

La selezione delle tecnologie più adeguate per lo sviluppo sostenibile.

Esempio di ciclo integrato di produzione di olio di palma

Ing. Mario A. Rosato

LEDS - L'Energia Degli Studenti

Associazione di Studenti di Ingegneria dell'Energia, Energia Elettrica ed Energetica Università degli Studi di Padova

12 marzo 2014



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Contenuto

- Differenza tra rinnovabilità e sostenibilità
- Cosa faremo di 85 milioni di pannelli fotovoltaici fra 10 anni?
- Soluzioni low tech per paesi in via di sviluppo
- Esempio di applicazione: Produzione sostenibile di olio di palma

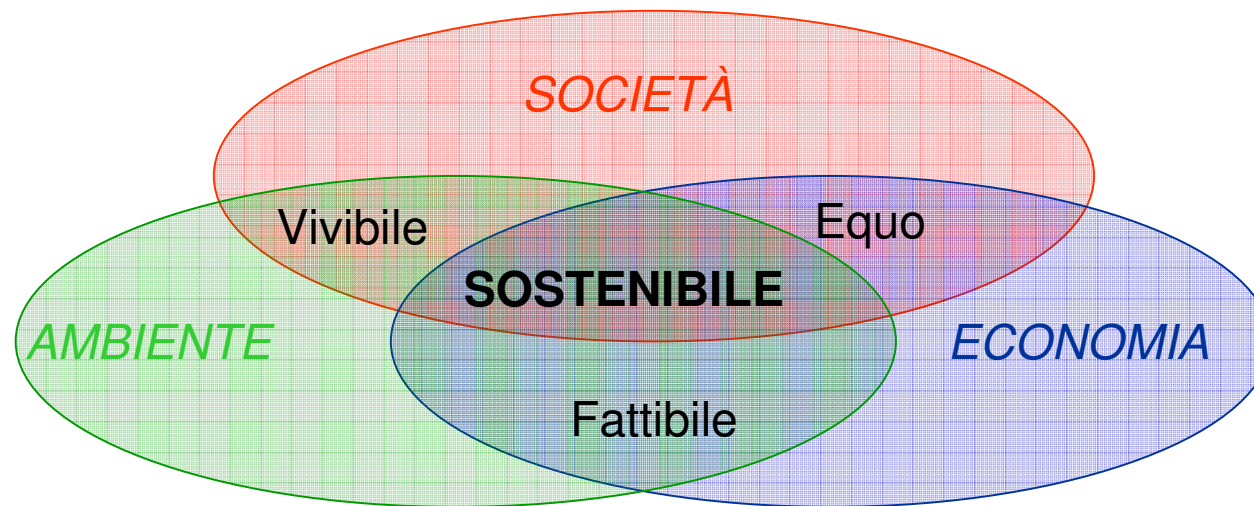


© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Sostenibilità



Data la multidimensionalità del problema , le analisi sono sempre molto complesse.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Rinnovabilità

Il biodiesel da olio di palma è certamente rinnovabile...



Vi sembra sostenibile? Foto Green Peace

<http://www.greenpeace.org/finland/en/What-we-do/Neste-Oil--driving-rainforest-destruction/Palm-oil-for-biodiesel---consequences/>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Rinnovabilità

Rinnovabile. Sostenibile?

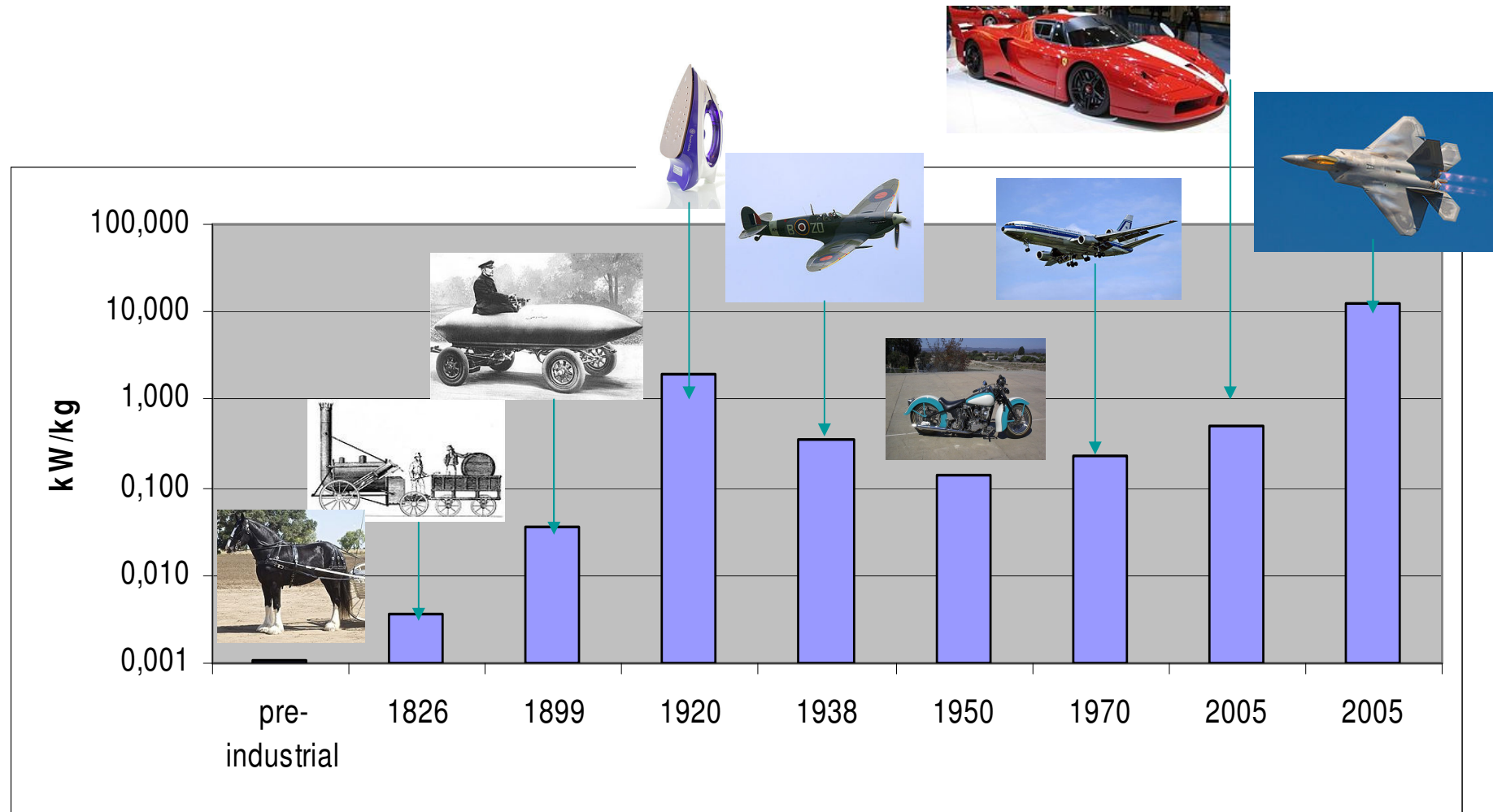


© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Il problema: Sviluppo = densità di energia



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Il concetto di “schiavo virtuale”

- Potenza media di una persona sana = 350 W
- Fornitura domestica ENEL minima = 3,5 kW = 10 schiavi virtuali
- Auto utilitaria = 51 kW = 145 schiavi virtuali

Lo sviluppo è direttamente correlato con il consumo di energia.

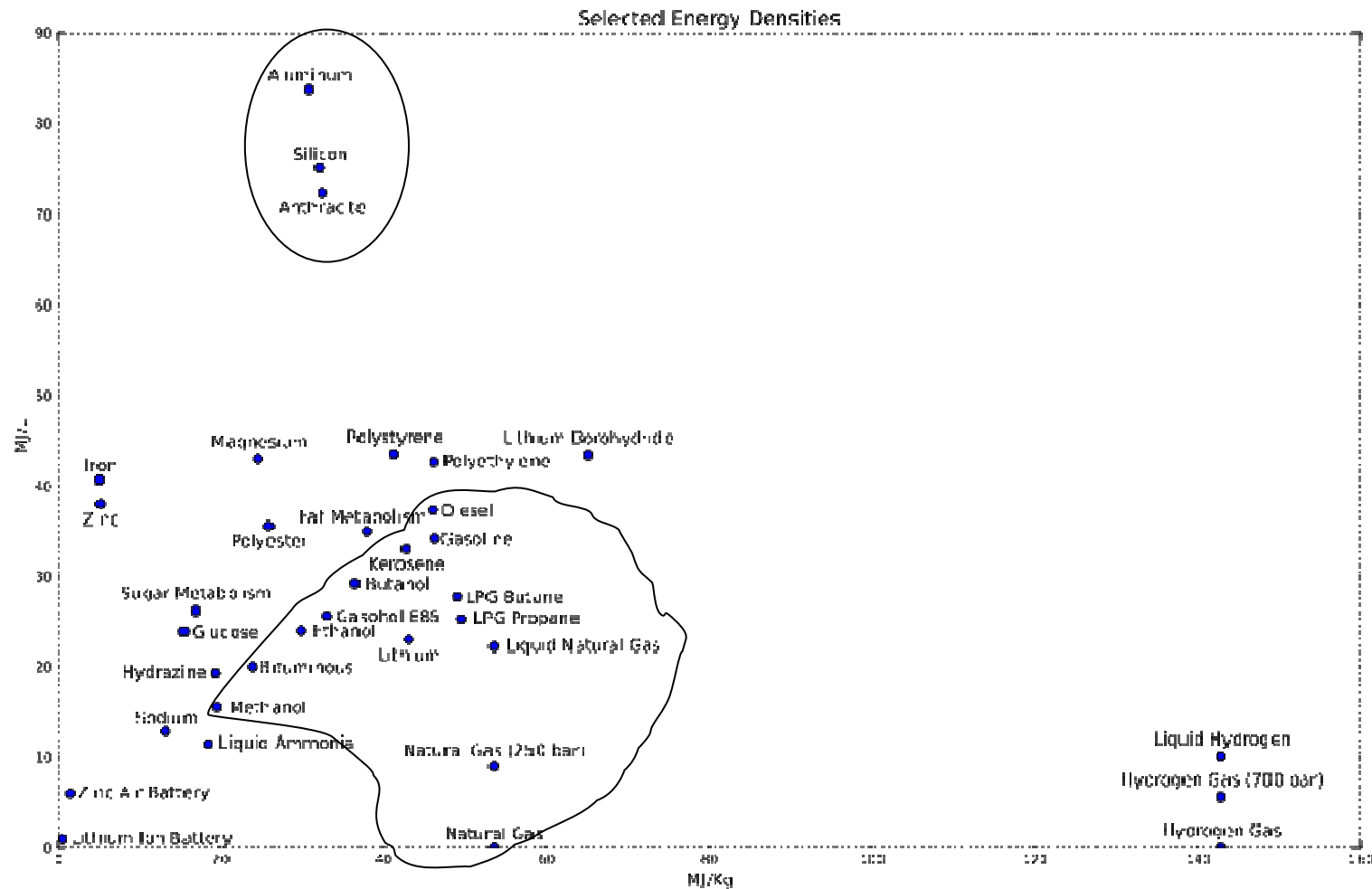


© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Densità d'energia delle tecnologie attuali



Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density



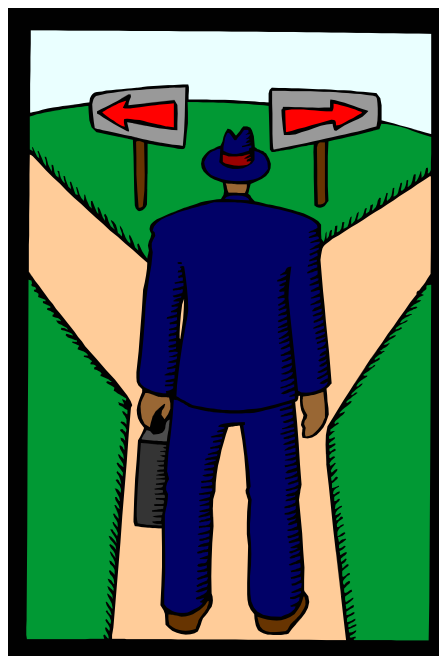
© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

ALTERNATIVE DI SVILUPPO

**Sviluppo
“Hi –Tech”**



**Tecnologie
appropriate**

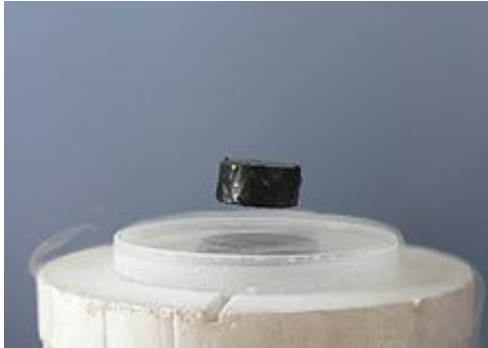


© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Alternative Hi Tech



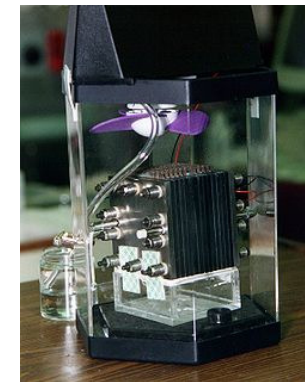
superconduttori



supermagneti



ultracapacitori



celle a combustibile



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

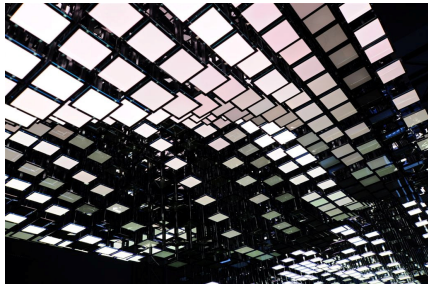
Alternative Hi Tech (in commercio)



fotovoltaico



Lampade alta eff.



Pannelli OLED



Illuminazione LED



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Problema: sostenibilità del Hi Tech

- Crescente domanda di materiali rari . Vedere articolo “La guerra dei Lantanidi”

<http://www.architetturaecosostenibile.it/materiali/innovativi/guerra-lantanidi-incremento-domanda-materiali-tecnologici-rari-462.html>

- Tecnologie alla portata di poche multinazionali → equità sociale?
- In genere l’approccio industriale è “cradle to grave” Esempio: i pannelli fotovoltaici.



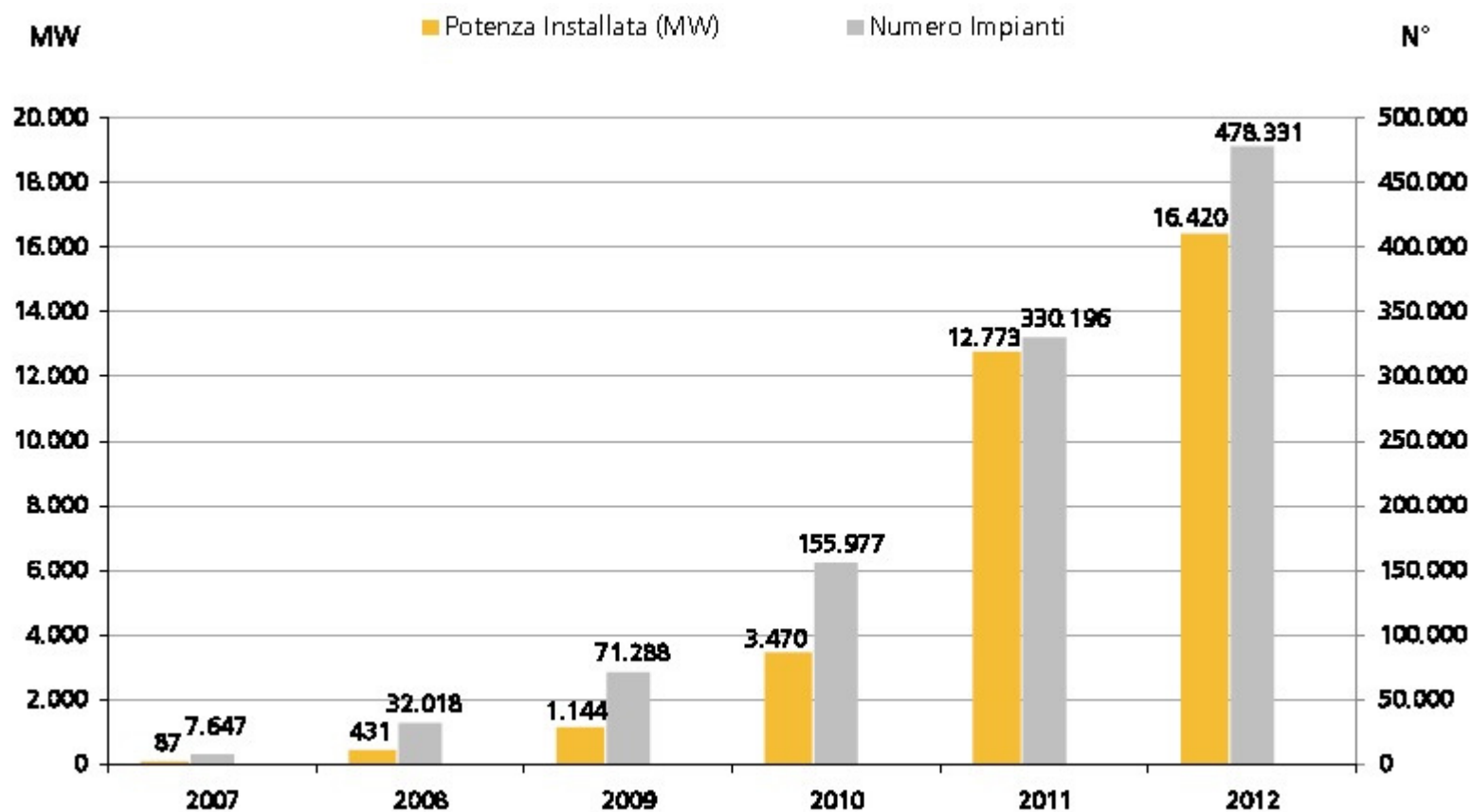
© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

La situazione al 31/12/2013

Andamento della potenza FV installata in Italia



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Quantità di pannelli da riciclare

Dal 2027 in poi, la quantità di pannelli da riciclare o smaltire si può stimare in :

$$Q = 16.420.000 \text{ kW} / 0,200 \text{ kW/pannello}$$

$$Q = 82,1 \text{ M di pannelli !}$$

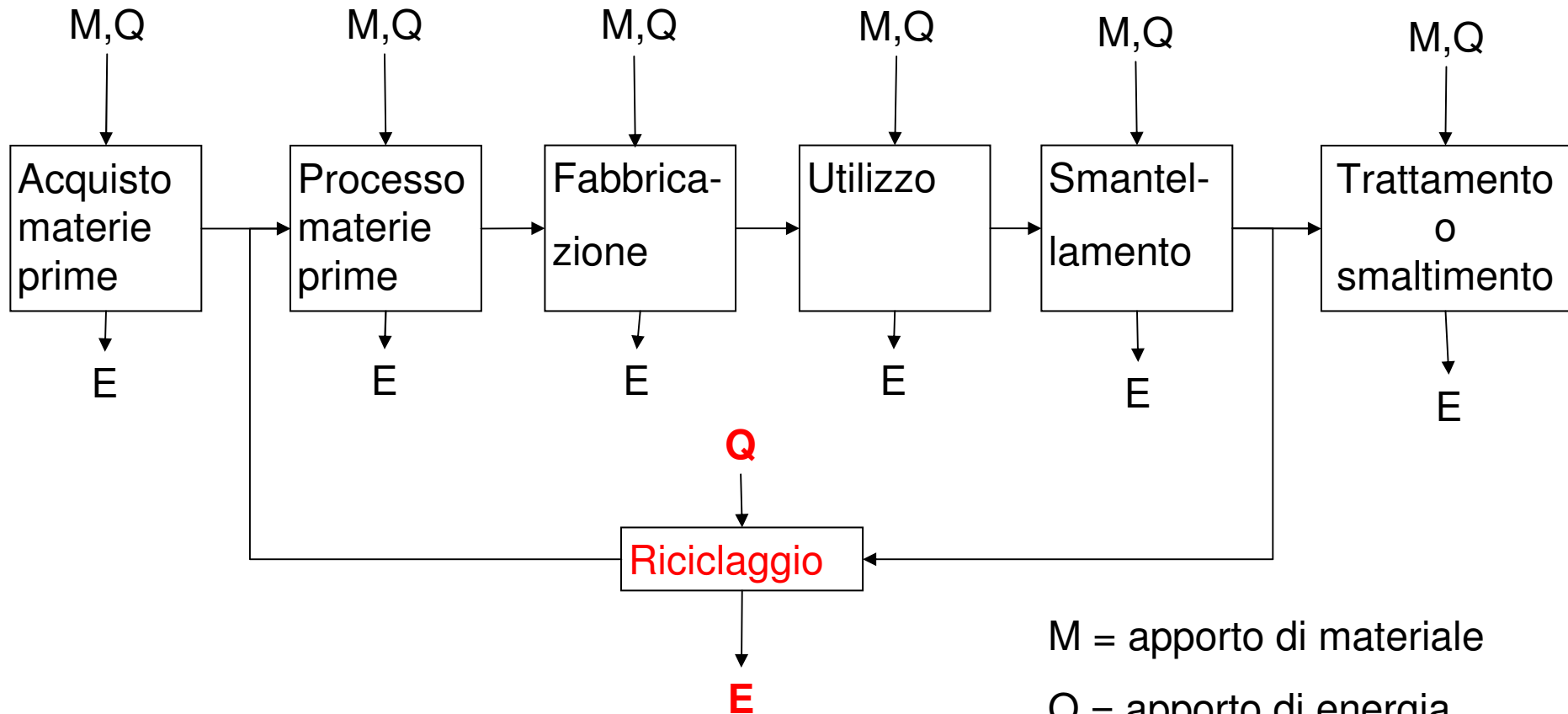


© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Ciclo di vita dei pannelli FV (cradle to grave secondo l'industria)



M = apporto di materiale

Q = apporto di energia

E = effluenti



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Riciclare o riutilizzare?

Priorità: il riutilizzo

- Per testare se i pannelli possono avere una seconda vita, occorre dotarsi d'un banco di prove ad hoc

http://www.alibaba.com/product-gs/607863802/photovoltaic_panel_testing_equipment.html

[ml](#)



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Riciclare e riutilizzare?

Priorità: il riutilizzo

- Alternativamente al banco di prove, è possibile testarli con luce solare. Occorrono:
 - Solarimetro
 - Tester digitale
 - Resistenze di carico varie
 - Telaio orientabile rispetto al sole
 - Termocamera per identificare se ci sono celle guaste.
- Si possono vendere i pannelli di seconda mano smistando quelli con caratteristiche elettriche simili.



Riciclare o riutilizzare?

Diagnosi del pannello mediante termografia

Foto: corso su tecniche di pulizia e manutenzione pannelli FV, cooperativa sociale Karpós, 2014.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

PROCESSI DI RICICLAGGIO

2ª Priorità: riciclaggio

- Prevalentemente pannelli di Si monocristallino e policristallino.
- Processo sviluppato da Deutsche Solar nel 2003
 1. Rimuovere telaio di alluminio e connettori
 2. Riscaldare il pannello a 550 °C per bruciare l'EVA.
 3. Separare il vetro dalle celle.
 4. Inviare ogni materiale al suo canale corrispondente. Le celle di Si possono essere riconvertite.



PROCESSI DI RICICLAGGIO

2ª Priorità: riciclaggio

- Prevalentemente pannelli di Si monocristallino e policristallino.
- Processo sviluppato dalla Sunicon
 1. Riscaldamento del pannello a 550 °C per bruciare l'EVA.
 2. Rimozione del telaio di alluminio e connettori (robot)
 3. Frantumazione grossolana del vetro e le celle insieme.
 4. Separazione ottica.
 5. Frantumazione fine delle celle e avvio a recupero.



PROCESSI DI RICICLAGGIO

2ª Priorità: riciclaggio. I moduli di CdTe.

- Processo sviluppato da First Solar, che ne possiede anche gli impianti di riciclaggio.
 1. Rimozione telaio di alluminio e connettori (manuale)
 2. Frantumazione
 3. Rimozione del film dal vetro, sciogliendo il CdTe con acido.
 4. Separazione solido (vetro, EVA) / liquido (acido).
 5. I solidi vengono lavati e mandati a riciclo vetro.
 6. L'acqua di lavaggio va aggiunta all'acido, e i metalli separati per precipitazione ed inviati a raffineria per il loro riutilizzo per produrre nuovi pannelli.

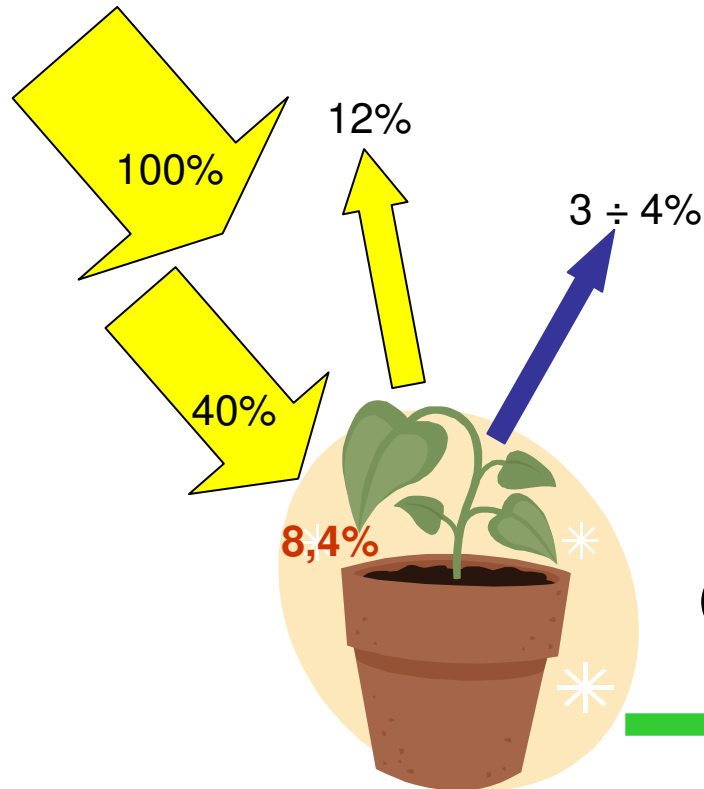
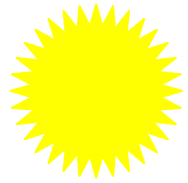


Tecnologia appropriata

- Definizione classica (anni '60-'70): *scelta tecnologica basata sulla priorità alle soluzioni di piccola scala, decentralizzate, ad alto impiego di mano d'opera, basso investimento di capitale, energeticamente efficienti, ecocompatibili, e controllate da poteri locali.*
- Non vuol dire necessariamente “roba da terzo mondo”.
- “Low tech”, “piccolo”, e “decentralizzato” non necessariamente sono sinonimi di “sostenibile”.



Esempio: biomassa sostenibile?



Energia chimica
accumulata nella
biomassa animale



< 0,1%



1 ÷ 2%
(i "campioni"
3 ÷ 4%)

Energia chimica accumulata nella biomassa vegetale



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Campioni della fotosintesi

Algh unicellulari e cianobatteri, diatomee (4 a 5% in fotobioreattori con illuminazione artificiale). Hi Tech → Bilancio energetico?

Giacinto d'acqua, canna da zucchero, mais (3% in clima tropicale e con elevato livello di N) → Impatto ambientale?

Phyllostachys pubescens (bambù gigante) (1,5 a 2% , resiste -26°C, richiede molta acqua e N) → giudicate voi stessi

Geo&Geo 27/02/2012 <http://youtu.be/MT-Z4qMxilA>

Geo&Scienza, 07/03/2012 <http://www.rai.tv/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-a8fcb9a7-ca29-4d67-8498-175c198d8138.html>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

L'approccio insostenibile

Combustibili basati su “coltivazioni energetiche”



Dibattito “food vs. energy”.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempio di ciclo cradle to cradle

Low Tech: etanolo da *Opuntia sp.* a ciclo integrato

Calcolo per 1 ha di terreni marginali (Sicilia, Spagna, Africa subsahariana,...)

1 ha Opuntia = 150 ton di cladodi + frutta (91% acqua)



7,2 ton amido
e zucchero
16 kg olio
6,3 ton SV



3000 l ethanol
18 l biodiesel
1500 m³ CH₄
5 ton concime



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempio di approccio cradle to cradle

Hi Tech: Progetto Green Desert per valorizzare le *shebqhas* (depressioni) nello Sahara, per produrre pesce (*Tilapia sp.*), verdure, nutraceuticals (*Dunaliella salina*), carne e pelle di coccodrilo, legname di mangrovia, energia idroelettrica e biogas dai residui organici finali.

Il digestato della produzione del biogas diventa il nutriente per i cicli biologici a monte.

Approfondimento:



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Green Desert Project



© by prof. Guillermo García Reina, Centro de Biología Marina, Gran Canaria.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Riflessione

La produzione di cibo deve per forza essere prioritaria?

Per lo sviluppo sostenibile sono anche necessarie materie prime, non solo cibo ed energia. Molti dei materiali tradizionali richiedono molta energia per la produzione (carta, mattone, ceramica, acciaio...) o sono fatti a partire da petrolio e gas (plastica, fertilizzanti,...).



Ideologia vs. pragmatismo

Esempio di progetto di “tecnologia appropriata” fallito per approccio ideologico.

- Problema: deforestazione causata per procurarsi legna per cucinare.
- Obiettivo: creare fonti di lavoro per le donne di un campo profughi evitando nel contempo la deforestazione.
- Luogo: Kadutu (Congo , frontiera con Rwanda, a ridosso del parco nazionale Virunga).
- ONG coinvolta: IFRADE (Initiative des Femmes pour la Redynamisation des Atouts de Développement Endogène).



Pragmatismo

Proposte di STSL:

- Pressa per brichette di biomassa realizzata con un martinetto idraulico manuale e un telaio di acciaio, tutto assemblato da fabbro locale. Costo stimato 50 US\$. Produttività: 4 brichette/colpo.
- Coltivazione di 2 ha di bambú come fonte di biomassa per le brichette.
- Alternativa: costruzione di microdigestori.



Ideologia

Risposta del direttore della ONG:

- Il martinetto idraulico (20 US\$) è prodotto in Cina. Non possiamo far arricchire i cinesi.
- L'acciaio è prodotto da multinazionali. Non bisogna far arricchire le multinazionali.
- STSL è un consulente privato. Meglio adottare la tecnologia di presse manuali di una ONG del Messico che "arricchire" (700 €) un consulente europeo.



Ideologia

Risposta del direttore della ONG:

- Le presse della ONG messicana sono di legno. Il legno va bene perché è materiale naturale e le risorse dell'ONG verranno dunque spese nel territorio, utilizzando materiali e artigiani locali. **Vogliono evitare la deforestazione fabbricando presse di legno (tropicale) ?!**
- I digestori sono costosi , complicati e non si possono costruire con materiali sostenibili (!?)



Ideologia

La pressa per brichette messicana (fatta con abete “gringo”?!)



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Risultati del progetto

- 700 presse costruite con legname duro (circa 10 m³), ottenuto disboscando la zona che si voleva proteggere.
- Per produrre le brichette si pretendeva utilizzare carta da giornale, resti di frutta e verdura → le brichette prodotte poi facevano muffa, puzzavano e la loro combustione faceva tanto fumo che i “clienti” alla fine preferivano carbone o legna tradizionali.



Risultati del progetto

- In una giornata di 8 ore con la pressa messicana una donna riesce appena a produrre, una per volta, le brichette necessarie per la cucina di 3 - 5 famiglie (compresa la sua!).
- Il lavoro è pesantissimo: in Messico il clima è secco, ma a Kadutu l'umidità media è sempre oltre 80%!
- Dopo una settimana di produzione, le presse sono finite come legna da ardere e l' "industria" delle brichette è quasi sparita (tenuta in vita da un convento di suore che continua a comprare le brichette più per aiutare che altro).



Tecnologie Sostenibili

- Definizione di Mario A. Rosato:
“soluzione in base alle condizioni al contorno proprie del cliente, che massimizza l’impiego di materia grigia in fase di progettazione, con lo scopo di minimizzare il consumo di energia, il lavoro umano o animale , il consumo di risorse naturali ed il capitale necessario per l’implementazione”.



Esempi di tecnologie sostenibili

Pannello solare termico piano

- Minima quantità di materiale per la sua produzione.
- Materiali abbondanti e in genere anche riciclabili/riciclati.
- Massima efficienza energetica.
- Massima semplicità e durabilità.
- Costruzione possibile anche per artigiani.



Esempi di tecnologie sostenibili

Biomassa

- Sostenibile solo se:
 - Esclusivamente per uso termico.
 - Da scarti (no coltivazione dedicata).
 - A km 0.
 - Combustione controllata.

- Approfondimento

<http://www.architetturaecosostenibile.it/curiosita/varie/riscaldamento-biomassa-vantaggi-disinformazione-297.html>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Microeolico

- Durevole
- Facile da costruire artigianalmente.
- È possibile riciclare componenti e materiali (es. recupero vecchi alternatori d'auto)



<http://www.gvepinternational.org/en/business/news/next-frontier-where-renewable-energy-and-investment-meet-africa>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

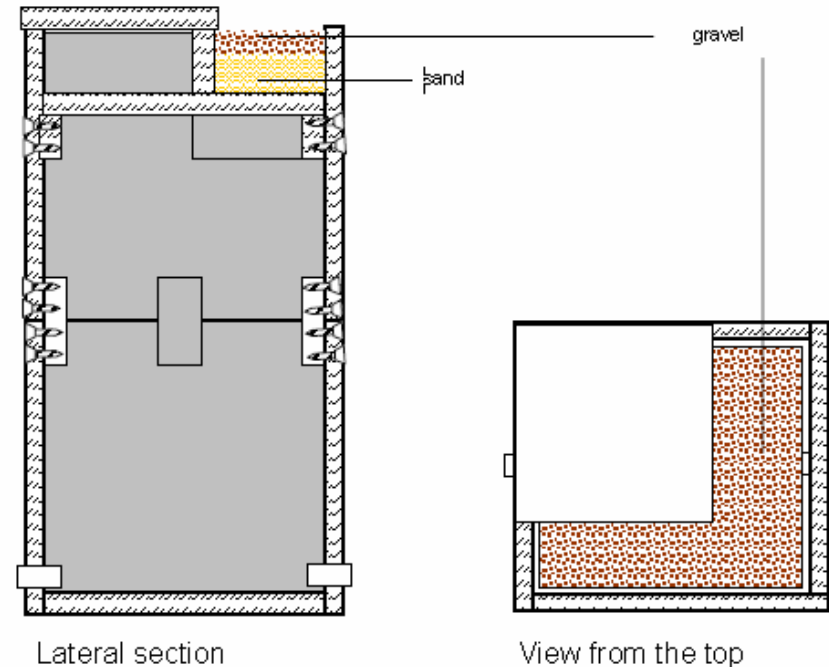
www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Rain e Mist Harvesting

- Creazione di professionalità locali.
- Abbinato sempre al consumo responsabile.
- Esempio di soluzione sostenibile per la Fondazione Rockefeller

<http://www.sustainable-technologies.eu/?p=307>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Irrigazione subsuperficiale

- Creazione di professionalità locali.
- Migliora quantità e qualità dei raccolti.
- Argilla o plastica?
Dipende da luogo!



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Fertilizzanti biologici

- Doppio utilizzo dei rifiuti organici: Biogas e agricoltura.
- Migliora quantità e qualità dei raccolti.
- Elimina fuochi infettivi, puzze, mosche...



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Potabilizzazione d'acqua

- Attenti al “Hi Tech” con la scusa della sicurezza!
- I parametri minimi da norma europea o USA vanno rispettati.
- Bisogna creare infrastrutture, non prostrarre situazioni di emergenza!



Esempio d'approccio sbagliato. Il potabilizzatore hi tech condanna la popolazione locale alla dipendenza tecnologica ed economica dai donanti.

L'esistenza del potabilizzatore diventa scusa per non costruire infrastrutture.



© Mario A. Rosato 2013

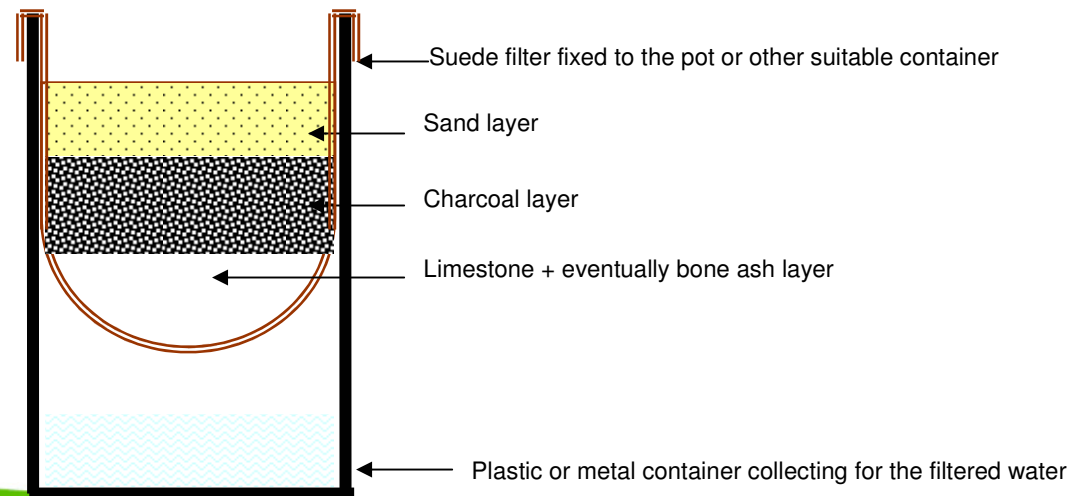
Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Potabilizzazione d'acqua

- Si possono rispettare i parametri minimi anche con tecniche semplici.
- Essere critici con soluzioni “brute force” (es. osmosi inversa).
- Un coccio di terracotta con sabbia e carbone vegetale fornisce capacità di potabilizzazione comparabile a quella d'un purificatore commerciale. Una pelle di daino opportunamente trattata ha la stessa selettività di una membrana di UF.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Biogas

- Ammette rifiuti organici di ogni tipo.
- Alta densità d'energia.
- Modularità d'impianto.
- Indipendenza energetica e tecnologica.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Biodiesel

- Utilizzo di scarti alimentari: olio di frittura, grassi animali, semi non commestibili.
- Tecnologia “da garage”
- Dal 5% fino al 20% con gasolio, migliora le prestazioni.

Foto: reattore nel garage del Docente, capacità 1000 l/giorno, potenza 1 kW.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Bioetanolo

- Utilizzo di scarti alimentari: bucce di patata.
- Utilizzo di scarti lignocellulosici (hi tech).
- Sotto certe condizioni, soluzione sostenibile.
- Articolo:
<http://www.architetturaecosostenibile.it/curiosita/varie/paradossi-bioetanolo-combustibili-sostenibilita-315.html>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Esempi di tecnologie sostenibili

Biocalce

- Materia prima: gusci di molluschi e ossa d'animali.
- Bilancio di CO₂ neutro, se calcinata utilizzando biogas o biomasse di scarto.
- Tecnologia adatta anche (soprattutto) per piccole produzioni.
- Scopo: trattamento acque e costruzione



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Refrigerazione solare termodinamica

- 3 sistemi possibili
 - Adsorbimento (continuo o discontinuo)
 - Assorbimento (continuo o discontinuo)
 - Eiettore (continuo)
- Adsorbimento, discontinuo: senza parti mobili, facile da realizzare (carbone, alcol, vetro, rame, isolante).
- Articoli raccomandati:
 - <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=solar-refrigeration>
 - <http://contest.techbriefs.com/2010/entries/medical/448>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Caso di studio

Filiera sostenibile dell'olio di palma.

- Situazione geografica: Camerun
- Condizioni al contorno:
 - Trattori e altri macchinari agricoli disponibili.
 - Corrente 220/380 V , fornitura inaffidabile.
 - Piantagioni mature e pienamente produttive.
 - Agronomi formati in Francia.
 - Monopolio di fatto di un oleificio, sito a 100 km, che impone i prezzi d'acquisto.
 - Stagionalità dei posti di lavoro.



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Caso di studio

- **Importanza sociale dell'olio di palma:**
 - La cucina locale è a base di fritti. L'o.d.p. consente più frittiture, e dà un sapore leggermente pungente (“bites”) che piace al consumatore africano.
 - L'estrazione dell'olio di palmisto era, nella cultura tradizionale, la fonte di lavoro per la bassa stagione, quando ormai si era già estratto l'o.d.p.
 - Il Camerun, uno di principali esportatori di o.d.p. , **IMPORTA** olio di girasole per consumo umano.
 - Il Camerun **IMPORTA** fertilizzanti ed erbicidi per le coltivazioni.



Caso di studio - 1º Passo

- Capire come funziona il sistema esistente e prendere informazioni aggiuntive.
 - A cosa serve l'olio di palma in EU e USA?
 - A quanto si vende il sapone in Camerun?
 - A quanto si vende l'olio di girasole?
 - A quanto si vendono i biscotti?
 - Che combustibile usa la gente per cucinare?
 - Quanto influisce il costo di pesticidi e gasolio nella produzione dei frutti di palma?



Caso di studio - 2º Passo

- Chiedersi perché il sistema deve essere così e cosa si può migliorare / cambiare.
 - Com'è fatto l'olio industriale?
 - Come si faceva l'olio tradizionalmente?
 - Differenza fra olio di palma e olio di palmisto?



Caso di studio - 3° Passo

- Chiedersi perché il sistema deve essere così e cosa si può migliorare / cambiare.
 - Com'è fatto l'olio industriale?
 - Come si faceva l'olio tradizionalmente?
 - Differenza fra olio di palma e olio di palmisto?
- Fare qualche prova su campioni.

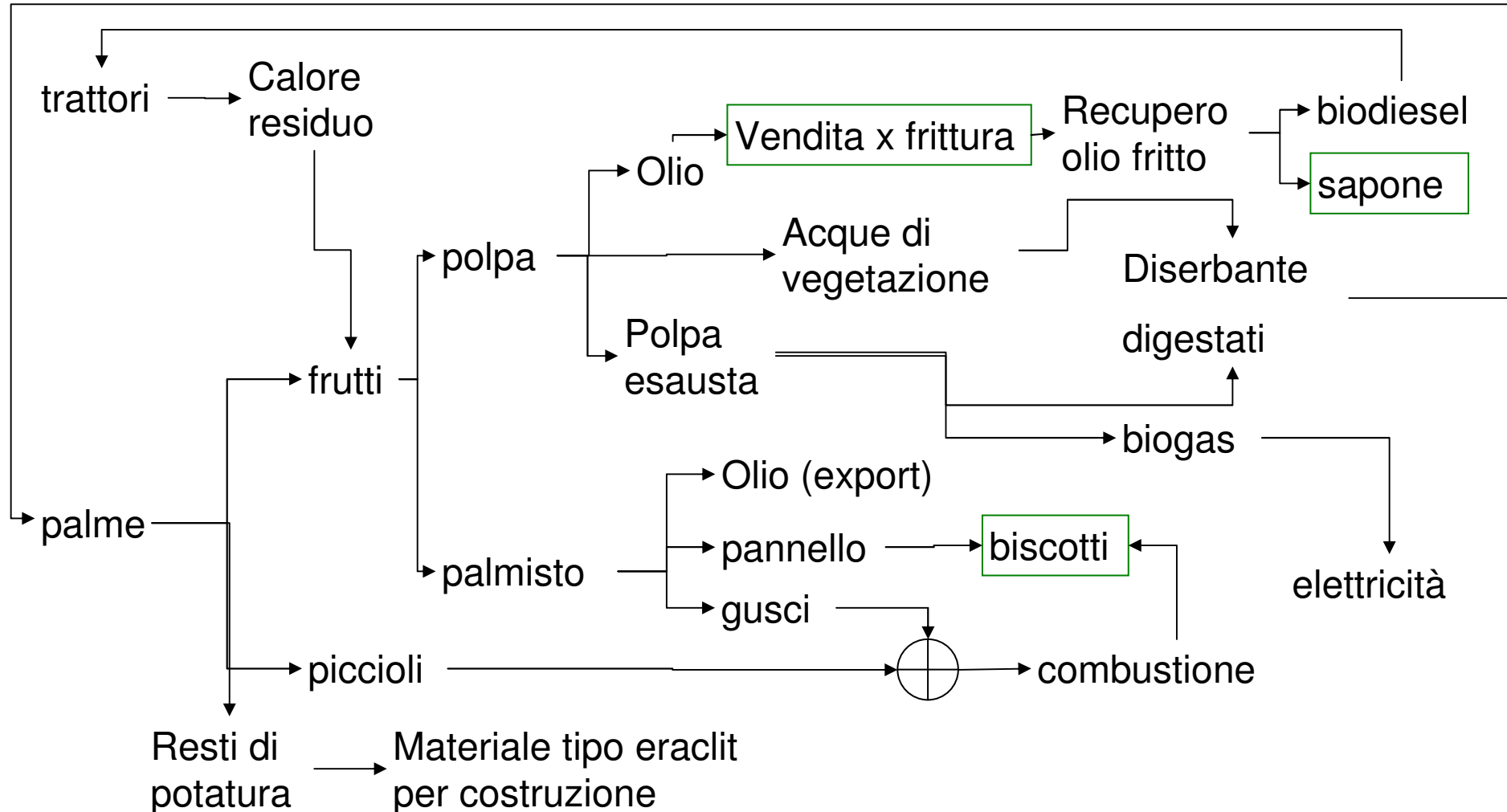


Caso di studio - 4º Passo

- Verificare quali sono gli scarti di ogni sottoprocesso e possibili applicazioni industriali (cradle to cradle). Esempi:
 - Polpa esausta → digestione anaerobica → applicazione del digestato ai terreni.
 - Acque di vegetazione → utilizzo come erbicida
 - Gusci del palmisto → combustibile per cucinare
 - Pannello del palmisto → biscotti



Risultato del caso di studio



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

Per chi volesse approfondire...

Articoli

www.architetturaecosostenibile.it/mario-rosato.html

<http://agronotizie.imaginenetwork.com/autori/mario-rosato/1517>

www.architetturaecosostenibile.it/giovanna-barbaro.html

Corsi e seminari

http://www.sustainable-technologies.eu/?page_id=662&lang=it

http://www.buildingacademy.it/?id_cat=41#cat

Video e TV

<http://www.sustainable-technologies.eu/?cat=126&lang=it>

Geo&Geo 27/02/2012

<http://youtu.be/MT-Z4qMxilA>

Geo&Scienza, 07/03/2012

<http://www.rai.tv/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-a8fcb9a7-ca29-4d67-8498-175c198d8138.html>



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu

... e da ricordare



**Una pulce non può
fermare una locomotiva...
ma può riempire di piaghe
il macchinista!**



© Mario A. Rosato 2013

Researching for Mankind and Planet

www.sustainable-technologies.eu