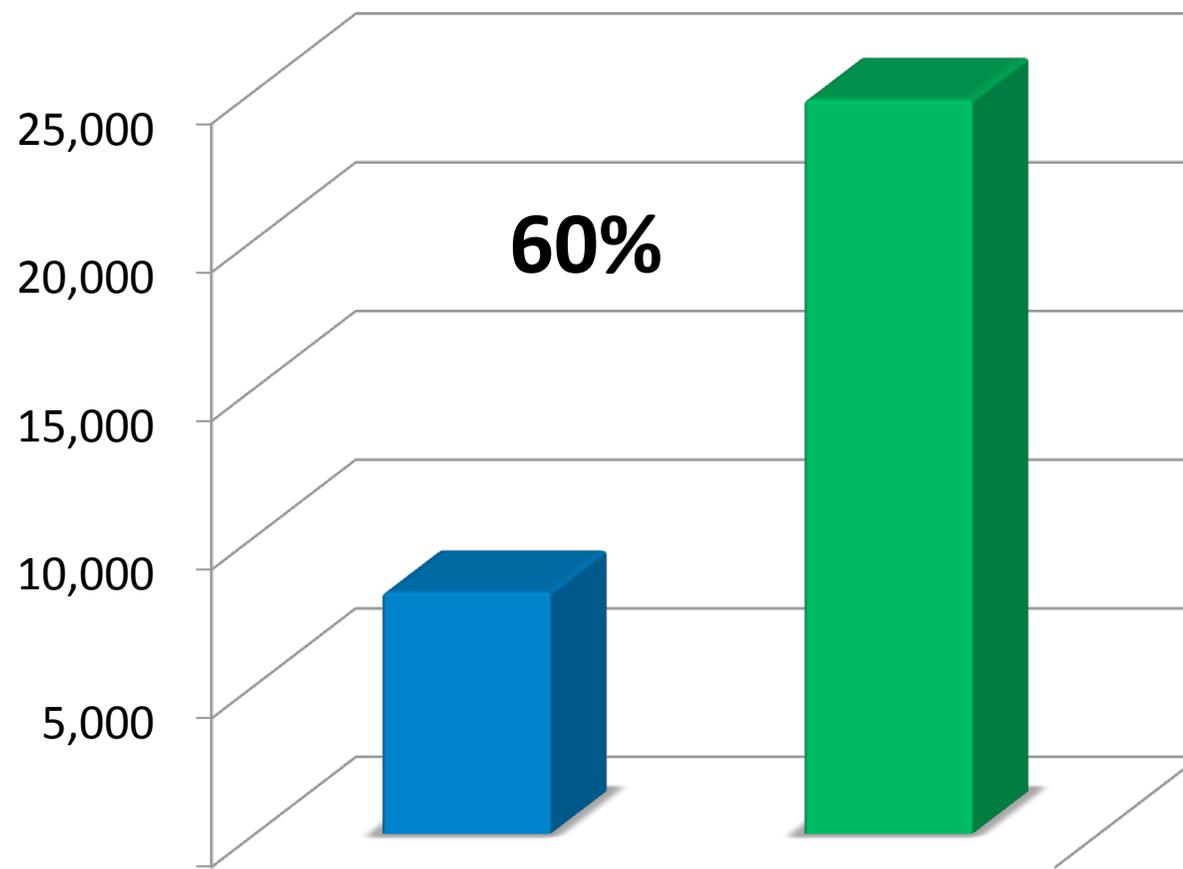
Risparmio
energetico

SETTORE RESIDENZIALE

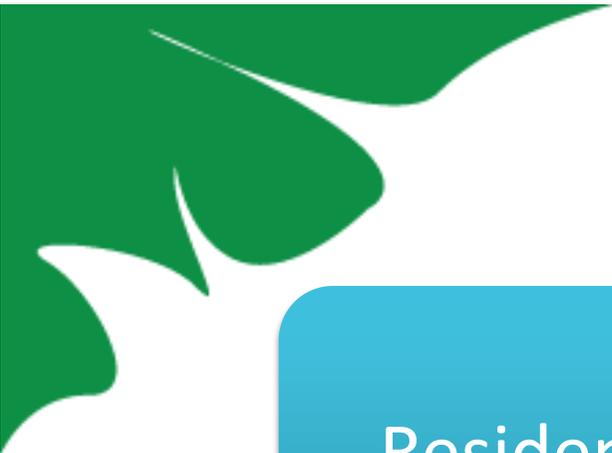


- Risparmio energetico odierno (GWh/y)
- Risparmio energetico futuro (GWh/y)

SETTORE TERZIARIO



- Risparmio energetico odierno (GWh/y)
- Risparmio energetico futuro (GWh/y)



Residenze

• 80%

Residenziale
(torri)

• 60%

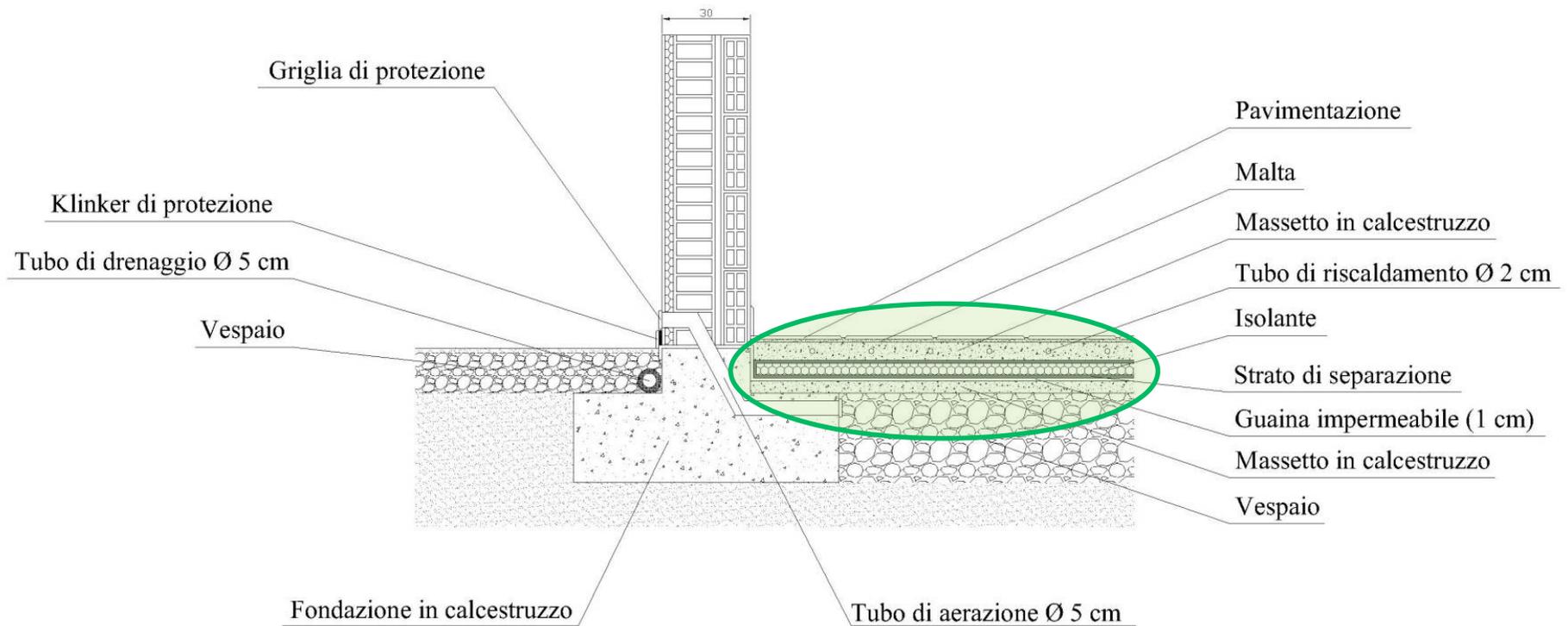
Categorie
commerciali
e direzionali

• 60%

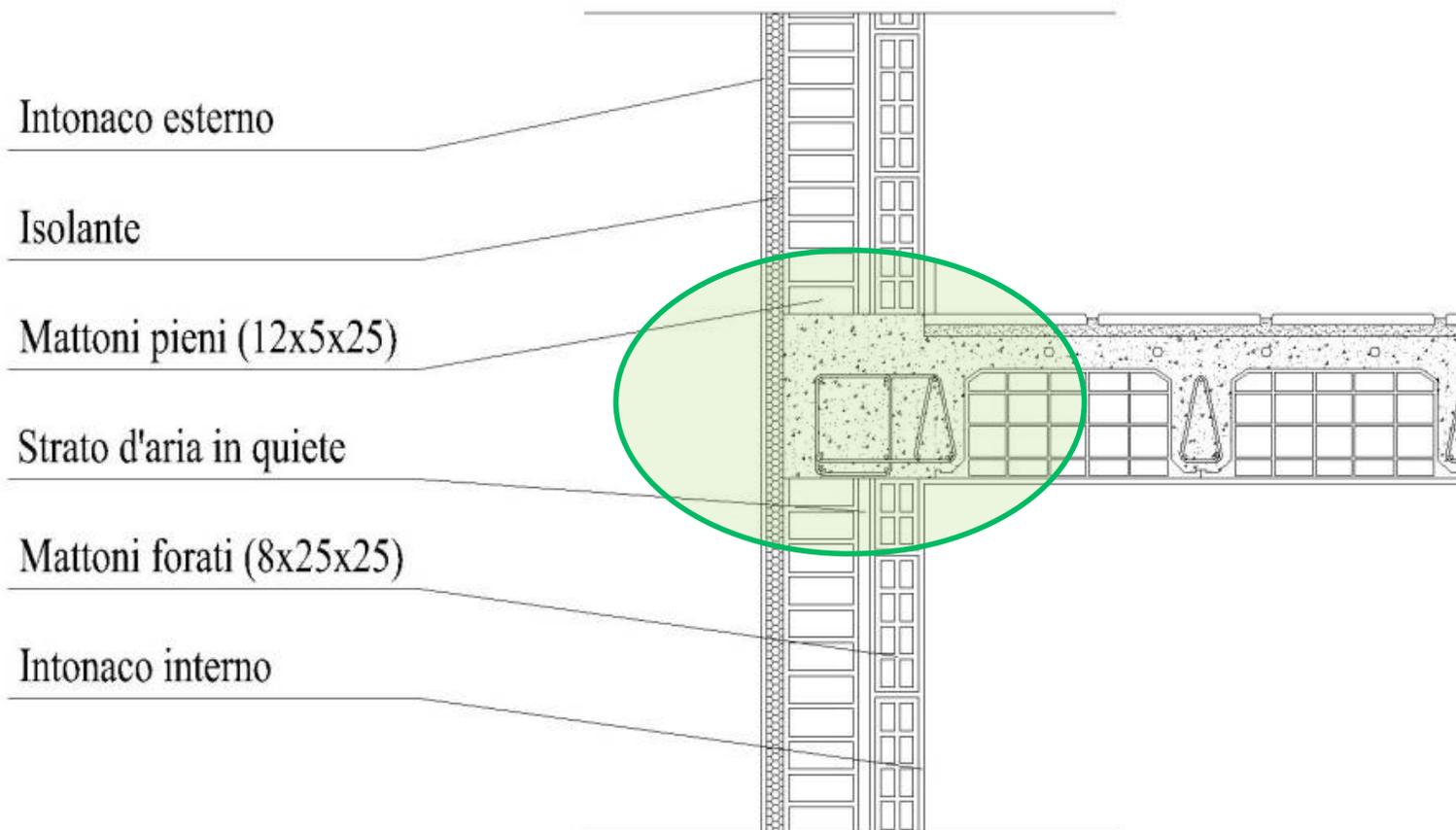


PACCHETTI MURARI

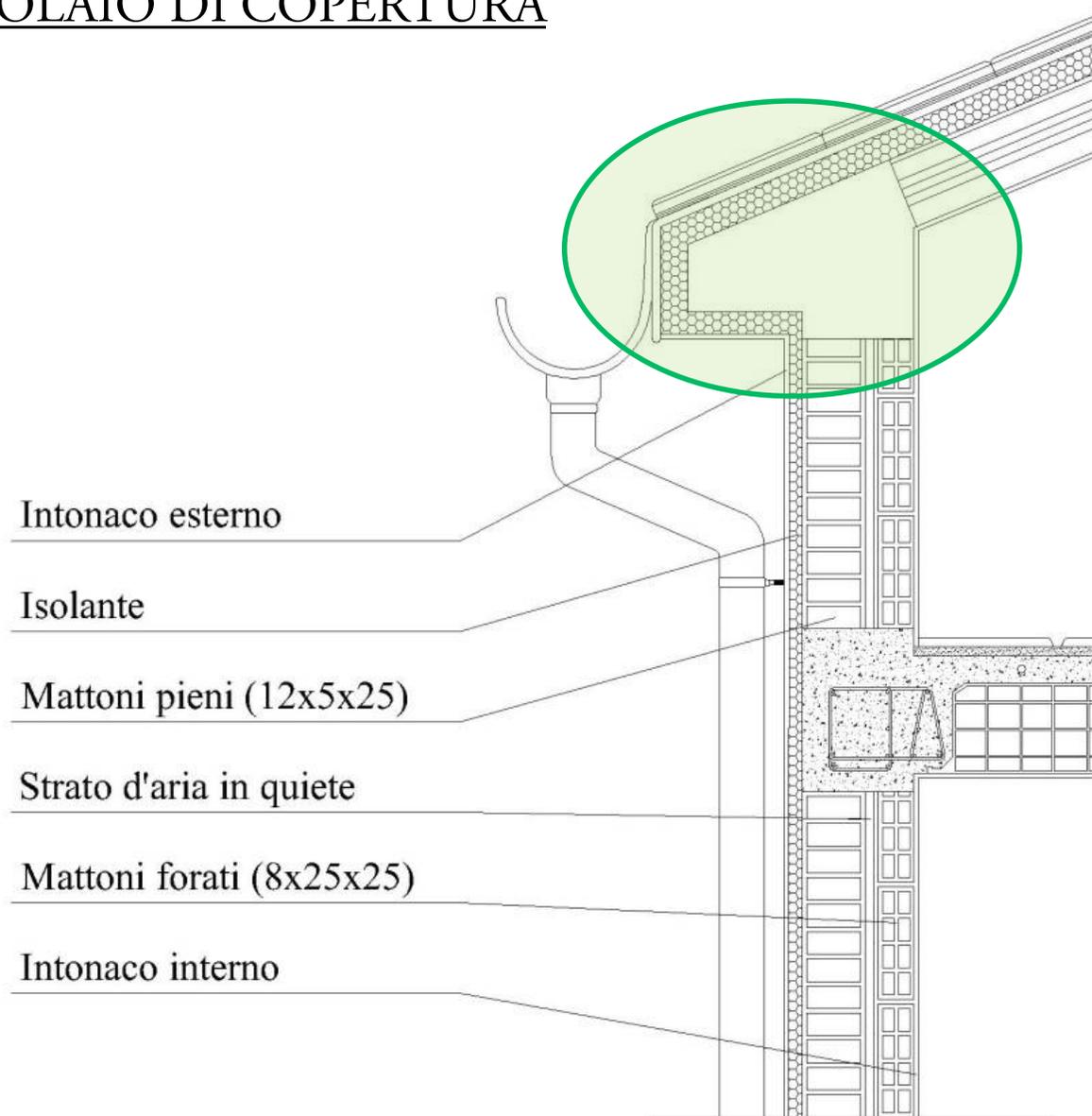
FONDAZIONE

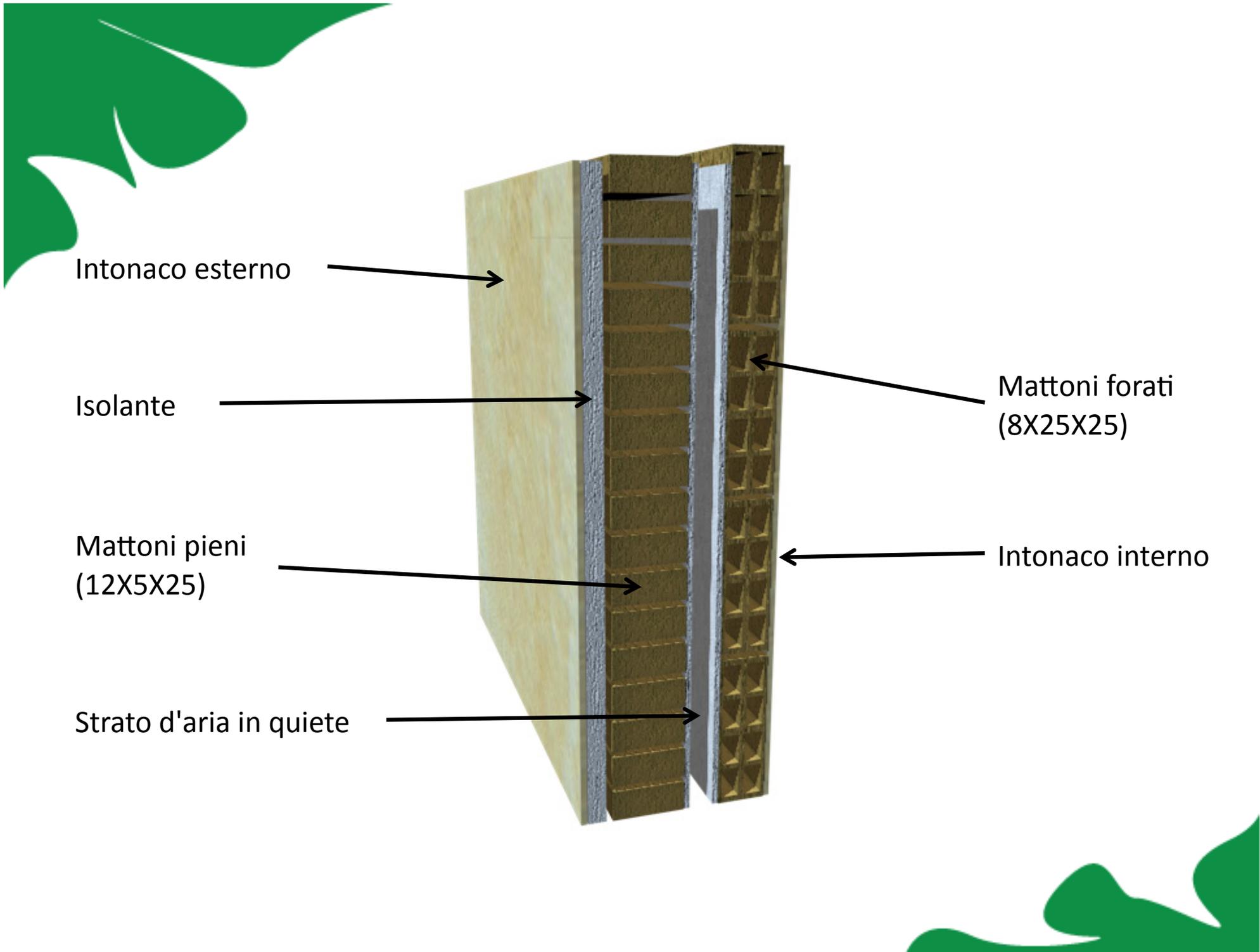


SOLAIO INTERPIANO



SOLAIO DI COPERTURA





RISPARMIO ENERGETICO DEL PROGETTO

Residenze

- 80%



115.500.000 kWh/y

Residenziale (Torri)

- 60%



57.600.000 kWh/y

Uffici Privati

- 60%



9.996.000 kWh/y

Uffici Pubblici

- 60%



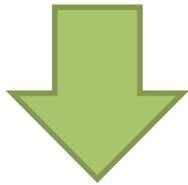
9.996.000 kWh/y

Locali Commerciali

- 60%



100.002.000 kWh/y



300.094.000 kWh/y



TABELLA DI CONFRONTO

Tipologia	Mix	N° edifici	Dimensioni (mq)	Mq totali	kWh/mq	Consumi Città odierna (kWh/y)	Risparmio	Consumi Città progettuale (kWh/y)
Residenze	40%	19.250	100	1.925.000	300	577.500.000	80%	115.500.000
Torri residenziali	12%	96	73 %		300	144.000.000	60%	57.600.000
A10	4%	238		300	24.990.000	60%	9.996.000	
B	4%	238		300	24.990.000	60%	9.996.000	
C	40%	2.381		350	833.350	300	250.005.000	60%
Infrastrutture						9.000.000	22%	7.000.000
Totale						1.030.485.000		300.094.000

Città odierna

Città progettuale

TABELLA DI CONVERSIONE

Tipologia edilizia	kWh/y	Conversione	MWh/y	Conversione	MWh/d
Residenziale piccolo	115.500.000		115.500		316,44
Residenziale grande	57.600.000		57.600		157,81
Categoria A10	9.996.000	kWh/1.000	9.996	MWh/365	27,39
Categoria B	9.996.000		9.996		27,39
Categoria C	100.002.000		100.002		273,98
Infrastrutture	7.000.000		7.000		19,18
Totale	300.094.000		300.094		822,19

Consumo energia
Città progettuale

ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI



822,19
MWh/d





BILANCIO ENERGETICO



Città
progettuale

```
graph TD; C[Città progettuale] --- A[A]; C --- B[B];
```

A

B

CITTA' PROGETTUALE A

Produzione			Consumo		
Fonte	Energia elettrica (MWh/d)	Calore (MWh/d)	Fonte	Energia elettrica (MWh/d)	Calore (MWh/d)
Termovalorizzatore	221,65	331,18	Residenze	101,26	215,18
			Residenziale (torri)	50,50	107,31
Impianto fotovoltaico	60,00	-	Categoria A10	8,76	18,63
			Categoria B	8,76	18,63
Impianto solare-termico	-	220,00	Categoria C	87,67	186,31
			Infrastrutture	19,18	-
Totale prodotto	281,65	551,18	Totale consumato	276,13	546,06
			Bilancio	+ 5,52	+ 5,12
			Produzione	102 %	101 %

120 t/d

CITTA' PROGETTUALE B

Fonte	Produzione		Fonte	Consumo	
	Energia elettrica (MWh/d)	Calore (MWh/d)		Energia elettrica (MWh/d)	Calore (MWh/d)
Termovalorizzatore	110,83	165,59	Residenze	101,26	215,18
Impianto fotovoltaico	150,00	-	Residenziale (torri)	50,50	107,31
Impianto eolico	20,00	-	Categoria A10	8,76	18,63
			Categoria B	8,76	18,63
Impianto solare-termico	-	400,00	Categoria C	87,67	186,31
			Infrastrutture	19,18	-
Totale prodotto	280,83	565,59	Totale consumato	276,13	546,06
			Bilancio	+ 4,70	+ 19,53
			Produzione	102 %	104 %

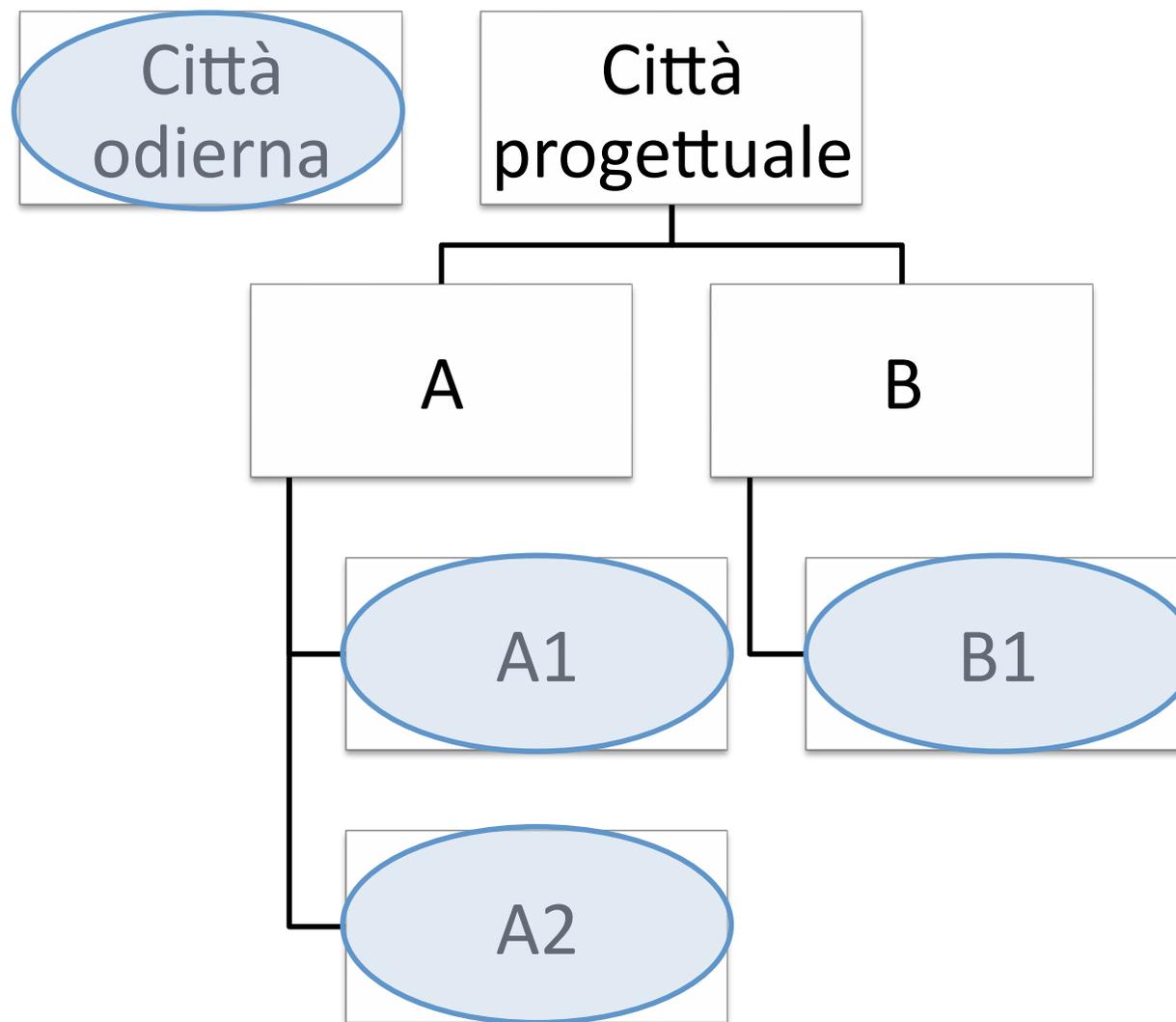
60 t/d

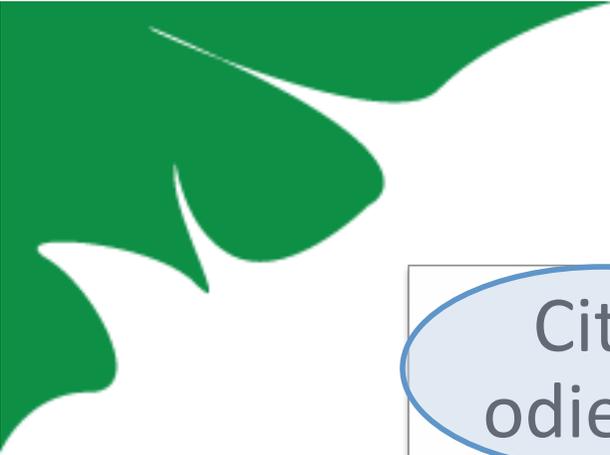


BILANCIO ECONOMICO



BILANCIO ECONOMICO





Città
odierna

Città
progettuale

A

B

A1

B1

A2



BILANCIO ECONOMICO

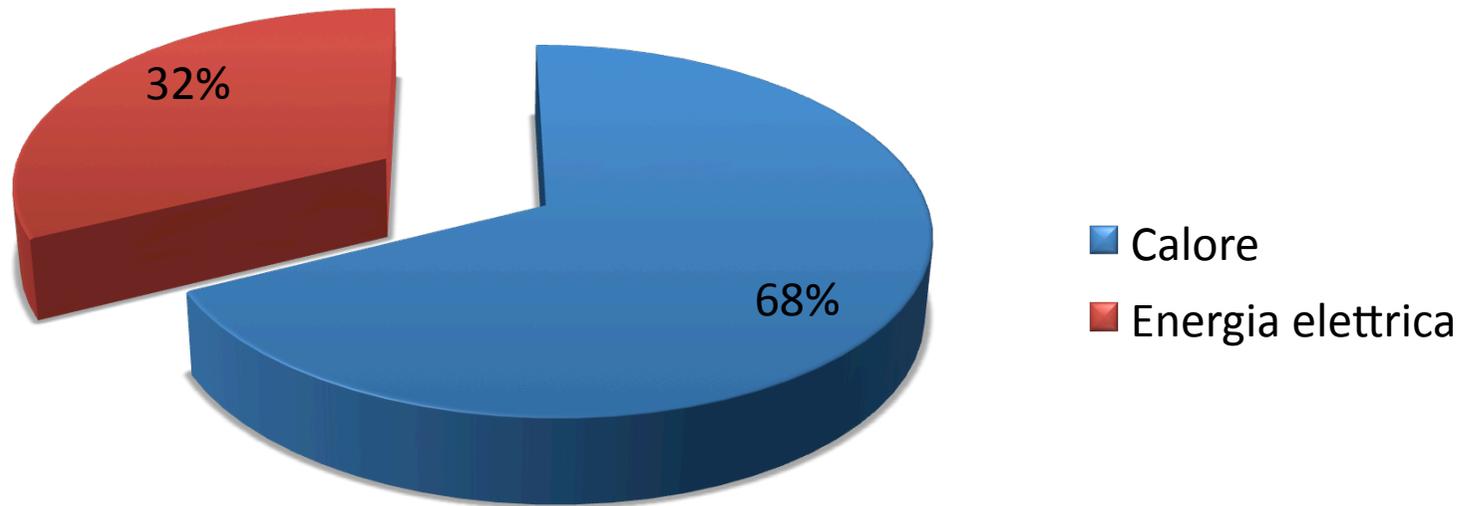
CITTA' ODIERNA

Spesa
energetica

Costo
edifici

±
economico

1.030.485.000 kWh/y



Il totale dei consumi deve essere ripartito tra queste due componenti:

$$(1.030.485.000 \times 68\%) = \mathbf{697.677.641 \text{ kWh/y}}$$

Consumo di Calore

$$(1.030.485.000 \times 32\%) = \mathbf{332.807.359 \text{ kWh/y}}$$

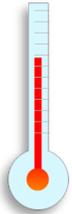
Consumo di Energia elettrica



SPESA ENERGETICA



Energia elettrica = $332.807.359 \times 0,20 = 66.561.472 \text{ €}$



Calore = $697.667.641 \times 0,09 = 62.790.988 \text{ €}$

Spesa energetica = $(66.561.472 + 62.790.988) = 129.352.459 \text{ €}$





SPESA EDIFICI

A. Tipologia residenziale → 4.676 €/mq

$$2.405.000 \times 4.676 = \mathbf{11.245.780.000 \text{ €}}$$

B. Tipologia uffici → 5.042 €/mq

$$166.600 \times 5.042 = \mathbf{839.997.200 \text{ €}}$$

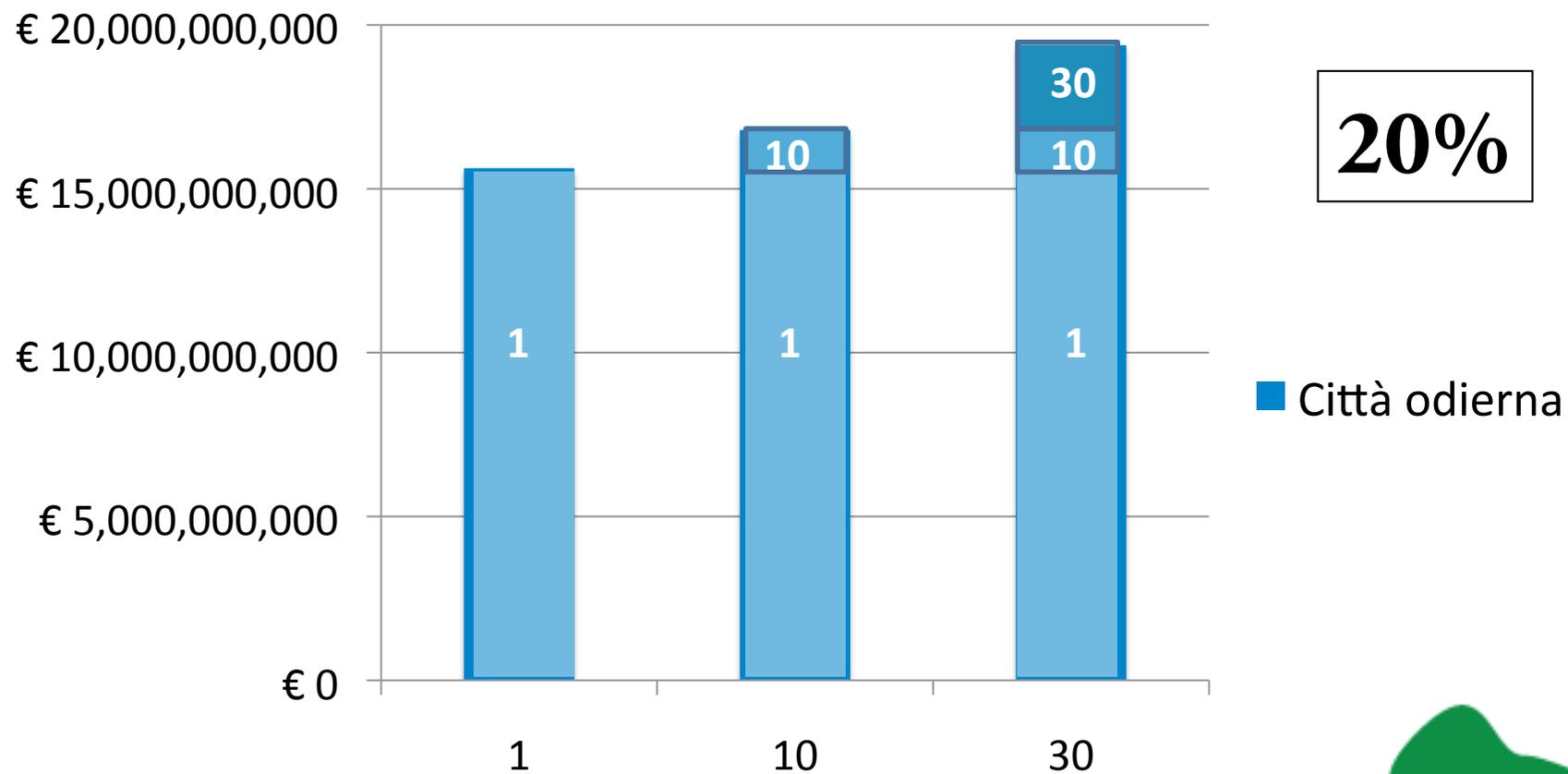
C. Tipologia negozi → 4.094 €/mq

$$833.350 \times 4.094 = \mathbf{3.411.734.900 \text{ €}}$$

Il totale del costo degli edifici è : **15.497.512.100 €**, approssimativamente **15.500.000.000 €**



Periodo (anni)	Costo cumulativo
1	€ 15.629.352.459
10	€ 16.793.524.590
30	€ 19.380.573.770



Città
odierna

Città
progettuale

A

B

A1

B1

A2



BILANCIO ECONOMICO

CITTA' PROGETTUALE A1

Costo degli
edifici

Spesa
strutture
energetiche

±
economico



SPESA EDIFICI

A. Tipologia residenziale → 5.611 €/mq

$$2.405.000 \times 5.611 = \mathbf{13.494.936.000 \text{ €}}$$

B. Tipologia uffici → 6.050 €/mq

$$166.600 \times 6.050 = \mathbf{1.007.996.640 \text{ €}}$$

C. Tipologia negozi → 4.913 €/mq

$$833.350 \times 4.094 = \mathbf{4.094.081.880 \text{ €}}$$

Il totale del costo degli edifici è : **18.597.014.520 €**, approssimativamente **18.600.000.000 €**





SPESA STRUTTURE ENERGETICHE

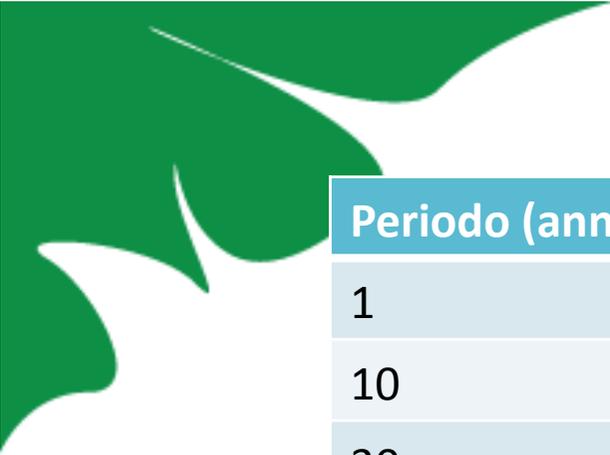
Fonte	Costo
Termovalorizzatore	€ 43.800.000
Fotovoltaico	€ 102.000.000
Solare-termico	€ 45.000.000
Totale	€ 190.800.000

Calcolo costo termovalorizzatore:

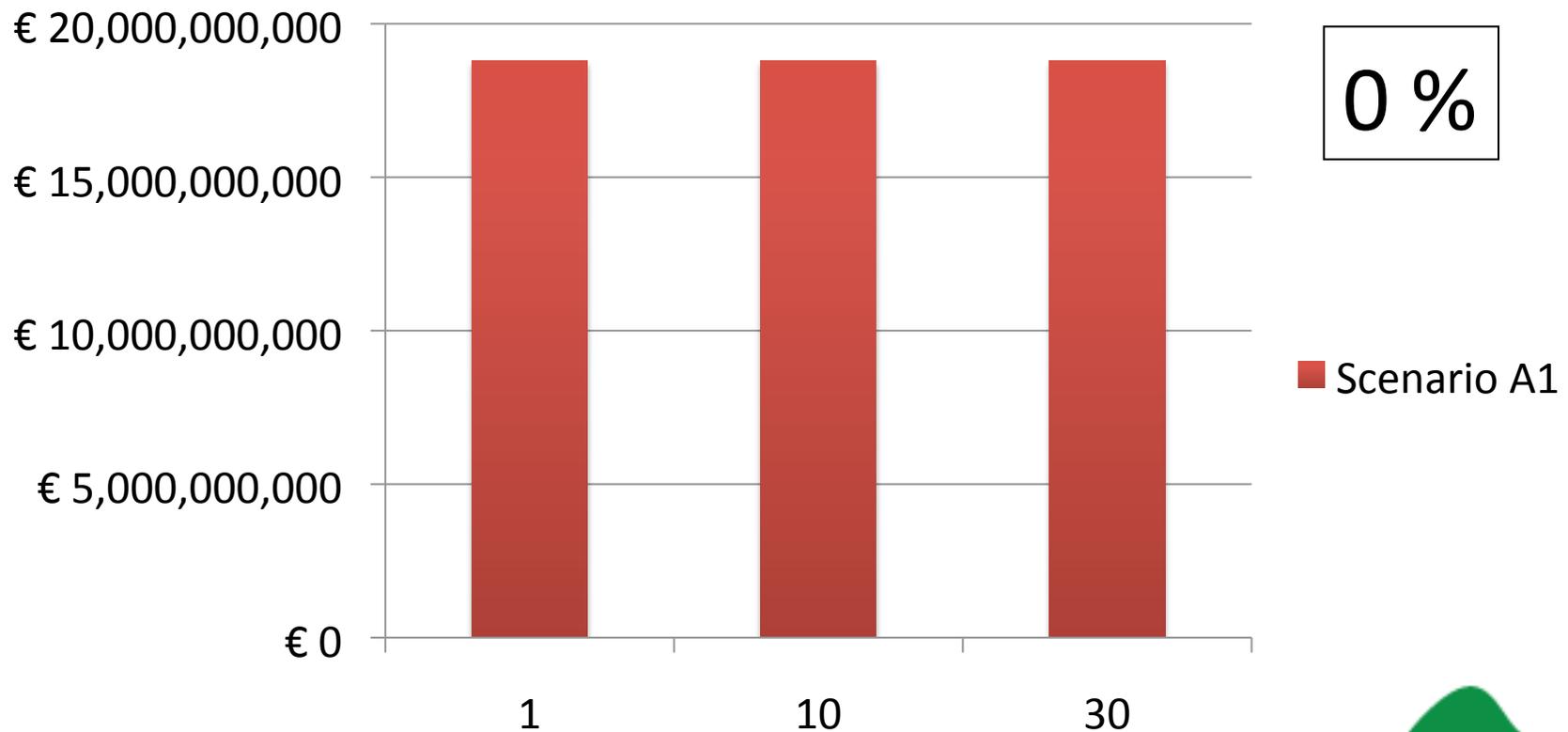
$$\frac{(43.800 \text{ t/y} \times 1.000.000 \text{ €/1.000 t*y})}{1.000} = \mathbf{43.800.000 \text{ €}}$$

Per le altre fonti energetiche i costi sono dedotti dalla comparazione con impianti già esistenti.





Periodo (anni)	Costo cumulativo
1	€ 18.790.800.000
10	€ 18.790.800.000
30	€ 18.790.800.000



Città
odierna

Città
progettuale

A

B

A1

B1

A2



BILANCIO ECONOMICO

CITTA' PROGETTUALE A2

Costo
degli
edifici

Spesa
energetica

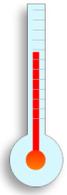
±
economico



300.094.000 kWh/y



Energia elettrica = $96.030.080 \times 0,20 = 19.206.016 \text{ €}$



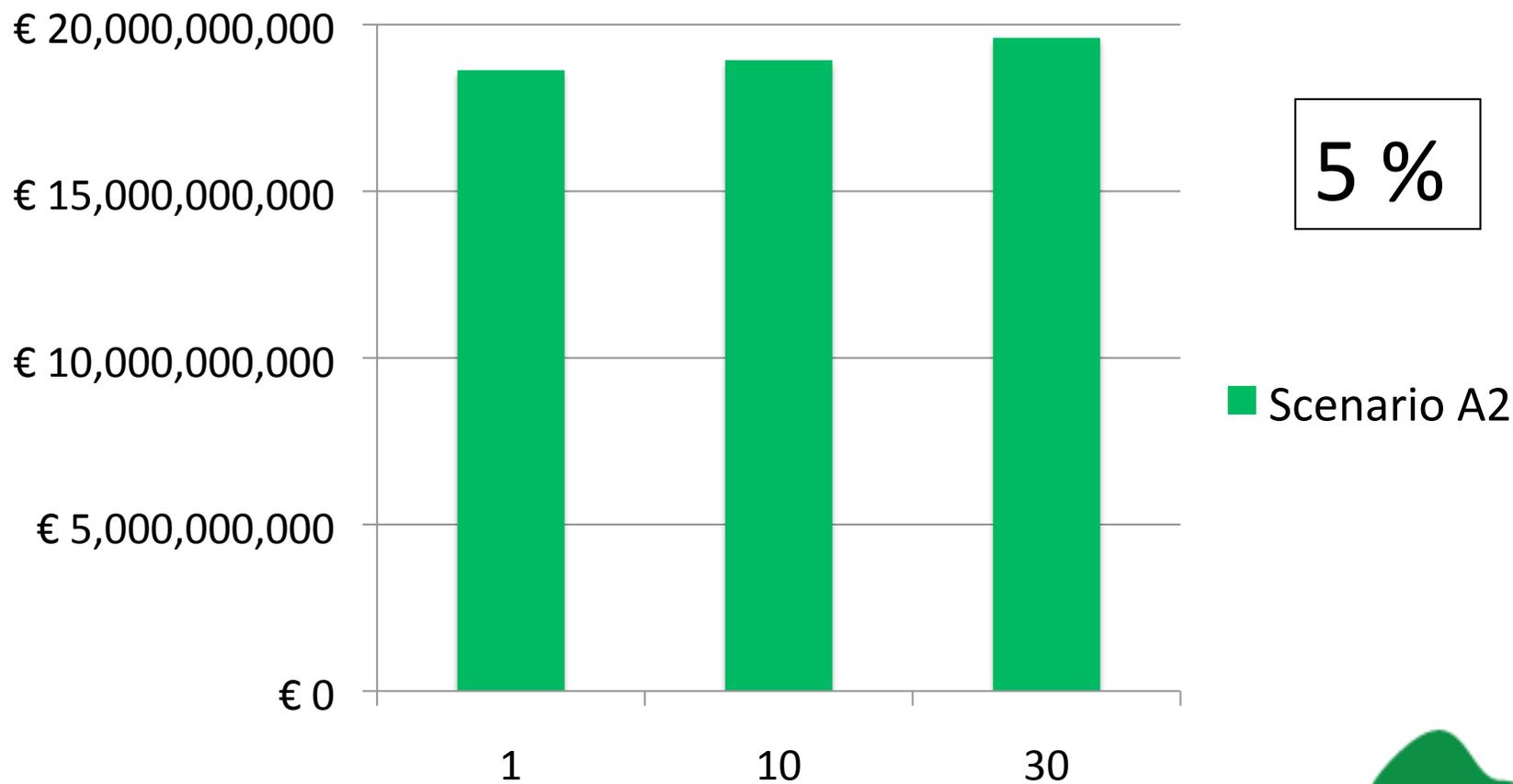
Calore = $204.063.920 \times 0,07 = 14.284.474 \text{ €}$

Spesa totale = $(19.206.016 + 14.284.474) = 33.490.490 \text{ €}$

Costo degli edifici = $18.600.000.000 \text{ €}$



Periodo (anni)	Costo cumulativo
1	€ 18.633.490.490
10	€ 18.934.904.900
30	€ 19.604.714.700



Città
odierna

Città
progettuale

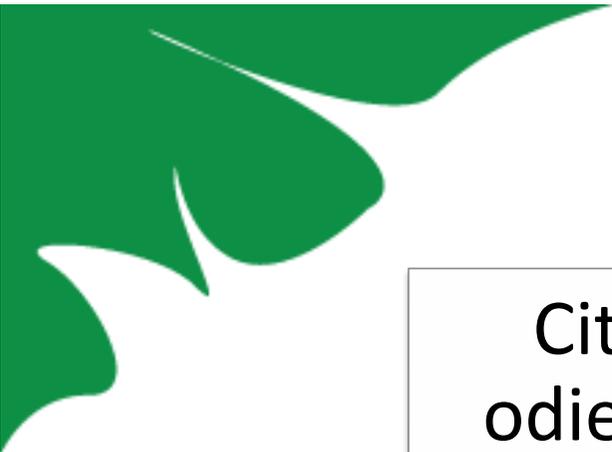
A

B

A1

B1

A2



BILANCIO ECONOMICO

CITTA' PROGETTUALE B1

Costo degli
edifici

Spesa
strutture
energetiche

±
economico



Spesa delle strutture energetiche

Fonte	Costo
Termovalorizzatore	€ 21.900.000
Fotovoltaico	€ 255.000.000
Impianto eolico	€ 26.000.000
Solare-termico	€ 82.500.000
Totale	€ 385.400.000

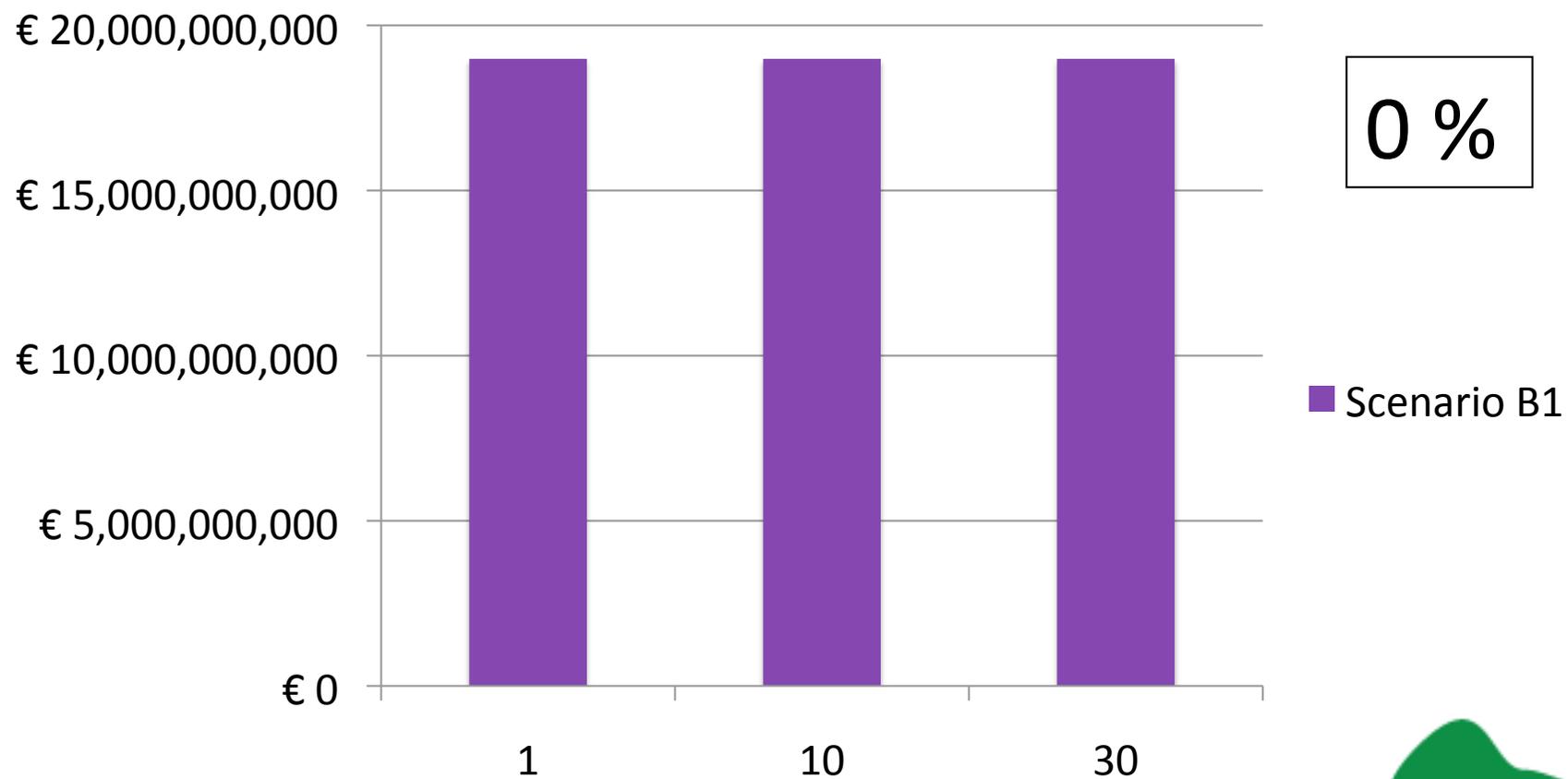
Calcolo costo termovalorizzatore:

$$\frac{(21.900 \text{ t/y} \times 1.000.000 \text{ €/1.000 t*y})}{1.000} = \mathbf{21.900.000 \text{ €}}$$

Costo degli edifici = **18.600.000.000 €**



Periodo (anni)	Costo cumulativo
1	€ 18.985.400.000
10	€ 18.985.400.000
30	€ 18.985.400.000



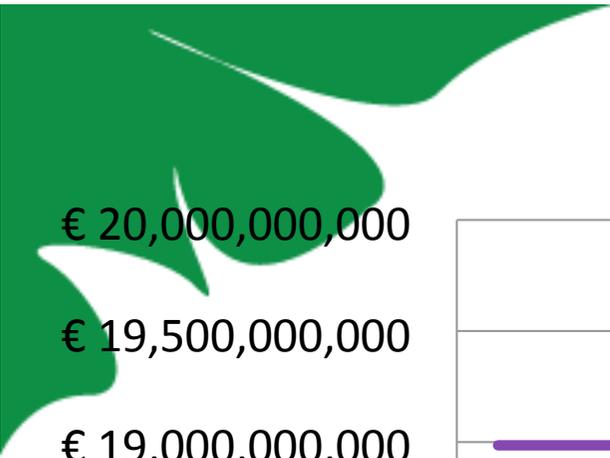
RIEPILOGO CONCLUSIVO

Bilancio economico				
Periodo (anni)	Città odierna	Città progettuale A		Città progettuale B
		Scenario A1	Scenario A2	Scenario B1
1	€ 15.629.352.459	€ 18.790.800.000	€ 18.633.490.490	€ 18.985.400.000
10	€ 16.793.524.590	€ 18.790.800.000	€ 18.934.904.900	€ 18.985.400.000
30	€ 19.380.573.770	€ 18.790.800.000	€ 19.604.714.700	€ 18.985.400.000
		- € 589.773.770	+ € 224.140.930	- € 395.173.770

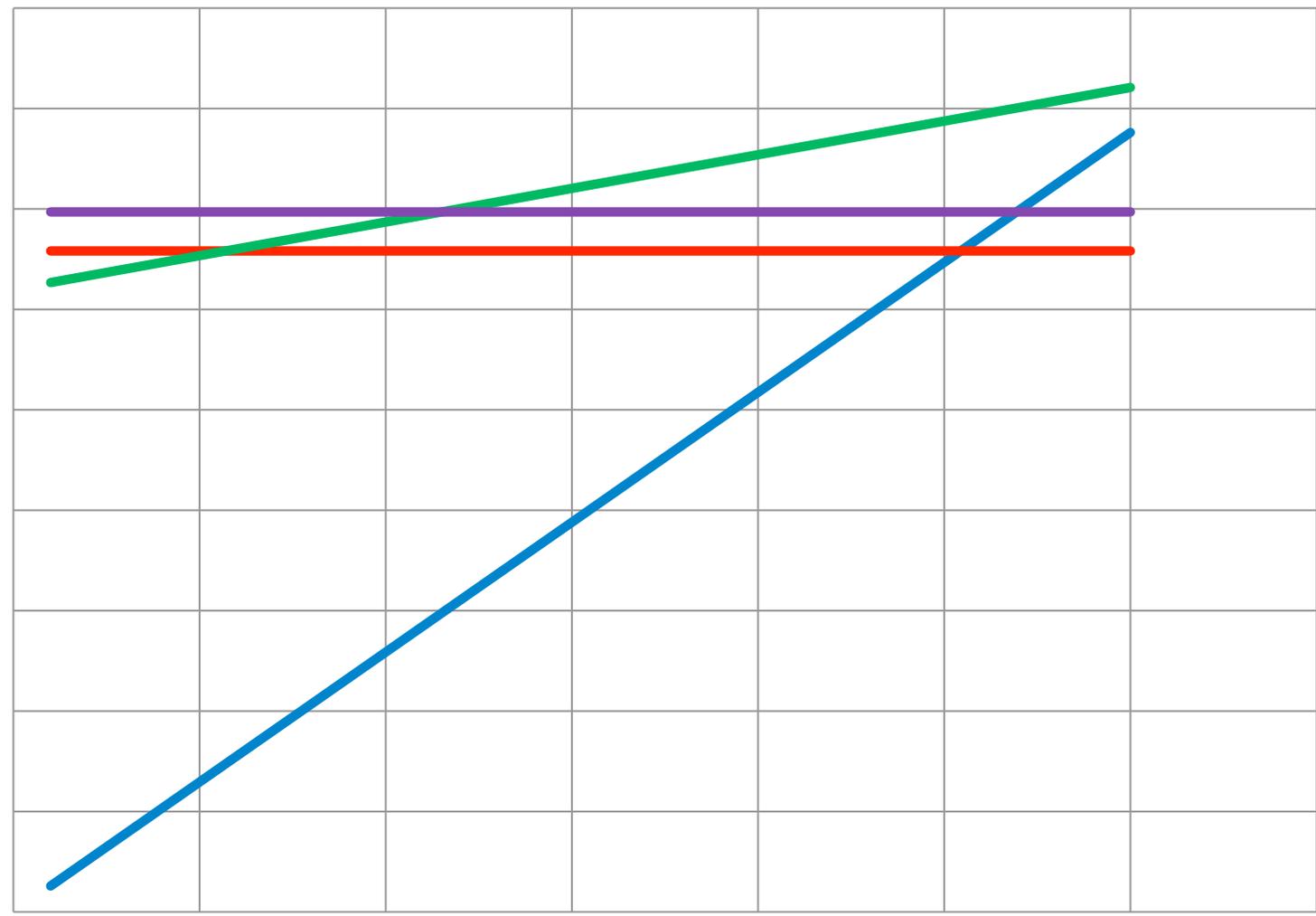
SCENARIO PIU' ECONOMICO

SCENARIO NON ECONOMICO

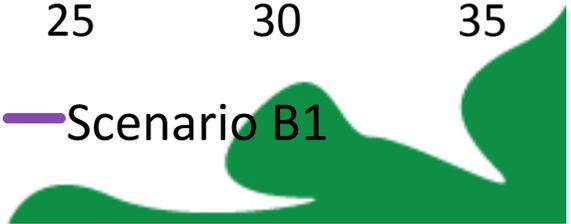
SCENARIO PIU' "ECOLOGICO"



€ 20,000,000,000
€ 19,500,000,000
€ 19,000,000,000
€ 18,500,000,000
€ 18,000,000,000
€ 17,500,000,000
€ 17,000,000,000
€ 16,500,000,000
€ 16,000,000,000
€ 15,500,000,000



— Città odierna — Scenario A1 — Scenario A2 — Scenario B1



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

