



Progetto Obiettivo
"Ambiente, Risparmio Energetico Ed Energie Alternative"
G.A.I.A.

ASSE – ADATTABILITA' OS a OS c – Azione Integrata BIOECO "Azione A Ricerca - Azione"

Gli aspetti ambientali delle Fonti di Energia Rinnovabili:
progetti e prospettive

Latina, 4 ottobre 2011



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Gruppo di ricerca
MoSEA
Facoltà di Ingegneria
sede di Latina

L'impatto ambientale delle tecnologie energetiche rinnovabili

prof. ing. Alessandro Corsini

L'ambiente, *una definizione*

Punto di vista antropico

Ambiente: complesso di fattori fisici, sociali, culturali ed estetici che riguarda l'individuo e le comunità

L'ambiente in tale ampia accezione, è considerato come
RISORSA (a sfruttamento gratuito?)
RICETTORE
ASSIMILATORE

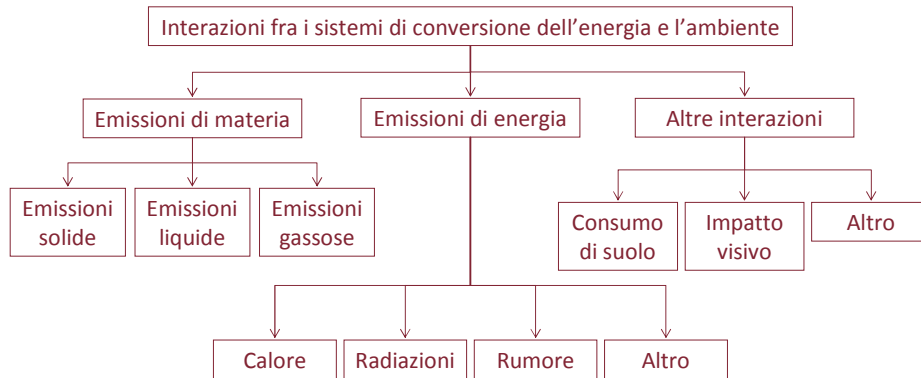
Impatto ambientale: insieme delle alterazioni del complesso dei fattori ambientali e delle risorse naturali causato da attività di origine antropica

Effetti cumulativi, legati alla somma di sorgenti diffuse non controllabili (i.e. insediamenti urbani, aree industriali, centrali termo-elettriche, &c.)

*Tutti i processi di **produzione ed uso dell'energia** hanno un'incidenza sulla qualità dell'ambiente.*



Caratterizzazione delle emissioni



Emissioni delle tecnologie che sfruttano energie rinnovabili

Sistemi di conversione termo-meccanica

Biomasse ↔ CO₂ balance

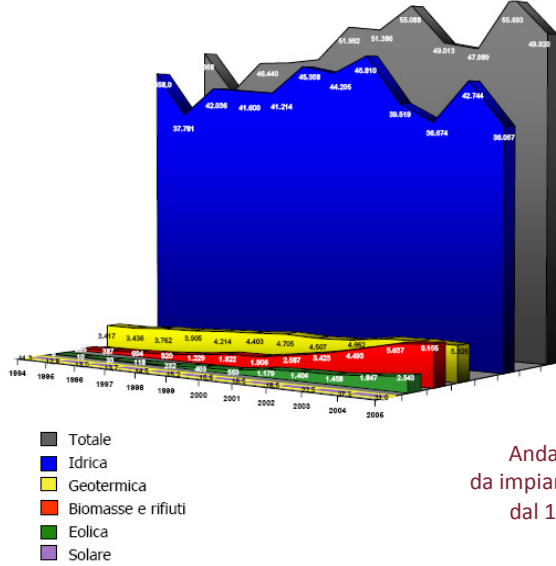
Rifiuti solidi ↔ termo-valorizzazione

Sistemi di conversione diretta

Idroelettrica
Solare
Eolica
Marina
Geotermica

} Non producono emissioni durante le fasi di esercizio
ovvero durante il *processo di conversione*

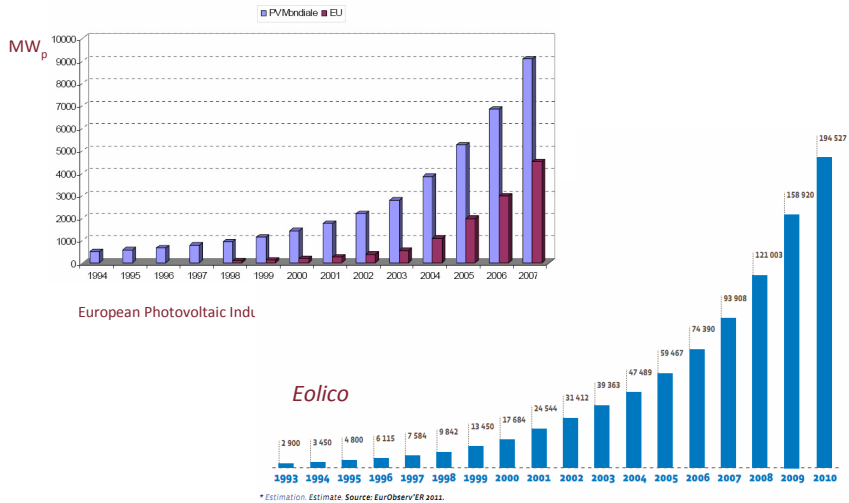
Produzione da impianti a fonte rinnovabili



Andamento della produzione lorda da impianti a fonte rinnovabile in Italia dal 1994 al 2005 in GWh (dati GSE)

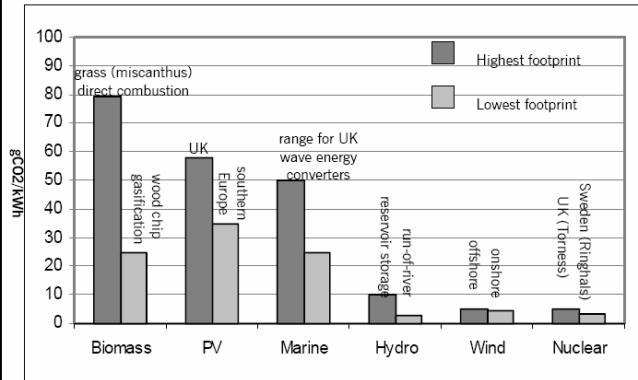
Fotovoltaico

Evoluzione della potenza installata



Carbon footprint delle tecnologie rinnovabili

Carbon footprint per tecnologie rinnovabili in GB ed Europa

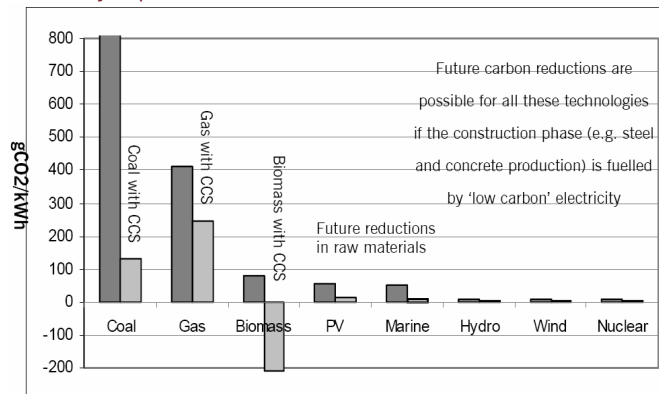


Carbone > 1000 gCO₂eq/kWh
Olii ≈ 650 gCO₂eq/kWh
Gas naturale ≈ 500 gCO₂eq/kWh

Source: DTI, UK, 2004 (based on Elsayed et al., 2004)
Source: Northumbria Uni UK, 2006 (based on Utrecht Uni study 2000)
Source: Carbon Trust UK, 2006
Source: WEC non-alpine European & BWEA, UK, 2004
Source: Vestas, Denmark, 2005
Source: Torness, UK, 2006
Source: Ringhals, Sweden, 2004

Carbon footprint delle tecnologie rinnovabili

Carbon footprints attuali e future



■ Current lowest footprint
■ Future lowest footprint
(UK, European, USA and Australian power plants)

Analisi del ciclo di vita - LCA



Obiettivi

- Valutazione dei profili ambientali di sistemi attuali e futuri
- Confronto di sistemi diversi
- Comparazione con tecnologie diverse
- Identificazione delle soluzioni ottime
- Massimizzazione dei benefici ambientali
- Identificazione di:
 - Problemi nelle catene di produzione
 - Ottimizzazione dei processi di produzione
 - Valutazione di processi di produzione alternativi
 - Opportunità di riciclaggio dei materiali

Motivazioni

- Impatto ambientale dei sistemi diverso da zero durante l'intero ciclo di vita
- Benefici valutabili solo con analisi LCA
- Opportunità di valutare i profili ambientali delle tecnologie e dei sistemi prima della diffusione su larga scala
- Miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi

Il concetto di *ritorno energetico*

Tecnologia	EROEI (Elliott)	EROEI (Hore)	EROEI Altri	Note
Grande idroelettrico	50-250	50-200		Decade con il degrado dei bacini
Mini idro	30-270			Piccole strutture con potenza inferiore a 1MW
Petrolio 1970	50-100			Valore riferito al massimo boom petrolifero pre 1970
Petrolio 2005			5-15	I pozzi in esaurimento rendono l'estrazione sempre più costosa
Nucleare	5-10	10-60	<1	Molte controversie su questo valore ^[ii]
Fotovoltaico convenzionale	3-9	4-9	<1	Il valore < 1 è tratto da un obsoleto lavoro di Odum del 1994 ^[iii] . Ha dato però origine alla diffusa leggenda urbana che ci vuole più energia per produrre un pannello fotovoltaico di quanto questo ne possa ridare nel corso della sua vita operativa. Ovviamente ciò non risulta vero per le ultime generazioni di pannelli.
Fotovoltaico a film sottile			25-80	Attualmente la migliore tecnologia disponibile sul mercato ^[iv]

$$EROEI = \frac{E_{prodotta}}{E_{consumata}}$$

E. Sentimenti, Quando l'energia ritorna, Venezia Tecnologie, 2005.

Tecnologie per la conversione di energia dal mare

Limite maggiore nella valutazione di impatto ambientale è il ridotto numero di informazioni ed esperienze

In letteratura studi dedicati a *WECs*, *Thorpe, 1992*

Environmental Effects	Shoreline	Nearshore	Offshore
Land use/sterilization	W		
Construction/maintenance sites	W		
Recreation	W	W	
Coastal erosion	W	W-M	W-M
Sedimentary flow patterns		W	W
Navigation hazard		W	W
Fish & marine biota	W	W	W
Acoustic noise	W		
Working fluid losses		W	W
Endangered species	W	W	
Device/mooring damage		W-M	W-M

W: Weak effect; M: Medium effect

Tecnologie per la conversione di energia dal mare

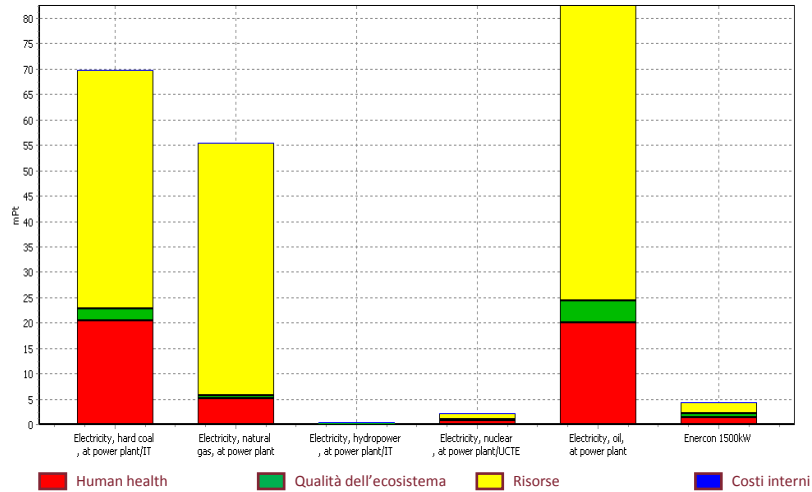
Dati indicativi degli impatti legati alle attività correlate

Parameter	Value
Emission factor - CO ₂ (kg/TJ)	0
Emission factor - SO ₂ (kg/TJ)	0
Emission factor - NO _x (kg/TJ)	0
Emission factor - Particulates (kg/TJ)	0
Emission factor - VOCs (kg / TJ)	0
Emissions during construction - CO ₂ (kg / TJ)	6840
Emissions during construction - SO ₂ (kg / TJ)	67
Emissions during construction - NO _x (kg / TJ)	28
<i>Natural gas, (CO₂ kg/TJ)</i>	<i>230.000</i>
<i>PV Si-p, (CO₂ kg/TJ)</i>	<i>55.000</i>
<i>Wind, (CO₂ kg/TJ)</i>	<i>8.700</i>

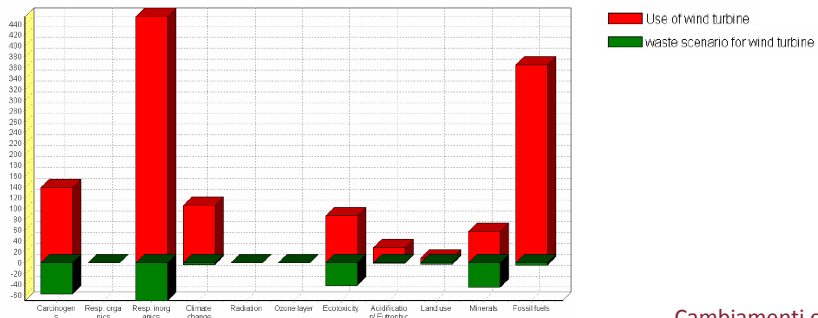
Dati ETH 1996



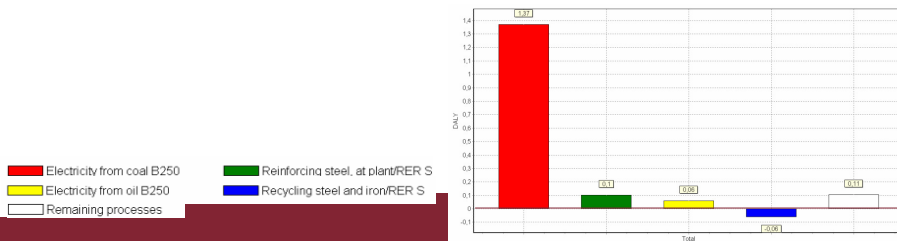
Tecnologie per la conversione di energia eolica



Tecnologie per la conversione di energia eolica

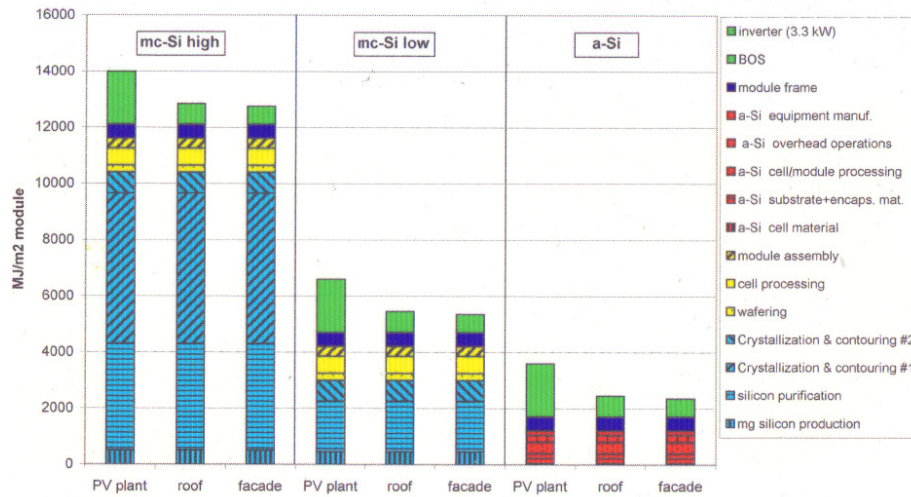


Cambiamenti climatici



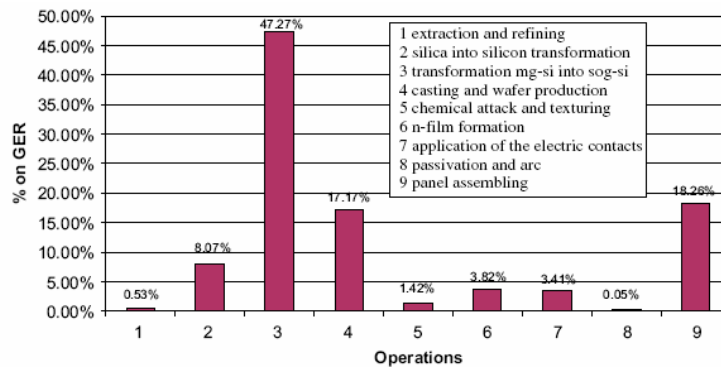
Tecnologie per la conversione di energia solare - FV

Primary Energy requirements for present PV systems



Tecnologie per la conversione di energia solare - FV

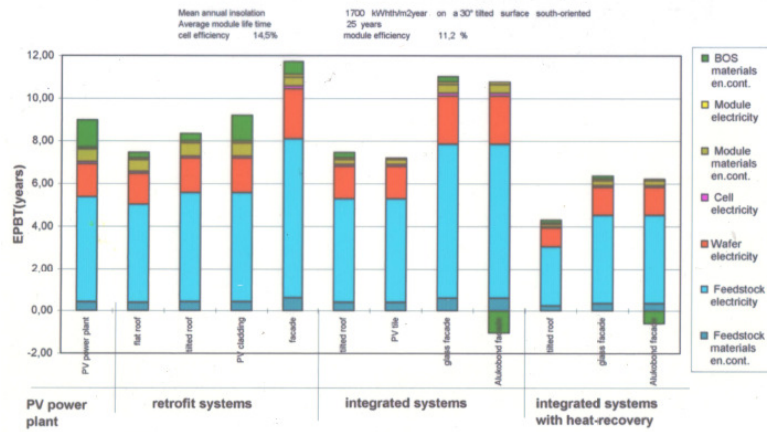
Contributi al consumo totale di energia (= 1494 MJ/pannello fotovoltaico)



GER – Gross Energy requirement

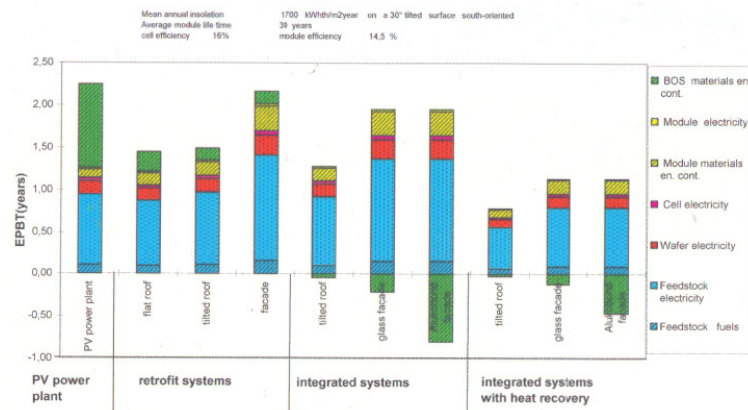
Tecnologie per la conversione di energia solare - FV

Energy Pay-Back Time of PV systems "Base" monocrystalline silicon (m-Si)



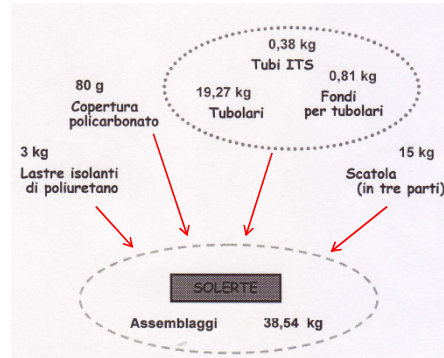
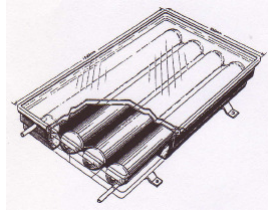
Tecnologie per la conversione di energia solare - FV

Energy Pay-Back Time of PV systems "Future" multicrystalline silicon



Tecnologie per la conversione di energia solare - ST

Collettore solare ad accumulo integrato SOLERTE

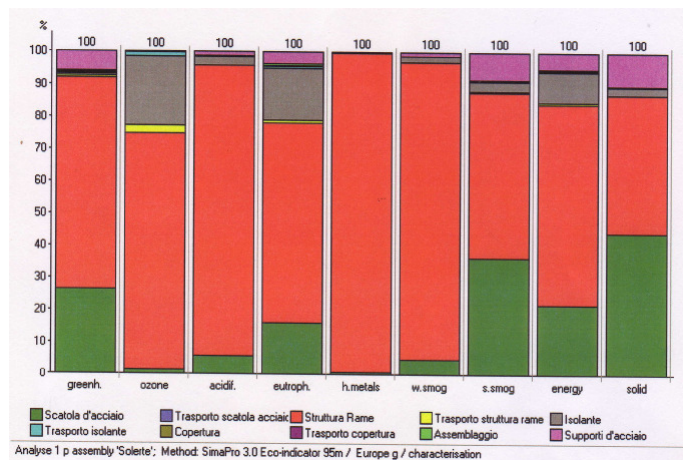


Caratteristica	Unità di misura	Valore nominale
Superficie totale	m ²	1,68
Superficie utile	m ²	1,44
Capacità	l	100
Peso vuoto	kg	39
Peso in esercizio	kg	139
Pressione di esercizio	bar	6
Pressione di prova	bar	9

Tecnologie per la conversione di energia solare - ST

Collettore solare ad accumulo integrato SOLERTE

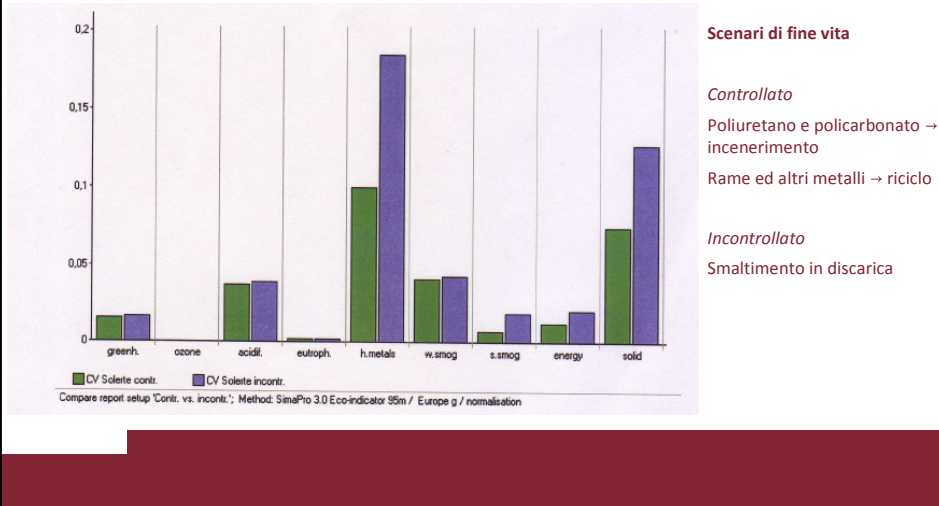
Ciclo di vita di un collettore solare ad accumulo integrato - produzione



Tecnologie per la conversione di energia solare - ST

Collettore solare ad accumulo integrato SOLERTE

Ciclo di vita di un collettore solare ad accumulo integrato – vita intera



Emission e Energy pbt di un collettore solare ad accumulo integrato

Emissioni di gas serra prodotte dal ciclo di vita del collettore (203-224 kg CO₂eq)

Emissioni di gas serra per unità di energia 0.62 kgCO₂eq/kWh

Configurazione del SOLERTE	Standard (544 kWh/anno)		Con copertura TIM (652,8 kWh/anno)	
	Scaldabagno elettrico	Caldaia a metano	Scaldabagno elettrico	Caldaia a metano
Energia sostituita (kWh)	604,4	640	725	768
"CO ₂ pbt"	6 mesi	1 anno e 7 mesi	5 mesi	1 anno e 4 mesi

Configurazione del SOLERTE	Standard	Con copertura TIM	Variazione percentuale
Energia richiesta durante il ciclo di vita (MJ)	3160	3230	2%
Energia prodotta in un anno (MJ)	1958,4	2350	20%
"Energy pbt"	1 anno e 7 mesi	1 anno e 5 mesi	

bioeco
RICERCA AZIONE



Confartigianato
ASSOCIAZIONE
ARTIGIANI E
PICCOLI
IMPRENDITORI



CENTRO DI SERVIZIO
SEDE FUNZIONALITÀ
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



CONFINDUSTRIA
LATINA



Latina, 4 ottobre 2011

prof. Ing. Alessandro Corsini

alessandro.corsini@uniroma1.it

