



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

Green Economy e Tutela dell'Ambiente

**“Rifiuti come risorsa: la bonifica delle discariche
ed il recupero energetico dei rifiuti urbani”**

ing. Paolo Cartagine

Direttore Servizio disciplina gestione rifiuti

Spilimbergo, 8 giugno 2010



**“I nostri piccoli sistemi hanno i loro giorni,
o le loro ore.**

**A mano a mano che la scienza progredisce,
essi passano alla storia degli sforzi
pionieristici.”**

**Andrew Lang a Georgina Max Müller
(Life and Letters, 1902)**



bonificare = bonum fàcere

bene comune

(etimologia)



1.- i punti di arrivo

2.- l'idea (il punto di partenza)

3.- l'analisi

4.- la pianificazione

5.- la progettazione

6.- la conclusione


1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

- 
- 1) miglioramento ambientale e salvaguardia della salute umana;
 - 2) produzione di energia.

1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

impronta ecologica (ecological footprint)

indicatore di William Rees e Mathis Wackernakel

relazione fra:

- stile di vita e i consumi di una popolazione;
- “quantità di natura” (biocapacità o bioproduttività) necessaria a sostenerli a tempo indeterminato:
 - risorse naturali disponibili;
 - risorse e spazi ambientali occorrenti per “smaltire” i rifiuti prodotti.

(unità di misura: ettari di territorio / abitanti)

1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

	Popolazione in milioni (2002)	I=Impronta pro capite in ettari (2001)	B=Disponibi- lità di biocapacità in ettari	Deficit ecologico pro capite D=B-I
USA	288,0	9,5	4,9	4,7
Australia	19,4	7,7	19,2	-11,5
Brasile	174	2,2	10,2	-8
Olanda	16,0	4,7	0,8	4
Francia	59,6	5,8	3,1	2,8
Germania	82,3	4,8	1,9	2,9
Italia	57,5	3,8	1,1	2,7
Cina	1292,6	1,5	0,8	0,8
India	1033,4	0,8	0,4	0,4
Mondo	6148,1	2,2	1,8	0,4



1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

due commenti:

Italia:

deficit = 2,7 ha / ab

impronta ecologica = 1,1 ha/ab

⇒ biocapacità autosufficienza = 2,46 x “Italie”

pianeta:

biocapacità = 1,8 ha / ab

impronta ecologica globale = 2,2 ha / ab

⇒ consumo > rigenerazione

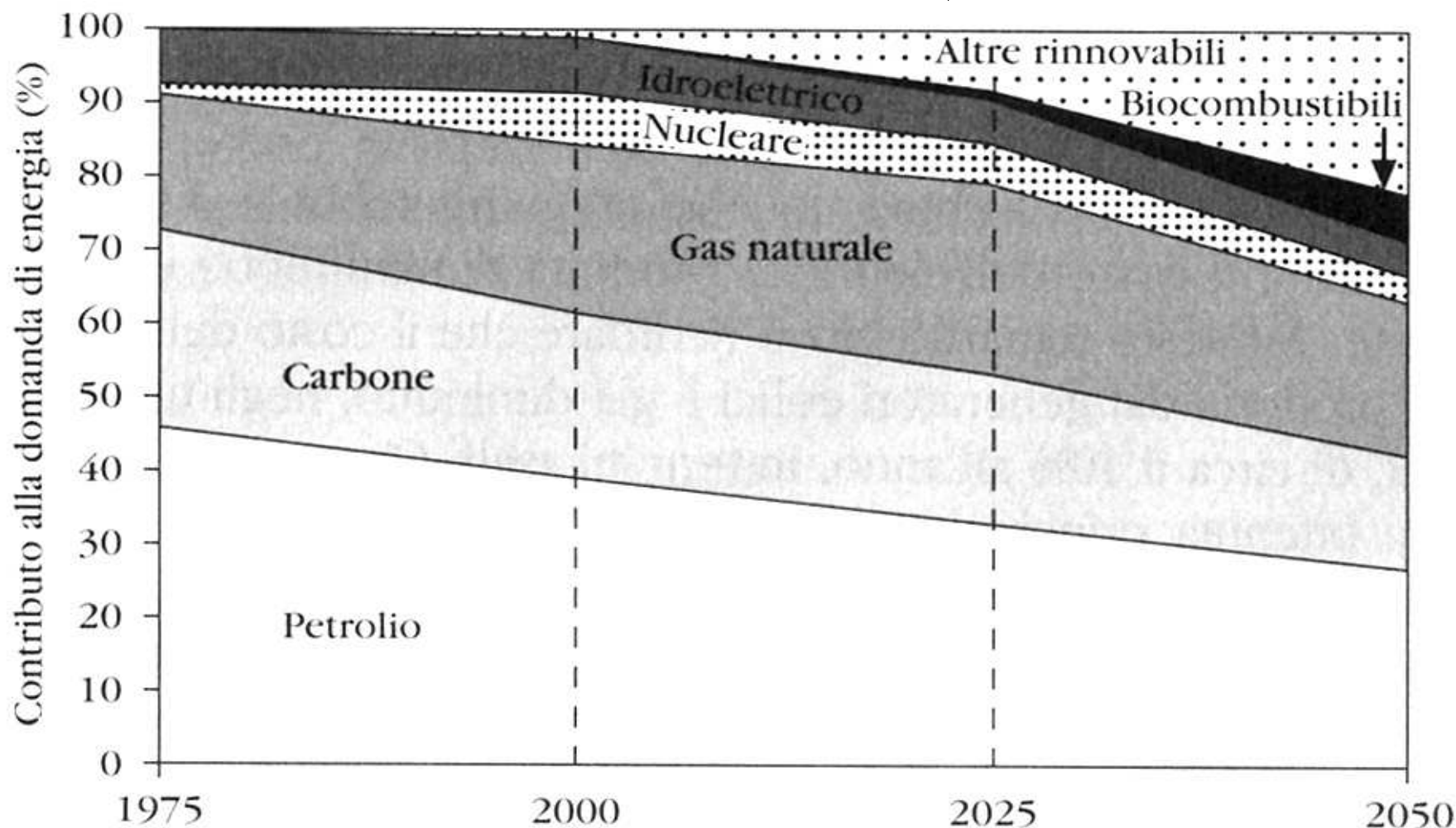
1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti



Contributo delle diverse fonti alla domanda mondiale di energia (1975-2050) secondo lo scenario «dinamiche abituali».

1.- i punti di arrivo



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

biogas:

- miscela di più gas (40-70% CH₄) prodotta dalla fermentazione batterica di residui organici dei rifiuti, in assenza di ossigeno;
- 1 Nm³ biogas (P_i = 18.000 kJ/m³) → 1,5 kWh en. elettrica

RSU rifiuti solidi urbani:

(combustibile)

- valore iniziale (tempo t₀ = 0):
V_{t0} = 1 t RSU → 1 MW potenza elettrica
- valore successivo (t > t₀):
V_t < V_{t0}

2.- l'idea



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743 – 1794)

prima versione della **legge di conservazione della massa**:

“in una reazione chimica, la massa dei reagenti è esattamente uguale alla massa dei prodotti, in un sistema chiuso”

2.- l'idea



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

principio di conservazione dell'energia totale:

“in un sistema isolato (sul quale non agiscono forze esterne), l'energia totale (somma della energia meccanica, termica, elettromagnetica, della massa, ecc.) non può subire variazioni, quali che siano le trasformazioni che subiscono le singole forme di energia”

2.- l'idea



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

domanda:

si possono applicare questi ragionamenti
alle discariche ?

obiettivi:

- a) ridurre gli impatti ambientali;
- b) ottenere benefici per la collettività;
- c) salvaguardare la salute umana.

3.- l'analisi

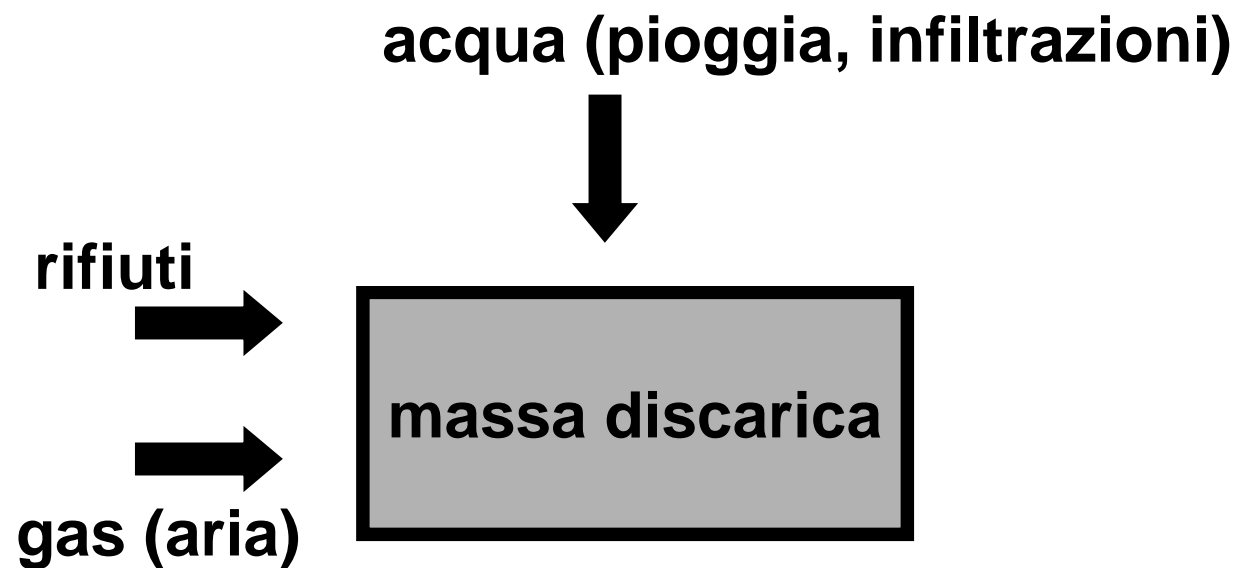


REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

“sistema discarica”: schema funzionale



elementi in ingresso

3.- l'analisi

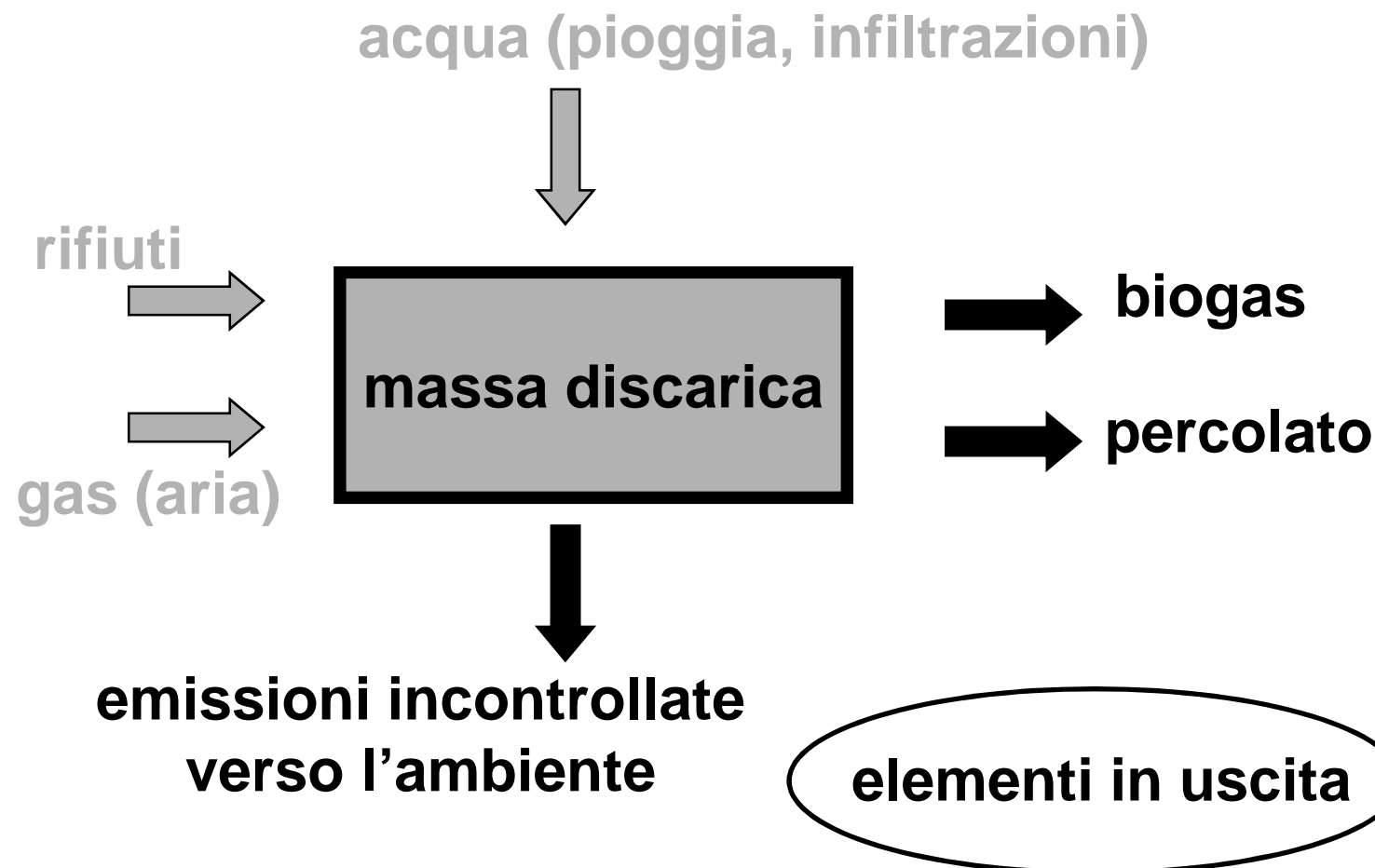


REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

“sistema discarica”: schema funzionale



3.- l'analisi



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

D.Lgs. 36/2003 (lo spartiacque): direttiva 1991/31/CE

- n.ro 17 articoli:
- allegato 1 (criteri costruttivi e gestionali);
- allegato 2 (piani gestione operativa, ripristino ambientale, gestione post-operativa, sorveglianza e controllo, finanziario);
- tre tipi di discariche (sistemi controllati):
 - rifiuti inerti;
 - rifiuti non pericolosi;
 - rifiuti pericolosi.

3.- l'analisi



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

“sistema discarica”: bilancio di massa

massa discarica = ingresso – uscita ± reazione

$$dm / dt = \sum cr . Rif - (\sum cg . G + \sum cp . P) - k . Vol$$

$$dm / dt = (dm[fix] / dt) + (dm[mob] / dt)$$

massa che si stabilizza

massa che si degrada

3.- l'analisi



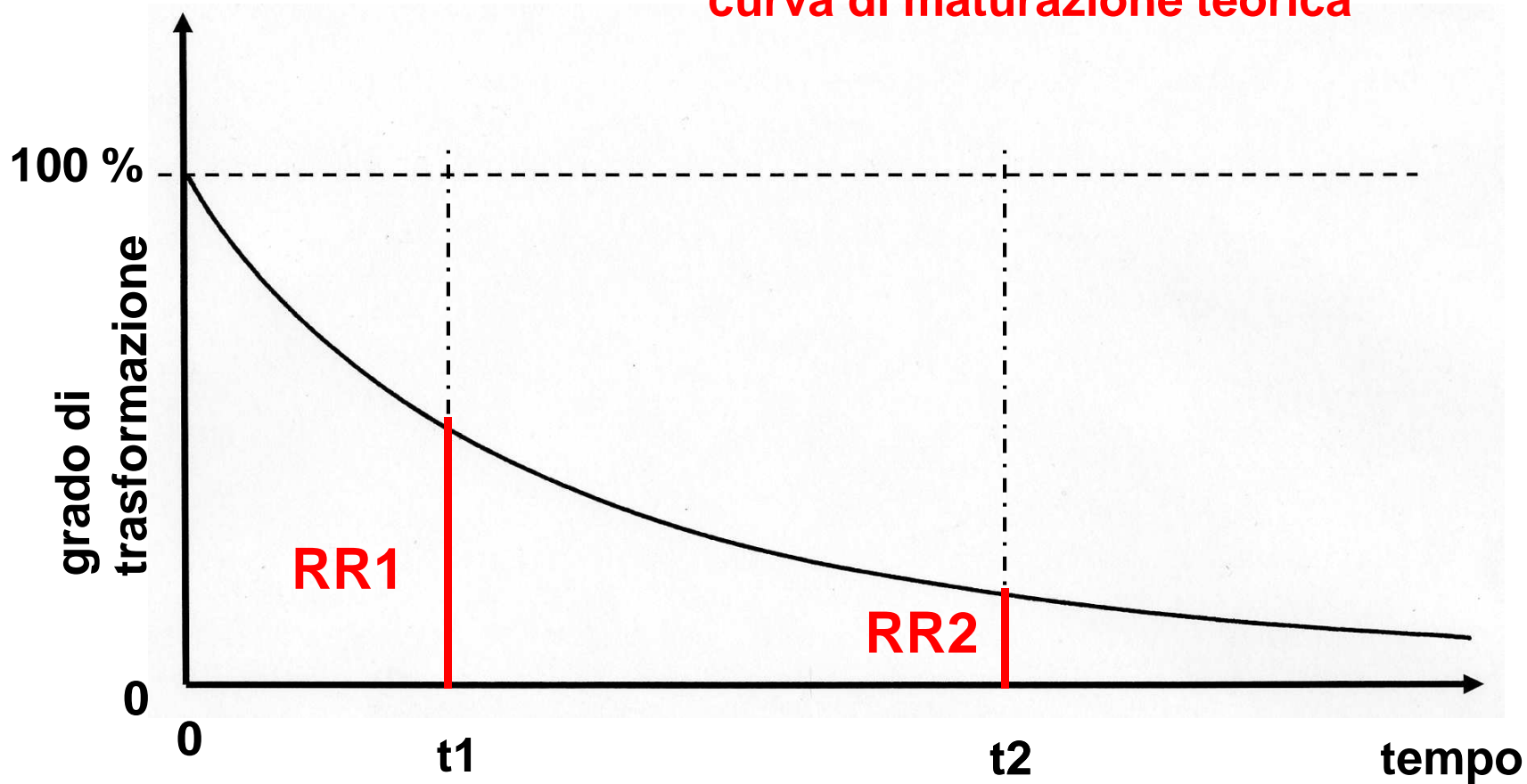
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

“sistema discarica”: variazioni nel tempo

curva di maturazione teorica



3.- l'analisi



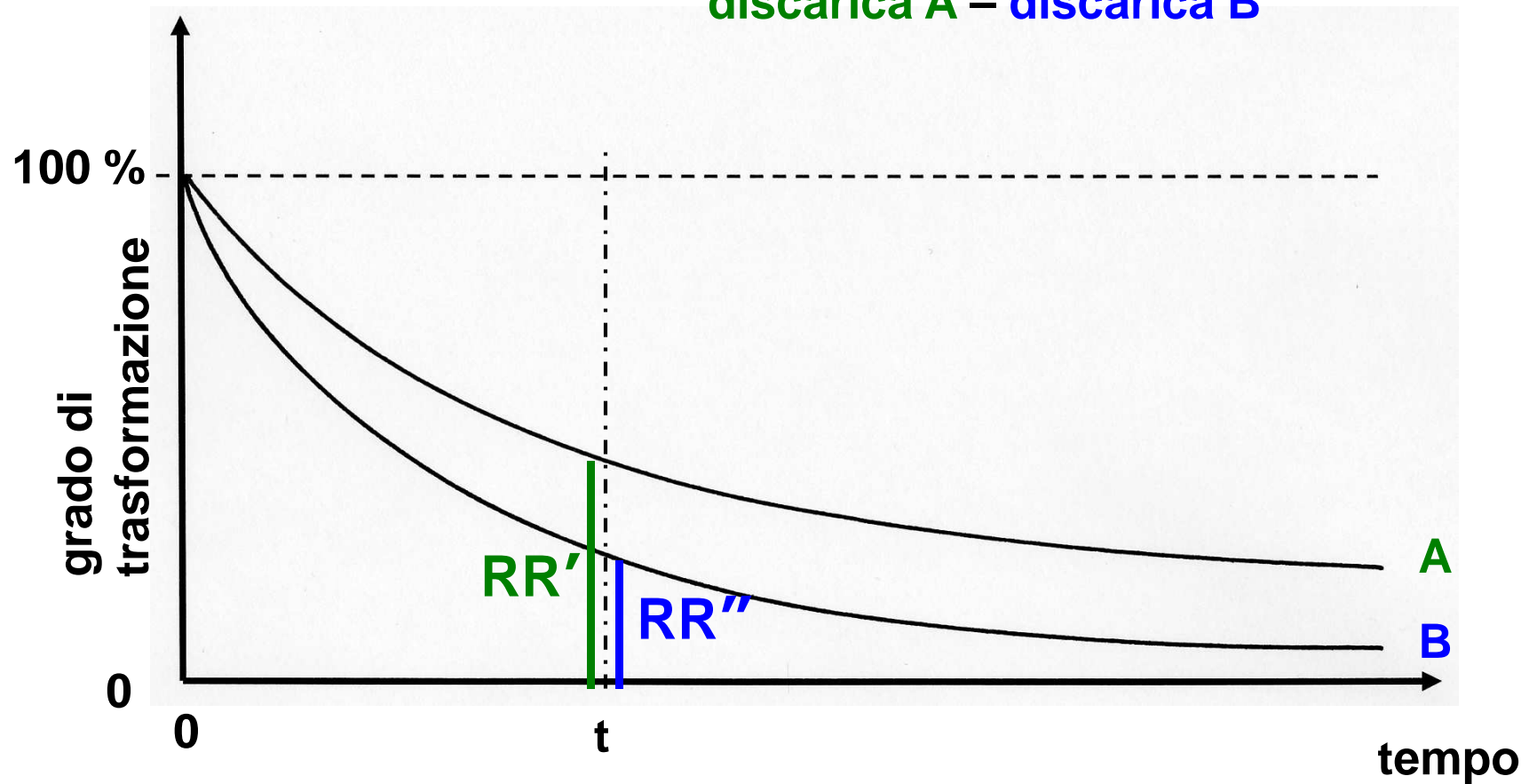
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

“sistema discarica”: variazioni nel tempo

discarica A – discarica B



3.- l'analisi



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

trasformazione composti organici RSU:

1) processo aerobico:

- $T = 50^{\circ}\text{C}$
- produzione CO_2
- durata = f(qualità rifiuti, sistema smaltimento)

2) processo anaerobico (microorganismi):

- $T = 20^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$
- miscela di gas
(CH_4 , CO_2 >> gas maleodoranti, sostanze volatili)
- durata = f(qualità rifiuti, sistema smaltimento)

3.- l'analisi



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

raccolta differenziata:

- 1) riuso del bene;
- 2) riciclaggio (= recupero di materia);
- 3) recupero potenziale energetico.

obiettivo 65% nel 2012

⇒ "poco" da bruciare

4.- la pianificazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

pianificare = razionalizzare le azioni per il conseguimento di determinati scopi:

- quadro di riferimento normativo;
- soggetto agente, centro decisionale / operativo, interprete delle esigenze della collettività;
- sistema di obiettivi (equiordinati / gerarchizzati);
- orizzonte temporale assegnato;
- ambiente di applicazione;
- vincoli interni / esterni;
- interdipendenze;
- mezzi, strumenti e risorse disponibili / necessari;
- quadro informativo;
- quadro propositivo (scenari, soluzioni alternative, proposte, ecc.).

4.- la pianificazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE E LAVORI PUBBLICI
VIA GIULIA 73/1 - 34126 TRIESTE
Servizio disciplina gestione rifiuti



Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani e Rapporto ambientale di Vas

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152
Norme in materia ambientale



4.- la pianificazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti



6. TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI

6.1	Analisi delle tecnologie di trattamento dei rifiuti.....	373
6.1.1	Impianti di trattamento meccanico biologico.....	374
6.1.2	Processo meccanico biologico in acqua.....	387
6.1.3	Impianti di trattamento chimico – fisico.....	389
6.1.4	Il combustibile derivato dai rifiuti	392
6.1.5	Impianti di valorizzazione energetica.....	398
6.1.6	Impianti di recupero scorie.....	409
6.1.7	Processi e tecnologie alternativi alla combustione diretta.....	418
6.1.8	Impianti di trattamento dei residui della pulizia delle strade.....	447
6.1.9	Trattamento dei rifiuti sanitari.....	450
6.1.10	Recupero delle discariche.....	451
6.1.11	Produzione di energia elettrica in Italia.....	464
6.2	Requisiti ambientali degli impianti.....	470
6.2.1	Direttiva IPPC.....	478
6.2.2	Adeguamento degli impianti esistenti.....	480
6.3	Valutazione delle ricadute ambientali delle scelte pianificatorie.....	483
6.3.1	Analisi del ciclo di vita (LCA).....	483

4.- la pianificazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

vantaggi ("obiettivi")

("costi")

- eliminazione potenziali elementi criticità ambientale
- recupero ambientale area
- recupero materia ed utilizzo biogas (effetto serra)
- recupero energia termica ed elettrica
- possibilità riutilizzo sostenibile dell'area
- ...

vs svantaggi

- impatti ambientali di cantiere
- monitoraggi
- eventuali connesse misure di contenimento impatti
- emissioni da combustione RSU (composti idrogenati di cloro, policiclici aromatici, diossina, furani)
- correlati sistemi abbattimento, controllo, monitoraggio
- ...

5.- la progettazione



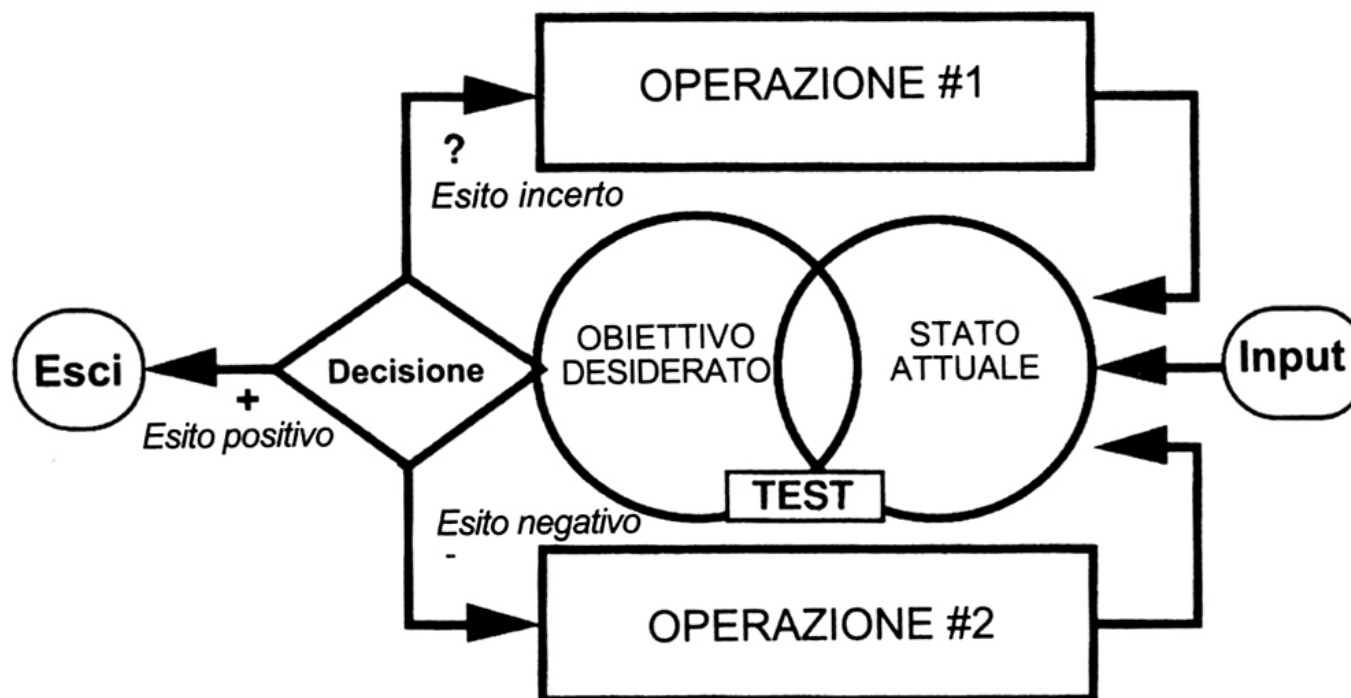
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

progettare:

- dare risposte concrete e fattibili ad una serie di domande;
- individuare risorse e strumenti per attuare una specifica soluzione (tra più possibili);



5.- la progettazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE ambiente
e LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

sistema discarica: “domande”

- caratterizzazione della discarica;
- fattibilità tecnico – economica;
- piano di sicurezza ambientale e tutela lavoratori;
- stabilizzazione biologica (gas, odori, ventilazione);
- apertura corpo discarica e rimozione rifiuti;
- impianti tecnologici (selezione rifiuti + produzione energia);
- caratterizzazione sito post svuotamento;
- riutilizzo area discarica.

5.- la progettazione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

sistema discarica: “domande”

- **caratterizzazione della discarica;**
 - **anno/i di realizzazione;**
 - **tipologia dei rifiuti;**
 - **struttura:**
 - **lotti;**
 - **coperture giornaliere, ecc.;**
 - **elementi di protezione esterna;**
 - **reti captazione (biogas, percolato);**
 - **reti monitoraggio ambientale;**
 - **ecc.**

⇒ **“conoscere prima di agire”**

6.- la conclusione



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
E LAVORI PUBBLICI

Servizio disciplina gestione rifiuti

1.- i punti di arrivo

- 1) miglioramento ambientale e salvaguardia della salute umana;
- 2) produzione di energia.



valorizzazione = "non spreco"

