



SARAS

**PROGETTO SCUOLA
2005/2006**

“IMPRONTA ECOLOGICA”
Corso elementare sulla sostenibilità e gestione ambientale

Dispensa per gli insegnanti

A cura di Ecosistemi srl

INDICE

1. PROLOGO	3
2. GRANDEZZA E VIRTU' DEL PIANETA TERRA	5
3. LE CAUSE DEL MALESSERE DELLA TERRA	8
4. L'IMPRONTA ECOLOGICA: UNA MISURA PER SALVAGUARDARE IL NOSTRO FUTURO	9
5. INIZIAMO A CAPIRE L'IMPRONTA ECOLOGICA	10
6. METODOLOGIA GENERALE DI CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA	11
7. UNITA' DI MISURA DELL'IMPRONTA ECOLOGICA	13
8. RACCOLTA DATI PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA	14
9. ALCUNE POSSIBILI AZIONI DI RIDUZIONE DELL'IMPRONTA ECOLOGICA	24
10. IL CALCOLO TECNICO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA	25

PROLOGO

Oggi è il compleanno di Sara e Mattia, suo fratello, ha organizzato una bella festa a sorpresa.

Ha invitato a casa, senza dirglielo, gli amici e le amiche di sua sorella.

I loro genitori hanno già apparecchiato la tavola ed al centro hanno messo una bella crostata di frutta: per prepararla hanno utilizzato 300 grammi di zucchero, 150 grammi di farina, 150 grammi di margarina e tre uova. Pesando e miscelando tutto, faranno mangiare ai loro ospiti circa 720 grammi di cose buone.

Quando il campanello inizia a suonare e gli amici ad entrare in casa, Sara li invita ad andare nel salone a mangiare. Scopre così che gli amici invitati sono dieci; quindi, attorno al tavolo, si siederanno in dodici.

Il papà inizia a tagliare la crostata in fette regolari: divide prima la torta in quattro grandi parti ed ognuna di queste la divide in tre.

In tutto escono dodici fette di sessanta grammi l'una: mica male per una merenda! L'acquolina cresce e tutti non vedono l'ora di sedersi ed iniziare a mangiare.

Per fare un gioco, uno di loro – Luca – poggia la torta su un tovagliolino per vedere quanto è grande l'impronta che lascia e lancia un indovinello: "E' giusto o sbagliato dire a qualcuno che *si deve pensare non solo con la testa ma anche con i piedi* ?".

A quel punto un amichetto si alza subito e risponde: "*Pensi con i piedi* io lo dico solo ad un testone che non capisce nulla. Quindi è sbagliato".

"Ora ti dimostro il contrario" dice Luca. E continua dicendo: "Lo vedete, tanto più è grande questa impronta, tanto maggiore è la quantità di burro, zucchero, uova e farina che ognuno di voi mangia. E siccome questa impronta assomiglia a quella che lasciano le nostre scarpe quando camminiamo nel fango, potrei dire a qualcuno: *per non mangiare troppo devi anche pensare con l'impronta che lasci e quindi pensare con i piedi!* E questo vorrebbe dire *'stai attento a quanto mangi'*. Quindi, per rispondere all'indovinello, potrei dire che è giusto".

All'improvviso suonano alla porta! Altri amici hanno saputo della festa e si sono presentati direttamente alla porta senza essere stati invitati. Credevano fosse una festa aperta a tutti e, contenti di festeggiare Sara, entrano con i loro regali.

Quando siamo in tanti ad una festa, il divertimento è garantito: quindi dentro tutti e poi ci si pensa. I nuovi amici sono sei e, sommati agli amici di prima, portano il numero complessivo a diciotto.

A quel punto inizia una discussione imprevista. Come fare con la torta?

Se ognuno di loro volesse mangiarne una fetta della grandezza promessa – quella di 60 grammi – la crostata non basterebbe per tutti.

Allora uno dei bambini si alza in piedi e propone di dividere la torta in diciotto fette uguali: ogni fetta sarà più piccola del previsto – a questo punto peserà 40 grammi – ma tutti i bambini mangeranno allo stesso modo.

Insomma ognuno di loro mangerà un'impronta di torta più piccola e più leggera.

Ma non è un sacrificio, anzi è un modo per rimanere tutti quanti amici.

A quel punto però il bambino più goloso di tutti dice “Eh no! Io ho bisogno di una fetta di crostata più grande perché sono abituato a mangiare tanto. Se non lo faccio, mi viene fame”. Propone quindi un’altra soluzione: i dodici bambini invitati da Mattia – tra cui lui – hanno diritto ad una fetta di torta di 50 grammi, gli altri sei ad una fetta di torta di soli 20 grammi.

Insomma, la soluzione, per tutelare chi è arrivato prima in quanto invitato è avere due impronte: una più grande e l’altra più piccola.

Qual é la soluzione migliore?

Sembra una semplice storiella, ma questo è lo stesso problema che abbiamo noi esseri umani, bambini e grandi, che viviamo sulla Terra.

La Terra a noi sembra immensa, infinita. Chi sa dire quanto grande è il mare del mondo? o quanti chilometri di montagne abbiamo? o quanto sono grandi i ghiacciai?

Sembra infinita, ma non è così. E’ un effetto ottico: sembra grande perché ci viviamo dentro.

L’hanno visto bene gli astronauti che, nel corso del loro primo viaggio sulla Luna, quando si sono voltati indietro per vederla da lontano hanno urlato: “*Quanto è piccola la Terra! Sembra un’arancia blu*”.

La Terra, anche lei, come la nostra crostata di frutta, è limitata. Le sue risorse non possono essere consumate senza criterio, come fa chi vuole lasciare una impronta tanto grande.

Comunque, una cosa è chiara: se non vogliamo litigare tra noi umani, ognuno di noi deve lasciare una medesima impronta.

Abbiamo tutti il diritto alle stesse risorse!

E per capire meglio questo concetto, ci aspetta non l’impronta ma l’**impronta ecologica!**

2. GRANDEZZA E VIRTU' DEL PIANETA TERRA

La Terra è il pianeta su cui vive l'umanità, il terzo in ordine di distanza dal Sole, il più grande dei pianeti terrestri del Sistema Solare, e l'unico, tra quelli conosciuti, adatto a sostenere la vita.

Se con un centimetro lunghissimo misurassimo la Terra dall'alto in basso potremmo vedere che questa altezza è pari a 6.356 chilometri; se la misuriamo da destra a sinistra questa larghezza risulterà di 6.378 chilometri; se il centimetro lo passiamo tutto attorno al punto centrale, l'equatore, misurando la circonferenza, questa sarà di 40.075 chilometri.

La superficie di questa arancia blu ammonta a 510.065.700 chilometri quadrati (ogni chilometro quadrato è un quadrato dove ogni lato è pari ad un chilometro).

Ma da cosa è composta tutta questa superficie?

Innanzitutto se alziamo la testa verso l'alto troviamo l'**ATMOSFERA**, che in gran parte è composta da azoto (il 78%), da ossigeno (21%) ed argon (1%).

L'ossigeno libero è presente solamente nell'atmosfera della Terra, mentre in tutte le altre atmosfere di pianeti del sistema solare finora non se ne è trovata traccia.

La sua presenza sulla Terra è conseguenza della attività biologica di piante e alghe, che lo producono in grandi quantità in conseguenza della fotosintesi: per questo motivo la presenza di ossigeno gassoso nell'atmosfera di un dato pianeta è considerato un buon indicatore della presenza di vita su di esso.

Se ci vediamo tutto attorno troviamo che la Terra è piena di vita, di esseri viventi, uomini, donne, animali, uccelli, piante, alberi, pesci, ed altro ancora: tutto questo lo chiamiamo **BIOSFERA**.

La Terra è quindi costituita da un variegato insieme di organismi viventi che vivono negli ecosistemi terrestri, marini ed acquatici: tanto più sono vari e numerosi questi organismi tanto maggiore sarà la **BIODIVERSITA'** del nostro Pianeta Terra.

Il benessere quotidiano (il cibo in primo luogo) e la nostra salute – dato che le foreste tropicali garantiscono l'ossigeno alla Terra e gli stessi farmaci sono ricavati da fonti naturali – dipendono direttamente dalla biodiversità, ovvero dalle circa 1,75 milioni di specie presenti sulla Terra.

Se continuiamo a guardare alla stessa nostra altezza troviamo sia acqua che terraferma.

La Terra è l'unico pianeta del sistema solare che ha una sua **IDROSFERA** ed ospita acqua liquida: infatti, l'acqua copre il 71% di tutta la superficie terrestre e circa il 97% è composta da acqua salata (il mare), mentre il restante 3% è costituita da acqua dolce (fiumi, laghi, etc...).

Solo l'1% dell'acqua dolce, ovvero lo 0,03% dell'acqua complessiva presente sulla Terra, è utilizzabile per essere bevuta dagli uomini.

Il rifornimento dell'acqua dolce dipende dall'evaporazione dalla superficie degli oceani: 505.000 chilometri cubi di acqua ogni anno; altri 72.000 chilometri cubi evaporano dalla terra. Quando piove, le precipitazioni ricadono sul mare (458.000 chilometri cubi all'anno) e sulla terraferma (circa 119.000 chilometri cubi), ricaricando l'acqua sotterranea di 47.000 metri cubi l'anno.

Se pensiamo alla terraferma, dobbiamo pensare che questa copre il 29%, circa un terzo, di tutta la superficie terrestre e dà luogo alla **GEOSFERA**.

Nel suo insieme, la composizione della Terra ordinata secondo la massa dei costituenti, è composta da:

- ✓ 34,6% ferro
- ✓ 29,5% ossigeno
- ✓ 15,2% silicio
- ✓ 12,7% magnesio
- ✓ 2,4% nichel
- ✓ 1,9% zolfo
- ✓ 0,05% titanio.

Queste masse di minerali formate nella crosta terrestre sono usate come sorgente per molti metalli ed altri materiali utili nella realizzazione di prodotti.

Ma uno dei fattori principali di questa geosfera è lo strato più superficiale della Crosta Terrestre, che viene comunemente definito **SUOLO**.

Dal suolo traggono sostentamento i vegetali di cui ci nutriamo noi e gli animali domestici, dentro di esso vivono funghi, batteri, insetti e altre forme di vita che hanno il compito di degradare le sostanze organiche di rifiuto di altri organismi restituendo i componenti chimici primari al ciclo produttivo attivato dalla fotosintesi.

E' nel suolo che, nei limiti del possibile, l'inquinamento delle acque e dei materiali solidi viene neutralizzato. E' nel suolo che l'acqua penetra in profondità e viene immagazzinata a lungo e filtrata naturalmente costituendo il principale serbatoio da cui attingono i pozzi degli acquedotti.

Il suolo è fondamentale anche nei confronti del clima. Infatti, a seconda della sua copertura – vegetale, minerale o artificiale – cambia la sua capacità di riflettere o immagazzinare energia solare e con essa varia la temperatura superficiale. E' nota la differenza di temperatura tra un brutto parcheggio asfaltato (dove fa molto caldo) ed un bosco in una giornata estiva assolata (dove il fresco è meraviglioso). Da ciò dipende anche la produzione locale di vapore acqueo e le piogge.

Occorrono almeno 100 o 200 anni perché da un suolo minerale si formi un primo sottile strato di materiale organico stabilizzato da vegetali pionieri e quasi un millennio serve per sviluppare un suolo maturo. Chi distrugge suolo fertile e lo copre di cemento compie un danno irreversibile per molti millenni, privando le generazioni future della base del sostentamento.

Attualmente gli usi del suolo, nel mondo, sono i seguenti:

- ✓ terra arabile: 10%
- ✓ raccolti permanenti: 1%
- ✓ pascoli permanenti: 26%
- ✓ foreste e terreno boschivo: 32%
- ✓ altro: 31%.

C'è un altro importante fattore di cui è necessario parlare, perché è quello che ha garantito, per milioni di anni la vita sulla Terra: l'**EFFETTO SERRA**, il cui nome viene per similitudine a quanto avviene nelle serre per la coltivazione.

Ma come funziona? Tutta l'energia che alimenta il pianeta terrestre viene dritta dritta dal Sole. Il nostro Pianeta ne assorbe una parte e la riemette sotto forma di raggi infrarossi.

Gran parte di questo calore, costituito dai raggi infrarossi, è trattenuto dalle nubi e dai gas serra presenti nella nostra atmosfera, ovvero dal vapore acqueo, dall'anidride carbonica (CO₂), da metano, diossido di azoto (NO₂) ed ozono.

Di per sé l'effetto serra è un gran bel vantaggio: avvolge il pianeta come una calda coperta e ci salva dal congelamento globale. Insomma, gli abitanti del Pianeta Terra dispongono di un motore termico efficientissimo.

Il problema sorge nel momento in cui molte attività umane (per i trasporti, per il riscaldamento o per far funzionare le fabbriche) hanno iniziato ad utilizzare un'eccessiva quantità di combustibili fossili – che aumentano la concentrazione di gas serra presenti in atmosfera – ed a produrre metano, che deriva dagli allevamenti e dalle colture a sommersione, come il riso.

A questo punto la concentrazione eccessiva di gas serra produce un riscaldamento eccessivo della Terra, con conseguente scioglimento dei ghiacciai e l'innalzamento del livello dei mari.

La Terra quindi

- ✓ ci dà l'aria, per poter sopravvivere
- ✓ ci fornisce l'acqua, elemento vitale per qualsiasi comunità che vuole migliorare la qualità della sua vita
- ✓ ci fornisce una enorme varietà di flora e fauna – la biodiversità – che rappresenta un motore di benessere e di salute per la specie umana
- ✓ ci garantisce un suolo fertile, che è alla base della possibilità di avere biodiversità
- ✓ ci fornisce i minerali, che, lavorati, possono essere trasformati in prodotti
- ✓ ci fornisce una macchina climatica perfetta, che tutela la nostra specie dai pericoli di congelamento.

... ma le sue risorse non sono illimitate!

L'arancia blu è piccola, fragile e non rinnovabile.

3. LE CAUSE DEL MALESSERE DELLA TERRA

Queste risorse limitate vanno suddivise, come la crostata di frutta, tra tutti gli abitanti del Pianeta Terra.

Ma **gli abitanti della Terra** sono sempre di più ed oggi sono arrivati a 6,5 miliardi. Eppure qualche decina di anni fa erano molti meno. Erano 1,5 miliardi nel 1900; nei cinquanta anni successivi la popolazione era aumentata solo di 1 miliardo, arrivando a complessivi 2,5 miliardi; nei successivi 25 anni – ovvero nel 1975 – la popolazione era arrivata a 4 miliardi aumentando di 1,5 miliardi. Nel 2000 era cresciuta fino a 5,8 miliardi. Insomma un andamento esplosivo.

E' evidente che tanto più è rapida la crescita della popolazione, tanto maggiore sarà il numero degli invitati seduti attorno al tavolo per mangiare la crostata Terra.

Il tema centrale per il nostro presente e futuro è come riuscire a fare in modo che gli oltre 6 miliardi di esseri umani possano vivere tutti in maniera dignitosa ed equa senza distruggere irrimediabilmente i sistemi naturali e senza oltrepassare la capacità di questi sistemi di assorbire gli scarti e i rifiuti delle nostre attività.

Ma c'è un altro motivo ben più grave: è il **nostro stile di vita**.

Viviamo tenendo conto che le risorse della Terra sono limitate oppure no?

L'**impronta ecologica** misura quanto pesiamo ogni giorno su terra, acqua, foreste con il nostro stile di vita. Una quantità di natura che se ne va, quotidianamente, non soltanto per mantenere i consumi, ma anche per smaltire tutto quello che chiamiamo rifiuti.

E' necessario un profondo cambiamento nelle relazioni tra la nostra specie ed i sistemi naturali che supportano la vita umana, ricercando uno stile di vita più sostenibile dell'attuale, basato su modi di produzione e consumo che utilizzano meno risorse naturali.

Di fatto, i paesi del Nord del mondo consumano oggi una quantità eccessiva di energia e risorse e il nostro tipo di sviluppo, se venisse adottato da tutte le popolazioni del mondo, risulterebbe sicuramente insostenibile.

Nei prossimi decenni dovremo essere capaci costruire una società in cui si sia capaci di vivere meglio consumando meno, evitando lo spreco delle cose e l'uso eccessivo di energia e materie prime.

4. L'IMPRONTA ECOLOGICA: UNA MISURA PER SALVAGUARDARE IL NOSTRO FUTURO

Avere un'impronta ecologica "grande" significa consumare tante risorse naturali per vivere.

Avere un'impronta ecologica "leggera" significa essere consapevoli che le risorse non sono inesauribili.

Quindi, **l'impronta ecologica** è un indicatore che mette in relazione gli stili di vita di una popolazione con la quantità di natura necessaria per sostenerli e si esprime in **ettari procapite di superficie naturale produttiva utilizzata per soddisfare i nostri consumi e per assorbire i nostri rifiuti**.

L'impronta ecologica è dunque un indicatore della sostenibilità dei consumi di una certa popolazione: non è solo uno strumento concettuale che aiuta a valutare i diversi "carichi" – impronte – sull'ambiente delle varie attività umane, bensì è un indicatore molto intuitivo dell'impatto umano sulle risorse della Terra.

Maggiore è l'impronta ecologica di una popolazione, maggiore è la pressione che quella popolazione esercita sulla limitata **capacità di carico dell'ecosistema**.

Obiettivo ultimo deve essere, dunque, quello di ridurre l'impronta ecologica degli individui sulla terra.

5. INIZIAMO A CAPIRE L'IMPRONTA ECOLOGICA

Per determinare l'impatto di una popolazione sulla biosfera si può fare uso della formula classica che lo descrive come il prodotto di tre fattori:

$$I = P \times A \times T$$

Impatto ambientale = Popolazione x Uso delle risorse x Tecnologia

- I Impatto di una qualsiasi popolazione sull'ambiente
- P Numero di individui
- A Consumo medio di risorse per persona
- T Tecnologia intesa come qualità tecnica delle merci prodotte, indica la dannosità ambientale delle tecnologie che forniscono i beni

La formula che descrive l'impatto di una popolazione sull'ambiente può essere modificata, come segue, al fine di rappresentare più direttamente l'interazione tra la presenza umana e l'ambiente:

$$\text{Impatto ambientale} = \text{Popolazione} \times \text{Consumo pro-capite} \times \text{Impatto per unità di consumo}$$

Con questa formula gli studiosi sono riusciti ad esprimere il consumo pro-capite di risorse primarie in termini di superficie di terra ecologicamente produttiva.

Lo strumento analitico conosciuto come "Impronta ecologica" è stato messo a punto, all'inizio degli anni '90, da due studiosi: William Rees e Mathis Wackernagel.

L'impronta ecologica misura, quindi, l'area totale necessaria a sostenere una persona od una popolazione ad un livello medio di consumo pro-capite e fornisce una valutazione dell'uso che viene fatto del capitale naturale, mettendo a confronto il consumo di risorse e la produzione di rifiuti alla capacità rigenerativa della Terra.

In altre parole, l'impronta ecologica misura la quantità di risorse naturali che un individuo, una comunità o una nazione consumano in un determinato anno.

Ai fini del calcolo dell'impronta ecologica, si utilizzano statistiche ufficiali sui consumi che vengono tradotti nelle superfici di terra e acqua biologicamente produttive necessarie per fornire le risorse consumate e assorbire i rifiuti generati, utilizzando le tecnologie predominanti.

A causa dei meccanismi di mercato le persone utilizzano risorse provenienti da diverse parti del mondo determinando impatti in altri luoghi; l'impronta è la somma di tutte queste aree ovunque esse siano.

6. METODOLOGIA GENERALE DI CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Come detto, l'impronta ecologica indica quanto ampia dovrebbe essere una superficie di territorio per mantenere una determinata popolazione, partendo dall'idea che ad ogni unità materiale o di energia consumata corrisponde una certa estensione di territorio – appartenente a uno o più ecosistemi – che garantisce il relativo apporto di risorse per il consumo e l'assorbimento dei rifiuti.

La metodologia di base per il calcolo prevede generalmente le seguenti fasi:

1. Stima per ogni bene e servizio del consumo medio pro-capite della popolazione residente nella regione in esame.
2. Calcolo della superficie necessaria per la produzione dello specifico bene.

1. Stima per ogni bene e servizio del consumo medio pro-capite della popolazione residente nella regione in esame.

Viene calcolato il consumo individuale medio delle principali categorie di consumo: solitamente per i beni il consumo deve essere espresso in chilogrammi/anno, mentre per i servizi può essere utilizzato il dato in euro/anno.

Le categorie di consumo considerate sono:

- Generi alimentari
- Consumi delle abitazioni
- Uso dei trasporti
- Altri beni
- Servizi.

2. Calcolo della superficie necessaria per la produzione dello specifico bene

L'estensione della superficie (espressa in ettari) viene calcolata effettuando una divisione tra il consumo medio annuale del bene specifico e il rendimento medio annuale del terreno espresso in kg/ha x anno.

Diverse sono le attività, legate al consumo di beni, che possono generare impatti sull'ambiente ed essere convertite in superfici di terreno ecologicamente produttivo; il calcolo dell'impronta ecologica considera i seguenti tipi di attività:

- Produzione dei beni e delle merci consumate
- Produzione dell'energia utilizzata
- Occupazione di territorio per abitazioni ecc...
- Smaltimento degli scarti e delle emissioni prodotte dai vari consumi.

I territori da includere nel calcolo possono, quindi, anche essere terreni produttivi non direttamente legati al consumo di beni, bensì a quei servizi naturali indispensabili per assorbire le emissioni prodotte.

La formulazione di impronta ecologica suddivide il territorio in diverse categorie:

Superficie agricola: superficie utilizzata per le coltivazioni primarie (seminativi, ortaggi, tuberi, legumi, frutta, foraggio ecc...), dal punto di vista biologico è la più produttiva;

Superficie a pascolo: area utilizzata per l'allevamento del bestiame (produzione di lana, pelle, carne, latte) è meno produttiva della prima;

Superficie a foresta: foreste naturali o coltivate necessarie per produrre legname e carta;

Superficie marina produttiva: superficie marina utilizzata per la pesca destinata alla commercializzazione;

Superficie degradata: territorio degradato, può essere sia edificato che non edificato e in generale ospita abitazioni, infrastrutture per trasporti o industrie; è stato dimostrato come gli insediamenti umani abbiano generalmente preso il posto delle aree agricole;

Superficie per la produzione di energia: area destinata a sequestrare l'anidride carbonica derivante dai consumi energetici;

Superficie riservata alla conservazione della biodiversità: superficie necessaria ad assicurare la conservazione di circa 15 milioni di specie.

A questo punto le aree dei sei diversi tipi di territorio vengono moltiplicate per i pesi proporzionali alla loro produttività media mondiale, ottenendo l'impronta ecologica pro-capite espressa in ettari globali pro-capite.

L'impronta ecologica si misura in "ettari globali" (gha). Ogni unità corrisponde ad un ettaro di spazio biologicamente produttivo avente la produttività media mondiale.

7. UNITA' DI MISURA DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Il concetto di impronta ecologica si basa sull'idea che ad ogni unità di materiale o di energia consumata, corrisponde una certa estensione di territorio che garantisce il relativo apporto di risorse per il consumo e l'assorbimento dei rifiuti.

Per determinare quanto territorio è impiegato per sostenere un determinato modello di consumo devono, quindi, essere valutate **le superfici necessarie a soddisfare ogni categoria di consumo significativa.**

Prendendo in considerazione l'intero ciclo di vita di ogni bene e servizio consumato, l'impronta ecologica esamina tutte le risorse che vengono utilizzate per la produzione, per l'uso e per lo smaltimento. L'energia e le risorse incorporate per unità di bene si riferiscono, quindi, alla quantità totale di energia e/o materia utilizzate durante il ciclo di vita del prodotto.

Le principali categorie di consumo che vengono considerate sono: alimenti, abitazioni, trasporti, altri beni, risorse incorporate nei servizi.

Queste categorie vengono disaggregate in funzione della disponibilità di dati e del livello di dettaglio che si vuole raggiungere.

Lo sforzo principale dell'analisi è costituito dal calcolo dei consumi pro-capite di un dato territorio.

La valutazione dell'impronta ecologica è fortemente influenzata dalla raccolta dei dati, che deve essere accurata.

8. RACCOLTA DATI PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Per arrivare a calcolare l'impronta ecologica il primo e più importante lavoro sarà quello di far calcolare accuratamente ai bambini i dati di consumo mensile delle proprie famiglie e della scuola, relativamente ai seguenti argomenti, così come poi riportato analiticamente sulle schede:

- Gli abitanti della casa/scuola
- I consumi alimentari
- I cibi per animali (non per le scuole)
- Altri consumi
- Altri servizi
- Dati sull'abitazione/scuola
- I consumi collettivi dell'abitazione/della scuola
- I trasporti
- I rifiuti

L'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA MIA FAMIGLIA

GLI ABITANTI DELLA MIA CASA	Numero
Quanti siamo in casa	
Quanti animali abbiamo	

CONSUMI ALIMENTARI	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Pane e cereali				
Pane, grissini e cracker				
Biscotti				
Pasta e riso				
Pasticceria e dolciumi				
Altro e cereali				
Carne				
Carne bovina				
Carne suina				
Pollame, conigli, selvaggina				
Salumi				
Altro				
Pesce				
Caseari e uova				
Latte, panna				
Yogurt				
Formaggi, burro				
Gelato				
Uova				
Altro				
Olio e grassi vegetali				
Olio di oliva				
Altro				
Patate, frutta e ortaggi				
Patate, ortaggi				
Frutta				
Zucchero, caffè e drogheria				
Zucchero				
Caffé, thè, cacao				
Altro				
Bevande				
Vino				
Birra				
Acqua minerale				
Altro				

CIBI PER ANIMALI	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Mangime				
A base di pesce				
A base di cereali				
A base di oli e grassi vegetali				
Cibo per animali domestici				
ALTRI CONSUMI	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
I vestiti e le calzature				
Tessuti in cotone				
Tessuti in lana				
Tessuti sintetici				
Calzature ed oggetti in pelle				
I mobili				
Mobili in legno				
Mobili in plastica e metallo				
I prodotti elettronici				
Elettrodomestici				
Computer ed elettronica				
Libri e prodotti di carta				
Libri				
Quaderni				
Carta igienica				
Carta da cucina				
Altri prodotti di carta				
Prodotti di metallo				
Pezzi di ricambio				
Oggetti e attrezzi di metallo				
Pentole, posate e stoviglie				
Altri prodotti di metallo				
Prodotti di ceramica e vetro				
Piatti				
Bicchieri				
Oggetti di arredamento				
Altri prodotti di ceramica, vetro				
Prodotti di plastica				
Piatti e bicchieri di plastica				
Altri prodotti in plastica				
Igiene e pulizia				
Detersivi per casa				
Prodotti per l'igiene				
Medicinali				
Medicinali				
Prodotti di tabacco				
Tabacco				

ALTRI SERVIZI	Mese 1 N. o Euro	Mese 2 N. o Euro	Mese 3 N. o Euro	Media N. o Euro
Altri servizi acquistati				
Numero pasti consumati fuori casa				
Numero di giornate in albergo				
Numero cartoline, lettere, pacchi e raccomandate inviati				
Numero di capi portati in lavanderia e tintoria				
Spese per telefono				
Spese per divertimenti				

LA MIA ABITAZIONE	Metri quadri o numero
Dimensione	
Quanto è grande la casa	
Quante stanze ci sono	

I CONSUMI DELLA MIA ABITAZIONE	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Media
Acqua				
Acqua consumata (metri cubi)				
Energia				
Gas metano (metri cubi)				
Energia elettrica (kWh)				
Legna (kg)				
Carbone (kg)				
Pannello solare fotovoltaico				

COME SI MUOVE LA MIA FAMIGLIA	Mese 1 Km o N.	Mese 2 Km o N.	Mese 3 Km o N.	Media Km o N.
Km di viaggio				
A piedi				
In bicicletta				
Con l'automobile				
Con la motocicletta o con il motorino				
Con il bus				
Con il treno				
Viaggi in aereo				
In Italia				
All'estero				

IL NOSTRO CESTINO DEI RIFIUTI	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Il totale dei rifiuti nel sacchetto				
Totale dei rifiuti				
Rifiuti raccolti in modo differenziato				
Materiale organico				
Carta e cartone				
Plastica				
Abbigliamento e tessuto				
Vetro				
Metalli				
Legno				
Altro				
Ingombranti				

L'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA MIA SCUOLA

GLI "ABITANTI" DELLA MIA SCUOLA	Numero
Quanti alunni ci sono	
Quanti insegnanti ci sono	
Quanti bidelli ci sono	

CONSUMI ALIMENTARI (A MENSA)	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Pane e cereali				
Pane, grissini e cracker				
Biscotti				
Pasta e riso				
Pasticceria e dolci				
Altro e cereali				
Carne				
Carne bovina				
Carne suina				
Pollame, conigli, selvaggina				
Salumi				
Altro				
Pesce				
Caseari e uova				
Latte, panna				
Yogurt				
Formaggi, burro				
Gelato				
Uova				
Altro				
Olio e grassi vegetali				
Olio di oliva				
Altro				
Patate, frutta e ortaggi				
Patate, ortaggi				
Frutta				
Zucchero, caffè e drogheria				
Zucchero				
Caffè, tè, cacao				
Altro				
Bevande				
Vino				
Birra				
Acqua minerale				
Altro				

ALTRI CONSUMI	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Tessuti				
Tessuti in cotone				
Tessuti in lana				
Tessuti sintetici				
Mobili e attrezzature				
Mobili in legno				
Mobili in plastica e metallo				
Lavagne				
Attrezzature sportive in legno				
Attrezzature sportive in plastica e metallo				
Attrezzature per il giardino in legno				
Attrezzature per il giardino in plastica e metallo				
Prodotti elettronici				
Elettrodomestici				
Computer ed elettronica				
Libri e cancelleria				
Libri				
Quaderni				
Carta per stampa				
Penne e pennarelli				
Matite				
Gessi				
Altri prodotti di carta				
Carta igienica				
Carta da cucina				
Altro				
Prodotti di metallo				
Pezzi di ricambio				
Oggetti e attrezzi di metallo				
Pentole, posate e stoviglie				
Altri prodotti di metallo				
Prodotti di ceramica e vetro				
Piatti				
Bicchieri				
Oggetti di arredamento				
Altri prodotti di ceramica e vetro				
Prodotti di plastica				
Piatti e bicchieri di plastica				
Altri prodotti in plastica				
Igiene e pulizia				
Detersivi multiuso				
Prodotti per l'igiene				
Medicinali				
Medicinali				

ALTRI SERVIZI	Mese 1 N. o Euro	Mese 2 N. o Euro	Mese 3 N. o Euro	Media N. o Euro
Altri servizi acquistati				
Numero pasti consumati fuori scuola				
Numero cartoline, lettere, pacchi e raccomandate inviati				
Spese per telefono				
Spese per attività extra-scolastiche (gite, recite, ecc.)				

LA MIA SCUOLA	Metri quadri o numero
Dimensione	
Quanto è grande la scuola	
Quante aule ci sono	
Quanti bagni ci sono	
Quanto è grande il giardino	
Quanto è grande la palestra	
Quanto è grande la mensa	

I CONSUMI DELLA MIA SCUOLA	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Media
Acqua				
Acqua consumata (metri cubi)				
Energia				
Gas metano (metri cubi)				
Energia elettrica (kWh)				
Legna (kg)				
Carbone (kg)				
Pannello solare fotovoltaico				

COME SI MUOVONO ALUNNI E INSEGNANTI	Mese 1 Km o N.	Mese 2 Km o N.	Mese 3 Km o N.	Media Km o N.
Km di viaggio				
A piedi				
In bicicletta				
Con l'automobile				
Con la motocicletta o con il motorino				
Con il bus				
Con il treno				
Viaggi in aereo				
In Italia				
All'estero				

IL CESTINO DEI RIFIUTI DELLA SCUOLA	Mese 1 kg	Mese 2 kg	Mese 3 kg	Media kg
Il totale dei rifiuti nel sacchetto				
Totale dei rifiuti				
Rifiuti raccolti in modo differenziato				
Materiale organico				
Carta e cartone				
Plastica				
Abbigliamento e tessuto				
Vetro				
Metalli				
Legno				
Altro				
Ingombranti				

Perché è così importante sapere, per calcolare l'impronta ecologica, cosa consuma ed in quali quantità, una famiglia o una scuola ?

E' molto semplice: ad ogni categoria di consumo corrisponde un certo consumo di territorio necessario per produrre quella tipologia di beni.

Se parliamo di **alimenti**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria a produrre e trasportare gli alimenti (vegetali e animali);
- a coltivare i vegetali, i cereali, i legumi, la frutta che viene consumata;
- a permettere il pascolo degli animali;
- a produrre il pesce (territorio marino).

Se parliamo di **cibi per animali**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria a produrre e trasportare gli alimenti;
- a coltivare i vegetali, i cereali, i legumi che viene consumata dagli animali.

Se parliamo di **abitazioni**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria a costruire gli edifici, a illuminare, a riscaldare le abitazioni;
- a mantenere le foreste utilizzate per produrre il legno utilizzato nelle abitazioni
- per gli edifici.

Se parliamo di **trasporti**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria per la costruzione delle infrastrutture e il trasporto delle persone
- per le infrastrutture, strade, parcheggi per gli edifici.

Se parliamo di **beni e servizi**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria a produrre e trasportare i beni e per fornire i servizi;
- per produrre le materie prime di origine vegetale (cotone, gomma ecc.);
- per produrre le materie prime di origine animale (cuoio, lana ecc.);
- per produrre manufatti in legno e derivati (carta, mobili ecc.)
- per gli edifici pubblici e privati (scuole, parchi, negozi, uffici ecc.)

Se parliamo di **rifiuti**, il territorio serve:

- per l'energia necessaria a trattare e trasportare i rifiuti;
- ad assorbire i rifiuti;
- per gli impianti e le installazioni necessari a smaltirli.

9. ALCUNE POSSIBILI AZIONI DI RIDUZIONE DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Un regime alimentare basato sul forte consumo di carne, pesce ed altri prodotti di origine animale, quali i latticini e le uova, comporta un'impronta ecologica molto più consistente rispetto ad una dieta equilibrata, che comprenda carne e pesce, ma con quote più significative di frutta e verdura.

Al fine di diminuire l'impronta ecologica legata ai **consumi** alimentari, ma anche a garantire la salute dei propri cittadini, si possono favorire il consumo di prodotti locali, incentivare l'autoproduzione, promuovere i marchi di qualità e di origine e le pratiche di coltivazione e allevamento biologico e ambientalmente sostenibile.

Un'altra componente rilevante dell'impronta ecologica è costituita dai consumi delle abitazioni, in particolare per quanto riguarda il territorio necessario ad assorbire le emissioni di anidride carbonica.

Si dovrebbe aumentare il ricorso a **fonti rinnovabili**, incentivando lo sviluppo di tecnologie con una migliore efficienza energetica, promuovendo o imponendo pratiche di edilizia sostenibile risparmiare energia elettrica e acqua.

Altro importante intervento è la riduzione della produzione di **rifiuti**: particolare attenzione dovrebbe essere rivolta agli imballaggi dei beni acquistati, magari introducendo criteri ambientali nelle procedure di acquisto, ed attuando campagne di sensibilizzazione volte a ridurre gli sprechi. È inoltre fondamentale effettuare la raccolta differenziata.

L'impronta legata ai **trasporti** è determinata principalmente dai mezzi di trasporto privato e in particolare delle automobili.

Si dovrebbe pertanto incentivare l'uso dei mezzi di trasporto pubblico, attraverso un'attenta pianificazione del piano dei trasporti che dovrebbe mirare a migliorare il servizio di trasporto pubblico nonché ampliare gli spazi destinati a pedoni e biciclette.

10. IL CALCOLO TECNICO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA

Avendo a disposizione i dati riguardanti i consumi pro-capite delle famiglie di Sarroch è possibile procedere con il calcolo relativo al contributo fornito all'impronta ecologica da ognuna delle categorie di consumo.

Per la valutazione dell'impronta ecologica si utilizzano dei **fattori di conversione** che permettono di passare dal bene o servizio consumato al corrispettivo terreno in ettari utilizzato per produrre, direttamente o indirettamente, quel bene o servizio.

Alcuni di questi fattori sono espressi in ettari/euro, altri fanno invece riferimento alle quantità (ettari/chili o ettari/litri). La scelta di quale fattore di conversione utilizzare è guidata dalla volontà di ridurre il più possibile le approssimazioni, minimizzando per quanto possibile i diversi passaggi di conversione.

I fattori di conversione consentono di passare dai consumi all'impronta ecologica intesa come superficie necessaria per la produzione dei beni e servizi consumati.

Ai dati relativi al consumo di beni e servizi vengono applicati dei coefficienti moltiplicativi, dei coefficienti di conversione e dei fattori di equivalenza al fine di trasformare i dati in ettari globali.

Il fattore di scarto del cibo viene introdotto per tener conto degli scarti di prodotto che intercorrono nel processo di trasformazione ovvero dal momento che il prodotto esce dall'impresa agricola a quando viene venduto.

Il fattore di equivalenza relativo alle aree marine è ottenuto confrontando l'area di terra arabile necessaria per la produzione di una unità di carne di pollo con l'area marina necessaria per ottenere lo stesso quantitativo di calorie da prodotti ittici.

	Fattori di equivalenza [gm²/m²]	Fattori di rendimento [-]
Territorio per energia	1,38	
Territorio agricolo	2,19	
Pascoli	0,48	1,27
Foreste	1,38	
Territorio degradato	2,19	1,41
Aree marine	0,36	

Fattori di equivalenza e fattori di rendimento utilizzati nell'analisi.

Impronta ecologica dei consumi alimentari

Per ottenere il valore relativo all'impronta ecologica di ognuna delle categorie evidenziate in precedenza nella sezione relativa al computo dei consumi, verranno utilizzati i coefficienti e le procedure di calcolo estratti dalla matrice di calcolo di Wackernagel, che servono per la valutazione dell'impronta in tutte le sue componenti. Inoltre si è considerata l'ipotesi che mediamente meno della metà dei prodotti alimentari non sia di origine locale, sia fuori stagione e sia confezionata.

I coefficienti vengono calcolati sulla base dei rendimenti e la procedura di calcolo si ripete pressoché in modo identico per tutte le categorie di consumo e per tutti i tipi di territorio.

→ Territorio per energia

La metodologia per il calcolo dell'impronta ecologica sul territorio per energia differisce leggermente:

Consumo medio anno pro-capite x Intensità energetica x Fattore di scarto del cibo x Fattore di assorbimento del carbonio (olio preso come media dei combustibili fossili) x Fattore di equivalenza del territorio per energia x Fattore di provenienza (in base alla lontananza dal luogo di consumo)

Queste operazioni sono state effettuate per ognuna delle categorie di consumo precedentemente elaborate e per ognuna delle componenti di impronta ecologica. Il fattore di provenienza aggiunge all'impronta l'energia spesa per il trasporto dei beni alimentari e quindi tiene conto del modo in cui gli alimenti prodotti sono commercializzati e imballati.

→ Territorio agricolo

Ad esempio, per il calcolo della superficie agricola necessaria per il consumo di pane, grissini e cracker si è proceduto come segue.

Impronta ecologica sul territorio agricolo:
**Consumo medio annuale pro-capite / Rendimento specifico
x Fattore di scarto del cibo x Fattore di equivalenza del territorio agricolo**

→ *Aree marine*

Impronta ecologica sulle aree marine:
Consumo medio annuale pro-capite / Rendimento specifico
x Fattore di scarto del cibo x Fattore di equivalenza delle aree marine

Impronta ecologica delle abitazioni

Nel calcolo dell'impronta ecologica determinata dalle abitazioni rientrano i terreni degradati per usi civili e per servizi di pubblica utilità, quali appunto le abitazioni, i parcheggi, i giardini, le strade ecc... Non vengono invece conteggiate le aree occupate dalle attività produttive.

L'impronta ecologica di un'abitazione viene generata lungo tutto il ciclo di vita ed in particolare in due fasi distinte del ciclo di vita: la costruzione e l'uso.

Durante la costruzione si utilizza territorio in termini di suolo occupato, energia e materiali grezzi mentre nella fase d'uso l'impronta ecologica riguarda essenzialmente le utenze in termini di energia utilizzata, suolo occupato dagli impianti di produzione della stessa, energia e materiali utilizzati per la manutenzione e consumi di acqua.

Si utilizza quindi un dato relativo alla durata della vita di una casa media per giungere ad un'impronta su base annua. Questo approccio metodologico è stato tradotto in termini numerici utilizzando i dati relativi ad una casa canadese tipo.

L'impronta ecologica determinata dalla fase di costruzione incide su il territorio per energia, sul territorio degradato e sul territorio forestale necessario a fornire i materiali da costruzione.

→ *Territorio per energia*

Superficie abitativa media pro-capite x Fattore di assorbimento del carbonio
(olio preso come media dei combustibili fossili) x Fattore di equivalenza del
territorio per energia x 1310 / 350 / 40

Considerando che il coefficiente di intensità energetica viene calcolato prendendo come riferimento un'abitazione canadese standard con 350 m² abitabili che incorpora 1310 GJ di energia con una durata media di 40 anni come proposto da Wackernagel.

→ *Territorio forestale*

$$\text{Superficie abitativa media pro-capite x} \\ \text{(1/Rendimento del legname) x } 23,6 \text{ x } 2,2 / 150 / 40 \text{ x} \\ \text{Fattore di equivalenza delle foreste}$$

Il coefficiente proposto da Wackernagel è stato calcolato prendendo come riferimento un'abitazione di 150 m² di superficie abitabile che utilizza 23,6 m³ di legname e si suppone abbia una durata di 40 anni. Il coefficiente 2,2 rappresenta la quantità di legname in tronchi necessaria per unità di legno da costruzione.

→ *Territorio degradato*

L'impronta ecologica sulla componente "superficie degradata" associata alla superficie totale occupata da abitazioni **si calcola moltiplicando la superficie degradata pro-capite per il fattore di equivalenza del territorio degradato.**

In Italia il tasso di sostituzione delle abitazioni è molto inferiore a quello canadese (40 anni), inoltre la semplificazione del "materiale unico" legname, per quanto riguarda i materiali da costruzione, chiaramente non è rappresentativo della realtà nazionale.

In Italia i materiali da costruzione e le tecniche costruttive sono estremamente eterogenee e diversificate, sarebbe pertanto necessario effettuare uno studio specifico sulle tipologie costruttive delle case italiane in modo da poter valutare a livello nazionale il valore di "energia incorporata nella casa media".

In mancanza di dati più coerenti al contesto nazionale e regionale si è scelto di adottare gli stessi coefficienti elaborati per la realtà canadese.

Terminata l'analisi dell'impronta relativa alla fase di costruzione degli edifici si possono quantificare le impronte determinate nella fase di uso dell'abitazione.

Come già esposto nella sezione dedicata alla raccolta ed elaborazione dei dati riguardanti i consumi pro-capite annuali, in generale, in un edificio ad uso abitativo vengono consumati energia elettrica per il funzionamento delle apparecchiature e degli impianti, combustibili fossili quali gas metano, olio combustibile e cherosene e acqua.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, in base alla fonte energetica utilizzata e alla tecnologia produttiva, l'impronta può incidere su diverse componenti quali il territorio per energia, per l'uso di combustibili fossili, e il territorio degradato per l'elettricità proveniente da impianti idroelettrici, solari ed eolici. Per quanto riguarda la componente di impronta legata ai consumi diretti di combustibili fossili ad uso abitativo, questa va ad influire sul territorio per energia.

Per trasformare i consumi elettrici in impronta ecologica è stato necessario risalire alle fonti utilizzate per la produzione di tale energia. Fonti energetiche e tecnologie produttive diverse determinano impronte ecologiche molto differenti è sufficiente anche solo pensare a quanto sono differenti gli impatti ambientali di una centrale nucleare, di un impianto eolico o di una centrale a carbone.

L'impronta ecologica dei consumi elettrici è, quindi, più precisa se dettagliata per le seguenti categorie:

- Energia elettrica da combustibili fossili
- Energia elettrica da nucleare
- Energia elettrica da idroelettrico
- Energia elettrica da solare fotovoltaico
- Energia elettrica da eolico
- Energia elettrica da geotermico
- Energia elettrica da biomassa

Impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da combustibili fossili

L'impronta ecologica generata dall'uso di combustibili fossili si calcola stimando la superficie biologicamente produttiva necessaria a sequestrare sufficiente anidride carbonica al fine di evitare aumenti nella concentrazione di CO₂ in atmosfera.

Dal momento che gli oceani assorbono circa 1,8 Giga tonnellate di CO₂ ogni anno (IPPC 2001), solo le restanti emissioni di anidride carbonica vengono conteggiate nell'impronta ecologica.

Territorio per energia:

**Consumo residenziale di energia elettrica x Percentuale prodotta da comb. fossili
x Intensità energetica della produzione x Percentuale di energia persa nella
conversione da fonte di energia primaria ad elettricità x Fattore di assorbimento
del carbonio (olio preso come media dei combustibili fossili) x
Fattore di equivalenza del territorio per energia**

L'intensità energetica della produzione è 3,6 MJ/kWh. La percentuale di energia persa nella conversione da fonte di energia primaria ad elettricità è 0,3 (nella generazione e trasmissione di elettricità il 70% dell'energia viene dispersa).

Impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da centrali nucleari

L'energia nucleare non genera anidride carbonica e viene calcolata come l'area necessaria per assorbire la CO₂ emessa da una quantità equivalente di energia prodotta da combustibili fossili, la formula quindi è la medesima del precedente punto.

Impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da impianti idroelettrici

L'impronta è pari all'area occupata dalle dighe e dai rispettivi invasi e, come suggerito da M. Wackernagel e W. Rees in "Our ecological footprint", si assume che vengano inondatai territori con una bioproduttività media e quindi con un fattore di equivalenza pari a 1.

Territorio degradato:

Consumo residenziale di energia elettrica x Percentuale prodotta da impianti idroelettrici x Intensità energetica della produzione x Metri quadri di territorio edificato per ogni MJ prodotto x 1

Per produrre un MJ occorrono 10000/200000 metri quadri di territorio e l'intensità energetica della produzione è 3,6 MJ/kWh.

Impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da solare fotovoltaico

Nella matrice di Wackernagel l'energia prodotta da impianti fotovoltaici viene suddivisa in due categorie, a seconda che gli impianti vengano installati in nuove aree o su edifici già costruiti.

Nel caso di aree di nuova costruzione l'impronta va ad incidere sulla componente del territorio degradato mentre per gli impianti costruiti su edifici esistenti non viene contabilizzata in quanto la superficie occupata dall'edificio stesso è già contabilizzata.

La maggior parte dell'energia prodotta da impianti solari deriva da impianti posizionati sui tetti, quindi non andrebbe contabilizzata. Non si hanno però dati precisi e si è quindi preferito seguire il modello proposto da Wackernagel che considera tutta l'energia prodotta da impianti solari come derivante da impianti non installati sui tetti.

Territorio degradato:

Consumo residenziale di energia elettrica x Percentuale prodotta da impianti idroelettrici x 24 / (0,75 x 3.000) x Fattore di equivalenza del territorio degradato

Dove si assume che 3.000 kWh siano prodotti con 24 m² di pannelli fotovoltaici (0,75 stima approssimativamente l'energia accumulata di un pannello fotovoltaico).

Impronta ecologica dell'energia elettrica prodotta da impianti idroelettrici

L'impronta di un impianto eolico è rappresentata dall'energia immagazzinata nelle fasi di costruzione e gestione dell'impianto e al consumo di terreno per l'edificazione delle strutture.

Si assume un output annuale di energia pari a 5,55 TWh per una distesa di 48.950 ettari di impianti eolici, di cui il 5% sia occupato da turbine ed infrastrutture. Si utilizza il fattore di equivalenza dei territori per pascolo.

Territorio degradato:

Consumo residenziale di energia elettrica x Percentuale prodotta da impianti eolici x 48.950 / (5,55 x 109) x 0,05 x Fattore di equivalenza del territorio per pascoli

Impronta dell'energia elettrica prodotta da impianti geotermici, impianti a biomassa, impianti per l'incenerimento di rifiuti

Attualmente non esiste un metodo di stima dell'impronta ecologica legata a queste tecnologie, si riportano comunque i dati relativi ai consumi percentuali.

Si può passare ora a valutare le **impronte ecologiche dei combustibili fossili ad uso abitativo.**

→ Impronta dei combustibili gassosi

Per calcolare il contributo all'impronta ecologica dei combustibili gassosi si fa riferimento ai coefficienti elaborati dal Redefining Progress nell'ultima elaborazione della Matrice di calcolo.

Territorio per energia:

Consumo residenziale di combustibili gassosi x Intensità energetica della produzione x 29,3 x 3,6 x 1,1 / 0,30483 / 100 x Fattore di assorbimento del carbonio per il gas naturale x Fattore di equivalenza del territorio per energia

L'intensità energetica della produzione è pari a 3,6 MJ/kWh. Gli altri coefficienti sono fattori di conversione delle unità di misura in particolare, un therm equivale a 29,3 kWh, $1/0,3048^3/100$ trasforma i m³ in CCF (unità di misura americana pari a cento piedi cubici) e per ogni CCF ci sono 1,1 therm.

Un secondo modo per effettuare il calcolo prevede l'uso di coefficienti differenti: un m³ di gas contiene l'energia di 8,905 Mcal che corrispondono a 4,184 MJ.

→ Impronta ecologica dell'olio combustibile

Territorio per energia:

Consumo residenziale di combustibili gassosi x Intensità energetica x Fattore di assorbimento del carbonio per l'olio combustibile x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Dove l'intensità energetica è pari a 35, ovvero un kg di olio combustibile contiene circa 35 MJ.

→ Impronta ecologica dei combustibili solidi

Territorio per energia:

Consumo residenziale di combustibili solidi x Intensità energetica x Fattore di assorbimento del carbonio per il carbone x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Dove l'intensità energetica è pari a 20, ovvero un kg di olio combustibile contiene circa 20 MJ.

Per concludere la sezione relativa al calcolo dell'impronta ecologica delle abitazioni non rimane che quantificare l'impronta ecologica legata ai consumi idrici.

Per ottenere la superficie di terreno corrispondente al consumo di acqua si è considerata solo l'energia necessaria per trattare, trasportare in condutture, distribuire e, quando applicabile, riscaldare l'acqua. Facendo riferimento alle indicazioni fornite da il Manuale delle impronte ecologiche (Chambers, Simmons, Wackernagel, 2002) si è considerato per ogni megalitro di acqua l'emissione di 370 kg di CO₂. L'impronta ecologica relativa ad ogni megalitro di acqua può essere quindi derivata applicando il valore dell'impronta dell'anidride carbonica.

→ Impronta ecologica di un megalitro di acqua:

Territorio per energia:

Consumo di acqua x Area necessaria ad assorbire un kg di CO₂ x 370 x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Alcuni studi valutano anche la componente sul territorio per foresta dell'impronta dei consumi idrici. In questo studio ciò non è stato fatto in quanto questa componente varia considerevolmente in base alle condizioni locali. La componente forestale dell'impronta ecologica dei consumi idrici, utilizzata da Wackernagel, si riferisce ad aree umide (come quelle nei pressi di Xalapa, Mexico) dove le foreste possono generare nei pozzi e nelle sorgenti circa 1.500 metri cubi di acqua dolce ogni anno. I pascoli invece generano solo un decimo di questa quantità, con un livello di precipitazioni di 15.000 m³ per ettaro all'anno.

Impronta ecologica dei trasporti

L'impronta ecologica viene calcolata per le categorie di trasporto per le quali è stato possibile raccogliere dei dati uniformi, quindi, come visto in precedenza il calcolo è stato effettuato per i mezzi di trasporto pubblici, l'auto privata e i motocicli.

→ Mezzi di trasporto pubblici

Nella sua matrice di calcolo, Wackernagel suddivide il trasporto pubblico nelle sue varie componenti ed in particolare in trasporto effettuato per mezzo di autobus, treno, aereo, taxi.

Territorio per energia:

Chilometri percorsi annualmente pro-capite x Intensità energetica x Fattore di assorbimento del carbonio (olio combustibile quale valore medio) x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Dove l'intensità energetica è pari a 3 MJ/km.

Territorio degradato:

Chilometri percorsi annualmente pro-capite x Estensione totale della rete ferroviaria locale x Coefficiente di conversione metri/miglia x Larghezza stimata dei binari / Miglia totali percorse annualmente dai passeggeri sui treni locali negli USA x Fattore di equivalenza del territorio degradato

Utilizzando la matrice di Wackernagel il territorio degradato legato ai trasporti viene calcolato con i coefficienti moltiplicativi riferiti alla linea ferroviaria statunitense. In alternativa dovrebbero essere reperiti dati relativi alla rete ferroviaria regionale o nazionale.

L'estensione totale della rete ferroviaria considerata è 6603 miglia (Bureau of Trans. Stats.), il coefficiente di conversione metri/miglia è 1609, la larghezza stimata dei binari è 15 metri mentre le miglia totali percorse annualmente dai passeggeri sui treni locali negli USA sono (2,11 x 10¹⁰) (Bureau of Trans. Stats.).

→ Auto private e motocicli

I coefficienti per il trasporto in auto privata e motociclo sono i medesimi, varia unicamente l'efficienza del mezzo.

Territorio per energia:

Chilometri percorsi annualmente pro-capite / Efficienza media del mezzo x Intensità energetica del combustibile x Consumo di energia indiretta del mezzo x Fattore di assorbimento del carbonio (olio combustibile quale valore medio) x Fattore di equivalenza del territorio per energia

L'intensità energetica del combustibile è 35 MJ/l ed il consumo indiretto di energia del mezzo è 1,5.

Territorio degradato:

Chilometri percorsi annualmente pro-capite / (Coefficiente di conversione metri / miglia / 1000) x Estensione totale della rete stradale x Coefficiente di conversione metri/miglia x Larghezza media stimata delle autostrade e delle strade / Miglia totali percorse annualmente dai veicoli negli USA x Percentuale di miglia percorse dalle auto x Fattore di equivalenza del territorio degradato

Utilizzando la matrice di Wackernagel il territorio degradato viene calcolato con i coefficienti moltiplicativi riferiti alla rete stradale statunitense. In alternativa dovrebbero essere reperiti dati relativi alla rete regionale o nazionale.

L'estensione totale della rete stradale è $3,94 \times 10^6$ miglia (Bureau of Trans. Stats.), il coefficiente di conversione metri/miglia è 1609, la larghezza media stimata delle autostrade e strade è 25 metri, le miglia totali percorse annualmente dai veicoli negli USA sono ($2,56 \times 10^{12}$) (Bureau of Trans. Stats.) mentre la percentuale di miglia percorse dalle auto e dai furgoncini è 92,7% rispetto al totale.

Impronta ecologica di altri beni e servizi

Per ottenere il valore relativo all'impronta ecologica di ognuna delle categorie evidenziate nella sezione relativa al computo dei consumi di beni e servizi, sono stati utilizzati i coefficienti e le procedure di calcolo estratti dalla matrice di calcolo di Wackernagel necessari per la valutazione dell'impronta in tutte le sue componenti. I coefficienti moltiplicativi, le intensità energetiche ed i fattori di equivalenza sono indicati nella matrice di calcolo allegata alla presente relazione.

La procedura di calcolo si ripete pressoché in modo identico per tutte le categorie di consumo e per tutti i tipi di territorio pertanto di seguito si fa esplicito riferimento solo alle categorie di consumo per le quali la metodologia è un po' più complessa. L'impronta ecologica considera l'energia utilizzata per la produzione e la fornitura dei beni e dei servizi che possiedono una propria intensità energetica e determinano tutti un'impronta sul territorio per energia.

→ Territorio per energia

La metodologia di calcolo è la medesima per tutte le categorie di consumo di beni e la maggior parte dei servizi:

Consumo pro-capite x Intensità energetica x Fattore di assorbimento de carbonio (olio preso come media dei combustibili fossili) x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Il metodo di calcolo del territorio per energia varia per il servizio alberghiero, per le spese per assicurazioni sulla casa e per i pasti consumati fuori casa.

Impronta ecologica sul territorio per energia del servizio alberghiero.

I costi energetici del servizio alberghiero sono stimati in riferimento all'uso medio di risorse nelle abitazioni. Il fattore di assorbimento del carbonio è stato moltiplicato per 1.000 per convertire l'unità di misura da [m²/MJ/anno] a [m²/GJ/anno].

I coefficienti utilizzati sono i medesimi del calcolo per le abitazioni e si riferiscono, quindi, ad un'abitazione canadese standard, con tutte le considerazioni fatte in proposito nella sezione riguardante le abitazioni.

L'abitazione standard canadese è di 350 m² abitabili ed incorpora 1310 GJ di energia con una durata media di 40 anni, come proposto da Wackernagel.

Oltre a questi coefficienti per stimare i costi energetici del servizio alberghiero si considera l'uso medio di risorse nelle abitazioni. Si parte quindi dal presupposto che mediamente un'abitazione negli USA costi 150.000 dollari per 2.000 ft² (comprensivo di giardino) che corrisponde ad un mutuo mensile di 1.000 dollari. Inoltre, ad ogni square foot [ft²] corrisponde un consumo di 36 MJ di energia all'anno, inclusivo di acqua calda ed elettricità, che mensilmente sono 3 MJ per 2.000 ft² che corrispondono a 6000 MJ mensili o 6 MJ per dollaro.

La formula finale che si utilizza è:

Spesa media annuale pro-capite x Fattore di assorbimento del carbonio (olio come media dei combustibili) x 1000 x (1310 / Superficie media abitabile / 40) x (2.000 x 0,3048 x 0,3048) / (1000 x 12) x Fattore di equivalenza del territorio per energia + (10000/73000) x 6 x Spesa media annuale pro-capite x Fattore di equivalenza del territorio per energia

Dove 0,3048 x 0,3048 trasforma l'unità di misura statunitense [ft²] in metri quadri.

Impronta ecologica sul territorio per energia dei pasti consumati fuori casa.

La metodologia di calcolo è simile a quella vista per i consumi alimentari.

Spesa annuale per pasti consumati fuori casa x Intensità energetica x Fattore di scarto del cibo x Fattore di assorbimento de carbonio (olio preso come media dei combustibili fossili) x Fattore di equivalenza del territorio per energia x Fattore di provenienza (in base alla lontananza dal luogo di consumo)

→ Territorio degradato

Per quanto riguarda il consumo di beni la procedura di calcolo è identica per tutte le categorie:

Consumo pro-capite x Impronta pro-capite media di beni e rifiuti sul territorio degradato / (Media del territorio per energia per beni + Media del territorio per energia per rifiuti) x Fattore di equivalenza del territorio degradato

Si utilizza questo procedimento in quanto, non essendo disponibili dati disaggregati per tutte le categorie alimentari consumate fuori casa, si stima il territorio degradato complessivo assegnando proporzionalmente alla componente di territorio degradato per ogni bene il territorio totale per energia di beni e rifiuti.

L'impronta pro-capite media sul territorio degradato dei beni e dei rifiuti è pari a 244 m² (stima USA).

Similmente si calcola l'impronta sul territorio degradato del consumo di servizi:

Consumo pro-capite x Impronta pro-capite media dei servizi sul territorio degradato / Media del territorio per energia per servizi x Fattore di equivalenza del territorio degradato

Si utilizza questo procedimento in quanto, non essendo disponibili dati disaggregati per tutti i servizi, si stima il territorio degradato complessivo assegnando proporzionalmente alla componente di territorio degradato per ogni servizio il territorio totale per energia dei servizi.

L'impronta pro-capite media sul territorio degradato dei servizi è pari a 244 m² (stima USA)

→ *Territorio agricolo*

I consumi di tessuti in cotone, tessuti in lana, tessuti in pelle, tabacco determinano un'impronta ecologica anche sui territori agricoli.

Consumo medio annuale pro-capite / Rendimento specifico del prodotto x Fattore di scarto del cibo x Fattore di equivalenza del territorio agricolo

Per il cotone è stato utilizzato il rendimento delle piantagioni di cotone, per i tessuti in lana è stato utilizzato il rendimento degli ovini, per i tessuti in pelle è stato utilizzato il rendimento dei bovini mentre per il tabacco è stato utilizzato il rendimento delle coltivazioni di tabacco.

Come già visto in precedenza per quanto riguarda gli alimenti, il fattore di scarto viene introdotto per tener conto degli scarti di prodotto che intercorrono nel processo di trasformazione degli alimenti e dei beni in generale.

L'ultima categoria di consumo che contribuisce all'impronta sul territorio agricolo sono i pasti consumati fuori casa. Il calcolo per questa categoria è molto simile al calcolo effettuato per i beni alimentari, per calcolare l'impronta media di un pasto consumato fuori casa si fa una media matematica dell'impronta ecologica sul territorio agricolo calcolata per tutti i prodotti alimentari.

Si assume poi che il costo medio di un pasto sia di circa 10 euro e che ogni pasto consumato fuori casa fornisca circa il 50% del contenuto nutrizionale giornaliero (0,5).

Spesa annuale pro-capite per i pasti consumati fuori casa / Costo medio di un pasto consumato fuori casa x 0,5 x (Somma della componente sul territorio agricolo delle impronte dei prodotti alimentare / 365)

→ *Aree marine*

I pasti consumati fuori casa hanno inoltre una componente dell'impronta legata al consumo di pesce e frutti di mare. Le premesse sono le stesse fatte per l'impronta dei pasti consumati fuori casa sui territori agricoli.

Spesa annuale pro-capite per i pasti consumati fuori casa / Costo medio di un pasto consumato fuori casa x 0,5 x (Impronta sulle aree marine dei prodotti alimentari / 365)

→ *Territorio a pascolo*

I consumi di tessuti in lana e di tessuti in pelle implicano anche una componente di impronta ecologica sul territorio a pascolo che viene calcolata secondo la seguente formula:

Consumo medio annuale pro-capite / Rendimento specifico del prodotto x Fattore di scarto del cibo x Fattore di equivalenza del territorio a pascolo

→ *Territorio forestale*

Alcune categorie di consumo di beni quali i mobili, libri e carta tessuto, e il servizio alberghiero hanno anche una componente di impronta ecologica sul territorio forestale.

Per quanto riguarda i mobili, i libri e la carta la procedura per calcolare il contributo al territorio forestale dell'impronta ecologica viene calcolato come segue:

Consumo medio annuale pro-capite x ((1 / (Rendimento del legno x Fattore di equivalenza delle foreste)) / Densità media del legno) x Fattore di scarto del legname per produrre un kg di prodotto

La densità media del legno è di 600 kg/m³. Il fattore di scarto rappresenta quanto legname è necessario per produrre un chilogrammo di prodotto, per i mobili questo fattore è di 2,2 per cui per produrre un mobile di un kg sono necessari 2,2 kg di legname. Per la carta invece il fattore è 1,65 per cui per produrre 1 kg di carta sono necessari 1,65 kg di legname.

Il contributo del servizio alberghiero all'impronta ecologica sul territorio forestale si calcola facendo riferimento ad alcune delle considerazioni fatte per il calcolo dell'impronta delle abitazioni.

In particolare si utilizzano i parametri riferiti ad un'abitazione canadese con mediamente 150 m² di superficie abitabile che utilizza 23,6 m³ di legname e si suppone abbia una durata di 40 anni (Government of Canada, The State of Canada's environment, 1991, Ottawa). Il fattore di scarto 2,2 rappresenta la quantità di legname in tronchi necessaria per unità di legno da costruzione.

Un'altra stima del Canadian Mortgage and Housing Corporation (OPTIMIZE, 1991) dimostra come vengano utilizzati più di 50 m³ equivalenti di legname in tronchi per una abitazione di 350 m².

Oltre a questi coefficienti, per stimare i costi del servizio alberghiero, si utilizza l'uso medio di risorse nelle abitazioni. Si parte quindi dal presupposto che mediamente un'abitazione negli USA costi 150.000 dollari per 2.000 ft² (comprensivo di giardino) che corrisponde ad un mutuo mensile di 1.000 dollari.

La formula finale che si utilizza è:

Consumo medio annuale pro-capite x (1 / (Rendimento del legno x Fattore di equivalenza delle foreste)) x ((23,6 x Fattore di scarto del legname) / Superficie media abitabile / 40) x (2.000 x 0,3048 x 0,3048) / (1000 x 12)

Dove 0,3048 x 0,3048 trasforma l'unità di misura statunitense [ft²] in metri quadri.

Impronta ecologica dei rifiuti

Anche per calcolare il contributo all'impronta ecologica dei rifiuti è stata seguita la metodologia proposta da Wackernagel pertanto sono stati considerati i contributi di cinque differenti tipi di rifiuti: carta e cartone, metalli, vetro, plastica e legno.

Il riciclaggio viene visto come un risparmio energetico che riduce l'entità dell'impronta ecologica.

→ *Territorio per energia*

Consumo medio annuale pro-capite x Intensità energetica x Fattore di assorbimento del carbonio (olio preso come media dei combustibili fossili) x Fattore di equivalenza del territorio per energia x (1 – Percentuale di riciclaggio x Percentuale di energia che può essere risparmiata attraverso il riciclo)

Le intensità energetiche e le percentuali di energia che possono essere risparmiate attraverso il riciclo delle diverse frazioni merceologiche possono essere consultate nella matrice di calcolo allegata al presente rapporto.

→ *Territorio forestale*

Per la carta, il cartone ed il legno la formula rimane la stessa variano solo i coefficienti che sono riportati nella matrice di calcolo.

Consumo medio annuale pro-capite x ((1 / (Rendimento del legno x Fattore di equivalenza delle foreste)) / Densità media del legno) x Fattore di scarto del legname per produrre un'unità di carta (o mobili) x (1 – Percentuale di riciclaggio x Percentuale di energia che può essere risparmiata attraverso il riciclo)

→ *Territorio degradato*

Come visto per i beni non alimentari e i servizi, la metodologia, tratta dalla matrice di calcolo del Redefining Progress, utilizza il seguente procedimento in quanto, non essendo disponibili dati disaggregati per tutte le categorie di rifiuti si stima il territorio degradato complessivo assegnando proporzionalmente alla componente di territorio degradato per ogni rifiuto il territorio totale per energia di beni e rifiuti.

L'impronta pro-capite media sul territorio degradato dei beni è pari a 244 m² (stima USA). In questa stima sono inclusi anche i rifiuti in quanto questi sono beni non durevoli e sottoprodotti di beni durevoli.

Consumo medio annuale pro-capite x Impronta pro-capite media di beni e rifiuti sul territorio degradato / (Media del territorio per energia per beni + Media del territorio per energia per rifiuti) x Fattore di equivalenza del territorio degradato.

Bibliografia

Bagliani M, Carantoni E, *Analisi di Sostenibilità per la Provincia di Pescara*. Pescara, 2004

Bologna G, *Verso l'eco-economia: la nostra Impronta ecologica*. Roma, Attenzione - rivista WWF n°11 per l'ambiente e il territorio, 2001

Ecosistemi s.r.l., *Calcolo dell'impronta ecologica della regione Liguria* 2005

Wackernagel M, Rees W, *L'impronta ecologica*. Milano, Edizioni Ambiente, 1996

Wackernagel M, Rees W, *Manuale delle impronte ecologiche: principi, applicazioni, esempi*. Milano, Edizioni Ambiente, 2000.

WWF Italia, Cras s.r.l., *Impronta ecologica delle regioni dell'obiettivo 1 del QCS 2000/2006*. Roma, 2004