



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MACERATA

DIPARTIMENTO di ECONOMIA E DIRITTO

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
METODI QUANTITATIVI PER LA POLITICA ECONOMICA

CICLO XXX

TITOLO DELLA TESI

L'IMPRONTA ECOLOGICA DELLA REGIONE MARCHE

RELATORE

Chiar.ma Prof.ssa Elisabetta Croci Angelini

Chiar.mo Prof. Enzo Valentini

DOTTORANDO

Dott. Emanuele Tartuferi

ANNO 2018

INDICE

INTRODUZIONE.....	2
Misurare la sostenibilità: l'impronta ecologica	4
Referenze bibliografiche.....	25
L'impronta ecologica della Regione Marche.....	30
Referenze bibliografiche.....	59
Impronta ecologica delle regioni del Centro Italia: un confronto.....	61
Referenze bibliografiche.....	90
CONCLUSIONI.....	91

INTRODUZIONE

Esplosione demografica, riscaldamento globale, declino della biodiversità, erosione del suolo: sono solamente alcuni dei fenomeni causati principalmente dall'uomo negli ultimi 70 anni. A partire dal dopoguerra, la pressione delle attività umane sull'ambiente è divenuta sempre più ampia ed evidente tanto che alcuni scienziati, come il premio Nobel Paul Crutzen, hanno cominciato a parlare di una vera e propria transizione dall'Olocene ad una nuova era geologica chiamata Antropocene. Un'epoca in cui è l'essere umano la causa delle principali modifiche strutturali, climatiche e territoriali dell'ambiente terrestre, sia su scala globale che su scala locale.

Già negli anni '60, biologi e scienziati hanno iniziato a mettere in evidenza i rischi dell'impatto delle attività umane sulla natura e sull'ambiente, e a partire dagli anni '80 anche la politica economica ha cominciato a parlare della necessità di uno sviluppo sostenibile basato su studi capaci di cogliere l'interdipendenza tra le dimensioni sociali, economiche ed ambientali. Se gli scienziati hanno avvisato che "le azioni umane stanno spingendo la vita verso una sesta estinzione di massa" (Living Planet Report, 2016), vi è la necessità di sviluppare studi e ricerche che diano la possibilità di descrivere con accuratezza la situazione attuale di degrado ambientale e allo stesso tempo ipotizzare soluzioni concrete. E' possibile "misurare la sostenibilità"? Questo si chiedeva l'economista francese Jean-Paul Fitoussi in un recente articolo: "per qualsiasi società è fondamentale dotarsi di un metro di misura, per quanto imperfetto possa essere, che attesti se il trend di consumo o benessere è sostenibile e se sta andando a scapito delle future generazioni".

Diversi modelli economici ed indicatori sono nati negli ultimi cinquanta anni per cercare di dare una risposta possibile ad una domanda diventata fondamentale quanto urgente. Tra questi, a cavallo tra gli anni '80 e gli anni '90 del secolo scorso, William Rees e Mathis Wackernagel in Canada hanno iniziato a lavorare sull'impronta ecologica, un indicatore complesso ma allo stesso tempo efficace dal punto di vista comunicativo, capace di valutare l'impatto degli esseri umani sull'ambiente attraverso il consumo di risorse naturali rispetto alla capacità della terra di rigenerarle. Un indicatore che ha avuto una diffusione significativa sia a livello accademico che a livello politico e mediatico, utilizzato sia su scala globale che su scala locale.

Scopo della mia tesi è proprio quello di presentare ed approfondire il modello dell'impronta ecologica, in particolar modo rispetto alla diffusione avvenuta negli ultimi anni attraverso studi realizzati in diverse aree del globo, e utilizzarlo nello specifico per il calcolo dell'impronta ecologica della Regione Marche, confrontandone i risultati con quelli delle altre regioni del Centro Italia.

La tesi è divisa in tre singoli e autonomi lavori accademici: ogni capitolo approfondisce un aspetto dell'impronta ecologica, a cominciare dal primo dove viene introdotta e presentata la storia e la genesi dell'indicatore nonché i concetti fondamentali alla base della metodologia di calcolo dell'impronta ecologica.

Vengono poi messe in evidenza le applicazioni dell'impronta ecologica, a partire dal suo utilizzo su scala globale e nazionale grazie al lavoro del Global Footprint Network, organizzazione internazionale no-profit fondata nel 2003 da Mathis Wackernagel e dai suoi collaboratori, a cui partecipano ed aderiscono agenzie governative, autorità locali, università, istituti di ricerca, società di consulenza, associazioni etc. etc. Dal 1998 l'impronta ecologica viene utilizzata anche per studi di carattere sub-nazionale, via via sempre più numerosi ed importanti, come riportato nel primo capitolo. Gli altri indicatori della sostenibilità, attraverso una critica all'utilizzo del PIL come unico indicatore per misurare l'economia e la situazione sociale di un paese, vengono elencati ed analizzati, così come vengono passati in rassegna i limiti e le principali critiche all'impronta ecologica.

Il secondo capitolo approfondisce ulteriormente la metodologia di calcolo dell'impronta ecologica per lo studio di realtà territoriali sub-nazionali, per poi presentare i risultati dell'impronta ecologica e della biocapacità per la Regione Marche a partire dal fondamentale lavoro di ricerca delle fonti dei dati. Vengono presi in considerazione due anni di riferimento, il 2011 ed il 2001, così da avere la possibilità di comparare a livello cronologico, attraverso uno studio particolareggiato eseguito con le stesse fonti dei dati e la stessa metodologia, i risultati dell'impronta ecologica. Risultati che vengono presentati sia attraverso l'analisi dell'impronta ecologica e della biocapacità in valori assoluti e pro-capite, sia attraverso un'accurata esposizione dei risultati disaggregati per le diverse categorie di terreni produttivi e di consumo. La discussione dei risultati, grazie alla possibilità che l'impronta ecologica fornisce di arrivare ad un buon livello di disaggregazione, comprende anche la simulazione di possibili scenari per valutare eventuali benefici di riduzione dell'impronta ecologica nelle diverse categorie.

Il terzo ed ultimo capitolo estende il calcolo dell'impronta ecologica per il 2011 ed il 2001 anche alle altre regioni del Centro Italia: Toscana, Umbria e Lazio. Vengono passati in rassegna i principali studi sulle impronte ecologiche regionali italiane, a partire da quello effettuato dal WWF nel 2000 per la Regione Liguria fino ad arrivare ad un recente ed interessante studio di marzo 2017 sul bacino del Mediterraneo e le sue principali città. Vengono presentati i principali dati territoriali ed economici delle quattro regioni del Centro Italia, per poi analizzare i risultati aggregati e disaggregati attraverso la comparazione dei valori dell'impronta ecologica.

Alla fine di ogni articolo vengono presentati tutti i riferimenti bibliografici relativi ad ogni singolo capitolo.

Misurare la sostenibilità: l'impronta ecologica

Emanuele Tartuferi

Università di Macerata – Dipartimento di Economia e Diritto

I. Introduzione

Nel 1987 viene rilasciato un documento dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED) chiamato rapporto Brundtland e conosciuto anche come “Our Common Future”: per la prima volta viene introdotto il concetto di sviluppo sostenibile, nome dato dalla coordinatrice Gro Harlem Brundtland e presidente del WCED: “lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri” (Commissione Brundtland, 1987).

A partire dalla stesura del suddetto rapporto e dal Summit della Terra di Rio del 1992, prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull'ambiente, gli studi sulla sostenibilità ambientale hanno acquisito un rilievo sempre maggiore: ricerche che si basano sugli impatti generati dalle attività umane sull'ambiente attraverso lo studio contemporaneo degli aspetti ecologici, economici e sociali (Bagliani et al., 2002).

Già nel 1962, nel volume “Silent Spring”, la biologa Rachel Carson esprimeva la preoccupazione dell'erosione dell'ecosfera da parte delle attività umane ad un ritmo fin troppo accelerato (Carlson, 1999). La rivoluzione industriale segna un momento di svolta nelle relazioni tra l'uomo e l'ambiente. Lo sviluppo tecnologico e la ricerca di nuove risorse globali portano l'uomo ad utilizzare nuove forme di energia, i combustibili fossili, che da una parte saranno capaci di affrancare progressivamente milioni di persone dalla povertà con un incremento mai visto della popolazione umana, dall'altra provocheranno un impatto significativo e sempre più imponente sulle risorse e sugli ambienti naturali. “Due sono le caratteristiche più significative di tale impatto: la brevità dell'arco temporale in cui ha luogo e la dimensione globale, e non più solo locale, dell'impatto stesso” (Rees, Wackernagel 1996).

E' in questa cornice che ci si rende conto della terra come una risorsa limitata: formata da 51 miliardi di ettari, la maggior parte dei quali occupati da acqua e solo una quota inferiore a 15 miliardi di ettari costituita da suolo. Di questi circa il 10% sono arabili, il 23% pascoli permanenti ed il 33% destinati a foreste e aree boschive, mentre gli altri 5 miliardi di ettari sono costituiti da zone umide, suoli ghiacciati e rocciosi, deserti, tundra, laghi e fiumi (Chambers et al, 2002).

Oltre alla limitatezza dei terreni coltivabili, negli anni sono cresciute le minacce a cui sono sottoposte le foreste: erosione del suolo e cambiamenti climatici hanno contribuito a far sì che la copertura forestale originaria del pianeta sia diminuita a meno della metà. A questo bisogna aggiungere il dato del principale gas serra implicato nel cambiamento climatico globale, l'anidride carbonica (CO₂): “circa tre quarti delle emissioni antropogeniche di CO₂ nell'atmosfera derivano dall'impiego dei combustibili fossili e la

vegetazione terrestre gioca un ruolo essenziale nella regolazione del ciclo di carbonio. Soprattutto le giovani foreste in evoluzione assorbono carbonio e lo sequestrano all'atmosfera tramite la fotosintesi" (Chambers et al, 2002). Infine il declino della biodiversità: la scomparsa molto più rapida rispetto al passato di specie vegetali e animali, una rivoluzione ecologica che diversi scienziati interpretano come una vera e propria "estinzione di massa" in cui nel giro di qualche millennio rischia di sparire una buona parte degli animali, delle piante e dei micro-organismi viventi sulla Terra (Ceballos et al., 2017; Galli et al., 2013).

Il consumo della terra quindi, o meglio le risorse naturali o quello che potremmo chiamare "capitale naturale", è una forma particolare di erosione di capitale che non è sostituibile. "Se si taglia una foresta la contabilità nazionale ci dice quanto è il prodotto che ha dato luogo questa attività ma non ci dice quanto capitale naturale è stato eroso, né se si è in grado di sostituire quello specifico capitale naturale con altro capitale naturale" (Ferlaino, 2010). Trasporti, rifiuti, combustibili fossili, scarti e fumi industriali producono inquinamento e un impatto deleterio sul capitale naturale: sono le cosiddette "esternalità ambientali" che la contabilità nazionale non misura in termini di emissioni e rifiuti, né misura l'erosione del capitale naturale in termini di prelievo delle risorse.

Un quadro simile necessita di un approccio di ricerca che sappia includere nell'analisi della crescita aspetti quali la sostenibilità dello sviluppo e allo stesso tempo riesca a fornire una misura al concetto di sostenibilità. "I tradizionali modelli di sviluppo non prevedono alcuna rappresentazione della infrastruttura biofisica e dei processi che dipendono dal tempo e da cui l'economia dipende, che sono elementi basilari per un approccio ecologicamente corretto. Inoltre non vi è alcun riferimento alle moderne interpretazioni della Seconda Legge della Termodinamica, che vedono l'economia come una struttura dissipativa complessa, immersa all'interno dell'ecosfera" (Rees, Wackernagel 1996). Tutto ciò che non viene "misurato" è spesso tralasciato o non considerato adeguatamente dai processi di policy (Giljum et al., 2011).

L'impronta ecologica è un indicatore che prova a colmare queste lacune e si presenta come una forma di contabilità ambientale in grado di rispettare i limiti ecologici in un modo che le scienze economiche convenzionali, basate sulla valutazione monetaria del valore, non sono in grado di fare (Chambers et al, 2002).

II. L'impronta ecologica

L'impronta ecologica è uno strumento di calcolo che permette di stimare il consumo di risorse e la richiesta di assimilazione di rifiuti da parte di una determinata popolazione umana o di una certa economia e di esprimere queste grandezze in termini di superficie di territorio produttivo corrispondente.

Il concetto base di impronta ecologica è stato sviluppato a partire dal 1990 da Mathis Wackernagel e altri studenti che lavorano con William Rees nella Healthy and Sustainable Communities Task Force della University of British Columbia a Vancouver. Rees e Wackernagel sono partiti dalla considerazione che la produzione e l'uso di ogni bene e servizio dipende dai vari tipi di produttività ecologica. Tale produttività può essere convertita in una superficie necessaria equivalente di territorio destinata alla produzione di

energia, alla produzione alimentare, alla produzione forestale, calcolando inoltre la superficie destinata alla realizzazione delle infrastrutture (case, strade, industrie). Sommando queste necessità di terra per le varie categorie di consumo e di produzione di rifiuti si giunge a stimare l'impronta ecologica della popolazione individuata (Rees, Wackernagel 1996). William Rees: "l'impronta ecologica indica l'area totale di ecosistemi terrestri e acquatici richiesta per produrre le risorse che la popolazione umana consuma e per assimilare i rifiuti che essa produce".

E' come rovesciare il concetto classico di carrying capacity, o capacità di carico. La carrying capacity viene normalmente definita come il massimo di popolazione di una certa specie che un determinato habitat o territorio può sopportare senza che venga permanentemente compromessa la produttività dell'habitat stesso. Ma il carico umano va misurato non solo in funzione della popolazione ma anche dei consumi pro-capite, che stanno aumentando ad un ritmo più veloce della popolazione stessa, proprio a causa dei commerci e della tecnologia. William Catton, riconosciuto come uno dei padri fondatori della Sociologia dell'ambiente, ha detto: "alla terra si chiede di dare ospitalità non solo a più persone, ma a persone più ingombranti". Il risultato è che la pressione esercitata dal carico umano sta crescendo assai più di quanto sia dovuto alla crescita della popolazione. Quindi l'attenzione dell'impronta ecologica si sposta non più sulla determinazione della massima popolazione umana che un territorio può sopportare, difficile da determinare anche perché il "peso ecologico" della popolazione varia in funzione di diversi fattori, ma sulla somma dei territori produttivi effettivamente utilizzati dai residenti in una determinata area, indipendentemente dal fatto che questa superficie coincida con il territorio su cui la popolazione stessa vive (Bagliani et al, 2001). L'impronta ecologica parte dal presupposto che ogni categoria di consumo di energia e di materia e ogni emissione di scarti ha bisogno della capacità produttiva o di assorbimento di una determinata superficie di terra o di acqua: questi territori richiesti da ogni tipo di consumo e di scarto di una popolazione definita costituiscono l'impronta ecologica, cioè la superficie totale di territorio necessaria esclusivamente per una determinata popolazione. Infatti i flussi e gli stock utilizzati non saranno più a disposizione di altri (Rees, Wackernagel, 1996).

L'analisi dell'impronta ecologica consente quindi di stimare il sovraccarico globale e il deficit ecologico di qualsiasi regione o paese. Il sovraccarico globale è la parte di impronta ecologica dell'umanità che supera la carrying capacity complessiva: la crescita materiale dell'economia mondiale può essere ottenuta solo attraverso l'impovertimento del capitale naturale e minando i servizi naturali vitali da cui tutte le popolazioni dipendono. Si ha sovraccarico quando i consumi dell'economia eccedono i redditi naturali e creano declino ecologico: è la situazione in cui ci troviamo dagli anni '70, come fotografa l'ultima edizione del Living Planet Report. "Fin dai primi anni '70, l'umanità ha richiesto più di quanto il nostro pianeta possa offrire in modo sostenibile. Nel corso del 2012, per fornire le risorse naturali ed i servizi che l'umanità ha consumato in quell'anno, è stata necessaria una biocapacità equivalente a 1,6 Terre. E' possibile oltrepassare la biocapacità della Terra a tal punto solo per brevi periodi. Infatti solo per un breve periodo si possono tagliare gli alberi più velocemente del tempo necessario alla loro rigenerazione, pescare più pesce di quanto

gli oceani possano ripristinare, o emettere più carbonio nell'atmosfera di quanto le foreste e gli oceani possano assorbire. Le conseguenze di questo sorpasso sono già evidenti: gli habitat e le popolazioni delle specie sono in declino, ed il carbonio nell'atmosfera si sta accumulando" (AA.VV., 2016).

Il deficit ecologico è invece la misura del sovraccarico "locale": stima la differenza tra la capacità ecologica di una data regione o nazione e la sua effettiva impronta ecologica, indicando così quanto la regione sia dipendente da capacità produttive extra territoriali, attraverso il commercio o l'appropriazione dei flussi naturali.

Uno degli aspetti fondamentali dell'impronta ecologica è che il suo metodo di calcolo rende possibile il confronto tra impatti ecologici di diverse nazioni, regioni, aree o territori presi in esame. Inoltre le analisi dell'impronta ecologica consentono un approccio cumulativo agli studi sull'impatto ambientale: ogni attività economica pone una domanda all'ecosfera e l'impronta ecologica mostra come tutte queste domande – energie non rinnovabili, cibo, fibre, smaltimento dei rifiuti, assorbimento degli scarti etc. – sono in competizione per lo spazio ecologico (Rees, Wackernagel, 1996).

I calcoli dell'impronta ecologica si basano su due ipotesi precise. Per prima cosa che si sia in grado di stimare con ragionevole accuratezza le risorse che vengono consumate e i rifiuti che vengono prodotti da una determinata popolazione in un determinato territorio. In seconda istanza, che questi flussi di risorse e rifiuti possano essere convertiti in una equivalente area biologicamente produttiva, necessaria a garantire queste funzioni (Chambers et al., 2002).

La formulazione di Wackernagel e Rees per il calcolo dell'impronta ecologica riprende la classificazione usata dall'Unione Mondiale per la Conservazione e considera l'utilizzo di sei principali categorie di territorio. Il terreno per l'energia, cioè la superficie necessaria per produrre la quantità di energia utilizzata: il metodo di Wackernagel e Rees prevede che questo terreno coincida con l'area di foresta necessaria per riassorbire la CO₂ emessa dalla produzione di energia a partire da combustibili fossili. Un metodo che consente di evidenziare con il calcolo della componente energetica dell'impronta ecologica il problema della concentrazione della CO₂ in atmosfera e della conseguente alterazione del clima; inoltre in questo modo diventa possibile, partendo dai dati riguardanti le diverse emissioni di CO₂, distinguere gli impatti provocati dall'uso di differenti combustibili fossili (solidi, liquidi, gassosi) per produrre energia (Bagliani et al., 2001). Viene poi preso in considerazione il terreno agricolo, cioè la superficie arabile utilizzata per la produzione degli alimenti per il consumo umano e per il bestiame e di altri prodotti non alimentari di origine agricola, quali cotone, iuta, tabacco etc. Il terreno dedicato ai pascoli, quindi all'allevamento e alla produzione di carne, latticini, uova, lana, pelli etc. Le foreste, cioè l'area dei sistemi naturali dedicati alla produzione di legname. La superficie edificata dall'uomo, quindi il terreno degradato, ecologicamente improduttivo, dedicato alla localizzazione delle infrastrutture quali abitazioni, attività manifatturiere, aree per servizi, vie di comunicazione, etc. Infine l'acqua, cioè la domanda di ecosistemi acquatici marini e terrestri necessari alla crescita delle risorse ittiche consumate.

Il formalismo dell'impronta ecologica considera i seguenti tipi di attività che richiedono direttamente o

indirettamente i servizi degli ecosistemi e che possono quindi essere tradotti in superfici di terreno ecologicamente produttivo: l'estrazione, la lavorazione ed il trasporto dei beni e delle merci consumate; la produzione dell'energia utilizzata; lo smaltimento dei rifiuti, degli scarti e delle emissioni prodotte dai vari consumi; l'occupazione di territorio per le infrastrutture e le abitazioni (Bagliani, 2010).

L'analisi dell'impronta ecologica può essere considerata come un sistema di contabilità ambientale secondo la classica suddivisione tra "entrate" e "uscite": si ha così la possibilità di avere un dato finale che rappresenta un vero e proprio bilancio ecologico territoriale che può dare un risultato negativo (deficit) o positivo (surplus). A tal fine, oltre alla domanda rappresentata dall'impronta ecologica è fondamentale calcolare l'offerta di terreno ecologicamente produttivo, chiamata biocapacità.

Secondo il rapporto finale del Progetto Indicatori Comuni Europei Eurocities “la biocapacità misura l’offerta di bioproduttività, ossia la produzione biologica di una data area. Essa è data dalla produzione aggregata dei diversi ecosistemi appartenenti all’area designata, che vanno dalle terre arabili, ai pascoli, alle foreste, alle aree marine produttive e comprende, in parte, aree edificate o in degrado. La biocapacità non dipende dalle sole condizioni naturali, ma anche dalle pratiche agricole e forestali dominanti” (Lewan, Simmons, 2001).

La biocapacità indica la quantità di territorio biologicamente produttivo che ogni cittadino ha a disposizione per soddisfare le proprie abitudini di consumo e stili di vita ed esprime la somma dei terreni agricoli, dei pascoli, delle foreste, delle aree marine produttive e, in parte, delle aree edificate o in degrado. “La biocapacità della superficie degradata rappresenta una tipologia particolare di biocapacità, in quanto non conteggia gli ecosistemi effettivamente presenti sul territorio ma si riferisce a una misura potenziale, che prende in considerazione il fatto che la superficie produttiva è utilizzata per allocare edifici, infrastrutture, etc. In questo caso l’ecosistema produttivo non è più realmente presente ma il territorio offre comunque, annualmente, un servizio di allocazione di capitale artificiale, pari all’area effettivamente degradata” (Bagliani et al., 2012).

Il formalismo di calcolo considera l’uso mutuamente esclusivo di questi territori, nel senso che a ogni territorio viene associata un’unica categoria anche se questo non corrisponde esattamente al vero. Si tratta comunque di un’approssimazione accettabile (Ferlaino, 2010).

La biocapacità calcola quindi l’estensione totale di territorio ecologicamente produttivo presente in una nazione o in una determinata area, ossia la capacità potenziale o l'offerta di erogazione di servizi naturali a partire dagli ecosistemi locali. Questa grandezza può essere utilmente comparata con la domanda, cioè l'impronta ecologica, che fornisce una stima dei servizi ecologici richiesti dalla popolazione locale, determinando quindi una situazione di surplus o di deficit. L’entità del deficit o del surplus ecologico rappresenta pertanto una stima del livello di sostenibilità o al contrario di insostenibilità ambientale del territorio preso in esame. Per il calcolo della biocapacità di solito si tiene conto della biodiversità disponibile per gli esseri umani usando l’approccio standard, dal libro del 1996 di Wackernagel e Rees e dal rapporto della Commissione Brundtland “Our Common Future”, che richiede di mettere in disparte il 12%

della terra produttiva (circa 2 miliardi di ettari) come provvista di aree di riserva per la conservazione della biodiversità locale.

Sia l'impronta ecologica che la biocapacità vengono espressi attraverso una singola unità di misura, l'ettaro globale (gha), ossia un ettaro di terreno con produttività media: alla base dell'idea di ettaro globale vi è la necessità di riportare ogni prelievo di risorse alla superficie di ecosistemi che ha contribuito, in modo diretto e indiretto, a generare la risorsa stessa. In questo modo diventa possibile convertire, in modo unico e coerente, i diversi usi di risorse naturali e servizi ecologici fatti da una società. Un discorso parallelo vale anche per l'utilizzo di servizi ecologici di smaltimento e riassorbimento di scarti e rifiuti: anche in questo caso il calcolo stima l'estensione degli ecosistemi che è necessaria per smaltire e rimettere in circolo le emissioni considerate. Se si vuole per esempio calcolare l'impronta ecologica di una forma di pane, bisognerà risalire all'estensione del campo che è stata necessaria per far crescere la quantità di grano effettivamente utilizzata. Non solo, perché all'uso diretto del terreno bisogna aggiungere anche gli utilizzi indiretti: per produrre il pane non basta la sola materia prima, ma sono necessarie altre operazioni che vanno dalla coltivazione del campo alla raccolta del frumento, alla sua macinazione, trasporto, lavorazione, cottura e infine vendita. Tutte queste operazioni richiedono energia, materia e macchinari di cui, attraverso calcoli opportuni, è possibile stimare le aree di ecosistemi che sono alla base per addizionarle agli usi indiretti e quantificare così l'impronta ecologica totale di una pagnotta (Bagliani, 2010).

Inoltre, la somma di tipologie di territorio così diverse tra loro ha posto il problema delle differenti produttività relative ad ognuno dei singoli terreni elencati sopra. Ad esempio, un ettaro di terra coltivabile sarà sicuramente più produttivo della media globale della terra. Per renderli comparabili tra di loro e sommabili, si è introdotta un'operazione di normalizzazione: pesare le aree dei differenti tipi di terreno in base alla loro produttività media mondiale attraverso l'utilizzo di un coefficiente denominato fattore di equivalenza (Equivalence Factor, EF) che tiene conto della differenza di produttività di un certo tipo di terreno rispetto alla produttività media di biomassa primaria globale di un dato anno. Un ettaro con la produttività media globale ha un fattore di equivalenza pari a 1. Il fattore di equivalenza di un certo terreno è identico per tutte le nazioni del mondo e può cambiare ogni anno in relazione al modello di gestione, alla produttività e alle tecnologie prevalenti. Nel 2003, ad esempio, il terreno agricolo aveva un fattore di equivalenza di 2,21: un ettaro di terreno agricolo aveva quindi una produttività pari a più del doppio di un ettaro di terra con produttività media globale. Nello stesso anno, un ettaro di terreno adibito a pascoli aveva un fattore di equivalenza di 0,49, cioè una produttività pari a circa la metà della media globale (Kitzes et al., 2007). Nella Tabella 1 i fattori di equivalenza per il 2003.

Tabella 1 — *I fattori di equivalenza. Anno 2003 (Kitzes et al., 2007)*

Tipologia di terreno	Fattore di equivalenza
Terreno agricolo	2,21
Foreste	1,34
Pascoli	0,49
Acque	0,36
Superficie degradata	2,21

Visto che la biocapacità e l'impronta ecologica stimano l'offerta e la domanda di bioproduttività degli ecosistemi locali, è fondamentale considerare le differenze di produttività rispetto alla media mondiale. In regioni aride lo stesso tipo di ecosistema ha, solitamente, una produttività minore che in regioni umide (Bagliani et al, 2012). In questo caso è il fattore di rendimento (Yield Factor, YF) ad indicare di quanto la produttività locale di un dato tipo di terreno differisce dalla produttività media mondiale riferita alla stessa tipologia di terreno. “Ad esempio, questo fattore esprime quante volte le foreste brasiliane sono più produttive rispetto alla produttività media mondiale delle foreste. Ogni nazione ha un suo set di fattori di rendimento, che possono cambiare di anno in anno. Attraverso l'operazione di normalizzazione effettuata con i fattori di equivalenza e di rendimento si arriva all'unità di misura dell'ettaro globale (Tiezzi et al., 2009). Un altro esempio: un ettaro di terreno adibito a pascolo in Nuova Zelanda produce più carne in media di un ettaro di terreno adibito a pascoli in Giordania. Queste differenze possono essere originate da fattori naturali, come la qualità del terreno o le condizioni climatiche, o dalle pratiche umane consolidate in quel determinato paese. Ogni nazione ha il suo “set” di fattori di rendimento per ogni anno, come nell'esempio mostrato nella Tabella 1. Il fattore di rendimento per la superficie degradata per assunzione ha lo stesso valore di quello per il terreno agricolo.

Tabella 2 — *I fattori di rendimento di alcune nazioni. Anno 2003 (Kitzes et al., 2007)*

	Terreno agricolo	Foreste	Pascoli	Acque
Rendimento medio globale	1.0	1.0	1.0	1.0
Algeria	0.6	0.0	0.7	0.8
Guatemala	1.0	1.4	2.9	0.2
Ungheria	1.1	2.9	2.0	1.9
Giappone	1.5	2.6	2.2	1.4
Giordania	1.0	0.0	0.4	0.8
Laos	0.8	0.2	2.7	1.0
Nuova Zelanda	2.2	2.5	2.5	0.2
Zambia	0.5	0.3	1.5	1.1

Questi fattori permettono di avere quindi un unico valore sintetico finale, la superficie equivalente espressa in ettari globali, che tiene conto delle differenti produttività di ogni categoria di terreno sia a livello

temporale che nazionale e che fornisce una stima del consumo umano di risorse naturali in uno specifico territorio, l'impronta ecologica, e la quantità di territorio biologicamente produttivo che ogni cittadino ha a disposizione per soddisfare le proprie abitudini di consumo e stili di vita, la biocapacità.

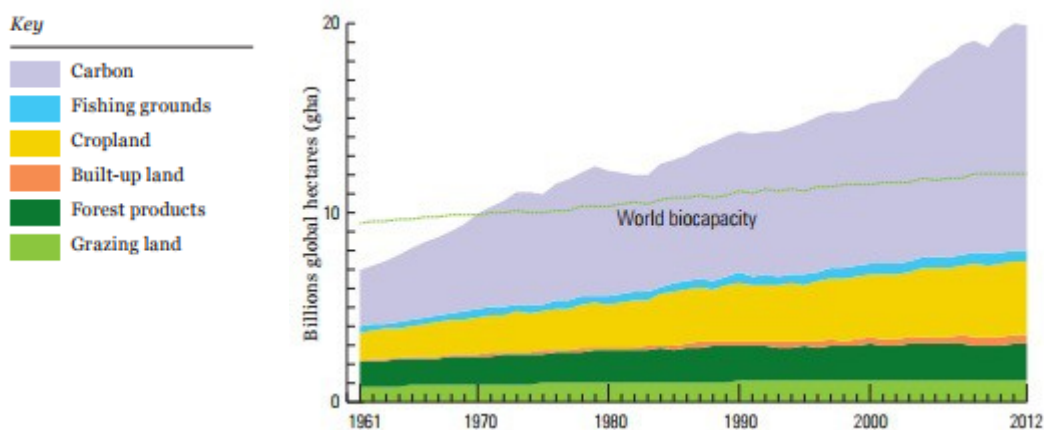
Esistono principalmente due metodi complementari per calcolare l'impronta ecologica: il primo, utilizzato in larga parte per il calcolo delle impronte ecologiche e biocapacità a livello nazionale, è il metodo composto; il secondo, utilizzato invece principalmente per l'analisi delle impronte ecologiche e biocapacità sub-nazionali e locali è il metodo per componenti. Il metodo composto è sicuramente il più solido dal punto di vista della reperibilità e dell'utilizzo dei dati, visto che fa riferimento ai flussi commerciali e ai dati energetici nazionali, ed è un modello di calcolo aggregato che fornisce una valutazione complessiva dell'impatto causato dai consumi, analizzando i flussi globali delle diverse risorse coinvolte nei processi umani.

Il calcolo si compone di tre parti principali: la prima è l'analisi dei consumi delle risorse, calcolata aggiungendo alla produzione interna le importazioni e sottraendo le esportazioni; la seconda parte è il calcolo del bilancio energetico, che comprende sia l'energia generata localmente che quella inglobata in più di 100 categorie di prodotti commercializzati; infine la parte finale del calcolo riassume l'impronta ecologica in sei categorie e fornisce il dato pro-capite, che moltiplicato per la popolazione diventa l'impronta totale della nazione. Il totale viene infine comparato con la stima della biocapacità del paese considerato per determinare se si trova in una situazione di surplus o deficit ecologico. I punti di forza del metodo composto sono il fatto che innanzitutto si fonda su statistiche ufficiali ampie e non settoriali, con risultati di solito molto affidabili; inoltre è possibile fare un'analisi comparata accurata come quella che ogni anno viene fatta dal Global Footprint Network per i National Footprint Accounts di quasi tutti i paesi del mondo. D'altra parte il metodo composto è poco dettagliato e non consente di distinguere le attività o i settori che comportano maggiori o minori consumi di risorse e produzioni di rifiuti. Per questo a livello locale si utilizza principalmente il metodo per componenti, un metodo disaggregato che consente di calcolare separatamente le impronte ecologiche di determinate attività (alimenti, abitazioni, trasporti, beni di consumo, servizi etc.): vengono calcolati i valori di impronta ecologica di ogni attività utilizzando dati caratteristici del territorio preso in esame ed è quindi più utilizzato per gli studi di carattere sub-nazionale. La somma dei singoli impatti fornisce l'impronta complessiva. È un metodo che ha sicuramente il vantaggio di poter identificare e discutere gli impatti attività per attività, individuare le attività o i settori economici maggiormente impattanti ed essere quindi più istruttivo anche per i policy maker. Inoltre può essere applicato a tutti i livelli, da una intera nazione a un singolo prodotto. D'altra parte lo svantaggio del metodo per componenti è la difficile comparazione con i valori riferiti alle nazioni visti i differenti metodi di calcolo e fonti dei dati e le necessarie stime e approssimazioni per gli studi di carattere sub-nazionale. Ovviamente la raccolta dei dati risulta molto laboriosa, in quanto le fonti sono in questo caso più settoriali (Governanti et al, 2007).

III. L'utilizzo dell'impronta ecologica

L'analisi dell'impronta ecologica è stata applicata a diverse realtà territoriali, dalle nazioni alle regioni fino a province, comuni come anche parchi nazionali (Chen, 2015) e località di interesse turistico (Patterson et al, 2007), così come utilizzata in numerosi studi per stimare la sostenibilità di singole attività in diversi contesti: prodotti alimentari, dal vino (Niccolucci et al, 2008) alla frutta (Cerutti et al., 2013), costruzioni di edifici (Bastianoni et al, 2007), analisi del turismo sostenibile (Gössling et al., 2002). Il modello dell'impronta ecologica è divenuto ben presto popolare sia in ambito scientifico che nelle organizzazioni che si dedicano alle tematiche ambientali così come ha riscosso l'interesse dei media, grazie alla sua caratteristica di essere facilmente comprensibile e comunicabile. Sicuramente l'impronta ecologica su scala nazionale rimane l'applicazione più importante e completa per l'utilizzo dell'indicatore, vista anche la possibilità di comparazione tra i paesi e la capacità di dare uno sguardo generale sull'impatto umano a livello globale. Dal 2003, ogni anno il Global Footprint Network provvede alla fattura e pubblicazione di più di 150 National Footprint Accounts insieme ad una valutazione totale dell'impronta ecologica media a livello globale. Nell'edizione 2014 si è arrivati a calcolare i National Footprint Accounts di 232 nazioni e territori nel mondo, per tutti gli anni compresi tra il 1961 e il 2008 (Global Footprint Network, 2014). Nel 1961 l'impronta ecologica stimata rappresentava solamente il 62% delle risorse totali della biosfera. Già nel 1980 la domanda totale da parte dell'uomo superava l'offerta, la biocapacità, della terra. Nel 2007 l'impronta ecologica globale supera 1,5 volte la biocapacità della terra. Il deficit ecologico globale è cresciuto in maniera esponenziale negli ultimi 50 anni (Lee e Peng, 2014), come si evince anche dalla Figura 1 estrapolata dal Living Planet Report 2016 che confronta l'impronta ecologica globale totale e divisa per componenti di terreno con la biocapacità media mondiale dal 1961 al 2012.

Figura 1 — Impronta ecologica mondiale totale e divisa per componenti in confronto alla biocapacità media mondiale. Anni 1961- 2012 (Living Planet Report 2016)



L'impronta dovuta alle emissioni di CO₂ (Carbon Footprint) è la componente dominante, andando dal 43% nel 1961 al 60% nel 2012 dell'intera impronta ecologica globale. E' inoltre l'impronta più dominante per almeno 145 paesi e territori su 233 analizzati nel 2012. La linea verde rappresenta la biocapacità media

mondiale. Da notare che i pochi casi di riduzione temporanea dell'impronta ecologica corrispondono alle conseguenze di momenti di crisi economica particolarmente rilevanti, come la crisi petrolifera negli anni '70 o periodi di recessione significativa come agli inizi degli anni '80 e nella crisi del 2008-2009 (AA.VV., 2016), non all'adozione di politiche di riduzione della pressione dei consumi umani sull'ambiente.

Nella Figura 2 sono riportati in forma grafica i risultati pro-capite per i paesi con l'impronta ecologica più elevata al mondo (Living Planet Report, 2014). Tra questi anche l'Italia, appena sotto la Germania e la Francia. Secondo il Global Footprint Network nel 2011 l'Italia a fronte di una biocapacità pro-capite di 1,1 gha registra un'impronta ecologica di 4,2 gha a persona, con un deficit di 3,1 gha pro-capite.

Nella Figura 3 il confronto tra l'impronta ecologica e la biocapacità dell'Italia dal 1961 al 2011, secondo i dati dell'edizione 2015 dei National Footprint Accounts. Il trend è simile a quello globale: dal 1961 ad oggi l'impronta ecologica di un italiano medio è praticamente raddoppiata, con una flessione evidente negli ultimi anni dovuta soprattutto alla crisi economica. Ma rimane un deficit ecologico particolarmente evidente, come anche negli altri paesi europei: nel Living Planet Report 2014 si calcola che se tutti gli abitanti della terra mantenessero il tenore di vita di un cittadino europeo medio all'umanità servirebbero 2,6 pianeti per sostenersi, “tutti gli stati dell'Unione Europea vivono oltre i livelli di 'un pianeta' e fanno inoltre pesantemente affidamento sulle risorse naturali di altri paesi” (Living Planet Report, 2014).

Figura 2 — Impronta ecologica pro capite totale e divisa per componenti in confronto alla biocapacità media (Living Planet Report 2014)

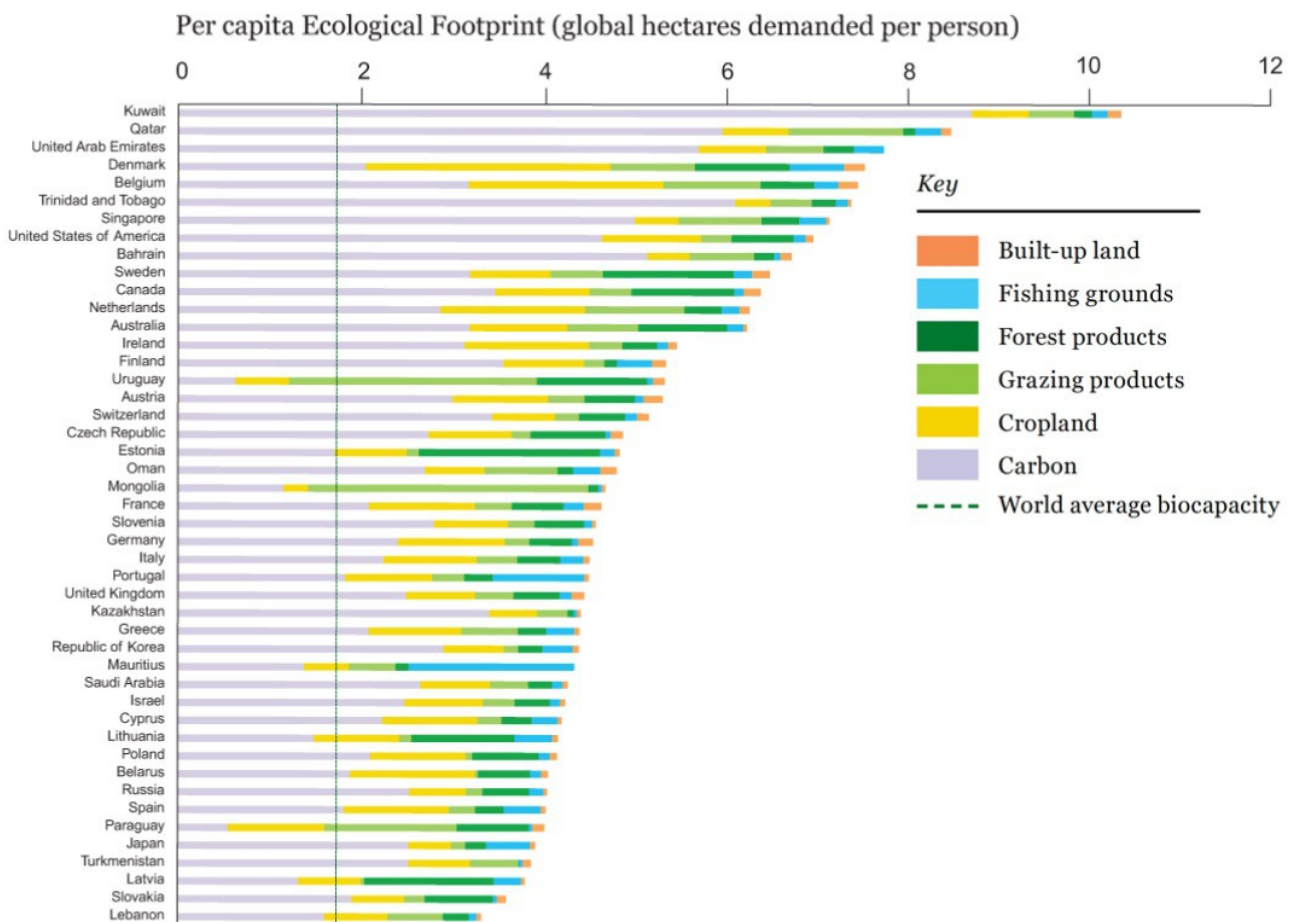
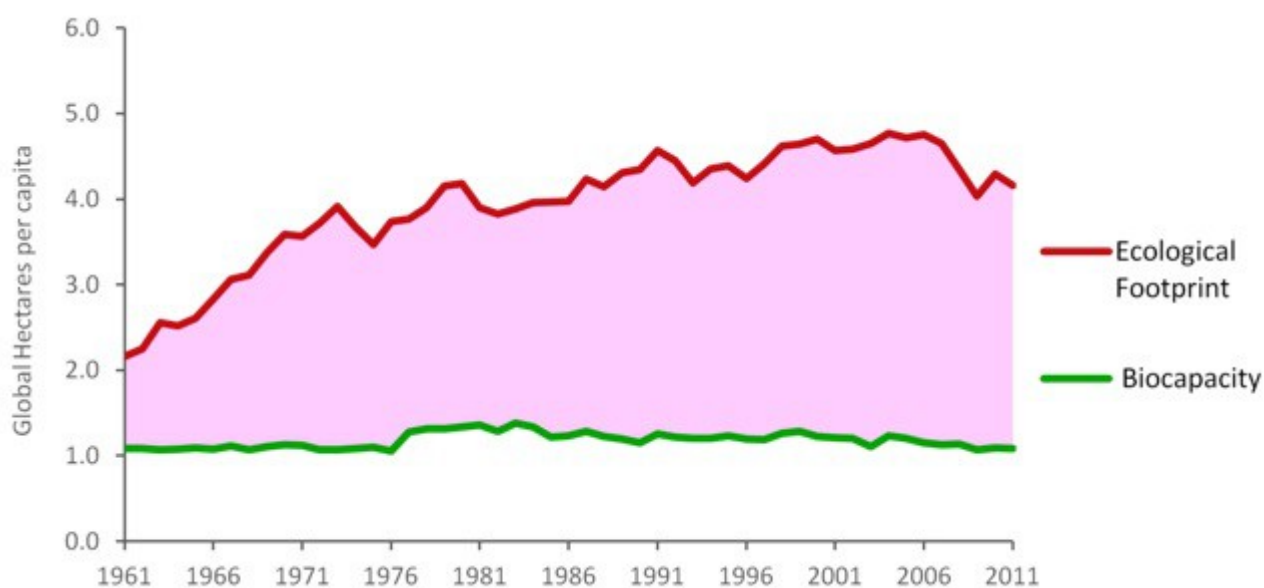


Figura 3 — *Impronta ecologica pro capite e biocapacità dell'Italia. Anni 1961-2011 (Global Footprint Network 2015)*



Su scala regionale, l'impronta ecologica ha avuto particolare popolarità ed applicazione in diverse nazioni quali Svizzera, Germania, Usa, Canada, Regno Unito: anche in Italia si rilevano diversi studi fin dai primi anni 2000. Esistono decine di analisi anche a livello di impronta ecologica delle città: uno dei primissimi studi su scala locale è proprio il calcolo dell'impronta ecologica di Santiago del Cile da parte di Wackernagel nel 1998 (Wackernagel M., 1998) fino ad arrivare ad un recente studio del 2017 che mette in comparazione le impronte ecologiche delle città del Mediterraneo (Baabou et al. 2017). Bisogna aggiungere e precisare che questi lavori, soprattutto a carattere locale, usano diversi approcci, diversi metodi, approssimazioni e fonti di dati, rendendo difficile la comparabilità tra i risultati ottenuti. Hanno allo stesso tempo il pregio, se condotti con una importante ricerca e selezione dei dati, di dare indicazioni importanti ai policy makers locali in tema di sviluppo sostenibile (Aall e Norland, 2005). Nella Tabella 3, in ordine cronologico rispetto all'anno preso in considerazione dallo studio, riportato nell'ultima colonna, una panoramica dei principali lavori sull'impronta ecologica locale, in particolare con riferimento agli studi effettuati in Italia.

Tabella 3 — *Alcuni dei principali studi sub-nazionali sull'impronta ecologica*

Nazione	Area	Anno	Riferimento
Spagna	Barcellona (Città)	1996	Relea, Pratt 1998
Cile	Santiago del Cile (Città)	1998	Wackernagel, 1998
Italia	Siena (Città e Provincia)	1999	Bagliani et al. 2008
Italia	Campania, Puglia, Basilicata, Sicilia, Calabria, Sardegna (Regioni)	1999	Cras, 2004
Italia	Bologna (Provincia)	2002	Cras, 2004*
Norvegia	Oslo (Città)	2000	Aall, Norland 2002
Italia	Liguria (Regione)	2000	WWF Italia, 2000
Italia	Piemonte (Regione)	2001	Ires, 2001
Australia	Sidney (Città)	2001	Lenzen, 2008
Canada	Québec City (Città)	2001	Wilson, Anieski 2005
Regno Unito	Cardiff (Città)	2001	Collins et al., 2006
Italia	Abruzzo (Regione)	2002	Frattarelli, 2002
Italia	Piacenza (Città)	2002	Scotti et al., 2009
Italia	Val di Merse (Circondario della Provincia di Siena)	2003	Patterson et al., 2007
Italia	Veneto (Regione)	2004	Regione Veneto, 2010
Ecuador	Quito (Città)	2006	Moore e Stechbart, 2010
Canada	Calgary (Città)	2007	Global Footprint Network, 2007
Regno Unito	Birmingham, Edinburgo, Liverpool (Città)	2007	Collins et al., 2006
Cina	Hong Kong Città)	2008	Global Footprint Network, 2013
Brasile	Curitiba (Città)	2009	Global Footprint Network, 2010
Cina	Chongqing, Shanghai, Tianjin (Città)	2009	WWF, 2012
Filippine	Manila (Città)	2009	Global Footprint Network, 2013
Spagna	Andalusia (Regione)	2010	Cano-Orellana e Delgado-Cabeza, 2015
Taiwan	Kinmen National Park	2011	Chen, 2015

IV. Gli altri indicatori della sostenibilità

Per riuscire a misurare un concetto complesso e multidimensionale come la sostenibilità è necessario prendere in considerazione indicatori che si riferiscano sia alla qualità della vita che allo stato di salute dell'ambiente. Dalla pubblicazione del rapporto Brundtland e il summit di Rio de Janeiro del 1992 si inizia a prendere sempre più in considerazione la necessità di indicatori alternativi o complementari al PIL, giudicato oramai insufficiente a misurare adeguatamente la qualità della vita e dimensioni complesse come benessere e sostenibilità. Come già rilevato da diversi studi, il PIL conteggia solo le transazioni monetarie, ma molte sono le attività che non vengono prese in considerazione anche se produttive dei beni e servizi che contribuiscono ad incrementare il benessere delle persone, a partire da alcuni servizi prestati gratuitamente. Il PIL ignora il valore del tempo speso nelle attività ricreative, nel tempo libero e nell'impegno sociale e non considera il contributo economico fondamentale fornito dall'ambiente naturale, in termini di aria e acqua,

suoli produttivi, benefici climatici, né considera la perdita di risorse naturali impiegate per la produzione di beni e servizi (Chambers et al, 2002). Infine è una misura aggregata che non considera il problema della distribuzione di risorse fra individui e misura soltanto i flussi di reddito prodotti e non gli stock di patrimonio e di risorse presenti e accumulati nel sistema economico (Balducci et al, 2015).

Indicatori che forniscono una misura adeguata di aspetti sociali, ecologici ed economici iniziano quindi a fiorire negli ultimi anni e ad essere utilizzati anche da stati, organizzazioni internazionali, regioni, comuni etc.

Uno dei primi indicatori di benessere correttivo del PIL è del 1972, viene proposto da Tobin e Nordhaus ed è il MEW (Measure of Economic Welfare), o indice di benessere economico: un primo passo verso la misurazione dello sviluppo sostenibile grazie alla capacità di includere anche una valutazione del tempo libero, del valore dell'autoproduzione così come il valore del danno ambientale. Dal MEW derivano indicatori più recenti come l'EAW (Economic Aspect of Welfare) di Zolotas del 1981 e l'ISEW (Index of Sustainable Economic Welfare) o GPI (Genuine Progress Indicator) che introduce il problema della distribuzione del reddito e la valutazione della perdita di risorse naturali. Elaborato da Herman Daly, John Cobb e Cliff Cobb nel 1989 e sviluppato ulteriormente nel 1994 dal gruppo di attivisti denominato "Redefining Progress" (Cobb et al., 1999), il GPI somma il valore dei prodotti e dei servizi consumati a prescindere dal fatto che generino o meno un passaggio di denaro (vengono quindi compresi il lavoro domestico, il volontariato etc.) mentre valuta negativamente i costi derivanti dall'inquinamento e dal deterioramento degli stock di capitale naturale. "Un grande vantaggio dell'indicatore ISEW, comune ad altri indicatori correttivi del PIL, è che può essere facilmente confrontabile con il PIL stesso e come il PIL restituisce un valore numerico sintetico ed aggregato" (Balducci et al., 2015).

Un altro indicatore particolarmente utilizzato e noto è un indicatore composito chiamato HDI (Human Development Index) o Indice di Sviluppo Umano, realizzato nel 1990 da Mahbub ul Haq e adottato da Amartya Sen, utilizzato dal 1993 dall'Organizzazione delle Nazioni Unite accanto al PIL per valutare la qualità della vita dei paesi membri e viene pubblicato annualmente. Si calcola sulla base di diversi elementi, tra i quali i principali sono il tasso di alfabetizzazione degli adulti, l'aspettativa di vita e il PIL pro-capite. L'introduzione di indicatori come l'ISEW e l'HDI ha dato un nuovo impulso a superare i limiti di una concezione tradizionale di sviluppo come semplice crescita economica, evidenziato da un indicatore come il PIL, per iniziare a pensare invece a come ampliare le opportunità e le scelte a disposizione di ogni essere umano e pensare ad una nuova relazione tra economia ed ambiente.

Altri indicatori non fanno riferimento direttamente al PIL ma si concentrano sul problema della misurazione del benessere o sulla sostenibilità dello sviluppo.

Tra questi ultimi c'è sicuramente l'impronta ecologica. Come singolo indicatore, l'impronta ecologica non riesce da sola a dare una misura al concetto di sostenibilità (Zhang et al., 2017); è utile e sensato affiancare al calcolo e l'analisi dell'impronta ecologica altri indicatori capaci di dare un quadro completo della valutazione dello sviluppo sostenibile in un determinato territorio (Kitzen, Moran 2009).

Innanzitutto il termine “impronta” non è legato solamente all'impronta ecologica: a partire dagli studi di Wackernagel e Rees, altri tipi di “impronte” sono state studiate e proposte agli inizi del 21° secolo come indicatori specifici, tutti caratterizzati però da un approccio basato sui consumi, nel tentativo di comunicare l'impatto delle attività umane sull'ambiente e sulla Terra (Galli, 2015). Un esempio è quello della “Carbon Footprint”, o impronta di carbonio, che tenta di misurare l'emissione di gas ad effetto serra di uno specifico prodotto, di un'organizzazione o di un individuo (Wiedmann e Minx 2008). Così come la “Water Footprint”, o impronta idrica, un indicatore del consumo di acqua dolce che include sia l'uso diretto che indiretto di acqua da parte di un consumatore o di un produttore (Hoekstra 2003). E' possibile calcolare l'impronta idrica di un singolo, una comunità o di un'azienda e viene definita come il volume totale di acqua dolce utilizzata per produrre beni e servizi, misurata in termini di volumi d'acqua consumati e inquinati per unità di tempo. Mentre l'impronta ecologica tenta di dare uno sguardo ed un'analisi complessiva dei molteplici impatti umani di una popolazione su un determinato territorio, l'impronta di carbonio e l'impronta idrica sono state concepite per analizzare due specifici aspetti, particolarmente importanti ed impattanti, del consumo di risorse da parte dell'uomo. La loro fortuna e diffusione ha portato al proliferare, negli ultimi anni, di altri indicatori di impronta specifici, come la Land Footprint (Weinzettel et al. 2013) o la Chemical Footprint (Sala et al, 2013). Un tentativo di combinare ed integrare i vari indicatori di impronta in un'analisi comune aggregata (chiamata Footprint Family) è stato affrontato nel 2010 all'interno di un progetto finanziato dall'Unione Europea (Galli et al.,2012), vista la necessità di utilizzare ed interpretare unitariamente indicatori che da soli non riuscirebbero a dare una fotografia adeguata dell'impatto umano sull'ambiente.

Negli ultimi anni alcune proposte di integrazione al modello dell'impronta ecologica sono state avanzate con successo ed utilizzate in diversi studi. Ad esempio il modello di calcolo 3D dell'impronta ecologica: l'obiettivo è dare all'impronta una terza dimensione (la profondità dell'impronta) per indicare il sovrautilizzo delle risorse. Così facendo l'impronta ecologica diviene un modello spazio-tempo capace di mettere in luce anche la discrepanza tra il tempo necessario per la rigenerazione biologica e il tempo dato dal consumo delle risorse da parte dell'uomo. Il nuovo modello introduce quindi due componenti dell'impronta con differenti unità e significato: una è la componente spaziale che interessa e rappresenta l'appropriazione umana annuale di risorse naturali, espressa in ettari globali; l'altra componente invece esprime il numero di anni che teoricamente servono per rigenerare il capitale naturale usato in uno specifico anno o il numero dei pianeti che sarebbero necessari per supportare i consumi degli abitanti della Terra. Questa componente, chiamata anche "footprint depth" (la profondità dell'impronta) può assumere ogni valore a partire da 1 (che sarebbe la profondità "naturale", il che significa che la natura riesce ad assorbire tutta l'impronta ecologica che in questo caso sarebbe inferiore o uguale alla biocapacità). In uno studio sui valori dell'impronta ecologica globale dal 1961 al 2003, si osserva che prima del 1986 la "footprint depth" è uguale a 1: la domanda di terreni ecologicamente produttivi da parte dell'uomo veniva soddisfatta dalle risorse naturali del pianeta. Dal 1987 in poi la profondità cresce in maniera costante: la Terra diventa un "mondo pieno" (Daly, 1994) nel

quale spazi e risorse naturali cominciano a divenire scarse. Se le risorse naturali non sono sufficienti per rimpiazzare le risorse consumate, vi è non solo una situazione di deficit ecologico annuale, ma il deficit stesso tende ad accumularsi nel tempo (Niccolucci et al., 2009). Il calcolo 3D può essere raffinato, andando a calcolare separatamente le differenti tipologie di territorio (Niccolucci et al., 2011).

Un altro degli strumenti per la valutazione ambientale, diffuso anche dall'Istat dal 1990, è il NAMEA (National Accounts Matrix including Environmental Accounts), cioè “matrice di conti economici nazionali integrata con conti ambientali”: un sistema contabile che rappresenta l'interazione tra economia e ambiente, coerente con la logica della contabilità nazionale e capace di assicurare la confrontabilità dei dati economici e sociali con quelli relativi alle pressioni che le attività umane comportano sull'ambiente naturale (Istat, 2007).

Un altro strumento molto utilizzato, che si ritrova spesso in studi che analizzano un determinato territorio insieme al calcolo dell'impronta ecologica, è l'emergy (analisi dell'eMergia o analisi emergetica). L'emergy è una funzione basata sulla termodinamica ed in grado di valutare il lavoro svolto precedentemente per ottenere un prodotto o un servizio esprimendo i flussi derivanti dalle risorse necessarie al funzionamento di un sistema in termini di energia solare. Introdotta negli anni '80 da H.T. Odum, docente presso la Facoltà di ingegneria ambientale dell'Università della Florida, l'analisi considera sia gli aspetti economici sia quelli ambientali di un processo, del prodotto che se ne ottiene o più in generale di un intero sistema al fine di valutarne la sostenibilità (Paoli et al., 2006). L'eMergia sarebbe la quantità di energia solare equivalente necessaria, direttamente o indirettamente, per ottenere un prodotto o un flusso di energia in un dato processo. E' l'insieme del lavoro della natura immessa nei vari prodotti e processi a esprimere quindi il valore ambientale. "Si ritorna, sebbene in chiave nuova e più astratta e oggettiva, ai classici dell'economia: il valore non è dato dal rapporto tra domanda e offerta quanto dal lavoro naturale (non più umano o socialmente necessario) incorporato nel processo o nel manufatto. Più precisamente il valore è determinato dall'embodied energy (energia incorporata)” (Ferlaino 2010). Howard Odum parla dell'analisi emergetica come effettiva misura del valore delle cose e per rendere trasparente la relazione tra valore sociale monetario e valore reale, di un prodotto o di un processo, invita a misurare tutto in termini di rapporto denaro/eMergy. L'embodied energy, o la quantità di energia incorporata, è un fattore particolarmente utilizzato nel calcolo dell'impronta ecologica.

L'associazione Friends of Earth ha sviluppato una metodologia chiamata “spazio ambientale” che presenta una serie di indicatori del consumo di risorse: ognuno di questi indicatori è collegato ad un parametro (benchmark), cioè a un preciso valore di riferimento in termini di sostenibilità, evidenziando quindi le quantità di capacità ecologica che dovrebbero essere utilizzate in un mondo definito “sostenibile” (Hille, 1998).

Anche la Banca Mondiale ha elaborato nel 2005 un indicatore di risparmio modificato che potesse essere utilizzato come indicatore di sostenibilità chiamato Genuine Saving (GS): vengono conteggiate in positivo le spese in istruzione ed in negativo la perdita di risorse naturali ed i danni ambientali derivanti dall'emissione

di CO₂.

Vi sono poi indicatori costruiti attraverso l'utilizzo di sotto-indicatori come l'EPI (Environmental Performance Index) o Indice di performance ambientale, un metodo per quantificare numericamente le prestazioni ambientali di un paese, sviluppato dalla Yale University e dalla Columbia University in collaborazione con il Forum Economico Mondiale e il Centro comune di ricerca della Commissione europea; e l'ESI (Environmental Sustainability Index) o Indice di sostenibilità ambientale, che si basa su un set di cinque componenti e ventuno indicatori generali, come la qualità dell'acqua, la riduzione della pressione della popolazione, la riduzione dello stress degli ecosistemi etc. (Tenuta P., 2009).

In Italia l'ISTAT insieme al CNEL (Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro) ha promosso negli ultimi anni un approccio multidimensionale al problema dello sviluppo sostenibile e del benessere attraverso il BES (Benessere equo e sostenibile). “L'Istat insieme ai rappresentanti delle parti sociali e della società civile, ha sviluppato un approccio multidimensionale per misurare il “benessere equo e sostenibile” (Bes) che integra l'indicatore dell'attività economica, il PIL, con le fondamentali dimensioni del benessere e con misure di disegualianza e sostenibilità economica. Con la Legge di bilancio approvata il 28 luglio 2016, il Bes entra per la prima volta nel Bilancio dello Stato e consente di rendere misurabile la qualità della vita e valutare l'effetto delle politiche pubbliche su alcune dimensioni sociali fondamentali. L'analisi dettagliata degli indicatori effettuata nel rapporto Bes, realizzato a partire dal 2013, mira a rendere il Paese maggiormente consapevole dei propri punti di forza e delle difficoltà da superare per migliorare la qualità della vita dei cittadini, ponendo tale concetto alla base delle politiche pubbliche e delle scelte individuali” (Istat, 2016).

V. Limiti e critiche all'impronta ecologica

Fin dalla nascita dell'impronta ecologica, grazie anche alla popolarità che l'indicatore ha da subito guadagnato, non sono mancati studi ed interventi tesi ad evidenziare limiti e criticità anche da parte degli stessi fautori e sostenitori dell'impronta ecologica nel tentativo di apportare miglioramenti significativi al metodo di calcolo, riconoscendo spesso la validità e l'importanza di alcune critiche sollevate (Kitzes et al., 2008).

C'è chi sostiene l'utilizzo dell'impronta ecologica ma allo stesso tempo ne sottolinea gli svantaggi dal punto di vista della difficoltà di coprire tutte le categorie di risorse consumate attraverso solamente un indicatore (Giljum, 2011): ad esempio, a parte le emissioni di CO₂, le emissioni di gas serra non sono conteggiate, inoltre vanno fatte ed accolte delle forti assunzioni preliminari nel normalizzare differenti tipi di dati primari in un'unica unità di misura. Per esempio, la trasformazione di emissioni di CO₂ in area forestale equivalente necessaria per l'assorbimento delle stesse emissioni (Best et al., 2008).

Secondo alcuni, l'impronta ecologica sarebbe quindi eccessivamente semplicistica, riducendo ad una sola dimensione la complessa interazione tra uomo e ambiente. Quello che è uno dei punti di forza dell'impronta ecologica, cioè l'immediatezza comunicativa con cui attraverso un numero si riesce a fotografare il nesso

biofisico tra uomo e ambiente, sarebbe quindi allo stesso tempo un limite: nel convertire in ettari, aree equivalenti le diverse categorie di consumo si perderebbero molte informazioni necessarie a descrivere la sostenibilità o meno di un determinato territorio (Van der Berg, Verbruggen 1999).

Altre critiche si basano su quelli che sarebbero i molti aspetti tralasciati dall'impronta ecologica e che non consentono all'indicatore di Wackernagel e Rees di poter realmente dare una misura affidabile degli ecosistemi territoriali. Ad esempio, la valutazione dell'impronta ecologica per i terreni agricoli, pascoli e superficie edificata non tiene conto del degrado e peggioramento dei suddetti terreni (Blomqvist et al., 2013), né l'impronta ecologica riuscirebbe a distinguere tra l'uso sostenibile o insostenibile della terra (Van der Berg, Verbruggen 1999). Inoltre i rapidi cambiamenti tecnologici rendono difficile l'utilizzo dell'impronta ecologica per capire gli effetti futuri dei consumi sulla crescita sostenibile o meno di un determinato territorio (Fiala, 2008). L'acqua, una delle risorse rinnovabili essenziali per le attività umane, è considerata solo indirettamente nell'approccio dell'impronta ecologica (Mc Manus, Haughton 2006). Infine, il peso del terreno per l'energia nell'analisi dell'impronta ecologica è fin troppo dominante, spesso ben oltre il 50% nelle nazioni e regioni più sviluppate (Van der Berg, Verbruggen 1999).

I sostenitori dell'impronta ecologica, a partire dagli stessi fautori Wackernagel e Rees (Kitzes e Wackernagel, 2009; Wackernagel e Rees, 2013; Wackernagel, 2014), hanno più volte risposto alle critiche, innanzitutto evidenziando il fraintendimento di quello che l'analisi dell'impronta ecologica intende realmente misurare e ciò che i risultati implicano: al contrario di quel che i critici sottolineano, cioè che l'analisi dell'impronta ecologica sarebbe "bad economic and bad environmental science" (Fiala, 2008), si risponde con l'asserzione che l'impronta ecologica non è né un indicatore economico tradizionale né un indicatore ambientale tradizionale (Galli, 2015*). Piuttosto è il tentativo di creare un ponte, un'interfaccia tra i modelli economici ed ambientali, un indicatore che può aiutare a dare indicazioni preziose sia dal punto di vista scientifico che nella costruzione e nella proposta di policy adeguate a tenere insieme crescita economica e sviluppo sostenibile. Un indicatore che può quindi offrire un'utile guida per la pianificazione di politiche che riconoscano innanzitutto la realtà della limitatezza delle risorse naturali, l'elemento a cui viene dato particolarmente risalto dall'analisi dell'impronta ecologica. Come già detto, è un'analisi che può e deve essere accompagnata da indicatori specifici che possono aiutare, indicare con più precisione aree di intervento e problematiche su cui intervenire, entrare insomma nella specificità di ogni singolo step dello sviluppo e della implementazione di uno o più interventi di policy. Ma nessun indicatore da solo riesce ad essere esaustivo e contemplare tutti gli aspetti della sostenibilità (Stiglitz et al, 2009): la stessa impronta ecologica come visto tralascia aspetti chiave sia dal punto di vista economico che sociale ed ambientale. Allo stesso tempo riesce però a dare un quadro generale affidabile, a comunicare con efficacia e semplicità problematiche complesse e rappresenta un passo in avanti nel riuscire quantomeno ad indicare a livello macro una misura affidabile della dimensione molteplice ed interconnessa della sostenibilità, sia a livello globale che nazionale e locale (Galli, 2015*). Questo non vuol dire che l'impronta ecologica da sola riesce a misurare la sostenibilità, ma che riesce ad offrire informazioni rilevanti sulla sostenibilità, in particolare

nell'indicare attraverso il bilancio tra impronta ecologica e biocapacità il deficit o surplus ecologico di un determinato territorio. Un'informazione fondamentale su quale strada il “sentiero” dello sviluppo sta percorrendo se si riconoscono e quantificano i limiti biofisici, soprattutto a livello globale. Lo stesso Wackernagel sottolinea come sia un sistema di contabilità che può fornire un'istantanea del presente e dare uno spaccato del passato, ma l'impronta ecologica non riesce ad essere allo stesso tempo un sistema predittivo: per esempio, non indica i fattori ecologici o meno che potrebbero portare ad una crescita o un deterioramento della biocapacità, ma nel riuscire a descrivere il sentiero finora tracciato dà utili indicazioni ai policy makers che possono riflettersi in strumenti e politiche adeguate per i cambiamenti futuri (Wackernagel, 2014) oltre che fornire uno strumento di comunicazione semplice ed immediato. Anche quest'ultimo aspetto viene preso di mira da alcuni critici che sostengono che l'impronta ecologica sarebbe inaffidabile perché troppo “media friendly” (Giampietro e Saltelli, 2014): Wackernagel risponde che dovrebbe essere invece un punto a suo favore il fatto di essere in qualche modo “attraente”, facilmente comprensibile e comunicabile. L'impronta ecologica grazie alla sua rilevanza mediatica ha generato discussioni scientifiche sui limiti delle risorse naturali sia tra i cittadini che tra i policy maker (Wiedmann e Barrett, 2010).

Proprio la rilevanza mediatica e l'utilizzo sempre più ampio dell'impronta ecologica hanno acceso negli ultimi anni un dibattito scientifico particolarmente ricco, articolato e conflittuale tra sostenitori e critici del modello che ne mettono in dubbio la stessa validità. Se tutti riconoscono come fondamentale, per un monitoraggio costante dell'impatto ambientale ed una formulazione adeguata di politiche di policy volte a ridurlo, avere a disposizione un approccio quantitativo capace di misurare il cosiddetto deficit ecologico attraverso il rapporto tra la domanda da parte dell'uomo di capitale naturale e la capacità da parte della natura di provvedere a quei servizi ecologici di cui l'uomo dispone, non c'è accordo sul fatto che l'impronta ecologica sia una risposta adeguata a questo tipo di sfida, e soprattutto sull'utilità dei suoi risultati. Sia nel descrivere la situazione attuale, sia nel dare indicazioni ai policy maker. Ad essere messe sotto accusa sono le, per alcuni eccessive e non plausibili, semplificazioni (ad esempio, come già accennato sopra, il conteggio delle sole emissioni di CO₂) a cui giunge il calcolo dell'impronta ecologica: se la domanda che ci si pone è giusta, sono le risposte ad essere inadeguate (Galli et al., 2016). Per alcuni critici, l'approccio dell'impronta ecologica rappresenta una “falsa concretezza” data da assunzioni fallaci: ad esempio, viene assunto che la cattura di CO₂ avviene solamente attraverso la forestazione. Ma in realtà può essere realizzata in altri modi, e l'assorbimento di CO₂ può perfino non essere necessario se si riducono le emissioni di CO₂ rimpiazzando i combustibili fossili con energie rinnovabili. Il risultato porterebbe ad una diversa dimensione dell'impronta ecologica per molte nazioni, visto che il terreno forestale per l'assorbimento di CO₂ è responsabile per circa la metà dell'impronta di molte nazioni ricche (Van den Bergh e Grazi, 2015). Un altro esempio: l'aumento della biocapacità negli ultimi 50 anni è dato anche dall'aumento dell'utilizzo dell'agricoltura intensiva, che garantisce un maggior sfruttamento del terreno e quindi un maggior rendimento, ma allo stesso tempo monocoltura e agricoltura intensiva portano con sé un maggior tasso di inquinamento ambientale, problemi

di erosione del suolo, utilizzo di pesticidi, prodotti chimici e fitofarmaci che finiscono nell'acqua, perdita di biodiversità. Tutto questo non viene conteggiato. Insomma, nonostante i risultati del deficit ecologico a livello globale siano già allarmanti, potrebbero perfino essere sottostimati rispetto a quella che è la situazione reale, quindi sarebbero fuorvianti e potrebbero portare a perseguire politiche dannose, come l'aumento dell'agricoltura intensiva e il maggior sfruttamento di ecosistemi naturali. Inoltre l'impronta ecologica ignora che una data area forestale può assorbire le emissioni di CO₂ solamente durante la sua crescita.

Altro punto critico: in un'economia mondiale aperta come quella attuale, non è certo una rarità avere situazioni in cui alcune nazioni esternalizzano, per convenienza economica, la loro richiesta di biocapacità, usando quindi i terreni di un'altra o altre nazioni. Ad esempio nazioni scarsamente popolate, con abbondanza di risorse naturali, sono incoraggiate a esportare la loro biocapacità in cambio di altri beni: l'impronta ecologica non riesce a fornire informazioni rilevanti riguardo questo tipo di impatto e di scambio, il che richiederebbe l'utilizzo di altri strumenti di analisi (Galli et al., 2016).

I membri del Global Footprint Network rispondono alle critiche affermando innanzitutto che i National Footprint Accounts, oltre ad essere stati esaminati e validati non solo dai membri della comunità scientifica ma anche da studi governativi, rappresentano ad oggi la migliore approssimazione sistemica disponibile della domanda di natura da parte della popolazione umana. E' vero che esistono approcci complementari, come ad esempio il metodo dei Confini Planetari (Planetary Boundaries) (Rockström et al, 2009) che consente di identificare delle "soglie", delle variabili di controllo che non dovrebbero superare un certo valore, per nove processi legati alla capacità del sistema Terra di autoregolarsi: cambiamento climatico, perdita di biodiversità, variazione del ciclo biogeochimico dell'azoto e del fosforo, acidificazione degli oceani, consumo di suolo e di acqua, riduzione della fascia di ozono nella stratosfera, diffusione di aerosol in atmosfera e inquinamento chimico. Ma come si può facilmente intuire, è un metodo che non riesce a fornire un giudizio, una valutazione complessiva del rapporto tra la domanda di natura da parte dell'uomo e la capacità rigenerativa della terra, né a mostrare come questa relazione cambia nel tempo, o la sua distribuzione a livello locale.

Per concludere, i critici dell'impronta ecologica non credono che il modello possa servire a disegnare o incoraggiare concrete politiche di policy capaci di diminuire l'impatto dell'uomo sull'ambiente (Van den Berg e Grazi, 2010). Gli studi che utilizzano l'impronta ecologica fornirebbero informazioni superficiali e non riuscirebbero a dare reali, nuove e concrete soluzioni, o anche semplicemente efficaci suggestioni, utili per i policy maker. Wackernagel risponde direttamente a queste critiche, sottolineando come non è compito dei risultati dei "Footprint accounts", presi da soli, dire direttamente che cosa si può fare per ridurre il deficit ecologico, ma possono aiutare a guidare i policy maker verso politiche pensate per costruire meccanismi di resilienza in un mondo che dovrà adattarsi quanto prima alle conseguenze dei cambiamenti epocali che interessano l'ecologia e il clima (Wackernagel M. et al., 2014).

VI. Conclusioni

“Per qualsiasi società è fondamentale dotarsi di un metro di misura, per quanto imperfetto possa essere, che attesti se il trend di consumo o benessere è sostenibile e se sta andando a scapito delle future generazioni”: sono le parole di Jean-Paul Fitoussi in un articolo intitolato “Misurare la sostenibilità” (Fitoussi, 2012).

Nonostante i difetti ed i limiti che appartengono al metodo di calcolo dell'impronta ecologica, come d'altronde accade per ogni altro indicatore, la comunità scientifica così come policy makers e media hanno trovato in questo indice uno strumento utile a comunicare la necessità di un cambio di rotta nello sviluppo economico della società globale, con particolare riferimento ai paesi più industrializzati e benestanti. Il Global Footprint Network insieme al WWF negli ultimi anni, con la pubblicazione annuale dei National Footprints Accounts e del Living Planet Report, hanno adottato l'impronta ecologica come analisi fondamentale per misurare e comunicare il livello di sostenibilità, o sarebbe meglio dire insostenibilità raggiunto da gran parte dei Paesi nel mondo. Il quadro fornito dalla comparazione negli ultimi 50 anni tra impronta ecologica e biocapacità non è affatto confortevole: l'uomo sta utilizzando ben più risorse naturali rispetto a quelle che la Terra può rigenerare, e le politiche adottate non sembrano essere sufficienti a contenere un trend in costante ascesa dagli anni '60 ad oggi. “Gli scienziati ritengono che ci sia stata una transizione dall'Olocene ad una nuova epoca geologica, che hanno definito “Antropocene”: il futuro di molti organismi viventi è ora in forse. Sempre più spesso gli esseri umani sono vittime dello stato di degrado della natura: senza un impegno deciso, nell'Antropocene la Terra diventerà molto meno ospitale per la nostra società moderna e globalizzata. Per mantenere la natura in tutte le sue molteplici forme e funzioni e per assicurare l'equa disponibilità delle risorse a tutti in un pianeta con risorse limitate, una consapevolezza deve essere alla base delle strategie di sviluppo, dei modelli economici, dei modelli di impresa e delle scelte di vita: abbiamo un solo pianeta ed il suo capitale naturale è limitato. Una comprensione condivisa del legame tra umanità e natura potrebbe indurre un cambiamento profondo che permetterà a tutti gli esseri viventi di prosperare nell'Antropocene” (Living Planet Report, 2016).

L'intuitiva semplicità, nonostante la grande mole di dati necessaria, dell'impronta ecologica attraverso un indicatore finale sintetico aggregato, ha consentito negli anni di comunicare ad un vasto pubblico la situazione di grande erosione di capitale naturale appena descritta, come si è visto nel terzo paragrafo non solo a livello globale e nazionale ma anche a livello locale. Dal 1998 in poi si sono moltiplicati gli studi a carattere regionale, provinciale, cittadino o perfino di alcuni territori particolarmente rilevanti, come parchi nazionali o aree di interesse turistico. Accanto all'impronta ecologica sono cresciuti negli anni altri studi che spesso sono serviti ad analizzare più da vicino alcune componenti dell'impronta stessa, evidenziando la necessità di approfondire aspetti che l'impronta ecologica ad oggi può solo parzialmente analizzare. Misurare la sostenibilità è infatti impresa complessa e multidimensionale, necessita di più strumenti e di un'analisi complessiva adeguata che comprenda e tenga insieme più indicatori: nel quarto paragrafo sono stati analizzati alcuni dei modelli più utilizzati per la misura del benessere e della sostenibilità, a partire da una lettura critica del PIL giudicato fin dagli anni '70 strumento inadeguato, se utilizzato da solo, a misurare lo

stato di salute di un Paese, soprattutto dal punto di vista ambientale e delle qualità della vita. Nel quinto paragrafo si sono evidenziati i principali limiti dell'impronta ecologica e le critiche esposte dalla comunità scientifica, che non hanno intaccato però la popolarità di un indice ancora oggi particolarmente discusso ed utilizzato in quasi tutto il mondo.

Riferimenti bibliografici:

- Aall C., Norland I.T. (2005) The use of the ecological footprint in local politics and administration: Results and implications from Norway, *Local Environment* vol. 10 no. 2
- AA.VV. (2014) *Living Planet Report*, World Wildlife Found Editor
- AA.VV. (2016) *Living Planet Report*, World Wildlife Found Editor
- Baabou W., Grunewald N., Ouellet-Plamondon C., Gressot M., Galli A. (2017) The Ecological Footprint of Mediterranean cities: Awareness creation and policy implications, *Environmental Science & Policy* no. 69
- Bagliani M., Ferlaino F., Procopio S. (2001) L'impronta ecologica: analisi regionale e settoriale, Ires Working Paper, 152
- Bagliani M., Galli A., Niccolucci V., Marchettini N. (2008) Ecological footprint analysis applied to a subnational area: The case of the Province of Siena (Italy), *Journal of Environmental Management* 86
- Bagliani, M. (2010), L'EFA (Ecological Footprint Analysis) e l'analisi input-output del territorio, in Ferlaino F. (2010), *Strumenti per la valutazione ambientale della città e del territorio*, FrancoAngeli
- Bagliani M., Battaglia M., Ferlaino F., Guarino E. (2012) *Atlante della contabilità ambientale del Piemonte. Geografia e metabolismo dell'impronta ecologica*, IRES Piemonte
- Balducci F., Ciommi M., Gigliarano C., Chelli F. Gallegati M. (2015) *Effetti collaterali della crescita economica*, G. Giappichelli Editore
- Bastianoni, S., Galli, A., Pulselli, R. M., Niccolucci, V. (2007). Environmental and economic evaluation of natural capital appropriation through building construction: Practical case study in the Italian context. *AMBIO*, 36(7)
- Best A., Giljum S., Simmons C., Blobel D., Lewis K., Hammer M. (2008) Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use: analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources, Report to the European Commission. Brussels: DG Environment
- Blomqvist L., Brook B., Ellis E., Kareiva P., Nordhaus T., Shellenberger M. (2013), The Ecological Footprint Remains a Misleading Metric of Global Sustainability, *PLOS Biology* vol. 11
- Cano-Orellana A., Delgado-Cabeza M. (2015) Local ecological footprint using Principal Component Analysis: A case study of localities in Andalusia (Spain), *Ecological Indicators* no. 57
- Carlson R. (1999), *Primavera silenziosa*, Feltrinelli ed.
- Ceballos G., Elrich P., Dilzo R. (2017), Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines, *Proceedings of the National Academy of Sciences* vol. 114 no. 30
- Cerutti A., Beccaro G., Bagliani M., Donno D., Bounous G. (2013) Multifunctional Ecological Footprint Analysis for assessing eco-efficiency: a case of study of fruit production systems in Northern Italy, *Journal of Cleaner Production* no. 40
- Chambers N., Simmons C., Wackernagel M. (2002) *Manuale delle Impronte Ecologiche. Principi*,

applicazioni, esempi, Edizioni Ambiente

Chen H. (2015), The Establishment and Application of Environment Sustainability Evaluation Indicators for Ecotourism Environments, Sustainability no. 7

Cobb C., Goodman G., Wackernagel M. (1999) Why bigger isn't better: the Genuine Progress Indicator – 1999 Update, Redefining Progress

Collins A., Flynn A., Wiedmann T., Barrett J. (2006) The environmental impacts of consumption at a subnational level, Journal of Industrial Ecology no. 10

Commissione Brundtland (1987), Our common future, Oxford University Press

Cras (2004), Calcolo dell'Impronta ecologica delle Regioni Italiane inserite nell'Obiettivo 1 del QCS 20002006, Ministero dell'Ambiente e WWF Italia

Cras (2004*), L'impronta ecologica della Provincia di Bologna, Provincia di Bologna

Daly H. (1994) Operationalizing sustainable development by investing in natural capital, Island Press

Ehrlich P., Holdren J. (1971) Impact of population growth in Science, vol. 171

Ferlaino F. (2010), Strumenti per la valutazione ambientale della città e del territorio, FrancoAngeli

Fiala, N. (2008) Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science, Ecological Economics no. 67

Fitoussi, J. (2012), Misurare la sostenibilità, Il Sole 24 Ore <http://www.ilsole24ore.com/art/cultura/2012-06-03/misurare-sostenibilita-081508.shtml?uuid=AbYrIZmF>

Frattarelli M et al. (2002), L'impronta ecologica regionale e delle principali città abruzzesi, ARTA Abruzzo

Galli A., Wiedmann T., Ercin E., Knoblauch D., Ewing B., Giljum S. (2012) Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet, Ecological Indicators vol. 16

Galli A., Wackernagel M., Iha K., Lazarus E. (2013), Ecological Footprint: Implications for biodiversity, Biological Conservation

Galli A. (2015), Footprints, Oxford Bibliographies <http://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199363445/obo-9780199363445-0046.xml;jsessionid=FA9F5A75E420514E72B2A247AB61C540#firstMatch>

Galli, A. (2015*) On the rationale and policy usefulness of Ecological Footprint Accounting: The case of Morocco, Environmental Science & Policy no. 48

Galli, A., Giampietro M., Goldfinger S., Lazarus E., Lin D., Saltelli A., Wackernagel M., Muller F. (2016) Questioning the Ecological Footprint, Ecological Indicators no. 69

Giampietro M., Saltelli A. (2014) Footprints to nowhere, Ecological Indicators no. 46

Giljum S., Burger E., Hinterberger F., Lutter S., Bruckner M. (2011), A comprehensive set of resource use indicators from the micro to the macro level, Resources Conservation and Recycling no. 55

Global Footprint Network (2007) Toward a preferred future: understanding Calgary's ecological footprint, Global Footprint Network

(http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/City_of_Calgary_Footprint.pdf)

Global Footprint Network (2010) Empreinte écologique De Curitiba, Global Footprint Network (http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Curitiba_report_PT.pdf)

Global Footprint Network and WWF (2013) Hong Kong Ecological Footprint Report 2013, Global Footprint Network (http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/hong_kong_ecological_footprint_report_2013.pdf)

Global Footprint Network (2014), Working Guidebook to the National Footprint Accounts 2014, Global Footprint Network

Global Footprint Network (2015), National Footprint Account results (2015 Edition), Global Footprint Network

Gössling S., Hansson C.B., Hörstmeier O., Saggel S. (2002) Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability, *Ecol. Econ.* no. 43

Governanti A., La Gennusa M., Rizzo G (2007) L'impronta diventa ecologica, *QualEnergia Anno V* no.1

Hille J. (1998) The Concept of Environmental Space. Implications for policies, environmental reporting and assessments, EEA

Hoekstra, Arien Y. (2003) Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Delft, The Netherlands, 12–13 December 2002, Value of Water Research Report Series 12

Ires (2001), Atlante della contabilità ambientale del Piemonte, Ires Piemonte

ISTAT (2016), Le misura del benessere equo e sostenibile, Istat <http://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilita/misure-del-benessere>

Kitzes J., Peller A., Goldfinger S., Wackernagel M. (2007) Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts, *Science for Environment & Sustainable Society Vol.4 No.1*

Kitzes, J., & Moran, D. (2009). Interpretation and application of the Ecological Footprint: A reply to Fiala (2008). *Ecological Economics*, 68(4)

Kitzes J, Wackernagel M. (2009), Answers to common questions in Ecological Footprint accounting, *Ecological Indicators* no. 9

Lee Y., Peng L. (2014), Taiwan's Ecological Footprint (1994–2011), *Sustainability* no. 6

Lenzen M. (2008) An Ecological Footprint Study of New South Wales and Sydney, University of Sydney

Lewan L., Simmons C. (2001) L'impronta ecologica e l'analisi della biocapacità come indicatori di sostenibilità per le aree geografiche sub-nazionali. Rapporto finale redatto per il Progetto Indicatori Comuni Europei Eurocities.

McManus, P., & Haughton, G. (2006). Planning with Ecological Footprints: A sympathetic critique of theory and practice. *Environment and Urbanization*, 18(1)

Moore D., Stechbart M. (2010) City of Quito: Ecological Footprint Analysis, Global Footprint Network

Niccolucci V., Galli A., Kitzes J., Pulselli R., Borsa S., Marchettini N. (2008) Ecological Footprint analysis applied to the production of two Italian wines, *Agriculture, Ecosystems and Environment* no. 128

- Niccolucci V., Bastianoni S., Tiezzi E., Wackernagel M., Marchettini N. (2009) How deep is the footprint? A 3D representation
- Niccolucci V., Galli A., Reed A., Neri E., Wackernagel M., Bastianoni S. (2011) Towards a 3D National Ecological Footprint Geography, *Ecological Modelling* no. 222
- Paoli C., Vassallo P., Fabiano M., L'analisi eMergetica: un manuale d'uso, Fondazione Amga Onlus
- Patterson T., Niccolucci V., Bastianoni S. (2007) Beyond “more is better”: Ecological footprint accounting for tourism and consumption in Val di Merse, Italy, *Ecological Economics* no. 62
- Regione del Veneto (2010), Rapporto Statistico 2010, il Veneto si racconta, il Veneto si confronta, Statistica Regione Veneto
- Rees W., Wackernagel M. (1996), L'Impronta Ecologica, Edizioni Ambiente
- Rees W., Wackernagel M. (1996*), The Shoe Fits, but the Footprint is Larger than Earth, *PLOS Biology* no. 11
- Relea F., Prat A. (1998) La petjada ecologica de Barcelona. Una aproximacio. Ajuntament De Barcelona, Presidencia, Comissio De Medi Ambient I Serveis Urbans
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A. et al. (2009) Planet boundaries: exploring the safe operating space for humanity, *Ecological Society* vol. 14 no. 2
- Sala, S., Goralczyk, M. (2013) Chemical footprint: a methodological framework for bridging life cycle assessment and planetary boundaries for chemical pollution, *Integr. Environ. Assess. Manage.* no. 9
- Scotti M., Bondavalli C., Bodini A. (2009) Ecological footprint as a tool for local sustainability: the municipality of Piacenza (Italy) as a case study, *Environmental Impact Assessment Review* no. 29
- Stiglitz, J.E., Sen, A., Fitoussi, J.P. (2009) Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress
- Tenuta P. (2009) Indici e modelli di sostenibilità, FrancoAngeli ed.
- Tiezzi E., Pulselli F., Niccolucci V. (2009) La misura della sostenibilità: Impronta ecologica e aspetti economico energetici della sostenibilità, <http://www.spevis.it/pages/2009/E.Tiezzi%20et%20al.pdf>
- Van den Bergh, J., Verbruggen, H., (1999) Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint'. *Ecological Economics* no. 29
- Van den Bergh, J., Grazi, F. (2010) On the policy relevance of ecological footprint, *Environment Scien*
- Van den Bergh, J., Grazi, F. (2015) Reply to the first systemic response by the Global Footprint Network to criticism: A real debate finally?, *Ecological Indicators*
- Wackernagel M. (1998), The Ecological Footprint of Santiago de Chile, *Local Environnement* Vol 3, n. 1
- Wackernagel M. et al. (2014), Ecological Footprint: popular and policy relevant, a response to Van den Bergh and Grazi, Footprint Network
- Wackernagel M. (2014), Comment on “Ecological Footprint Policy? Land Use as an Environmental Indicator”, *Journal of Industrial Ecology* no. 18

Wackernagel M. (2014*), Footprint facts and fallacies: A response to Giampietro and Saltelli (2014) “Footprints to Nowhere”, *Ecological Indicators*

WCED (1987) *Our Common Future*, United Nations

Weinzettel, J., Hertwich, E.G., Peters, G.P., Steen-Olsen, S., Galli, A. (2013) Affluence drives the global displacement of land use, *Global Environ. Change* no. 23

Wiedmann T., Minx J. (2008) A definition of “Carbon Footprint.”, *Ecological economics research trends*

Wiedmann, T., Barrett, J. (2010) A review of the ecological footprint indicator—perceptions and methods, *Sustainability* no. 2

Wilson J., Anielski M. (2005) *Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions*, The Canadian Federation of Canadian Municipalities

WWF Italia (2000), Regione Liguria, Progetto Ecozero. Valutazione dell’Impronta Ecologica della Regione Liguria, WWF Italia

WWF (2012) *China Ecological Report 2012*, WWF China

Zhang L., Dzakpasu M., Wang X. (2017), Validity and utility of Ecological Footprint accounting: a state-of-the-art review, *Sustainable cities and society* no. 32

L'Impronta Ecologica della Regione Marche
Emanuele Tartuferi
Università di Macerata – Dipartimento di Economia e Diritto

I. Introduzione

Gli ultimi decenni del XX secolo hanno visto un aumento esponenziale della popolazione umana come mai registrato nella storia dell'uomo. A questo si è aggiunta l'enorme espansione nella produzione globale di beni e servizi spinta dai mutamenti tecnologici, sociali ed economici che hanno permesso di mantenere un livello di benessere generale molto elevato anche se solo per una parte ristretta della popolazione mondiale (Chambers et al. 2002). Fenomeni che hanno portato ad un impatto sempre maggiore della presenza umana sulle risorse naturali e ad uno sfruttamento massiccio dell'ambiente. Sin dai primi anni '70 del secolo scorso l'umanità ha richiesto più di quanto il nostro pianeta possa offrire: la tendenza è quella di un consumo di risorse eccessivo rispetto agli stock di equilibrio. Si calcola che nel corso del 2012, per fornire le risorse naturali ed i servizi che l'umanità ha consumato solamente in quell'anno, è stata necessaria una biocapacità equivalente a 1,6 Terre (Living Planet Report, 2016). Nel 1987 la Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo introduce per la prima volta nel rapporto Brundtland "Our Common Future" il concetto di sviluppo sostenibile, "uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri" (WCED, 1987). Ma come riuscire a misurare l'impatto dell'uomo sulla Terra? Come misurare la "sostenibilità" e i suoi vari aspetti?

Già nel 1971 Paul Ehrlich e John Holdren nel libro "Impact of population growth" proposero un modello con l'intento di evidenziare l'importanza della crescita demografica fra i fattori determinanti dell'impatto ambientale, il modello IPAT. Il calcolo dell'impatto ambientale (I) è sintetizzabile in una formula composta da tre variabili indipendenti: la popolazione (P=population), il benessere economico (A=affluence) e la tecnologia (T=technology): $I = P \times A \times T$ (Ehrlich, P. e Holdren, J, 1971). La popolazione e il benessere economico sono correlate direttamente all'impatto ambientale mentre la tecnologia ha una correlazione inversa: secondo gli autori il miglioramento e l'innovazione tecnologica possono contribuire a compensare gli effetti negativi della crescita demografica e della crescita economica sull'incremento dell'inquinamento. Il modello intendeva mostrare la relazione tra l'impatto ambientale, la numerosità della popolazione, i consumi e l'efficienza tecnologica. Partendo da questa relazione, con l'obiettivo di indagare più accuratamente ed in profondità l'analisi dell'impatto dell'uomo sull'ambiente e fornire un indicatore capace di dare informazioni tempestive, accessibili ed affidabili, agli inizi degli anni '90 l'ecologo William Rees dell'Università della British Columbia in Canada insieme ai suoi collaboratori, primo fra tutti Mathis Wackernagel, ad oggi il maggiore esperto e divulgatore internazionale di questa metodologia, introducono ed elaborano il concetto di Ecological Footprint, Impronta Ecologica.

2. L'impronta ecologica

L'impronta ecologica è uno strumento di contabilità ambientale in grado di stimare il consumo di risorse e la richiesta di assimilazione di emissioni di CO₂ e rifiuti da parte di una determinata popolazione umana e di esprimere queste grandezze in termini di superficie di territorio produttivo corrispondente (Rees, W e Wackernagel, M., 1996). La filosofia su cui si basa l'impronta ecologica viene dall'utilizzo di un concetto derivato dalla biologia applicato agli esseri umani, quello di carrying capacity, cioè la capacità di carico massima esercitata da una determinata popolazione che un territorio può supportare senza che ne venga compromessa la produttività. Wackernagel e Rees capovolgono la domanda su cui si basa il concetto di carrying capacity, cioè “quante persone può supportare la Terra?” (Cohen, J.E., 1995) per chiedersi “quanta Terra ciascuna persona richiede attualmente per essere supportata?”, o meglio “quanta natura abbiamo a disposizione rispetto alla quantità di natura che usiamo?” (Chambers, N. et al., 2000). L'attenzione quindi non viene più posta solamente sul numero di persone che un'area può supportare, ma sulla somma dei territori produttivi richiesti per produrre le risorse che una determinata popolazione consuma e per assimilare i rifiuti, indipendentemente dal fatto che quest'area coincida con il territorio su cui la popolazione stessa vive (Bagliani et al, 2001). Il calcolo dell'impronta ecologica si basa su due ipotesi precise: che si sia in grado di stimare le risorse che vengono consumate e i rifiuti che vengono prodotti da una determinata popolazione e che questi flussi di risorse e rifiuti possano essere convertiti in un'equivalente area biologicamente produttiva, necessaria a garantire queste funzioni (Chambers, N. et al., 2000).

Nonostante l'impronta ecologica nasca solo agli inizi degli anni '90, ha avuto subito una larga diffusione ed ogni anno la rete Global Footprint Network calcola l'impronta ecologica per tutte le nazioni del mondo, mentre sono stati pubblicati diversi studi di carattere locale per calcolare le impronte ecologiche di regioni, province, città. Nel 2001 l'impronta ecologica è stata scelta come uno degli undici indicatori di sostenibilità per il progetto Indicatori Comuni Europei Eurocities (Lewan & Simmons, 2001).

3. La Regione Marche

Insieme a Toscana, Umbria e Lazio, le Marche sono tra le quattro regioni che compongono il Centro Italia. Il territorio marchigiano si estende su un'area complessiva di 9,694 km² prevalentemente collinare e montuosa, e collega il crinale orientale dell'Appennino al Mare Adriatico. Nel 2011 la popolazione era di 1.540.668 abitanti, con un numero medio di 2,39 componenti per famiglia ed una densità di 163 abitanti per km². Come per le altre regioni del Centro Italia, l'assetto territoriale della Regione Marche si è profondamente modificato negli ultimi decenni. Dopo una fase di progressivo abbandono della fascia interna (che corrisponde alla progressiva marginalizzazione del settore primario nell'economia regionale e, più generalmente, nazionale) e di parallela concentrazione di insediamenti e attività lungo la fascia costiera, è seguita una fase di parziale riequilibrio, accompagnata dallo sviluppo di un modello di industrializzazione diffuso (Ambiente Italia, 2000). Ad un lento sviluppo economico negli anni '50 le Marche hanno visto una crescita vigorosa negli anni '70 e '80 e nonostante la crisi economico-finanziaria attuale rimangono una

regione sviluppata e caratterizzata da un alto livello di qualità della vita, fra i più alti in Italia (Goffi, G., 2013). La veloce industrializzazione e l'aumento del benessere si sono accompagnati ad un aumento dei consumi e delle risorse naturali: in circa mezzo secolo nelle aree più dinamiche delle Marche il consumo di suolo a fini edilizio-urbani è aumentato di oltre il 300%, mentre la popolazione di circa il 37%, chiaro indicatore di una sproporzione tra le due grandezze (Assessorato alla Tutela e Risanamento Ambientale Regione Marche, 2009). Dall'inizio del nuovo millennio la Regione Marche si è dotata di alcuni strumenti importanti di controllo e riduzione del consumo di risorse naturali, grazie a politiche ambientali integrate ed il monitoraggio dello stato dell'ambiente attraverso l'utilizzo di indicatori per rifiuti, acqua, energia, aria e mobilità (Assessorato Ambiente, 2010). Il presente studio intende porre un contributo ulteriore attraverso l'analisi e il calcolo dell'impronta ecologica dei consumi della Regione Marche nel 2001 e nel 2011, per consentire uno studio approfondito della situazione attuale del deficit ecologico del territorio ed un confronto temporale al fine di evidenziare i cambiamenti avvenuti nell'arco di un decennio ed ipotizzare possibili scenari e strategie di riduzione dell'impronta ecologica.

4. Metodologia e dati utilizzati

Il calcolo dell'impronta ecologica nella formulazione classica di Wackernagel e Rees si basa sui consumi medi della popolazione: 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 di rifiuti (Rees, W e Wackernagel, M., 1996).

Vengono prese in considerazione sei categorie di consumo, adottando le classificazioni utilizzate per le statistiche ufficiali: alimenti, abitazioni ed infrastrutture, trasporti, beni di consumo, servizi e rifiuti. Per ognuna di queste categorie si analizzano i consumi medi C_n (espressi in kg/anno) per ogni bene o prodotto n consumato da una determinata popolazione per poi calcolare la superficie S_n (espressa in ha) necessaria per la produzione di ciascun bene di consumo n . Secondo la classificazione dell'Unione Mondiale per la Conservazione, si prendono in considerazione sei categorie di terreno ecologicamente produttivo: il terreno per l'energia, che è l'area di foresta necessaria ad assorbire la CO_2 emessa dalla produzione di energia a partire da combustibili fossili; il terreno agricolo, che è la superficie arabile utilizzata per produrre alimenti e altri beni di consumo di origine agricola ed è, dal punto di vista biologico, il terreno più produttivo; i pascoli, ovvero la superficie destinata all'allevamento principalmente del bestiame per la produzione di alimenti e altri beni di consumo (lana, etc.); le foreste, che rappresentano la superficie dedicata alla produzione di legname e derivati; la superficie degradata, ecologicamente improduttiva, dove si trovano abitazioni, infrastrutture e vie di comunicazione; ed infine l'acqua, cioè la superficie marina e delle acque interne necessaria alla crescita delle risorse ittiche consumate.

Per calcolare la superficie S_n relativa ad ogni bene si divide il consumo medio annuale del bene C_n per la sua produttività o rendimento medio annuale P_n (espresso in kg/anno).

$$S_n = \frac{C_n}{P_n}$$

L'impronta ecologica F (espressa in ha) si calcola sommando tutti i contributi delle diverse superfici S_n relative a tutti gli n beni consumati:

$$F = \sum_n^{tutti\ beni} S_n$$

Per calcolare l'impronta ecologica pro capite f (espressa in ha/persona) si divide l'impronta ecologica totale F per la popolazione P residente nella regione presa in esame:

$$f = \frac{F}{P}$$

A questo punto il calcolo dell'impronta ecologica prevede un'operazione di normalizzazione per rendere comparabili i diversi tipi di terreno che esprimono differenti produttività e per arrivare ad una singola unità di misura, l'ettaro globale. I fattori di equivalenza EF e di resa YF vengono utilizzati per convertire gli ettari dei sei diversi tipi di terreno, moltiplicandoli per i pesi proporzionali alla loro produttività. Il fattore di equivalenza EF rispecchia la produttività media mondiale associata ad ogni tipo di terreno in un determinato anno, mentre il fattore di resa YF tiene conto delle differenze di produttività di un determinato tipo di terreno tra le diverse nazioni. Questi fattori permettono di avere un unico valore sintetico finale, la superficie equivalente espressa in ettari globali, che tiene conto delle differenti produttività di ogni categoria di terreno sia a livello temporale che nazionale e che fornisce una stima del consumo umano di risorse naturali in uno specifico territorio.

Il punto di forza dell'impronta ecologica consiste nella sua capacità di comunicare semplicemente la natura generale e le dimensioni del nesso biofisico tra genere umano ed ecosfera. Con un solo dato coglie l'essenza di questo rapporto, che si manifesta attraverso i consumi (Rees, W e Wackernagel, M., 1996). Se l'impronta ecologica è la domanda di superficie ecologica da parte di una determinata popolazione, l'offerta locale di superficie ecologica viene definita attraverso il calcolo della biocapacità.

La biocapacità indica la quantità di territorio biologicamente produttivo che ogni cittadino ha a disposizione per soddisfare le proprie abitudini di consumo e stili di vita ed esprime in ettari globali la somma dei terreni agricoli, dei pascoli, delle foreste, delle aree marine produttive e, in parte, delle aree edificate o in degrado. Comparando il valore dell'impronta ecologica con quella della biocapacità, che come detto rappresentano la relazione tra la domanda e l'offerta di superficie ecologica necessaria a soddisfare i consumi e le esigenze di una determinata popolazione, si ottiene un valore che è possibile definire come indicatore di un vero e proprio bilancio ambientale. In caso di valore positivo, cioè se la biocapacità è maggiore dell'impronta ecologica, si può parlare di una condizione positiva di surplus ecologico e, sempre analizzando nello specifico ogni singola situazione e quindi con i conseguenti necessari distinguo, si può affermare che il

modello di sviluppo economico, dal punto di vista dell'impronta ecologica, è sostenibile. Al contrario in caso di valore negativo si ha deficit ecologico: siamo in presenza in questo caso di un modello di sviluppo non sostenibile in cui i consumi sono superiori ai livelli di erogazione e rigenerazione degli ecosistemi locali.

Esistono due approcci per calcolare le impronte ecologiche, definiti dagli autori "metodo composto" e "metodo per componenti" (Chambers, N. et al., 2000). Mentre il metodo composto fa riferimento ai flussi commerciali e ai dati energetici di una nazione e viene utilizzato principalmente per il calcolo delle impronte ecologiche nazionali, nel metodo per componenti vengono calcolati i valori di impronta ecologica di ogni attività utilizzando dati caratteristici della regione presa in esame ed è più utilizzato per gli studi di carattere sub-nazionale. Per il calcolo dell'impronta ecologica della Regione Marche si è dunque preferito utilizzare il metodo per componenti, che ha il vantaggio di poter identificare e discutere gli impatti attività per attività ed essere quindi più istruttivo anche per i policy maker. D'altra parte lo svantaggio del metodo per componenti è la difficile comparazione con i valori riferiti alle nazioni visti i differenti metodi di calcolo e fonti dei dati e le necessarie stime e approssimazioni per gli studi di carattere sub-nazionale.

Per il calcolo dell'impronta ecologica e della biocapacità della Regione Marche sono stati rispettati i risultati e i relativi criteri del rapporto per il progetto Indicatori Comuni Europei Eurocities (Lewan & Simmons, 2001), elaborato da una commissione di esperti per dare raccomandazioni ed indicazioni comuni sui metodi di calcolo delle impronte ecologiche locali. In questo studio, come d'altronde per la maggior parte degli studi sulle impronte ecologiche, si è scelto di utilizzare il principio di responsabilità, che fornisce l'analisi dell'impatto dei consumi degli abitanti residenti nella Regione Marche, piuttosto che il principio geografico, che considera tutti gli impatti delle attività del territorio considerato.

Nel calcolo dell'impronta ecologica e della biocapacità per la Regione Marche si è cercato di utilizzare dati il più possibile omogenei per evitare errori sistematici nel calcolo e ridurre le approssimazioni, a volte inevitabili. (Tiezzi et al, 2006). L'obiettivo principale è quello di elaborare un'analisi dell'impronta ecologica regionale trasparente e confrontabile e allo stesso tempo sviluppare un approccio all'impronta ecologica locale che fornisca informazioni rilevanti per l'agenda di policy making locale. Calcolando l'impronta ecologica della Regione Marche per il 2001 e il 2011, si è scelto di aggiungere inoltre un confronto cronologico che permetta di analizzare e monitorare la pressione che la popolazione locale esercita sul proprio territorio nel tempo attraverso indicatori che si sono rivelati importanti strumenti di supporto per le politiche pubbliche, in fase di programmazione e pianificazione di strategie territoriali che rispondano in pieno ai principi della sostenibilità. (Bagliani et al. 2008)

La scelta dei dati così come dei fattori di conversione da utilizzare è di cruciale importanza: nella Tabella 1 sono elencate tutte le fonti principali utilizzate nel calcolo dell'impronta ecologica della Regione Marche.

Un grande sforzo è stato fatto per massimizzare l'omogeneità nella scelta dei dati sia per il confronto tra i due periodi scelti sia per la confrontabilità con possibili studi simili relativi ad altre realtà sub-nazionali, come ad esempio le altre regioni del Centro Italia. Per quanto riguarda i fattori di correzione, per calcolare sia l'impronta ecologica che la biocapacità si sono utilizzati i fattori di equivalenza EF disponibili per gli

anni scelti in questo studio così come i fattori di resa YF disponibili a livello nazionale: questo implica che i fattori di resa usati per pesare la biocapacità della Regione Marche non riflettono la produttività specifica dell'ecosistema regionale ma il valore medio nazionale. I fattori di equivalenza sono stati ricavati dall'Ecological Footprint Atlas (Wackernagel M. et al. 2010) e dal Living Planet Report, sempre dal Living Planet Report sono stati ricavati i fattori di resa per l'Italia.

Tabella 1 — *Le principali fonti dei dati utilizzati per calcolare l'impronta ecologica e la biocapacità della Regione Marche*

Dati	Fonte	Anno
Popolazione residente e numero dei componenti per famiglia	ISTAT	2001; 2011
Copertura del suolo	CORINE Land Cover - Eurostat	2016, dati riferiti al 2011
Superficie urbanizzata	ISTAT - Censimento	2001; 2011
Superficie edificata strade e ferrovie	ISTAT - Indicatori Territoriali per le politiche di sviluppo; Enciclopedia Treccani; Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti	2001; 2011
SAU Superficie Agricola Utilizzata, variazione %	ISTAT – 6* Censimento nazionale agricoltura	2010
Superficie forestale, variazione %	ISPRA su dati Corpo Forestale dello Stato e CRA-MPF	2010
Superficie a pascolo, variazione %	ISTAT	2011
Consumi alimenti	ISTAT	2001; 2011
Prezzi medi delle categorie di alimenti	Osservatorio Prezzi e Tariffe – Ministero dello Sviluppo Economico	2016
Indice dei prezzi al consumo	ISTAT – Indice dei prezzi al consumo per l'intera collettività (NIC)	2001; 2011
Consumi gas naturale – Abitazioni ed infrastrutture	Ministero dello sviluppo economico - Statistiche per l'energia	2001; 2011
Consumi energia elettrica – Abitazioni ed infrastrutture	TERNA – Rete elettrica nazionale	2001; 2011
Percentuale energia da fonti rinnovabili	ISTAT su dati Terna	2001; 2011
Consumi Acqua	ISTAT	2001; 2011
Consumi carburanti (benzina, gasolio, gpl)	ACI, elaborazioni su dati Ministero dello Sviluppo Economico	2001; 2011
Consumi Beni di consumo	ISTAT	2001; 2011
Consumi Servizi	ISTAT	2001; 2011
Rifiuti prodotti	ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale	2013 per il 2011 2003 per il 2001

Definite come sopra le principali categorie di consumo e di uso di territorio, bisogna stabilire la connessione tra i due ordini di dati, inserendo i risultati per ogni attività in una matrice che lega i consumi agli usi del territorio. Le righe presentano le sei categorie di consumo: alimenti, abitazioni ed infrastrutture, trasporti, beni di consumo, servizi, rifiuti. Le colonne presentano le sei tipologie di terreno: terreno per l'energia, terreno agricolo, pascoli, foreste, superficie edificata e mare. Ogni cella della matrice rappresenta i consumi

in termini di superficie appropriata corrispondente: è il valore dell'impronta ecologica disaggregata per ogni categoria di consumo legata ad uno specifico uso del territorio.

Per la categoria Alimenti sono stati utilizzati i dati sulla spesa media familiare forniti dall'Istat divisi in 27 diverse categorie di alimenti. E' stata calcolata l'impronta ecologica per il terreno per l'energia di ogni categoria di alimento attraverso la formula fornita da Wackernagel (Wackernagel et al., 2000) che moltiplica il consumo annuale medio pro-capite per l'energia incorporata, cioè l'energia necessaria per produrre, trasportare ed utilizzare il prodotto, e per il fattore di assorbimento di CO₂, che permette di convertire l'energia fossile consumata in superficie di foresta equivalente necessaria ad assorbire la CO₂ prodotta. Per il presente studio vengono utilizzati i coefficienti desunti dagli studi di Wackernagel: dove non segnalato diversamente tutti i principali fattori di conversione impiegati per passare dal dato relativo ai consumi medi di beni e servizi al corrispettivo terreno in ettari utilizzato per produrli sono ricavati dal foglio di calcolo di Wackernagel del 2000 (Wackernagel, 2000), il relativo aggiornamento del 2003 (Wackernagel, 2003) e dal Manuale delle Impronte Ecologiche (Chambers et al. 2002). Per il fattore di assorbimento di CO₂ si utilizza il tasso di assorbimento medio calcolato a livello mondiale, vista la natura globale di questa sostanza inquinante.

Per calcolare il consumo annuale medio pro-capite di ogni alimento si è divisa la spesa media annuale pro-capite per il prezzo medio di ogni prodotto alimentare relativo all'anno preso in considerazione. Si è utilizzato inoltre un fattore di correzione che prende in considerazione l'origine locale o meno dei prodotti alimentari, ipotizzando che circa la metà dei prodotti alimentari consumati dagli abitanti della Regione Marche sia di importazione e/o fuori stagione. Per la categoria Alimenti è necessario anche il calcolo dell'impronta ecologica del terreno agricolo utilizzato per produrre i beni consumati: a seconda delle categorie e dei dati a disposizione, si è diviso il consumo medio annuale pro-capite per la produttività media di ciascuna tipologia di terreno coltivato, secondo le stime FAO, o si è moltiplicato il consumo medio annuale pro-capite per la cosiddetta Footprint Intensity, ottenuta dal foglio di calcolo di Wackernagel, che esprime i m² globali di terreno agricolo produttivo per ottenere 1 kg di un determinato alimento. La Footprint Intensity è stata utilizzata per calcolare anche l'impronta ecologica dei pascoli derivata dal consumo di carne, latticini e uova e dell'acqua per il consumo dei prodotti ittici.

Per la categoria Abitazioni ed infrastrutture sono stati utilizzati i dati relativi alla superficie edificata occupata nella Regione Marche e al consumo di energia elettrica, gas e acqua per riscaldamento, illuminazione, etc. E' stata calcolata l'impronta ecologica della componente energetica attraverso la somma dell'energia incorporata nelle abitazioni, i consumi di combustibili fossili, di energia elettrica e di acqua. L'energia incorporata nelle abitazioni esprime tutta l'energia non rinnovabile necessaria per l'edificazione e la manutenzione degli edifici per il loro ciclo di vita, espresso in una media di 50 anni ad abitazione. Per calcolarla si è moltiplicata la superficie urbanizzata per l'energia incorporata ed il fattore di assorbimento di CO₂. Per i consumi di combustibili fossili per uso domestico ed industriale si è moltiplicato il consumo in metri cubi (mc) per due fattori di conversione: il primo esprime quanti kg di CO₂ vengono prodotti per ogni

mc di combustibile consumato, il secondo gli ettari necessari ad assorbirla. Per l'energia elettrica, tolta la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabili, si sono moltiplicati i consumi totali per l'energia incorporata (l'energia utilizzata per la produzione di energia elettrica) ed il fattore di assorbimento di CO₂. Infine i consumi d'acqua, moltiplicati per i due fattori di conversione che esprimono l'energia necessaria per trattare, trasportare, distribuire e riscaldare l'acqua e l'altro gli ettari necessari per assorbire l'energia prodotta. L'impronta ecologica pro-capite relativa al terreno edificato per le Abitazioni ed infrastrutture è stata calcolata moltiplicando la superficie edificata per i fattori di equivalenza e di resa, il cui totale è stato diviso per il numero di abitanti marchigiani inerente agli anni presi in considerazione.

Per la categoria Trasporti sono stati utilizzati i dati relativi al consumo di benzina, gasolio e gpl per calcolare l'impronta ecologica energetica e la superficie edificata occupata da strade, ferrovie ed infrastrutture viarie per l'impronta ecologica del terreno edificato. E' stata calcolata l'impronta ecologica relativa ad ogni combustibile fossile attraverso il consumo annuale di carburante moltiplicato per due fattori di conversione: il primo esprime quanti *kg* di CO₂ vengono prodotti per ogni litro di combustibile consumato, differente a seconda della tipologia di combustibile, il secondo gli ettari di superficie di foresta necessari ad assorbirla.

Per la categoria Beni di consumo sono stati utilizzati i dati sulla spesa media familiare forniti dall'Istat divisi in 25 diverse categorie di beni di consumo e si è proceduto in maniera simile alla categoria Alimenti per il calcolo dell'impronta ecologica relativa al terreno per l'energia, utilizzando un fattore di conversione simile all'energia incorporata, chiamato Energy Intensity, che esprime i megajoule (*MJ*) di risorse energetiche necessari per produrre 1 euro di un determinato bene, moltiplicato per la spesa media pro-capite annuale di ogni categoria di bene di consumo e per il fattore di assorbimento di CO₂. Per la categoria Beni di consumo vanno anche calcolate le impronte ecologiche degli altri terreni produttivi, in particolare il consumo di terreno agricolo e pascoli relativo alla produzione di capi di abbigliamento (da lana, cotone etc.) e calzature, e il consumo di foreste relativo alla produzione di mobili in legno e prodotti in cui venga utilizzata la carta quali libri scolastici, libri non scolastici, giornali e riviste. Il foglio di calcolo di Wackernagel prevede la trasformazione del dato disponibile della spesa media mensile in dato quantitativo, una procedura che nel calcolo del dato locale rivela i suoi limiti vista la difficoltà di utilizzare un'unità di misura per "pesare" la quantità, ad esempio, di mobili o di capi di vestiario, e di disaggregare i dati per alcuni beni di consumo che solo in parte vengono prodotti attraverso l'utilizzo di una determinata categoria di terreno produttivo. E' necessaria quindi un'approssimazione: si è scelto per questo studio di prendere i risultati dell'impronta ecologica italiana per gli anni scelti per la categoria Beni di consumo relativi al terreno agricolo, ai pascoli e alle foreste e ricalcolarli per la Regione Marche pesando il dato in proporzione alla differenza di spesa media annuale pro-capite italiana e marchigiana per i beni di consumo in oggetto.

Per la categoria Servizi si è seguita la stessa procedura della categoria Beni di consumo per il calcolo dell'impronta ecologica relativa al terreno per l'energia, attraverso la somma del calcolo dell'impronta ecologica di 16 diverse categorie di servizi secondo i dati sulla spesa media familiare forniti dall'Istat per gli

anni presi in considerazione.

Infine per la categoria Rifiuti, per il calcolo dell'impronta ecologica relativa al terreno per l'energia consumata per lo smaltimento dei rifiuti prodotti, si sono innanzitutto presi i dati relativi alla produzione media annuale pro-capite dal rapporto Rifiuti Urbani dell'Ispra. Anche in questo caso come fattore di conversione si è utilizzata l'energia incorporata, cioè l'energia necessaria per smaltire i rifiuti, moltiplicato per la produzione media annuale, per il fattore di assorbimento di CO₂ e, relativamente solo alle tipologie di rifiuto differenziato, per la percentuale di energia recuperata durante il trattamento. La percentuale di energia recuperata per i rifiuti indifferenziati è ovviamente 0, mentre per le altre tipologie (organico, verde, vetro, plastica, carta, legno, tessili, metalli e alluminio, ingombranti) sono state utilizzate le percentuali di energia recuperata durante il trattamento di questi rifiuti ottenuti con la raccolta differenziata, sempre ricavate dal foglio di Wackernagel. Per i Rifiuti si è calcolata anche la superficie di foresta abbattuta per ottenere la carta utilizzata divenuta oramai rifiuto, moltiplicando la quantità di rifiuto per il fattore di conversione da carta a foresta che indica quanti m³ di foresta servono per ottenere un kg di carta e per la Footprint Intensity relativa al legno. Nel risultato finale dell'impronta ecologica dei Rifiuti relativa alla Foresta si è tenuto conto anche della percentuale di carta riciclata relativo agli anni presi in considerazione. Ottenuti quindi i valori di impronta ecologica relativi alle sei categorie di consumi e alle sei tipologie di terreno ecologicamente produttivo è bastato sommarle (o nel senso delle righe o delle colonne) per ottenere l'impronta ecologica totale pro-capite. Per ottenere il valore assoluto del totale dell'impronta ecologica è bastato moltiplicare il totale pro-capite per il numero di abitanti.

Si è proceduto quindi al calcolo della biocapacità, che come detto rappresenta l'effettiva quantità di territorio biologicamente produttivo disponibile in grado di fornire risorse ed energia e di assorbire le emissioni di CO₂ e i rifiuti. Anche questo dato si esprime in ettari globali e calcola la somma disponibile dei terreni agricoli, dei pascoli, delle foreste, delle aree marine produttive e, in parte, delle aree edificate o in degrado. Innanzitutto va calcolata l'estensione dei territori ecologicamente produttivi presenti nella Regione Marche secondo ognuna delle categorie descritte sopra per poi moltiplicare il risultato per i fattori di equivalenza EF e di resa YF in modo da rendere il dato confrontabile con l'impronta ecologica. Per ottenere la biocapacità totale basta sommare i risultati delle diverse categorie di terreno; se si vuole ottenere la biocapacità pro-capite si dividerà il totale per il numero di abitanti della regione presa in esame. Per il calcolo della biocapacità della Regione Marche si è tenuto conto della biodiversità disponibile per gli esseri umani usando l'approccio standard, dal libro del 1996 di Wackernagel e Rees e dal rapporto della Commissione Brundtland "Our Common Future", che richiede di mettere in disparte il 12% della terra produttiva (pari a circa 2 miliardi di ettari a livello globale) come provvista di aree di riserva per la conservazione della biodiversità locale.

5. Risultati e Discussione

Nel calcolo e nella presentazione dei risultati relativi all'impronta ecologica ed alla biocapacità è importante prestare attenzione sia ai risultati aggregati che disaggregati per poter fornire ad analisti e policy maker strumenti utili ed adatti a comprendere al meglio le cause di un eventuale deficit (o surplus) ecologico. In questo caso, come già detto sopra, si è scelto di non analizzare l'impronta ecologica e la biocapacità di un solo anno ma di prenderne due come riferimento, nello specifico il 2001 e il 2011: questo permette di avere a disposizione uno studio, eseguito con le stesse fonti dei dati e con la stessa metodologia, che compara a livello cronologico i risultati per capire cosa è peggiorato (o migliorato) nell'impatto dei consumi della popolazione della Regione Marche sull'ambiente ed ipotizzare scenari possibili di miglioramento attraverso alcune simulazioni.

Innanzitutto, si considerano i risultati aggregati dell'impronta ecologica e della biocapacità locale a livello assoluto e pro-capite, ed il loro confronto per capire se la Regione Marche si trova in una situazione di deficit o di surplus ecologico. Nella Tabella 2 sono riportati i risultati in ettari globali in valore assoluto e pro-capite per il 2011, nella Tabella 3 per il 2001. Nel 2011 la popolazione era di 1.540.668 abitanti, con un numero medio di 2,39 componenti per famiglia, mentre nel 2001 la popolazione era di 1.453.798 abitanti, con un numero medio di 2,66 componenti per famiglia.

Tabella 2 — *I valori dell'impronta ecologica, della biocapacità e del deficit ecologico riferiti alla Regione Marche per il 2011 e riportati in valori assoluti e pro capite.*

Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	11307342,11	gha	Impronta Ecologica pro-capite	7,34	gha/ab
Biocapacità	2326478,48	gha	Biocapacità pro-capite	1,51	gha/ab
Deficit Ecologico	-8980863,64	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,83	gha/ab

Tabella 3 — *I valori dell'impronta ecologica, della biocapacità e del deficit ecologico riferiti alla Regione Marche per il 2001 e riportati in valori assoluti e pro capite.*

Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	9401251,99	gha	Impronta Ecologica pro-capite	6,47	gha/ab
Biocapacità	1872130,61	gha	Biocapacità pro-capite	1,29	gha/ab
Deficit Ecologico	-7529121,37	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,18	gha/ab

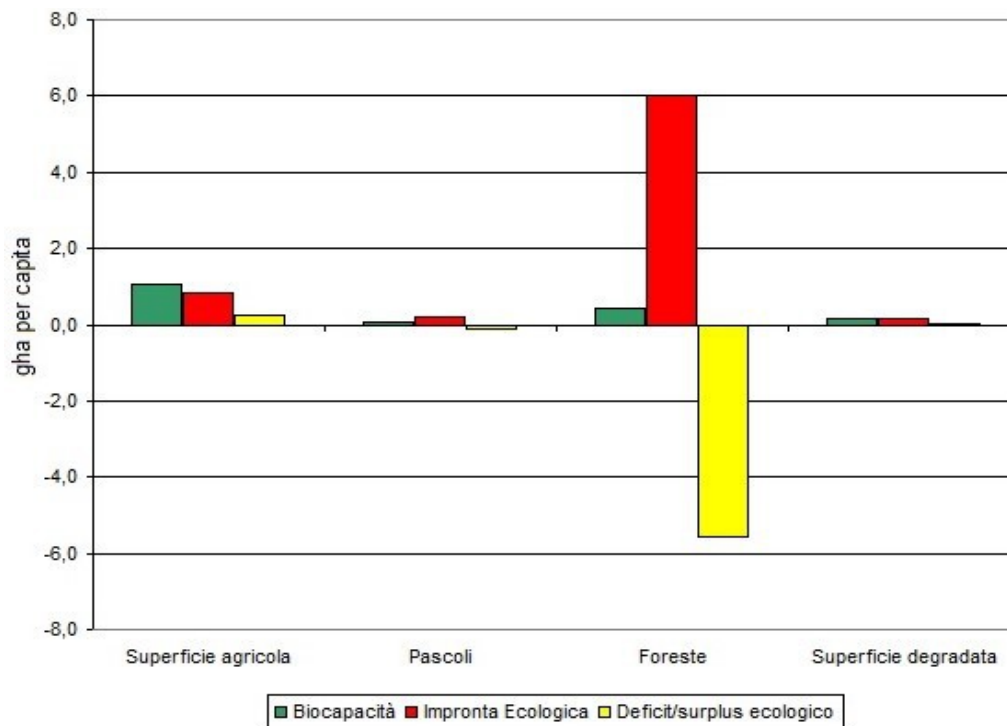
Si nota subito il dato particolarmente evidente per tutti e due gli anni presi in esame del pesante deficit ecologico: nel 2011 la biocapacità locale, che ricordiamo dà la misura dell'estensione dei terreni ecologicamente produttivi presenti nella Regione Marche e quindi la sua capacità di offerta di servizi naturali, è di 2.326.478,48 ettari globali (gha) di superficie ecologica e 1,51 gha pro-capite, mentre l'impronta ecologica, cioè i consumi effettivi e quindi la richiesta di servizi ecologici da parte della popolazione marchigiana, è di 11.307.342,11 gha e 7,34 gha pro-capite per un deficit di -8.980.863,64 gha, in valori assoluti, e di -5,83 gha se lo dividiamo per la popolazione marchigiana.

E' un deficit importante, ma in linea con la situazione italiana che nel 2011 a fronte di una biocapacità pro-

capite di 1,1 gha registra un'impronta ecologica di 4,2 gha a persona, con un deficit di 3,1 gha pro-capite: anche se i valori non sono perfettamente comparabili visto che si tratta di due studi, uno regionale ed uno nazionale, differenti tra di loro sia per il territorio analizzato che per la metodologia, i fattori e le approssimazioni utilizzate, è però utile notare come la biocapacità media italiana riesce a coprire solamente il 26,43% dell'impronta ecologica lasciando un deficit ecologico pari al 73,57%. Una situazione di poco migliore a quella marchigiana dove nel 2011 la biocapacità media copre solo il 20,57% dell'impronta ecologica e lascia un deficit ecologico del 79,43%. Ricordando che l'impronta ecologica si basa principalmente sui consumi della popolazione di un determinato territorio, il dato percentuale superiore delle Marche è in linea anche con la spesa media mensile che nel 2011 è stata di 2.615 euro a famiglia marchigiana rispetto ad una media italiana di 2.488 euro a famiglia (Istat 2012).

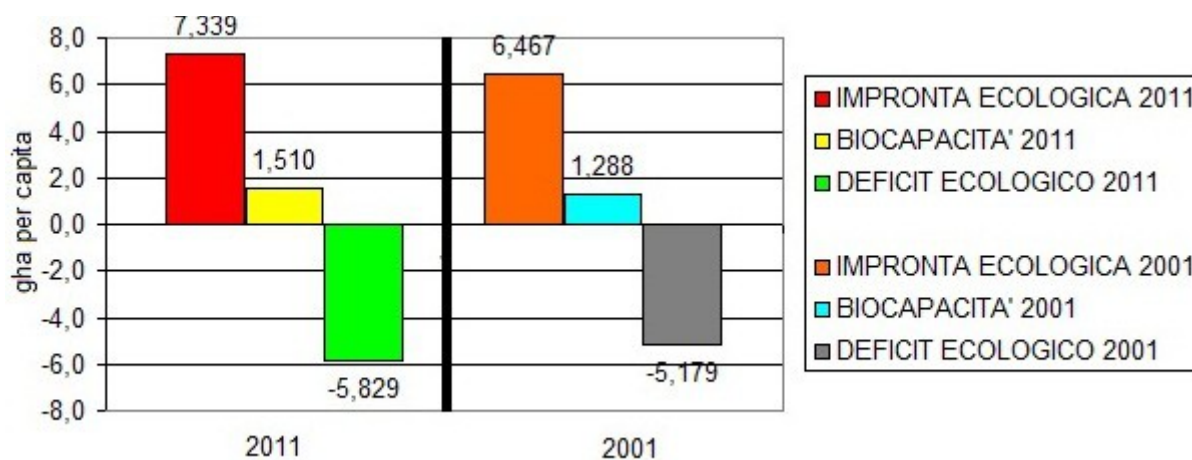
Sia l'impronta ecologica italiana che quella marchigiana sono di gran lunga superiori al livello mondiale dell'impronta ecologica, che per il 2011 registra 2,11 ettari globali pro-capite a fronte di una biocapacità pro-capite di 1,7 gha. Se anche a livello mondiale quindi si ha una situazione di deficit ecologico (pari al 19,43%), i dati italiano e regionale superano ampiamente questo livello e ci consegnano una prima riflessione sull'insostenibilità del modello di sviluppo locale, caratterizzato da alti livelli di consumo ed emissioni di CO₂, di sovra-utilizzo di risorse naturali e di eccessiva produzione di rifiuti da smaltire. Si vedrà poi nel dettaglio, a livello disaggregato, come le singole categorie di consumo contribuiscono alla richiesta dei diversi terreni ecologicamente produttivi utilizzati nell'analisi dell'impronta ecologica. Per ora è possibile affermare che questi valori ci dimostrano chiaramente che la domanda di risorse naturali da parte degli abitanti della Regione Marche non è del tutto soddisfatta localmente, anzi l'importante deficit ecologico consegna un grado di autosufficienza molto basso. Come si vede chiaramente dalla Fig. 1 che estende l'analisi del deficit o surplus ecologico alle singole categorie di terreno ecologicamente produttivo, la Regione Marche è un'esportatrice netta di beni economici e servizi relativi al terreno agricolo mentre è in deficit sia nei beni e servizi relativi ai pascoli ma soprattutto a quelli relativi alle foreste, dove ricadono tutti i consumi del terreno per l'energia, che secondo la definizione di Wackernagel e Rees è equivalente all'area di foresta necessaria per assorbire la CO₂ emessa dalla produzione di energia a partire da combustibili fossili (Rees, W e Wackernagel, M., 1996).

Figura 1 — Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Marche disaggregato in categorie di terreni ecologicamente produttivi. Anno 2011



Comparando i valori relativi al 2011 con quelli del 2001 si nota subito l'aumento dell'impronta ecologica sia nei valori assoluti che in quelli pro-capite nonostante un minimo ma percettibile miglioramento se si analizzano i valori percentuali: nel 2001 la biocapacità media copre solo il 19,94% dell'impronta ecologica e lascia un deficit ecologico dell'80,06%. Nella Fig. 2 è riportata la comparazione tra i valori dell'impronta ecologica, della biocapacità e del deficit ecologico per i due anni presi in esame.

Figura 2 — Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Marche, comparazione 2011-2001

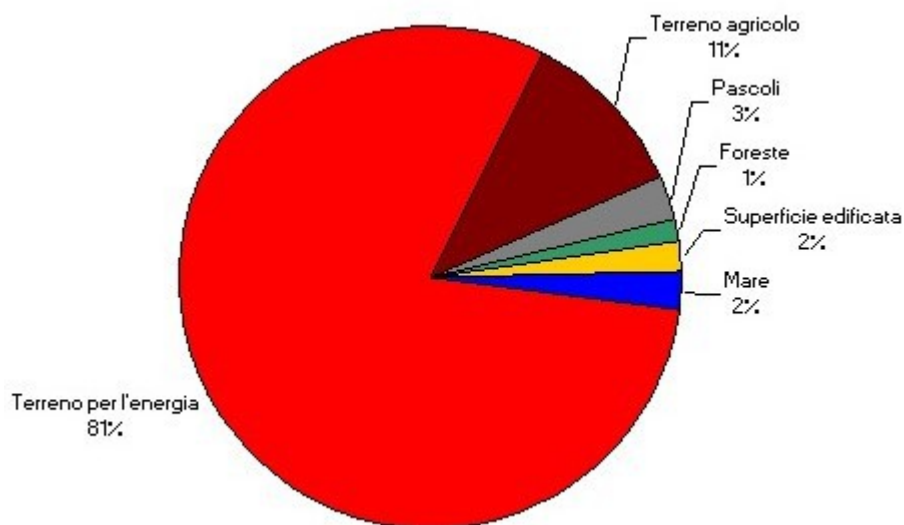


Oltre all'aumento dell'impronta ecologica e quindi del carico e dell'impatto dei consumi e delle emissioni sull'ambiente da parte della popolazione marchigiana, è interessante notare anche il sensibile aumento della biocapacità regionale dovuto ai differenti fattori di equivalenza e di resa utilizzati relativi ai due anni presi in esame: anche a livello globale si è assistito ad un aumento negli ultimi 50 anni della biocapacità, grazie soprattutto ad alcune innovazioni tecnologiche, in particolare all'agricoltura intensiva che permette di rigenerare una quantità maggiore di prodotto per ettaro. Una crescita della biocapacità che si accompagna però ad un aumento ben più consistente dell'impronta ecologica e quindi del deficit ecologico globale. Ritornando alla Regione Marche, è interessante notare anche l'aumento sensibile della superficie forestale, in tendenza con il dato italiano dell'aumento del 7,16% dal 2000 al 2010 (ISPRA, 2016). Secondo i dati del Corpo Forestale dello Stato diffusi da Coldiretti nel 2012, le Marche risultano tra le regioni italiane più verdi dove un terzo della superficie è coperta da boschi, più del doppio rispetto agli anni '70 ed in crescita costante anche nel decennio considerato da questo studio. Una crescita della superficie forestale che però avviene in parte per l'abbandono di alcune aree rurali più impervie da parte dell'uomo e quindi a danno dei terreni agricoli, perdendo così una parte di superficie produttiva a fini alimentari. Nonostante, come si è visto sopra, la superficie agricola sia l'unica ad avere un bilancio positivo in termini di surplus ecologico nella Regione Marche, tra il 2000 e il 2010 si è registrata una perdita del 4,2% di superficie agricola utilizzata in tutto il territorio regionale (Istat, 2013).

5.1 Risultati disaggregati

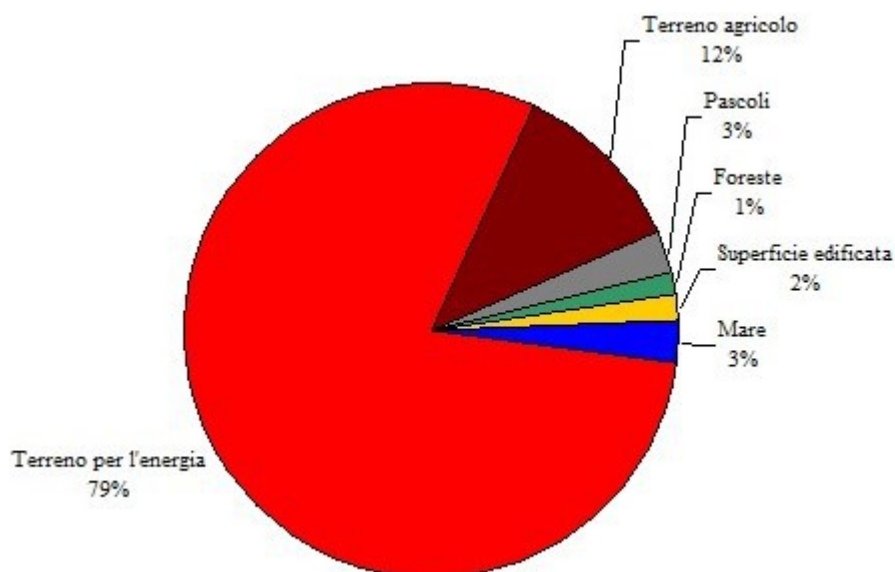
La Figura 3 mostra l'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per le sei categorie di terreni ecologicamente produttivi. E' subito evidente la netta prevalenza del terreno per l'energia che utilizza l'81% del totale dei terreni ecologicamente produttivi: in questa categoria ricadono tutti gli usi diretti di energia, dai consumi di carburante per i trasporti al riscaldamento per le abitazioni e le infrastrutture, gli usi di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica così come gli usi indiretti, cioè tutta l'energia incorporata nei beni consumati (per la fabbricazione e il trasporto dei suddetti beni).

Figura 3 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per le sei categorie di terreni ecologicamente produttivi



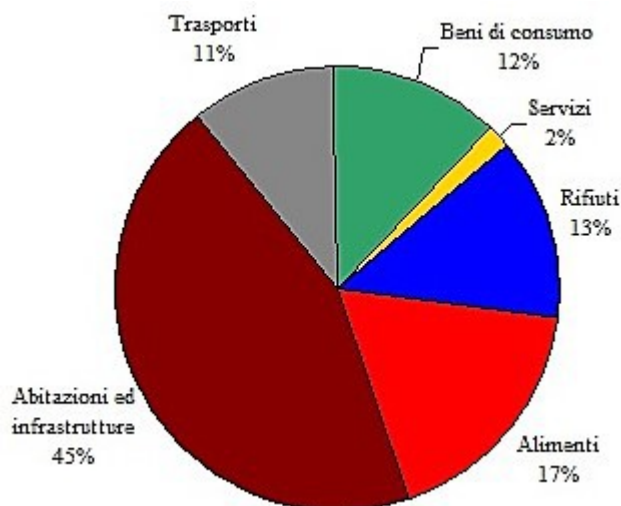
Il risultato della Regione Marche è in linea con quello delle regioni e delle nazioni più sviluppate e fortemente industrializzate, e dà immediatamente la misura di come siano necessarie politiche di risparmio energetico e di riduzione di emissioni e dei consumi e/o di maggiore attenzione all'ambiente nella produzione di beni e servizi. Il consumo di terreno per l'energia rispetto ai risultati del 2001 (Figura 4) è perfino cresciuto, mentre per il resto le percentuali sono simili, a parte una riduzione del consumo di superficie marina e del terreno agricolo, conseguente anche alla diminuzione del consumo medio pro-capite di alimenti.

Figura 4 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2001 disaggregata per le sei categorie di terreni ecologicamente produttivi



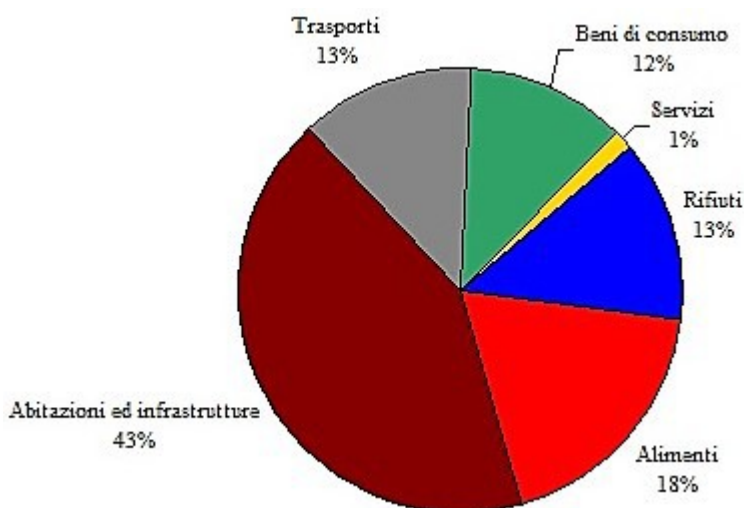
La disaggregazione per categorie di consumo permette di entrare ulteriormente nel dettaglio dell'analisi dell'impronta ecologica e capire quali categorie di consumo incidono di più sul deficit ecologico marchigiano. La Figura 5 presenta questa suddivisione secondo le sei categorie di consumo prese in considerazione: alimenti, abitazioni ed infrastrutture, trasporti, beni di consumo, servizi e rifiuti.

Figura 5 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per le sei categorie di consumo



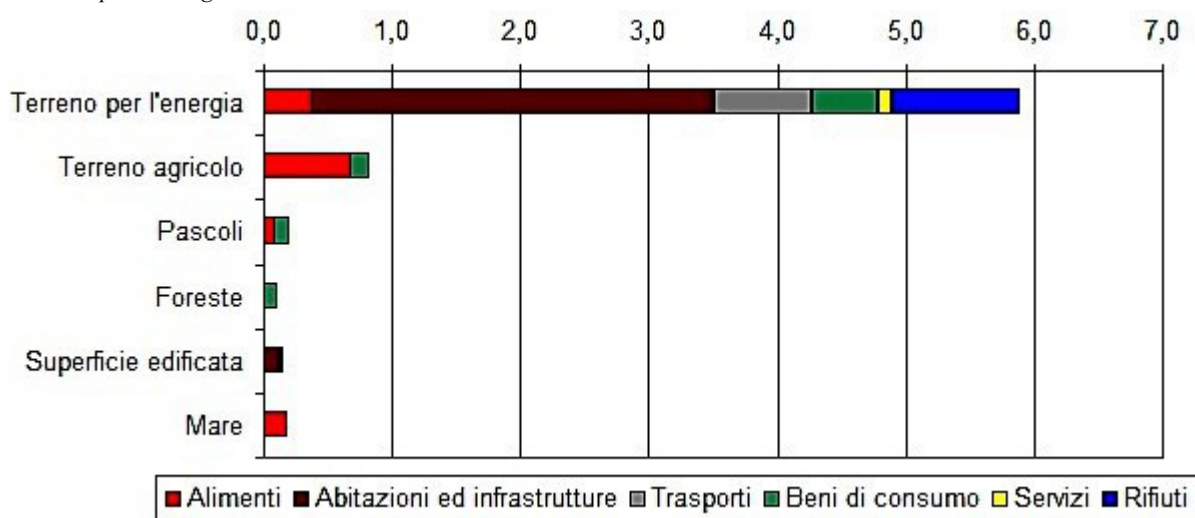
Gran parte dell'impronta ecologica è dovuta alla categoria Abitazioni ed infrastrutture, ben il 45%, poi gli Alimenti e quindi i consumi alimentari (17%), i Rifiuti, i Beni di consumo, i Trasporti ed infine i Servizi. Sarà poi necessario indagare la percentuale così alta dei rifiuti, che risulta essere praticamente identica a quella del 2001 nonostante l'aumento della percentuale di raccolta differenziata. Una categoria che invece aumenta, in percentuale, il suo contributo rispetto al 2001, come si vede dalla Figura 6 relativa alla suddivisione per categorie di consumo per il 2001, è quella della Abitazioni ed infrastrutture, che segue anche il sensibile aumento di superficie urbanizzata registrato nel 2011 nelle Marche.

Figura 6 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2001 disaggregata per le sei categorie di consumo



Diminuiscono nel 2011, come già detto prima, i consumi medi di Alimenti e di conseguenza il loro apporto in percentuale alla composizione dell'impronta ecologica. Mettendo insieme i dati relativi alle due disaggregazioni, si riesce ad avere un quadro più chiaro di quali categorie di consumo influiscono sul consumo dei terreni ecologicamente produttivi, in particolare si riesce in questo modo ad avere più chiara la composizione del terreno per l'energia che come abbiamo visto rappresenta una fetta molto importante dell'impronta ecologica marchigiana. Nella Figura 7 viene rappresentata la distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata sia per i terreni ecologicamente produttivi che per le categorie di consumo.

Figura 7 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo



Dal grafico è chiaro come i consumi relativi alle Abitazioni ed infrastrutture influiscano in maniera preponderante sul consumo di terreno per l'energia (3,14 gha pro-capite), così come i Trasporti ed i Rifiuti, tutte categorie che prevedono un intenso dispendio di energia: dai consumi di energia elettrica, gas e acqua per le abitazioni e le infrastrutture, ai carburanti per i trasporti e la mobilità fino allo smaltimento dei rifiuti. Come ci si poteva attendere, gran parte dei terreni agricoli, dei pascoli e del mare sono utilizzati per le produzioni agricole, l'allevamento e la pesca per i prodotti ittici e finiscono quindi nel consumo di alimenti, mentre il resto dei terreni agricoli e dei pascoli contribuiscono alla produzione di fibre animali e vegetali, come la lana e il cotone, utilizzati per la produzione di beni di consumo quali abbigliamento e calzature, così come praticamente tutto il consumo delle foreste è da imputare a produzione di beni di consumo quali libri, giornali, riviste, mobili in legno etc.

La Figura 8 mostra lo stesso grado disaggregazione per il 2001: gli alimenti incidono di più sia sul terreno per l'energia che sul terreno agricolo ed infatti si è già detto della diminuzione dei consumi alimentari registrata tra il 2001 e il 2011. Un'altra categoria interessante da valutare nella comparazione con il 2011 è quella dei trasporti che va ad incidere di più sul terreno per l'energia: il dato riflette il consumo nettamente superiore di benzina nel 2001 rispetto al 2011, come si evince dalla Figura 9 dove viene disaggregata l'impronta ecologica dei trasporti relativa al terreno per l'energia. Si può notare la netta diminuzione

dell'impronta ecologica derivata dal consumo di benzina (da 0,29 gha a 0,18 gha) mentre aumentano le impronte ecologiche relative al consumo di gpl e gasolio.

Figura 8 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2001 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo

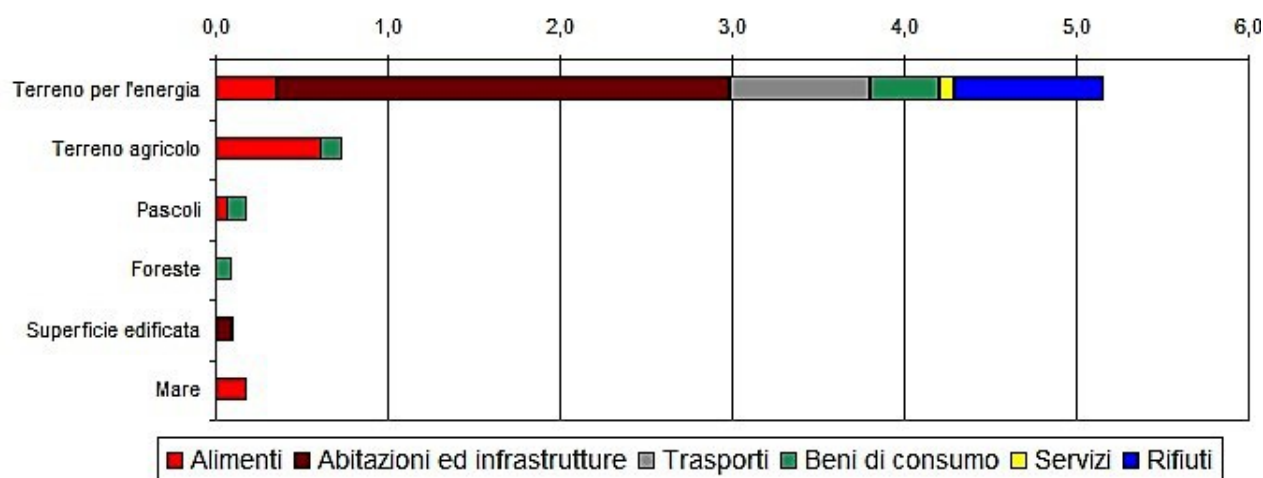
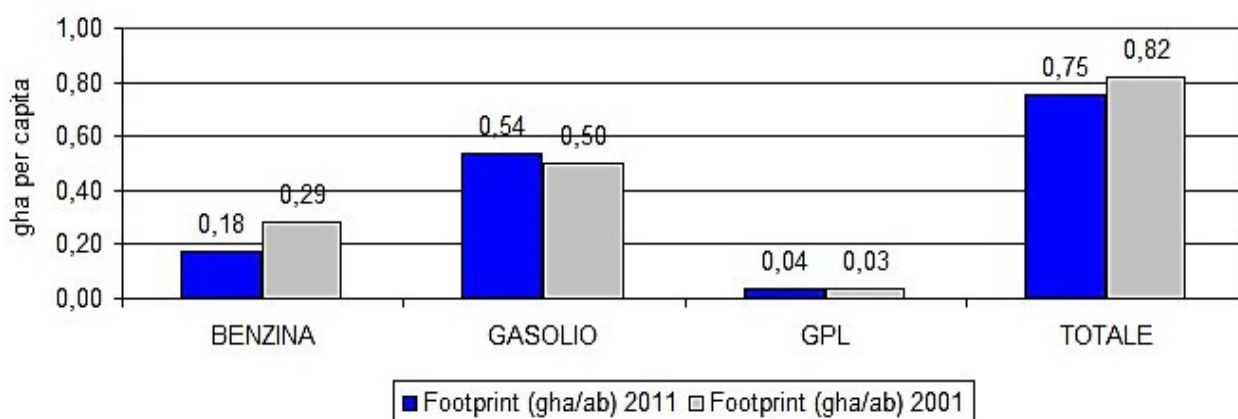


Figura 9 — Impronta ecologica per la categoria Terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per tipologia di consumo di carburante. Confronto 2011-2001

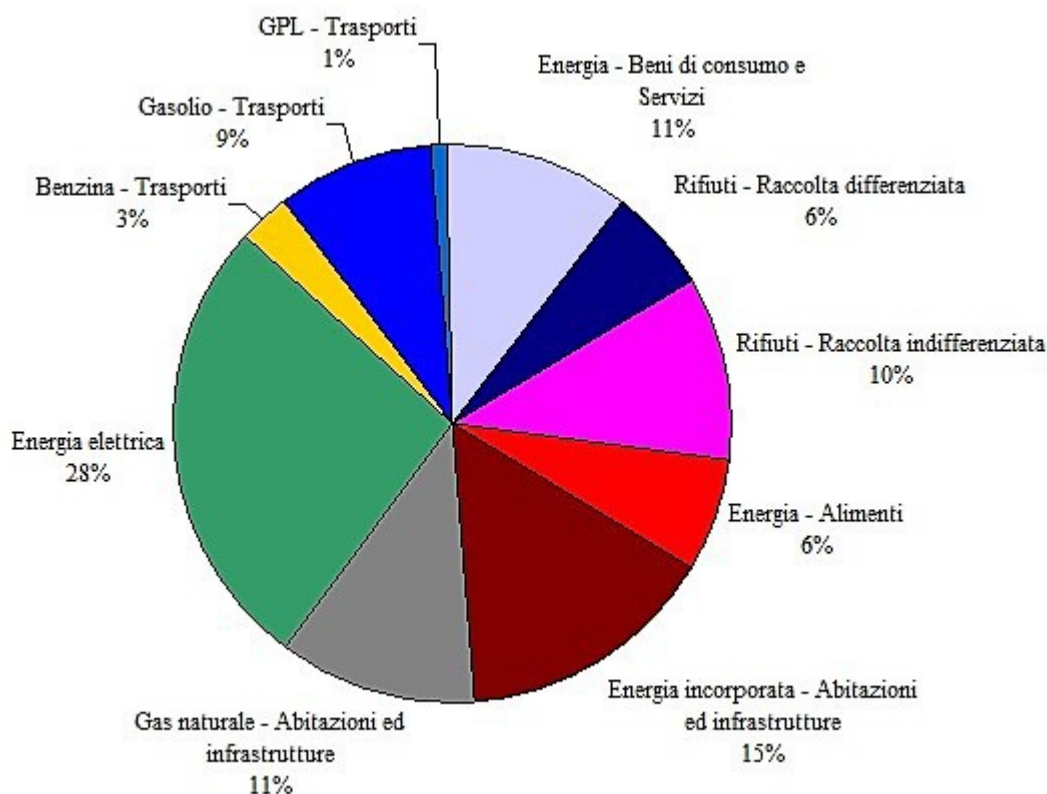


Vista l'importanza e la predominanza percentuale della componente Terreno per l'energia alla composizione dell'impronta ecologica totale, è interessante andare ad analizzare quali sono, in termini percentuali, i contributi delle singole categorie all'impronta ecologica relativa ai consumi energetici. Nella Figura 10 si mostrano i contributi individuali dell'impronta ecologica che derivano dall'energia incorporata nei beni di consumo (alimentari e non) e dai combustibili usati per i differenti tipi di utilizzazione (dai trasporti all'utilizzo nelle abitazioni ed infrastrutture per riscaldamento, luce e altri elettrodomestici casalinghi così come nello smaltimento dei rifiuti).

Si nota subito l'alta percentuale dovuta ai consumi per le Abitazioni ed infrastrutture, soprattutto nel consumo di energia elettrica (il 28%) che aumenta rispetto al dato percentuale del 2001 (26%, come da Figura 11): questo nonostante un aumento considerevole della percentuale di energia elettrica derivata da

fonti rinnovabili nel 2011, che secondo le elaborazioni Istat su dati Terna nelle Marche arriva al 14,8% sul totale rispetto al 4,8% del 2001.

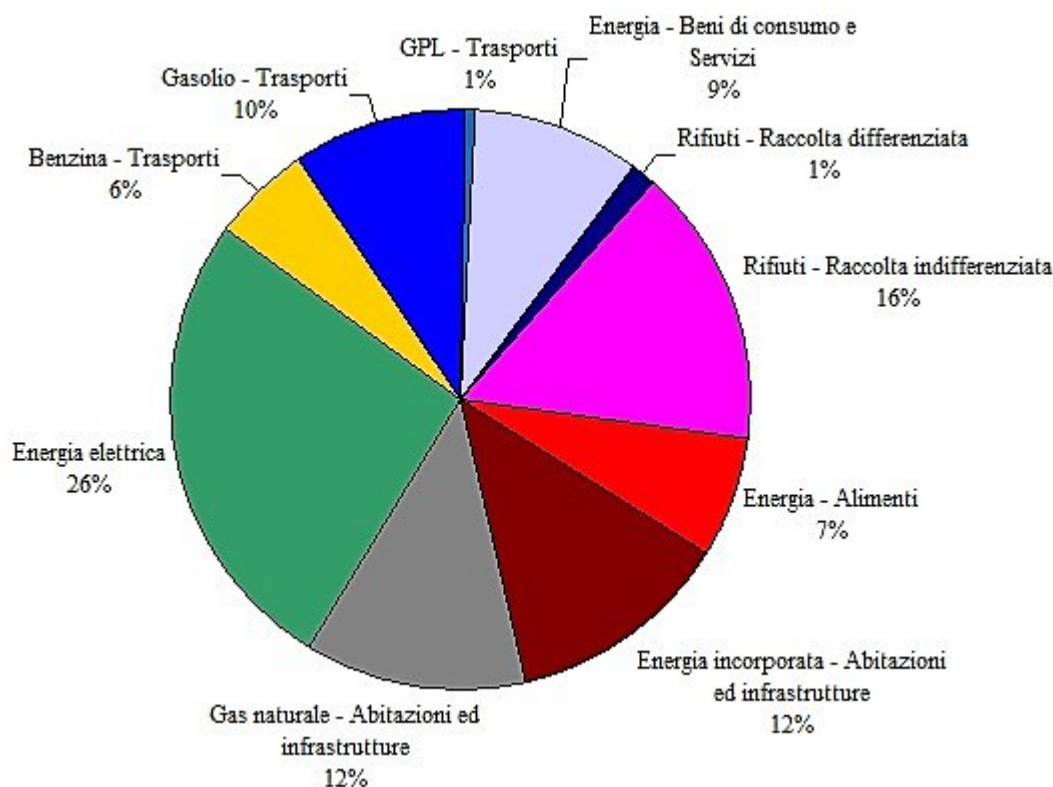
Figura 10 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo



E' necessaria una puntualizzazione: il consumo di energia elettrica pro-capite da fonti non rinnovabili risulta minore nel 2011 rispetto al 2001, con una media di 4129,2 kwh nel 2011 a fronte di 4338,5 kwh nel 2001. Ad essere determinante al fine del computo dell'impronta ecologica è il differente fattore di resa YF per l'Italia, più alto nel 2011, che tiene conto delle differenze di produttività di un determinato tipo di terreno tra le diverse nazioni e varia ogni anno.

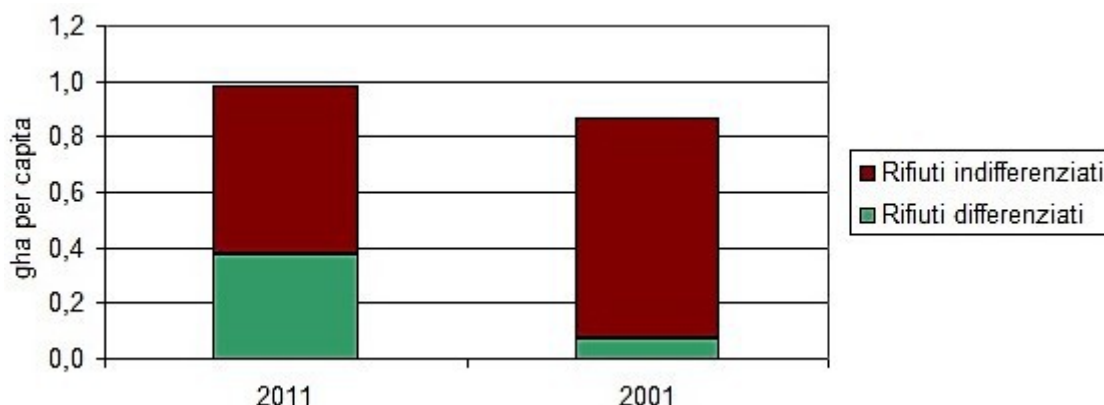
Un'alta percentuale di energia è usata dalla popolazione marchigiana nel 2011 in maniera indiretta, sia inclusa nei prodotti alimentari che in altri beni di consumo e servizi, per un totale del 26% rispetto al 16% del 2001. Come si è già evidenziato sopra, nel 2001 la componente Trasporti influisce per il 17% sul totale dell'impronta ecologica energetica, rispetto al 13% del 2001, soprattutto per la grande differenza ed il peso nel consumo di benzina.

Figura 11 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2001 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo



E' utile approfondire ulteriormente l'analisi della componente Rifiuti, che ha un peso percentuale praticamente identico sia nel 2011 (16%) che nel 2001 (17%), nonostante l'aumento considerevole della percentuale di raccolta differenziata, come è ben evidente anche dalla Figura 12.

Figura 12 — Impronta ecologica per la categoria Rifiuti, disaggregata per rifiuti indifferenziati e differenziati. Confronto 2011-2001



Nonostante la raccolta differenziata dei rifiuti cresca fino al 43,87% nel 2011 rispetto all'11,85% del 2001, è comunque salita la produzione totale. Inoltre il risultato in termini percentuali simile dell'apporto dei rifiuti al consumo di suolo ecologicamente produttivo per i due anni presi in considerazione porta alla conclusione che l'aumento della raccolta differenziata probabilmente non è di per sé sufficiente alla diminuzione dell'impatto dei rifiuti sull'ambiente. Come si vedrà in seguito, accompagnare l'aumento della percentuale di

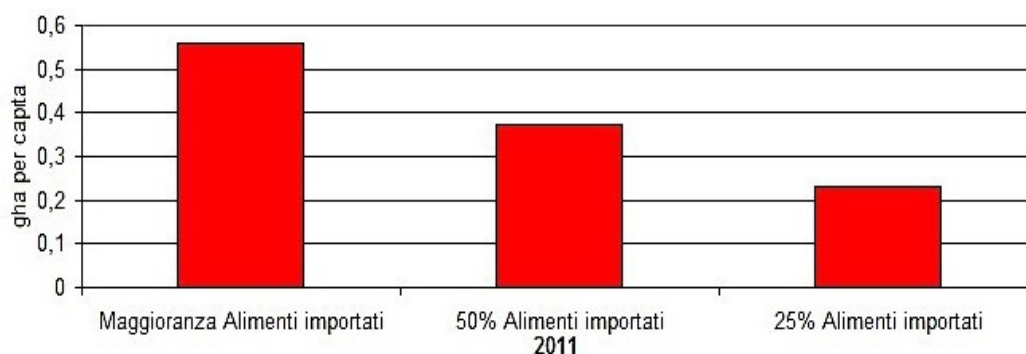
raccolta differenziata a politiche di riduzione della produzione totale dei rifiuti porterebbe ad una significativa diminuzione dell'impronta ecologica relativa alla componente Rifiuti e quindi ad una diminuzione del deficit ecologico totale.

5.2 Scenari possibili

Grazie al livello di disaggregazione raggiunto e alla completezza e particolarità dell'analisi dei risultati l'impronta ecologica consente di effettuare alcune simulazioni e costruire una varietà di scenari possibili per le diverse categorie di consumo. Questo permette ad analisti e policy maker di avere uno strumento utile per poter stimare eventuali benefici di politiche di riduzione del deficit ecologico e prevederne la qualità e la sostanza dei risultati. E' necessario però sottolineare che si tratta pur sempre di simulazioni di scenari ipotetici, in cui si analizza la variazione di una o più variabili, ceteris paribus: è ovvio che il cambiamento di una variabile influenzerà necessariamente ed avrà ricadute anche sulle altre categorie di consumo.

Si potrebbe ad esempio incoraggiare la riduzione degli sprechi e in generale dei consumi, a partire dai beni di consumo alimentari, anche tramite una sensibilizzazione maggiore verso la scelta e l'acquisto di prodotti di stagione e soprattutto locali in cui l'energia incorporata è di solito minore visto il ridotto contributo dell'energia utilizzata per il trasporto dei prodotti. Considerando i risultati del 2011 e fermi restando i valori delle altre categorie di consumo, si potrebbe ipotizzare ad esempio che, rispetto alla metà considerata nello studio, solamente un quarto del cibo consumato nella Regione Marche fosse importato da altri luoghi di produzione e imballaggio. Si avrebbe così una riduzione di circa il 35% dell'impronta ecologica energetica relativa al consumo di alimenti, come da Figura 13, che prende in considerazione anche lo scenario contrario in cui la maggior parte degli alimenti vengano invece prodotti e imballati fuori Regione. Sarebbe auspicabile ai fini dello studio dell'impronta ecologica introdurre un ulteriore aspetto nel metodo di calcolo ed operare anche una distinzione tra i diversi impatti dei metodi di coltivazione convenzionale/tradizionale, che prevedono un vasto utilizzo di concimi e fertilizzanti, e i metodi di coltivazione biologica o comunque più rispettosi dell'ambiente, che probabilmente richiedono una domanda minore di capitale naturale (Niccolucci et al, 2008), visto anche l'aumento considerevole negli ultimi anni per la Regione Marche dei terreni agricoli che utilizzano questo ultimo metodo. Nel 2012 secondo il Bioreport sull'agricoltura biologica in Italia la superficie agricola utilizzata convertita in biologico rappresentava il 12,1% del totale della superficie agricola marchigiana (Rete Rurale Nazionale, 2015).

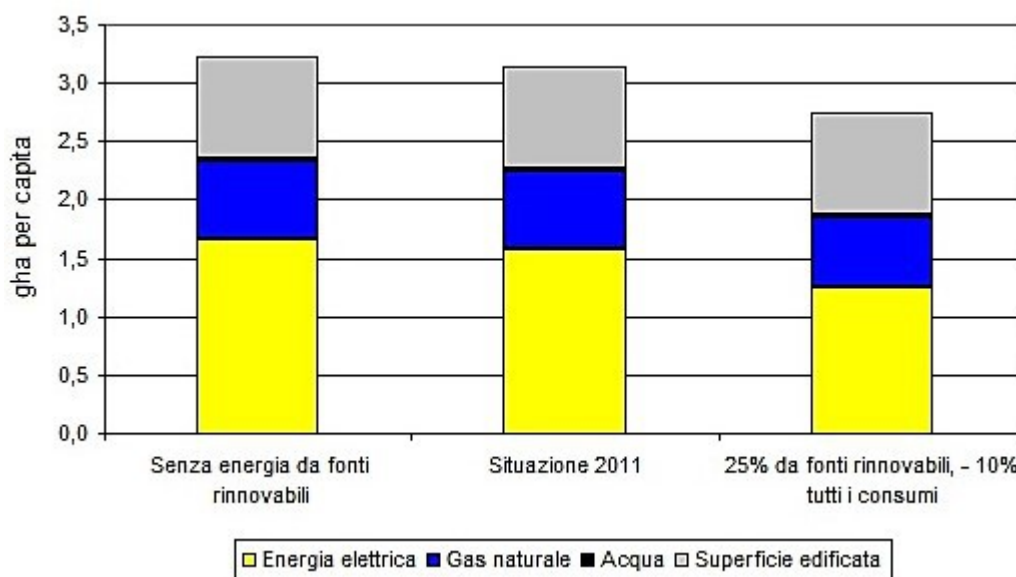
Figura 13 — *Impronta ecologica energetica per la categoria Alimenti, tre differenti scenari: maggioranza degli alimenti importati, 50% alimenti importati, 25% alimenti importati*



Come si è visto dalla presentazione dei risultati, per quanto riguarda l'impatto dei consumi energetici sono soprattutto i consumi relativi alle Abitazioni ed infrastrutture ad influire in maniera preponderante sul consumo di terreno per l'energia, subito dopo i Trasporti ed i Rifiuti, categorie che prevedono un intenso dispendio di energia. Una riduzione degli esagerati consumi energetici attraverso l'adozione di politiche di risparmio energetico è fortemente auspicabile: dall'aumento di energia prodotta da fonti rinnovabili all'incentivare comportamenti virtuosi e consapevoli verso il consumo di energia derivato dall'illuminazione, riscaldamento, utilizzo di elettrodomestici ed impianti di condizionamento, acqua etc., sia nelle abitazioni private così come nelle strutture pubbliche e nei luoghi di lavoro.

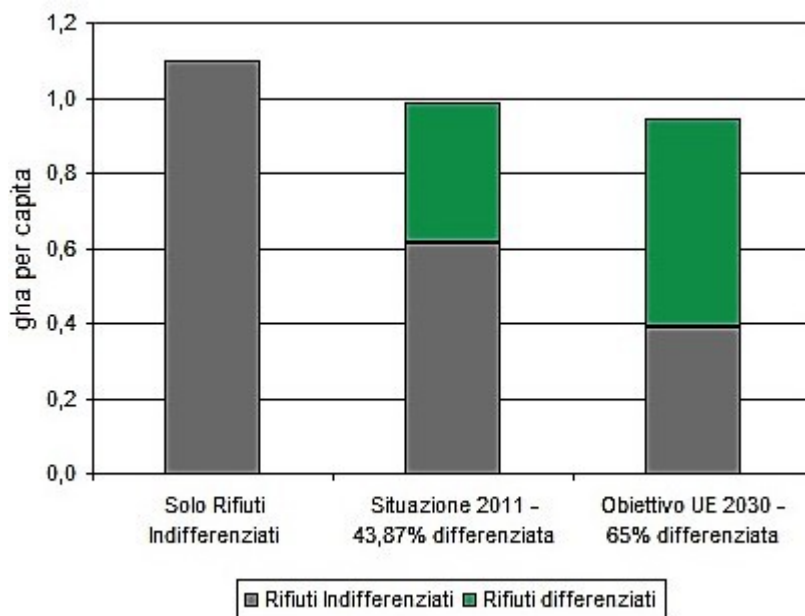
Prendendo sempre come riferimento i risultati dell'impronta ecologica per l'anno 2011, si potrebbe ipotizzare una riduzione di almeno il 10% dei consumi di acqua, gas ed energia elettrica, ed inoltre stimare un'ulteriore riduzione dell'impronta ecologica attraverso un aumento del 10% di energia da fonti rinnovabili. Nel 2011 la percentuale di energia da fonti rinnovabili è del 14,8%, si considererà quindi nella simulazione una percentuale del 25% di energia da fonti rinnovabili. L'impronta ecologica energetica pro-capite relativa alla categoria Abitazioni ed infrastrutture passerebbe da 3,14 gha a 2,75 gha con una riduzione del 12,4%, come da Figura 14 che prende in considerazione anche lo scenario opposto, cioè senza alcun tipo di utilizzo di energia da fonti rinnovabili, partendo dai risultati del 2011.

Figura 14 — Impronta ecologica energetica per la categoria Abitazioni ed infrastrutture, tre differenti scenari: senza energia da fonti rinnovabili, situazione del 2011 con 14,8% da fonti rinnovabili, con 25% da fonti rinnovabili e diminuzione del 10% di tutti i consumi



Un'altra categoria con un alto impatto sul deficit ecologico e su cui è possibile agire in diversi modi è quella dei Rifiuti. La produzione e lo smaltimento dei rifiuti è uno dei problemi più delicati, importanti ed urgenti che le popolazioni, in particolare del mondo occidentale, si sono trovate a fronteggiare con l'aumento generalizzato della popolazione, del benessere e dei consumi. Come si è già potuto notare dai risultati, la soluzione non può essere solamente quella di aumentare la percentuale di raccolta differenziata ma è necessaria a monte una politica di riduzione della produzione dei rifiuti, a partire da scelte produttive sostenibili fino alla sensibilizzazione della popolazione alla diminuzione degli sprechi, al riuso e al riciclo. Nella figura 15 si mostra come cambierebbe la situazione rispetto a quella del 2011 sia senza alcuna raccolta differenziata che, al contrario, con l'aumento della raccolta differenziata al 65%, obiettivo comune posto dall'Unione Europea come sfida entro il 2030.

Figura 15 — Impronta ecologica energetica per la categoria Rifiuti, tre differenti scenari: senza raccolta differenziata, situazione del 2011 con il 43,87% di raccolta differenziata, con il 65% di raccolta differenziata

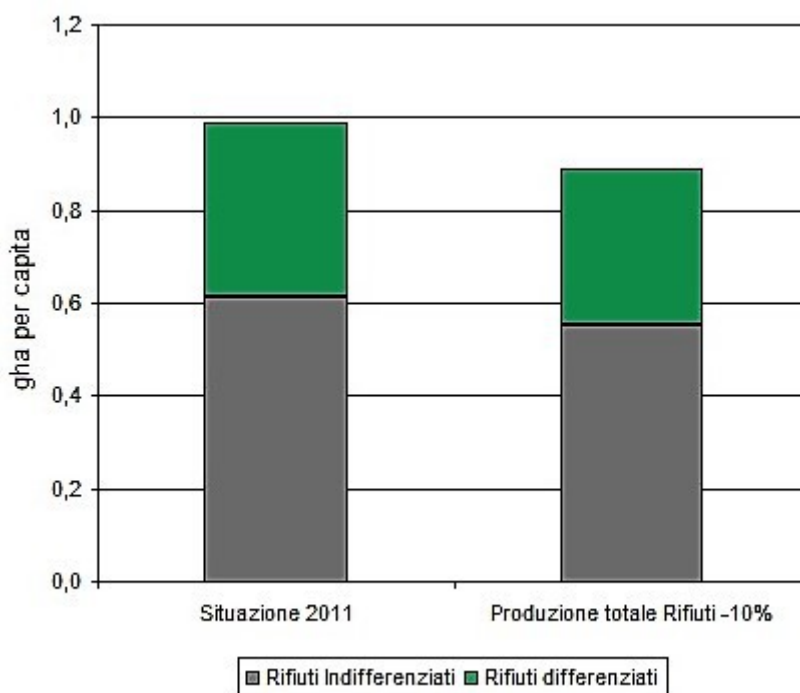


Vi sarebbe una diminuzione considerevole dell'impronta ecologica che, rimanendo la stessa quantità di rifiuti prodotti nel 2011, con il 65% di raccolta differenziata passerebbe da 0,986 gha a 0,942 gha, mentre non praticando affatto la raccolta differenziata si avrebbe un valore di impronta ecologica pari a 1,1 gha.

La Figura 16 mostra invece cosa accadrebbe, con la percentuale di raccolta differenziata invariata al 43,87%, con una riduzione del 10% di produzione totale dei rifiuti.

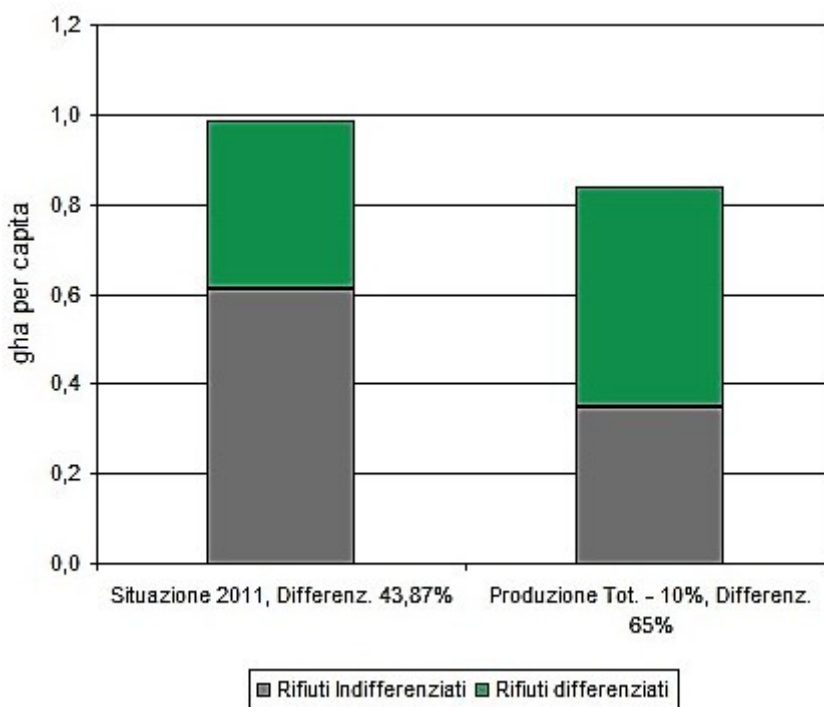
Secondo il modello di calcolo, l'impronta ecologica passerebbe da 0,986 gha a 0,888 gha, una diminuzione maggiore rispetto all'ipotesi fatta sopra di un aumento di poco più del 20% della raccolta differenziata, che sottolinea quanto sia importante perseguire politiche di riduzione della produzione dei rifiuti e in definitiva trovare gli strumenti per sviluppare e conseguire tutti e due gli obiettivi in maniera congiunta.

Figura 16 — *Impronta ecologica energetica per la categoria Rifiuti, due differenti scenari: situazione del 2011 e diminuzione della produzione totale dei rifiuti del 10%*



Come si vede dalla figura 17, combinando una riduzione del 10% della produzione totale dei rifiuti con un aumento della raccolta differenziata al 65%, l'impronta ecologica passerebbe da 0,986 gha a 0,84 gha.

Figura 17 — *Impronta ecologica energetica per la categoria Rifiuti, due differenti scenari: situazione del 2011 e diminuzione della produzione totale dei rifiuti del 10% insieme ad un aumento della raccolta differenziata al 65%*



Passando alle altre categorie: sui trasporti sarebbero necessari studi ed approfondimenti sulla percentuale di utilizzo del trasporto pubblico e privato nella Regione Marche, sull'efficienza e la qualità del trasporto pubblico rispetto ai bisogni dei cittadini, sul numero dei mezzi privati che nelle Marche, così come nelle altre Regioni e Nazioni occidentali, è particolarmente consistente. Secondo l'ACI nel 2015 il parco veicoli nelle Marche era di 1.353.525 veicoli in totale, con 646 auto ogni mille abitanti, risultato perfino superiore alla media italiana di 615 auto ogni mille abitanti, già tra i dati più alti in tutta Europa. L'utilizzo elevato di mezzi privati a scapito di quelli pubblici è sicuramente una delle maggiori cause di inquinamento e di pressione ed erosione di capitale naturale. Bisogna quindi leggere con i necessari distinguo i risultati di questo studio sulla leggera diminuzione tra il 2001 e il 2011 dell'impronta ecologica dei Trasporti relativa al Terreno per l'energia, dovuta soprattutto ad un calo dei consumi di benzina, carburante che bruciando incide particolarmente sulle emissioni di CO₂.

Si potrebbe comunque calcolare, in linea con gli scenari delineati finora, una riduzione dei consumi di carburante del 10%, così come una riduzione dei consumi di Beni di consumo e di Servizi sempre del 10%, e provare a ricalcolare un'ipotetica impronta ecologica che tenga conto di tutte le simulazioni proposte per ridurre il deficit ecologico. La Figura 18 mostra, attraverso il confronto della simulazione con la situazione delineata dal presente studio per il 2011, il cambiamento dell'impronta ecologica relativa al Terreno per l'energia, che si ridurrebbe del 13,93%, mentre la Figura 19 mostra il cambiamento dell'impronta ecologica totale (- 11,17%) e la diminuzione del deficit ecologico (-14,07%).

Figura 18 — Confronto tra l'impronta ecologica del Terreno per l'energia del 2011 e lo scenario possibile con le simulazioni operate nel presente studio.

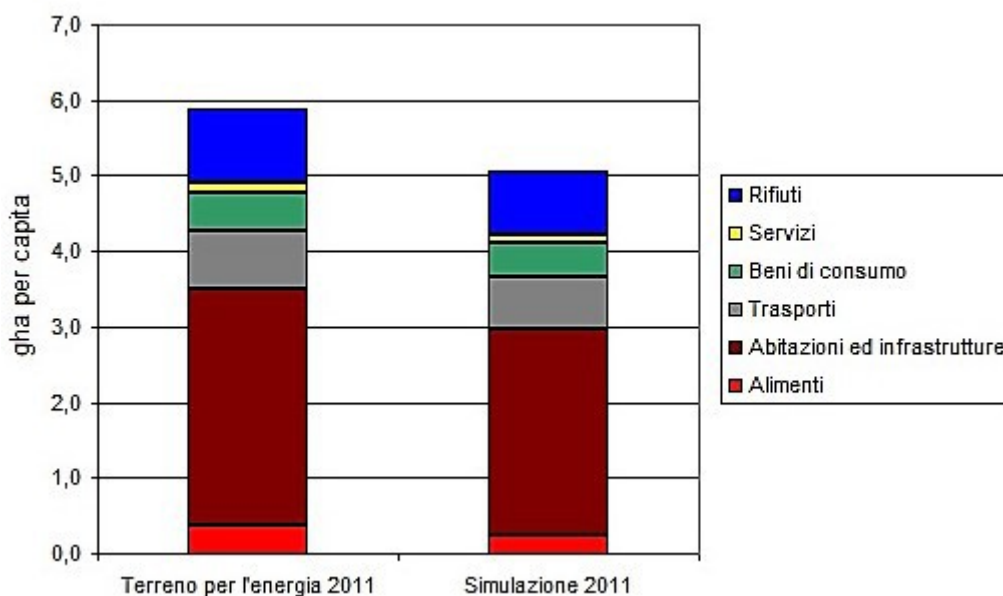
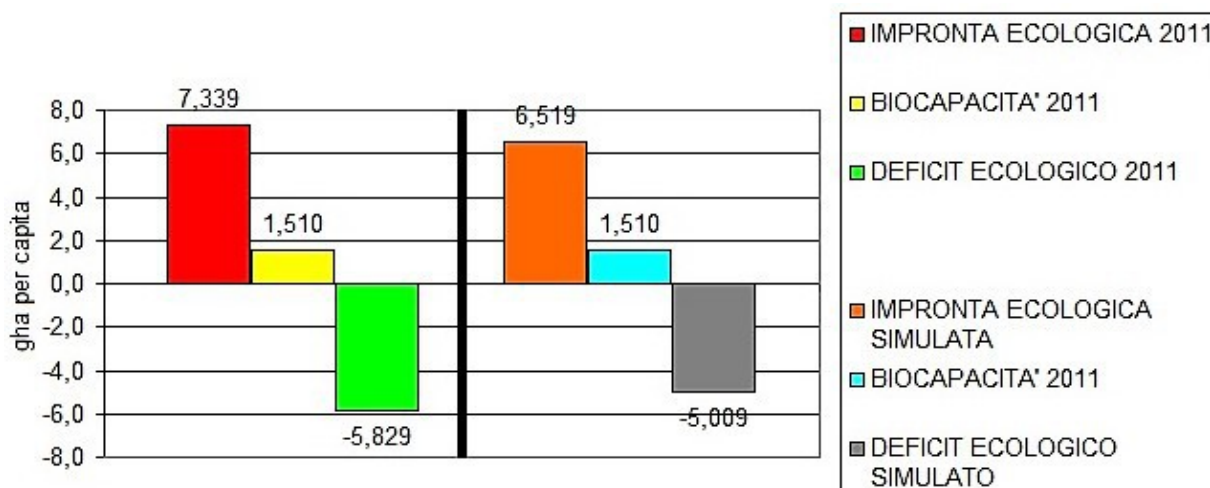
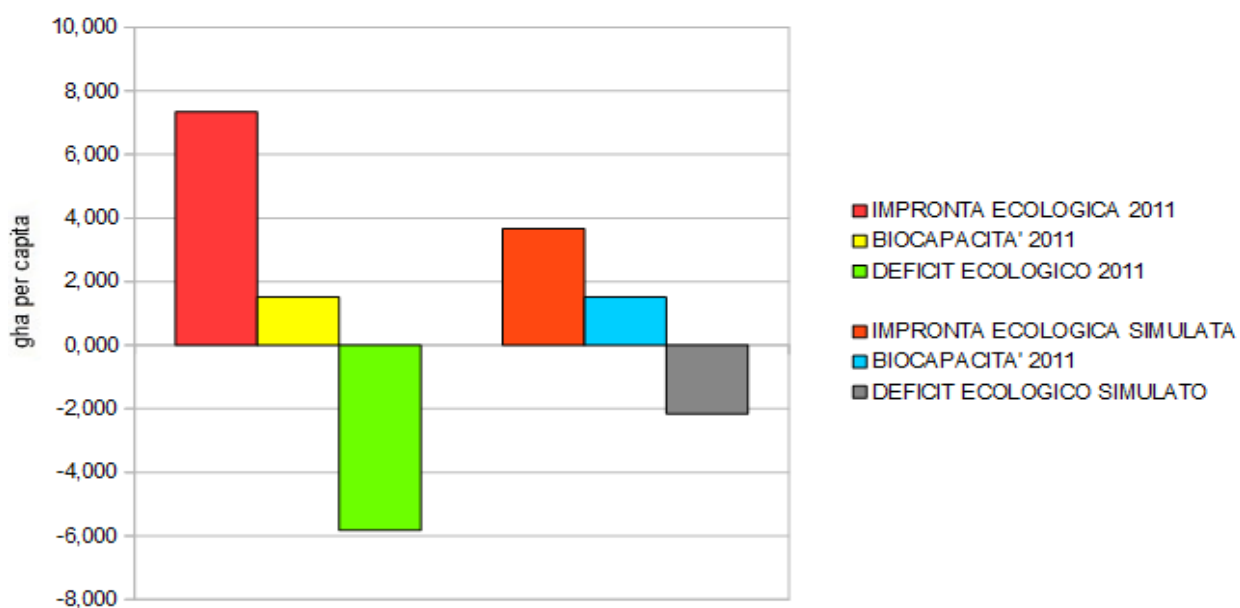


Figura 19 — Confronto tra biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Marche, comparazione 2011-simulazione



Una diminuzione importante ma non soddisfacente ai fini della ricerca di un annullamento del deficit. Immaginiamo uno scenario, alquanto improbabile, con una riduzione drastica dei consumi energetici in ogni categoria di consumo considerata: ad esempio ipotizzando che tutta l'energia elettrica utilizzata provenga da fonti rinnovabili, riducendo del 50% i consumi di carburanti per i Trasporti e della spesa in Beni di consumo e Servizi, assumendo che la quasi totalità degli Alimenti consumati provenga dalla Regione Marche e considerando una percentuale di raccolta differenziata del 90% con un'ulteriore riduzione di produzione dei rifiuti. Come mostrato nella Figura 20, il deficit ovviamente si ridurrebbe in maniera drastica ma l'impronta ecologica avrebbe comunque un valore elevato equivalente al doppio del valore della biocapacità.

Figura 20 — Confronto tra biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Marche, comparazione 2011-seconda simulazione



Si possono a questo punto trarre alcune conclusioni di carattere generale rispetto all'analisi di questi scenari, che bisogna ricordare è un'analisi parziale perché le variazioni simulate non riescono a tenere in conto tutte le ricadute che una variazione di una singola categoria comporta sulle altre. Ma rimane evidente l'importanza e l'entità del divario tra l'impronta ecologica e la biocapacità ed il conseguente elevato deficit.

I risultati raggiunti in questo lavoro per la Regione Marche sono, come già visto, in linea con i risultati nazionali e con i livelli di deficit delle regioni e dei paesi occidentali più benestanti e sviluppati. Per il 2018, il Global Footprint Network attraverso dati raccolti in 150 paesi ha fissato entro la fine di agosto il cosiddetto Earth Overshoot Day ("Giorno del Sovrasfruttamento della Terra"), il giorno in cui l'umanità ha esaurito le risorse che la Terra impiega un anno a rigenerare. Per l'Italia questo giorno, sempre per il 2018, è stato fissato ben prima, il 24 maggio, a simboleggiare la data in cui le risorse naturali del nostro pianeta si esaurirebbero se tutti vivessero come gli italiani. I critici dell'impronta ecologica potrebbero definire sensazionalistici questi dati, evidenziandone la mancanza di credibilità ed il sovradimensionamento dell'impatto umano sul capitale naturale. Eppure nella comunità scientifica il dibattito è acceso: si parla di un momento cruciale della storia dell'umanità, il passaggio da un periodo definito Olocene, durato circa diecimila anni, in cui il clima della terra si è mantenuto relativamente stabile, a quello che Paul Crutzen ha definito come Antropocene. "Gli esseri umani sono diventati il principale fattore di cambiamento dell'ecosistema terrestre, segnando l'inizio di una nuova era geologica che alcuni chiamano Antropocene. L'attività umana ha attraversato ora quella che è stata definita come la Grande Accelerazione: una rapida intensificazione del consumo delle risorse e del degrado ecologico. Rischiamo di distruggere i sistemi su cui si regge la Terra e con essi tutta la civiltà moderna. La risposta del pianeta a quelle pressioni potrebbe essere imprevedibile. Le sorprese sono già cominciate. A furia di risucchiare troppe risorse alla Terra, la Terra ci presenta il conto sotto forma di catastrofi naturali, di un'accelerazione dello scioglimento dei ghiacciai, di un rapido depauperamento della biodiversità. Dobbiamo correre ai ripari e definire una soglia di sicurezza che ci impedisca di far uscire il pianeta dal benevolo periodo dell'Olocene. Lo ha fatto il Planetary Boundaries Framework, un quadro programmatico sui limiti del pianeta, pubblicato nel 2009 da un gruppo di 28 scienziati. Il rapporto individua i processi fondamentali della Terra che regolano la sua capacità di sostenere condizioni come quelle dell'Olocene. Per ciascuno di quei processi, propone dei limiti oltre i quali rischiamo di indurre dei cambiamenti repentini che potrebbero spingere il pianeta verso uno stato più ostile per l'umanità." (Rockström J, 2015)

L'entità della problematica ambientale definisce la necessità di strategie e traguardi da agire e raggiungere ad un livello sovranazionale. Eppure qualsiasi strategia ha bisogno di essere compresa ed applicata anche a livello locale se si vuole realmente diminuire l'impatto dell'uomo sull'ambiente: scopo di questo lavoro è proprio evidenziare peculiarità, risorse e problematiche della situazione specifica della Regione Marche. Senza però dimenticare che la sfida attuale si gioca sul livello globale, ed ha bisogno di una strategia articolata che riesca a tenere insieme politiche locali, nazionali e obiettivi globali. Come sottolinea in un'intervista Alessandro Galli del Global Footprint Network parlando dello studio di un caso virtuoso come

quello della Provincia di Siena, prima area vasta d'Europa ad essere certificata dal 2011 come "*carbon free*" (le emissioni di gas serra vengono completamente compensate dalla capacità degli ecosistemi locali di assorbire CO₂), "il traguardo raggiunto è da prendere in considerazione e seguire come esempio non tanto per il risultato finale in sé per sé ma piuttosto per il percorso compiuto, che dimostra la volontà degli amministratori di progettare a lungo termine, il coraggio di pensare ad approcci e modelli di sviluppo alternativi e di mettere in atto politiche non finalizzate alla sola crescita economica, da monitorare attraverso indicatori complementari al solo Prodotto Interno Lordo. La capacità di pensare a lungo termine e la presenza di meccanismi di governance alternativi che portino la sostenibilità su di un piano nuovo, esteso all'intera struttura di governo e non più confinato ai soli dibattiti ambientali, sono fondamentali per un'effettiva transizione verso la sostenibilità."

Nel settembre 2015 i governi dei 193 Paesi membri dell'ONU hanno sottoscritto l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità che propone diciassette obiettivi per lo sviluppo sostenibile (definiti Sustainable Development Goals, SDGs) in un vasto programma d'azione che include 169 'targets' da raggiungere entro il 2030. La messa in atto ed il raggiungimento di questi target presuppone l'impegno di governi, politici e amministratori a livello nazionale e locale ad assicurare il monitoraggio dei progressi verso uno sviluppo sostenibile. (Galli A. Et al., 2018)

Nel dicembre 2017 l'Italia ha approvato la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile che costituisce l'elemento cardine nell'attuazione in Italia dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. La fase attuativa riconosce alle Regioni un ruolo di primo piano nell'allineamento delle politiche regionali di sviluppo sostenibile agli obiettivi della Strategia: entro il 2018 le regioni si devono dotare di una complessiva strategia di sviluppo sostenibile, che sia coerente e definisca il contributo alla realizzazione degli obiettivi della strategia nazionale. L'attuazione prevede la costruzione della Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile, attraverso il coinvolgimento delle istituzioni locali e della società civile (con l'istituzione di un Forum regionale per lo Sviluppo Sostenibile), la definizione del sistema degli obiettivi regionali, specificando le relazioni con gli obiettivi nazionali, e del sistema di indicatori e del piano di monitoraggio. Avere un quadro della situazione locale il più possibile dettagliato, attraverso molteplici studi ed indicatori, può essere utile sia dal punto di vista della comunicazione che della costruzione di policy: il presente lavoro vuole essere un contributo a questa analisi complessa ed articolata.

6. Conclusioni

In un periodo storico in cui fenomeni quali riscaldamento globale, cambiamento climatico, inquinamento e sovrappopolazione sono oramai una concreta minaccia per l'equilibrio del rapporto tra natura e uomo, è divenuto fondamentale calcolare e sperimentare indicatori adatti ad analizzare la pressione esercitata dai consumi e dagli stili di vita delle popolazioni sugli ecosistemi naturali. L'impronta ecologica e la biocapacità provano a dare una risposta attraverso indicatori che, nonostante la complessità della metodologia di calcolo

e della ricerca delle fonti da utilizzare, siano di immediata lettura per i policy maker.

La scelta in questo studio di un livello il più possibile dettagliato di disaggregazione secondo le categorie di terreni ecologicamente produttivi e categorie di consumo permette un'analisi specifica degli aspetti socioeconomici legati all'uso delle risorse ambientali ed allo stile di vita della popolazione presa in esame. La comparazione cronologica tra due anni, il 2001 e il 2011, ha inoltre permesso un ulteriore approfondimento di come è cambiata in un decennio la situazione del deficit ecologico della Regione Marche, evidenziando alcuni aspetti positivi su cui è possibile continuare ad agire attraverso politiche di riduzione dell'impatto sull'ambiente. Purtroppo il confronto temporale ha però messo in mostra un peggioramento della pressione della popolazione marchigiana sulle risorse ambientali, sintomo della necessità di agire tempestivamente attraverso una riduzione significativa dei consumi, scelte consapevoli da parte dei cittadini e delle Amministrazioni, una migliore gestione dei rifiuti attraverso la riduzione della loro produzione totale e l'aumento della raccolta differenziata. Alcuni scenari possibili sono stati mostrati nello studio attraverso delle simulazioni che hanno mostrato come si potrebbe ridurre sensibilmente il deficit ecologico. I dati dell'impronta ecologica della Regione Marche hanno confermato i risultati di studi fatti su realtà sub-nazionali in Italia e nei paesi occidentali, evidenziando deficit particolarmente significativi rispetto alla media mondiale e contribuendo quindi ad una critica dettagliata dei modelli di sviluppo che hanno portato ad una situazione simile. Un confronto con l'impronta ecologica e la biocapacità delle altre regioni italiane, utilizzando la stessa metodologia, è auspicabile per poter scendere ancor più nel dettaglio dell'analisi dello stato del deficit ecologico regionale, così come sarebbe importante una comparazione con l'analisi dei flussi turistici, vista la crescente importanza della cosiddetta industria turistica in Italia ed anche nelle Marche e il suo peso esercitato sull'ecosistema.

Riferimenti bibliografici:

- AA.VV. (2016) Living Planet Report, World Wildlife Found Editor
- AA.VV. (2004) Living Planet Report, World Wildlife Found Editor
- AA.VV. (2002) Living Planet Report, World Wildlife Found Editor
- Ambiente Italia Istituto di Ricerche (2000) Prima relazione sullo stato dell'ambiente, Regione Marche
- Assessorato Ambiente (2010) RSA Marche Focus 2010 Aggiornamento del terzo rapporto sullo stato dell'ambiente, Regione Marche
- Assessorato alla Tutela e Risanamento Ambientale Regione Marche (2009) Ambiente e Consumo di Suolo nelle Aree Urbane Funzionali delle Marche, Regione Marche
- Bagliani M., Galli A., Niccolucci V., Marchettini N. (2008) Ecological footprint analysis applied to a sub-national area: The case of the Province of Siena (Italy), *Journal of Environmental Management* 86
- Bagliani M., Ferlaino F., Procopio S. (2001) L'impronta ecologica: analisi regionale e settoriale, Ires Working Paper, 152
- Chambers N., Simmons C., Wackernagel M. (2002) *Manuale delle Impronte Ecologiche. Principi, applicazioni, esempi*, Edizioni Ambiente
- Cohen J.E. (1995), *How many people can the earth support?*, Norton
- Ehrlich P., Holdren J. (1971) *Impact of population growth in Science*, vol. 171
- Galli A., Đurović G., Hanscom L., Knežević J., *Think globally, act locally: Implementing the sustainable development goals in Montenegro*, *Environmental Science and Policy* n. 84, 2018
- Global Footprint Network (2015), *National Footprint Account results (2015 Edition)*, Global Footprint Network
- Goffi G. (2013) *Il sistema economico delle Marche. Artigianato e mercato del lavoro dagli anni Novanta alla crisi attuale*, *Economia Marche Journal of Applied Economics* Vol. XXXII, No. 1
- Ispra (2016), *Annuario dei dati ambientali 2016*, Ispra (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)
- Istat (2012), *I consumi delle famiglie, Anno 2011*, Istat
- Istat (2013), *Sesto censimento generale dell'Agricoltura. Atlante dell'Agricoltura Italiana*, Istat
- Lewan L., Simmons C. (2001) *L'impronta ecologica e l'analisi della biocapacità come indicatori di sostenibilità per le aree geografiche sub-nazionali. Rapporto finale redatto per il Progetto Indicatori Comuni Europei Eurocities.*
- Niccolucci V., Galli A., Kitzes J., Pulselli R., Borsa S., Marchettini N. (2008), *Ecological Footprint Analysis applied to the production of two Italian wines*, *Agriculture, Ecosystems and Environments* 128
- Rees W., Wackernagel M. (1996), *L'Impronta Ecologica*, Edizioni Ambiente
- Rete Rurale Nazionale (2015), *BioReport 2014-2015, L'agricoltura biologica in Italia*, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
- Rockström Johan, *Un nuovo paradigma per la prosperità*, *Il Sole 24 Ore online*, 3 maggio 2015

Tiezzi E. et al. (2006) Analisi dell'Impronta Ecologica della Provincia di Siena in Spin-Eco Studio di sostenibilità della Provincia di Siena, Fondazione Monte dei Paschi di Siena

Wackernagel (2000), "Asses your household Ecological Footprint", Redefining Progress

Wackernagel (2003), "Household Ecological Footprint Calculator", Redifining Progress

Wackernagel M., Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A. (2010) Ecological Footprint Atlas, Global Footprint Network

WCED (1987) Our Common Future, United Nations

Impronta Ecologica delle regioni del Centro Italia: un confronto

Emanuele Tartuferi

Università di Macerata – Dipartimento di Economia e Diritto

I. Introduzione

I temi dello sviluppo sostenibile, della crescita legata alla sostenibilità ambientale e sociale sono oramai da anni all'ordine del giorno dell'agenda politica. Studiare, monitorare, misurare i vari aspetti della sostenibilità, vista la sua natura complessa e multidimensionale, sono compiti imprescindibili per la ricerca e strumenti che possono e devono essere messi a disposizione di studiosi e policy maker per comprendere ed analizzare un determinato territorio e capire quali scelte politiche ed economiche è possibile operare nell'ottica di un reale sviluppo sostenibile.

Negli ultimi decenni sono stati proposti e studiati diversi indicatori di sostenibilità, capaci di affiancare il PIL, una misura quest'ultima che da sola non riesce a cogliere la molteplicità delle dimensioni sociali, ambientali ed economiche che caratterizzano lo studio del benessere e della sostenibilità di un determinato territorio. Ad esempio non considera il contributo economico fondamentale fornito dall'ambiente naturale, in termini di aria e acqua, suoli produttivi, benefici climatici, né considera la perdita di risorse naturali impiegate per la produzione di beni e servizi (Chambers et al. 2002). A partire dagli anni '60 dello scorso secolo si è man mano sviluppata una critica sempre più ampia all'utilizzo del solo indicatore del Prodotto Interno Lordo, incapace di considerare anche gli aspetti sociali e ambientali della crescita economica, come l'aumento vertiginoso dello sfruttamento delle risorse naturali (Aall C. e Norland I.T., 2005).

Dall'introduzione del concetto di sviluppo sostenibile nel 1987 da parte della “Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo” fino alle indicazioni e raccomandazioni dei principali organi internazionali (dall'Unione Europea alle Nazioni Unite) sull'importanza di misurare gli aspetti ambientali e sociali dello sviluppo, è evidente come crescita economica, inclusione sociale e tutela dell'ambiente debbano essere oramai temi e obiettivi inscindibili dell'agenda dei policy maker, sia a livello internazionale che nazionale e locale. Il programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità denominato “Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile” sottoscritto nel settembre 2015 a Lisbona dai governi dei 193 Paesi membri dell'Onu prevede il raggiungimento entro il 2030 di 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile, dalla lotta alla povertà alla tutela dell'ambiente (nello specifico: città e comunità sostenibili, consumo e produzione responsabili, agire per il clima, la vita sott'acqua, la vita sulla terra) (Istat, 2016).

Se questi sono gli obiettivi che ci si è dati a livello internazionale, è ovvio che potranno essere agiti e raggiunti solo prestando attenzione, facendo ricerca e sviluppando politiche efficaci soprattutto a livello nazionale e territoriale. “Le applicazioni a livello regionale sono, in particolare, estremamente importanti, dal momento che le regioni hanno il compito di garantire e favorire processi di utilità sovra-individuale

come il rispetto dell'ambiente e la coesione sociale” (Balducci et al., 2015).

In questo studio si prendono in esame le quattro regioni del Centro Italia (Marche, Toscana, Umbria e Lazio) per misurarne e confrontarne la loro impronta ecologica, una metodologia di contabilità delle risorse ambientali sviluppata da William Rees e Mathis Wackernagel a partire dagli anni novanta.

Il concetto fondamentale dietro l'idea dell'impronta ecologica è che la terra a disposizione dell'uomo non è una risorsa infinita: al contrario, l'importante aumento della popolazione umana nel mondo determina un utilizzo sempre più ampio ed invasivo di aree e superfici biologicamente produttive. L'indicatore proposto da Wackernagel e Rees riesce attraverso un solo dato, cioè il bilancio tra la domanda di superficie ecologica (l'impronta ecologica) e l'offerta locale di superficie ecologica (biocapacità), a comunicare con chiarezza e semplicità il nesso tra genere umano ed ecosfera, attraverso l'analisi dei consumi e della produzione di rifiuti di una determinata popolazione ed il calcolo delle superfici produttive (Rees, W e Wackernagel, M., 1996).

2. L'impronta ecologica: metodologia e dati

L'impronta ecologica è una misura della superficie degli ecosistemi ecologici produttivi (terreno per l'energia, terreno agricolo, foreste, pascoli, acque) necessari per sostenere nel lungo termine le attività economiche e sociali di una comunità che vive in un determinato territorio. L'impronta ecologica viene espressa in ettari globali di superficie ecologicamente produttiva. L'analisi dell'impronta ecologica propone un punto di vista diverso del bilancio ecologico locale ribaltando l'approccio tradizionale alla definizione della sostenibilità: il modello dell'impronta ecologica misura la superficie di territorio richiesta da una determinata popolazione anziché definire la popolazione che potrebbe essere sostenuta per unità di territorio.

Per riuscire a ricavare l'impronta ecologica e la biocapacità di una regione bisogna avere la possibilità di calcolare le risorse che vengono consumate e i rifiuti che vengono prodotti da una popolazione in un determinato territorio e che questi flussi di risorse e rifiuti possano essere convertiti in un'equivalente area biologicamente produttiva, necessaria a garantire queste funzioni (Chambers, N. et al., 2000). E' quindi fondamentale una ricerca approfondita dei dati attraverso l'utilizzo di fonti ufficiali e, nel caso di questo studio che mette a confronto le quattro regioni del Centro Italia, il più possibile omogenei per avere risultati confrontabili.

La metodologia e le fonti di dati utilizzate riprendono il lavoro svolto per il calcolo dell'impronta ecologica e della biocapacità della Regione Marche. Come nel suddetto studio, anche in questo caso vengono presentati i risultati dell'analisi e del calcolo dell'impronta ecologica dei consumi per le regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio relativi agli anni 2001 e 2011, così da poter effettuare sia un confronto tra le regioni della situazione attuale del deficit ecologico del territorio sia un confronto temporale che evidenzia i cambiamenti avvenuti nell'arco di un decennio nelle quattro regioni.

L'utilizzo delle stesse fonti dei dati e della stessa metodologia permette di avere risultati omogenei e confrontabili, aspetto non scontato nel calcolo dell'impronta ecologica locale e sub-nazionale che utilizza il

metodo per componenti in cui vengono calcolati i valori di impronta ecologica di ogni attività utilizzando dati caratteristici del territorio preso in esame: al contrario del metodo composto, che fa riferimento ai flussi commerciali e ai dati energetici di una nazione e viene utilizzato principalmente per il calcolo delle impronte ecologiche nazionali (facilmente confrontabili e pubblicati ogni anno per tutte le nazioni del mondo dal Global Footprint Network), nel metodo per componenti sono quasi sempre necessarie stime ed approssimazioni. Inoltre il metodo per componenti ha il vantaggio di poter identificare e discutere gli impatti attività per attività, aspetto particolarmente utile nello studio dell'impronta ecologica di un territorio specifico come una Regione.

3. Gli studi sull'impronta ecologica delle Regioni Italiane

Grazie alla capacità di comunicare con semplicità attraverso dati sintetici e comprensibili l'utilizzo (spesso l'uso eccessivo) di risorse naturali da parte dell'uomo, l'impronta ecologica fin dalla sua nascita ha destato l'interesse di analisti, ricercatori, policy maker e amministratori locali. Nonostante le critiche verso l'utilizzo dell'impronta ecologica per l'implementazione di politiche ambientali adeguate (Van den Bergh J., Grazi F., 2010), considerata troppo generica e fin troppo sintetica, allo stesso tempo è un indicatore che riesce ad offrire una descrizione generale ed un quadro della situazione efficace e comprensibile, capace di comunicare con immediatezza lo stato dell'arte di una determinato territorio dal punto di vista dell'utilizzo delle risorse naturali disponibili e guidare le decisioni politiche, identificare le aree dove è necessario un intervento prioritario (Galli A., 2015) soprattutto se utilizzata insieme ad altri indicatori specifici che permettono di misurare l'utilizzo di risorse in una determinata regione o territorio (Giljum S. et al., 2013).

Uno dei primi lavori di applicazione su scala sub-nazionale appartiene proprio ad uno dei padri dell'impronta ecologica, Mathis Wackernagel: è del 1998 e viene definito come il primo approccio al calcolo dell'impronta di una città, quella di Santiago del Cile (Wackernagel M., 1998), che presenta un valore più alto dell'impronta media di un abitante della città di Santiago rispetto all'impronta media nazionale. Uno studio che evidenzia subito la difficoltà nel reperire dati statistici ufficiali a livello locale ed apre quindi alla ricerca di metodi, utilizzo di fonti di dati ed approssimazioni per il calcolo delle impronte locali.

Nello stesso anno, uno studio del Comune di Barcellona mostra l'alta impronta ecologica media locale della cittadina della regione Catalogna, cercando di inserire nuovi elementi e nuove componenti dell'impronta stessa tarate sul livello locale, come l'area necessaria per assorbire le emissioni di CO₂ date dalle principali forme di smaltimento di rifiuti solidi della città di Barcellona, e l'area di bacino idrografico necessaria a soddisfare la domanda annuale di acqua potabile (Frattarelli et al., 2002).

In Italia, diversi studi a partire dai primi anni 2000 sono stati effettuati per comuni, province, aree di particolare interesse ambientale e paesaggistico ed ovviamente regioni. In questo studio vengono presentati i principali lavori fatti a livello regionale in ordine cronologico, a partire da quello effettuato dal WWF nel 2000 per la Regione Liguria (WWF, 2000) dove, nonostante la stima di un'impronta ecologica media minore a quella nazionale, si evidenzia la necessità di un territorio undici volte più vasto rispetto ai confini

amministrativi della Regione. Lo studio mette in evidenza anche le percentuali di consumo di territorio secondo le categorie di terreni ecologicamente produttivi e le categorie di consumo.

Nel 2001 è l'Ires (Istituto Ricerche Economico-Sociali del Piemonte) a calcolare l'impronta ecologica della Regione Piemonte: un articolo del quotidiano La Stampa riporta la presentazione dello studio avvenuta a Torino mettendo in evidenza risultati migliori rispetto a quelli di altre regioni e nazioni avanzate ma "decisamente peggiori rispetto alla media mondiale e addirittura pessime se considerate rispetto al bilancio su scala planetaria, perché il Piemonte sta contribuendo a consumare lo stock non più rigenerabile di capitale naturale globale" (Ires, 2001).

L'Arta (Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente) realizza nel 2002 il calcolo dell'impronta ecologica per la Regione Abruzzo che risulta essere di poco inferiore alla media italiana. Come viene riscontrato nello studio, la differenza può essere giustificata dalle caratteristiche peculiari del territorio abruzzese, con un'alta percentuale di aree sottoposte a tutela (23%), densità di popolazione molto inferiore alla media nazionale e, soprattutto, distribuzione irregolare della popolazione che vive in piccoli centri sparsi: vi sono infatti sul territorio più di trecento comuni, a carattere prevalentemente collinare e montano, di cui solo una ventina superano i 10.000 abitanti, con pochi agglomerati urbani significativi.

Nel 2004 Ministero dell'Ambiente e WWF presentano il primo studio sull'impronta ecologica delle sei regioni dell'Obiettivo 1 del QCS (Quadro Comunitario di Sostegno): Campania, Puglia, Basilicata, Sicilia, Calabria e Sardegna (CRAS, 2004). E' il primo studio in Italia che prende come riferimento un'area, quella del Mezzogiorno, e mette a confronto i risultati regionali che evidenziano un'impronta ecologica minore rispetto a quella delle regioni del Centro Nord. Delle sei regioni, solo la Sardegna e la Basilicata non presentano un deficit ecologico e quindi dispongono delle risorse necessarie per soddisfare i propri consumi. Tra i valori presentati, destava e desta ancora particolare preoccupazione la bassissima incidenza della raccolta differenziata dei rifiuti: dal 3,7% della Puglia allo 0,68% della Calabria. Nonostante la crescita della percentuale di raccolta differenziata negli ultimi anni, nel 2013 si registrano ancora valori ben lontani dalla media nazionale con solo il 22% per la Puglia e il 14,7% per la Calabria (Rapporto annuale Comieco, 2013).

E' del 2004 anche uno studio della Regione Veneto sull'impronta ecologica regionale, raccolto nel Rapporto Statistico 2010 (Regione Veneto, 2010): la biocapacità riesce a coprire solo il 25% dell'utilizzo di servizi naturali da parte della popolazione residente, lasciando un deficit ecologico del 75%.

Anche se non prende in considerazione direttamente le regioni italiane, è di particolare interesse un recente studio pubblicato nella rivista *Environmental Science & Policy* nel marzo 2017 sull'impronta ecologica delle città del Mediterraneo (Baabou et al., 2017). La regione mediterranea si trova in deficit ecologico fin dagli anni '60 (Galli et al, 2015) e negli ultimi cinquant'anni ha assistito ad una crescente urbanizzazione, specialmente nelle grandi città delle aree costiere dove vive più della metà dell'intera popolazione del Mediterraneo. Delle diciannove città prese in esame, tredici hanno valori più alti di quelli medi del Paese di riferimento. A registrare l'impronta ecologica pro-capite più alta sono La Villetta, Atene, Genova,

Marsiglia, Roma e Barcellona. Tra le città che registrano i valori più bassi figurano invece Tirana, Alessandria, Il Cairo e Tunisi. Sono quindi le città europee, o comunque quelle a più alto reddito, a esercitare più pressione sulle risorse. Anche tenendo conto dell'intera popolazione cittadina, Roma e Barcellona si confermano tra le città con l'impronta complessiva maggiore. Un dato interessante anche per il presente studio che analizza, tra le quattro regioni che comprendono il Centro Italia, anche la Regione Lazio che "ospita" la capitale italiana, una delle diciannove città analizzate nel suddetto articolo, Roma, che risulta tra le più impattanti dal punto di vista dell'impronta ecologica.

4. Le quattro regioni del Centro Italia

Il territorio che comprende le quattro regioni del Centro Italia si estende su un'area complessiva di 58.052 km², prevalentemente collinare (per circa il 69%) e montuosa (circa il 27%), attraversata dagli Appennini settentrionali e centrali e bagnata ad ovest dal mar Tirreno e dal mar Ligure (Toscana e Lazio) e ad est dal mare Adriatico (Marche). I principali fiumi sono l'Arno e il Tevere, i laghi più importanti il Trasimeno in Umbria, il lago di Bolsena e il lago di Bracciano in Lazio. La regione più estesa è la Toscana con 22.993 km², al quinto posto tra le regioni italiane in termini di superficie, con un territorio maggiormente collinare (67%) e montuoso (25%); subito dopo il Lazio con 17.203 km², di cui il 54% collinare e la parte restante divisa tra montagna e pianura; le Marche con 9.694 km² per la maggior parte collinare (69%) e montuosa (31%); infine l'Umbria con 8.456 km² (71% collinare e 29% montuosa), unica regione senza accesso al mare.

Nel 2011 la popolazione era di 5.500.022 abitanti nel Lazio, la regione più popolosa (seconda regione più popolata in Italia dopo la Lombardia) e con la più alta densità di popolazione (342 abitanti per km²), poi la Toscana con 3.667.780 abitanti (163 abitanti per km²); 1.540.668 abitanti nelle Marche (164 abitanti per km²), ed infine 883.215 abitanti in Umbria (105 abitanti per km²). Dal censimento del 2001 a quello del 2011, la popolazione è cresciuta del 6,5% in tutto il Centro Italia, ed in particolare nel Lazio (+7,6%) ed in Umbria (+7,1%). Nelle Marche e in Toscana l'aumento è stato minore, rispettivamente del 6,1% e del 5%.

Il Lazio è la regione che ospita più Comuni (378) divisi in 5 province, tra cui la capitale d'Italia, Roma, che è anche la città italiana più popolosa con più di 2 milioni e 800 mila abitanti. Sono 276 i Comuni in Toscana divisi in 10 province: il capoluogo è Firenze, ottava città in Italia per popolazione (380 mila abitanti), mentre 229 sono i Comuni marchigiani divisi in 5 province con capoluogo di regione Ancona (poco più di 100 mila abitanti, quarantacinquesima tra le città italiane per numero di abitanti). Infine l'Umbria con 92 Comuni divisi in sole due province, Terni e il capoluogo Perugia (165 mila abitanti), è la regione italiana a statuto ordinario con meno comuni su tutto il territorio nazionale.

Il PIL pro-capite nel Centro Italia cresce dal 2001 fino al 2007 (in media +1,1%) per poi iniziare a decrescere dall'inizio della crisi nel 2007 (Balducci et al., 2015). Il Lazio è la seconda regione d'Italia per PIL prodotto, subito dopo la Lombardia, con un dato superiore alla media italiana, ma è sesta se si prende in considerazione il PIL pro-capite, il che si traduce in una distribuzione disomogenea del PIL prodotto

concentrato in particolar modo nella produzione economica della capitale. Vengono poi la Toscana, le Marche ed infine l'Umbria, quest'ultima con un dato inferiore rispetto alla media nazionale.

In tutte e quattro le regioni, confermando il dato nazionale, è il settore terziario a trainare l'economia e pesare di più sulla composizione del PIL ma con importanti differenze: in particolare nel Lazio i settori primario e secondario sono inferiori in termini percentuali rispetto alla media italiana, mentre il settore terziario è ben al di sopra della media italiana. Al contrario, in Umbria e nelle Marche il terziario è leggermente al di sotto della media nazionale: in Umbria sia il primario che il secondario sono più presenti rispetto alla media, mentre nelle Marche è solo il settore secondario ad essere superiore. La Toscana è in linea con la media italiana in tutti e tre i settori.

Analizzando i consumi invece, ed in particolare la spesa media mensile familiare per spese alimentari, beni di consumo e servizi dei due anni considerati nello studio, nel 2011 nel Centro Italia la spesa media mensile era di 2.576 euro, superiore alla media italiana di 2.487 euro, con importanti differenze tra le quattro regioni: infatti il dato dell'Umbria è inferiore alla media nazionale, con 2.443 euro di spesa, quello del Lazio poco superiore alla media italiana ma inferiore a quella regionale (2.522 euro) mentre sono le Marche e la Toscana ad alzare la media con rispettivamente 2.614 euro e 2.673 euro di spesa media mensile familiare. Nel 2001 la la spesa media mensile del Centro Italia (2.182 euro) è di poco superiore alla media italiana (2.173 euro), ma è il Lazio ad avere una media particolarmente inferiore al dato nazionale e regionale, con 2.001 euro di spesa. Poi l'Umbria, con 2.246 euro, le Marche (2.307 euro) e la Toscana (2.379 euro).

5. Risultati e Discussione

Come per il calcolo dell'impronta ecologica e della biocapacità per la Regione Marche, anche in questo caso vengono mostrati sia i risultati aggregati che disaggregati al fine di presentare un quadro completo delle cause dei deficit ecologici delle quattro regioni e avere la possibilità di confrontare i dati sia a livello generale che andando il più possibile nel dettaglio delle singole categorie dei terreni ecologicamente produttivi e dei consumi.

Il confronto temporale tra il 2001 e il 2011, eseguito con le stesse fonti dei dati e la stessa metodologia, consente inoltre di raffrontare, anche se solo in due momenti nel tempo, il diverso andamento dell'evoluzione avvenuta tra le regioni e tentare di comprenderne le cause.

La Tabella 1 riporta la popolazione residente e il numero medio di componenti per famiglia al 2001 e al 2011 per Marche, Toscana, Umbria, Lazio e il totale per il Centro Italia. La Tabella 2 presenta i risultati aggregati dell'impronta ecologica e della biocapacità locale a livello assoluto e pro-capite per le quattro regioni per il 2011, la Tabella 3 per il 2001. I risultati sono riportati in ettari globali in valore assoluto e pro-capite.

Tabella 1 — Popolazione residente e numero medio di componenti per famiglia riferiti alle Regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio per il 2001 ed il 2011

REGIONE	POP. RESIDENTE		N. medio per famiglia	
	Anno 2001	Anno 2011	Anno 2001	Anno 2011
Marche	1.453.798	1.540.668	2,66	2,39
Toscana	3.497.402	3.667.780	2,5	2,24
Umbria	826.196	883.215	2,61	2,29
Lazio	5.117.075	5.500.022	2,55	2,29
Centro Italia	10.894.471	11.591.705	2,58	2,30

Tabella 2 — I valori dell'impronta ecologica, della biocapacità e del deficit ecologico riferiti alle Regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio per il 2011 e riportati in valori assoluti e pro capite.

Regione Marche 2011			Regione Marche 2011		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	11307342,11	gha	Impronta Ecologica pro-capite	7,34	gha/ab
Biocapacità	2326478,48	gha	Biocapacità pro-capite	1,51	gha/ab
Deficit Ecologico	-8980863,64	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,83	gha/ab

Regione Toscana 2011			Regione Toscana 2011		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	30408325,12	gha	Impronta Ecologica pro-capite	8,29	gha/ab
Biocapacità	5002716,13	gha	Biocapacità pro-capite	1,36	gha/ab
Deficit Ecologico	-25405609	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-6,93	gha/ab

Regione Umbria 2011			Regione Umbria 2011		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	7446175,83	gha	Impronta Ecologica pro-capite	8,43	gha/ab
Biocapacità	1884691,41	gha	Biocapacità pro-capite	2,13	gha/ab
Deficit Ecologico	-5561484,42	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-6,30	gha/ab

Regione Lazio 2011			Regione Lazio 2011		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	40170814,28	gha	Impronta Ecologica pro-capite	7,30	gha/ab
Biocapacità	3599380,12	gha	Biocapacità pro-capite	0,65	gha/ab
Deficit Ecologico	-36571434,2	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-6,65	gha/ab

Tabella 3 — I valori dell'impronta ecologica, della biocapacità e del deficit ecologico riferiti alle Regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio per il 2001 e riportati in valori assoluti e pro capite.

Regione Marche 2001			Regione Marche 2001		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	9401251,98	gha	Impronta Ecologica pro-capite	6,47	gha/ab
Biocapacità	1872130,61	gha	Biocapacità pro-capite	1,29	gha/ab
Deficit Ecologico	-7529121,37	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,18	gha/ab

Regione Toscana 2001			Regione Toscana 2001		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	24948256,66	gha	Impronta Ecologica pro-capite	7,13	gha/ab
Biocapacità	4168572,82	gha	Biocapacità pro-capite	1,19	gha/ab
Deficit Ecologico	-20779683,8	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,94	gha/ab

Regione Umbria 2001			Regione Umbria 2001		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	6176535,39	gha	Impronta Ecologica pro-capite	7,48	gha/ab
Biocapacità	1574167,31	gha	Biocapacità pro-capite	1,91	gha/ab
Deficit Ecologico	-4602368,07	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,57	gha/ab

Regione Lazio 2001			Regione Lazio 2001		
Valori assoluti			Valori pro-capite		
Impronta Ecologica	11307342,11	gha	Impronta Ecologica pro-capite	6,16	gha/ab
Biocapacità	2326478,48	gha	Biocapacità pro-capite	0,59	gha/ab
Deficit Ecologico	-8980863,64	gha	Deficit Ecologico pro-capite	-5,57	gha/ab

I grafici 1, 2 e 3, riferiti rispettivamente al confronto tra i valori dell'impronta ecologica, la biocapacità ed il deficit ecologico pro-capite delle quattro regioni aiutano a comprendere con più chiarezza ed immediatezza i risultati ottenuti.

Figura 1 — Confronto tra i valori dell'impronta ecologica per la Regione Marche, Toscana, Umbria e Lazio. Anni 2011 e 2001

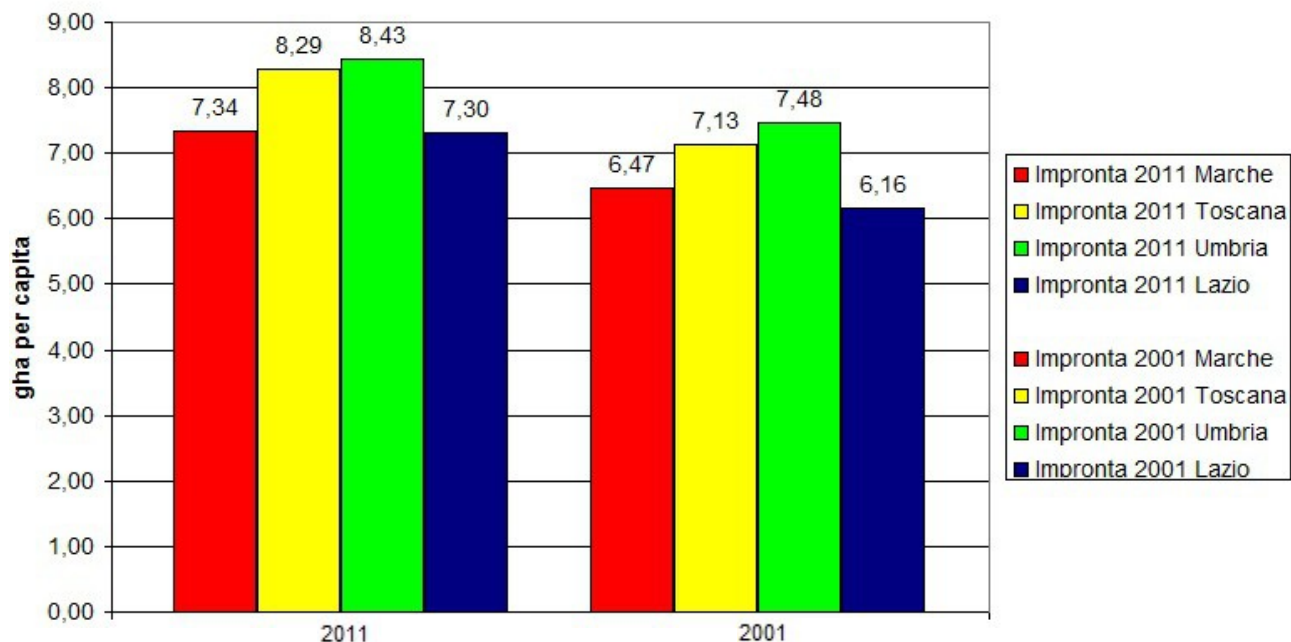


Figura 2 — Confronto tra i valori della biocapacità per la Regione Marche, Toscana, Umbria e Lazio. Anni 2011 e 2001

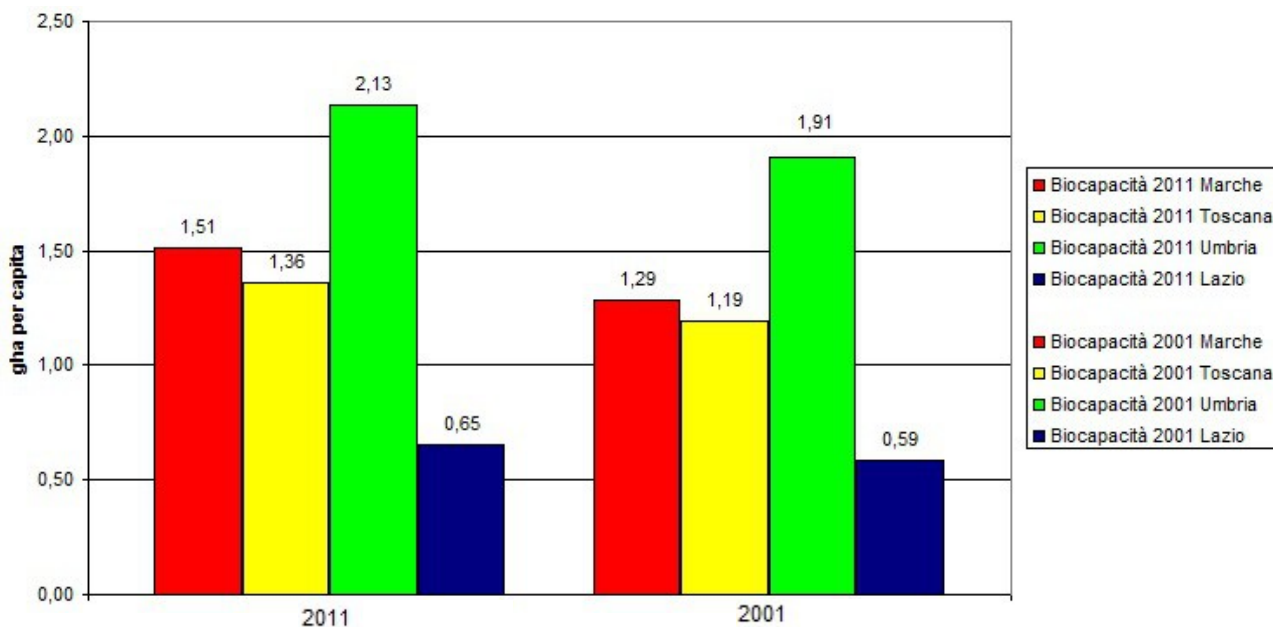
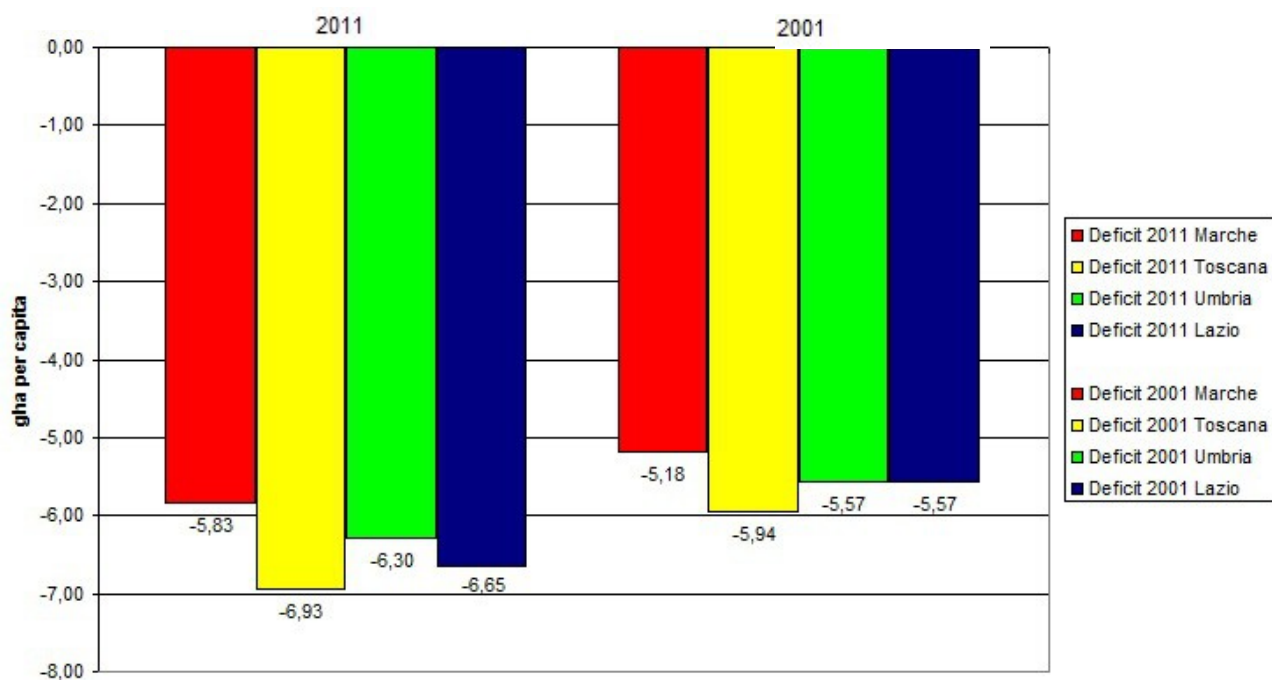


Figura 3 — Confronto tra i valori del deficit ecologico per la Regione Marche, Toscana, Umbria e Lazio. Anni 2011 e 2001

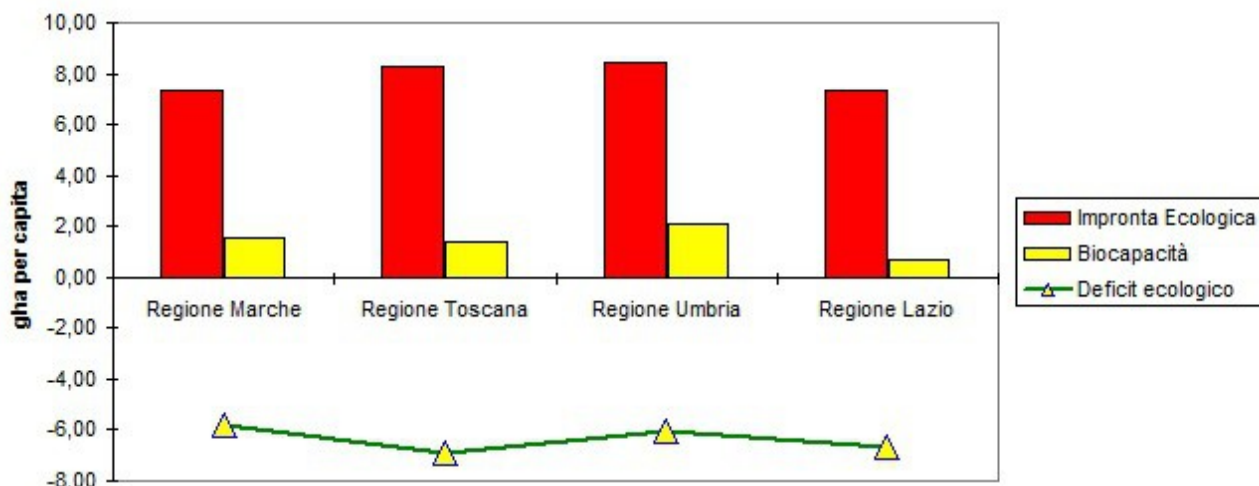


E' evidente il dato del pesante deficit ecologico per tutte e quattro le regioni considerate, sia per l'anno 2001 che per il 2011. Come già evidenziato nello studio dell'impronta ecologica per la Regione Marche, i deficit di tutte e quattro le regioni sono di gran lunga superiori al livello mondiale dell'impronta ecologica (per il 2011 a livello percentuale il deficit ecologico globale è del 19,43% con 2,11 gha pro-capite di impronta ecologica a fronte di una biocapacità pro-capite di 1,7 gha) ma allo stesso tempo in linea con la situazione italiana. Nonostante i valori non siano perfettamente comparabili a causa dei diversi metodi utilizzati per gli studi di carattere nazionale e locale, si può comunque notare che nel 2011 con una biocapacità pro-capite di 1,1 gha e un'impronta ecologica di 4,2 gha a persona il deficit pro-capite italiano è di 3,1 gha: in pratica la biocapacità media italiana riesce a coprire solamente il 26,43% dell'impronta ecologica lasciando un deficit ecologico del 73,57%.

Nelle Marche la biocapacità media copre il 20,57% dell'impronta ecologica e lascia un deficit del 79,43%. Peggiora la situazione della Toscana, dove la biocapacità media di 1,36 gha pro-capite copre solamente il 16,4% dell'impronta ecologica di 8,29 gha pro-capite, con un deficit dell'83,23%, mentre l'Umbria tra le quattro considerate è la regione più "virtuosa" dal punto di vista del deficit ecologico con il valore di - 6,3 gha pro-capite (74,73%) grazie ad una biocapacità più alta (2,13 gha pro-capite che copre il 25,26% dell'impronta ecologica) rispetto a Marche, Toscana e Lazio. Ed è proprio l'ultima regione considerata dallo studio, il Lazio, ad avere il valore più basso per quanto riguarda la biocapacità pro-capite, solamente 0,65 gha che riescono a coprire appena l'8,9% dell'impronta ecologica, con un deficit di -6,6 gha pro-capite, il 90,41% in valori percentuali. La Figura 4 permette di visualizzare meglio la situazione appena descritta, che vede Toscana e Lazio registrare un deficit ecologico maggiore rispetto a Marche ed Umbria, dovuto soprattutto alla minore quantità di territorio biologicamente produttivo a disposizione di ogni cittadino

(biocapacità) per soddisfare le proprie abitudini di consumo e stili di vita: l'analisi disaggregata permetterà di entrare nel dettaglio dei singoli terreni ecologicamente produttivi e delle singole categorie di consumo e capire quali categorie maggiormente incidono su deficit ecologici particolarmente elevati. Solo l'Umbria rileva un dato simile alla media nazionale dal punto di vista del deficit ecologico, nonostante l'impronta ecologica pro-capite sia la più alta tra le quattro regioni (8,43 gha).

Figura 4 — Confronto tra i valori dell'impronta ecologica, biocapacità e deficit ecologico per la Regione Marche, Toscana, Umbria e Lazio. Anno 2011

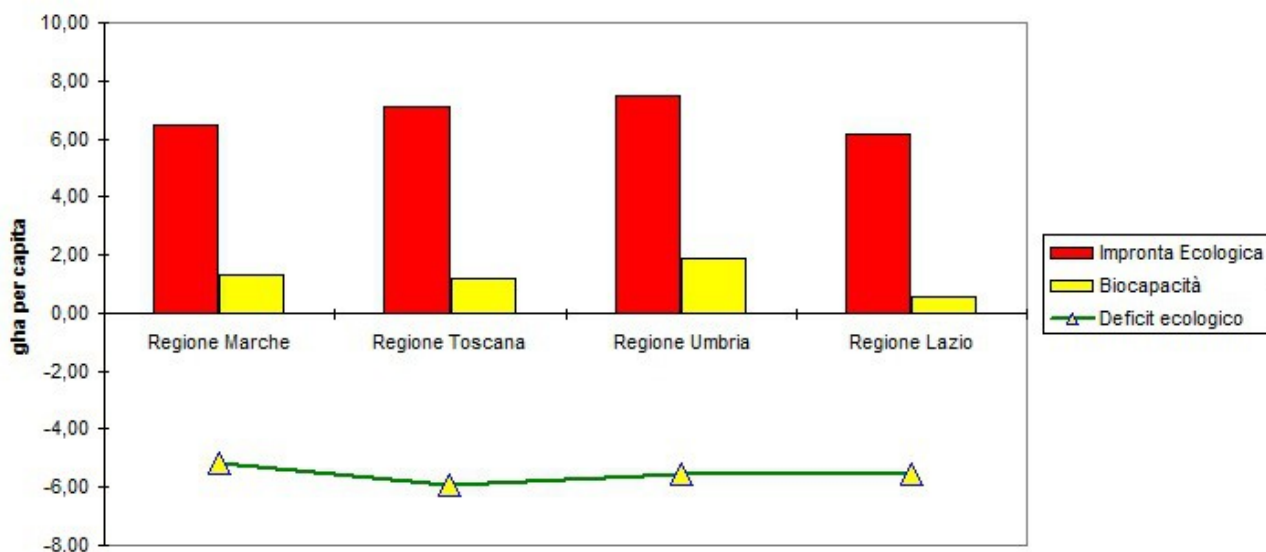


Passando al confronto cronologico tra i due anni presi in esame, osservando le figure 1, 2 e 3 si nota immediatamente l'aumento dell'impronta ecologica e del deficit ecologico in tutte e quattro le regioni prese in esame: anche in questo caso è il Lazio ad osservare l'aumento più consistente, passando da un deficit di -5,57 gha pro-capite ad un deficit di -6,65 gha dal 2001 al 2011: in valori percentuali, nel 2001 la biocapacità di 0,59 gha riesce a coprire solamente il 9,6% dell'impronta ecologica regionale pro-capite, un dato comunque migliore dell'8,9% del 2011. Così in Toscana e in Umbria, anche se con scarti minimi: la regione toscana nel 2001 vedeva la biocapacità soddisfare il 16,69% dell'impronta ecologica rispetto al 16,4% del 2011, mentre in quella umbra nel 2001 la biocapacità copre il 25,53% dell'impronta ecologica rispetto al 25,26% del 2011. Nonostante l'aumento dell'impronta ecologica e del deficit ecologico, grazie anche all'aumento del valore della biocapacità, dovuto a diversi fattori tra cui bisogna tenere in considerazione i differenti fattori di equivalenza e di resa utilizzati relativi ai due anni presi in esame, nelle Marche la quantità di territorio biologicamente produttivo a disposizione migliora, anche se di poco, nel 2011 (20,57%) rispetto al 2001 dove copriva solamente il 19,94% dell'impronta ecologica.

La Figura 5 mostra il confronto tra i valori dell'impronta ecologica, biocapacità e deficit ecologico per le quattro regioni in esame per l'anno 2001: rispetto alla figura 4, si nota il deficit minore della regione Lazio, identico al deficit umbro, nonostante il valore della biocapacità del Lazio sia evidentemente il più basso sia nel 2001 che nel 2011. E' invece la Toscana a registrare, nel 2001 così come nel 2011, il deficit ecologico medio pro-capite più alto tra le quattro regioni. A questo punto è necessario l'approfondimento dei dati fin

qui presentati attraverso l'analisi dei risultati disaggregati per capire quali categorie di terreno produttivo e di consumo contribuiscono maggiormente a livelli così elevati di impronta e deficit ecologici.

Figura 5 — Confronto tra i valori dell'impronta ecologica, biocapacità e deficit ecologico per la Regione Marche, Toscana, Umbria e Lazio. Anno 2001



5.1 Risultati disaggregati

I risultati aggregati consegnano un quadro particolarmente negativo riguardo il deficit ecologico delle quattro regioni del Centro Italia, simbolo della mancanza di autosufficienza nel riuscire a soddisfare localmente la domanda di risorse naturali. Le Figure 6, 7, 8 e 9 chiariscono questo aspetto mettendo in evidenza, regione per regione, il deficit o surplus ecologico per ogni singola categoria di terreno ecologicamente produttivo relativi all'anno 2011.

Tutte e quattro le regioni sono in deficit nelle categorie pascoli e, in maniera particolarmente evidente, foreste: risultato quest'ultimo determinato dal fatto che nella categoria di terreno ecologicamente produttivo Foresta ricadono tutti i consumi del terreno per l'energia che utilizza circa l'80% dei terreni ecologicamente produttivi in tutte e quattro le regioni. Dato abbastanza logico e scontato visto che secondo la formulazione di Rees e Wackernagel il terreno per l'energia equivale alla superficie di foresta necessaria per assorbire CO₂ emessa dalla produzione di energia a partire da combustibili fossili (Rees W e Wackernagel M, 1996): dai consumi di carburante all'energia elettrica fino al riscaldamento e all'energia incorporata nei beni consumati, utilizzata per la fabbricazione ed il trasporto, tutti i consumi di energia ricadono in questa categoria. Come per tutte le regioni e le nazioni più benestanti, sviluppate ed industrializzate, è un dato che allarma e mette in guardia sulla necessità di trovare soluzioni e politiche adeguate a risolvere il problema della sostenibilità, a partire dalla riduzione dei consumi e della produzione dei rifiuti, delle emissioni di CO₂, così come prestare particolare attenzione ai danni ambientali conseguenti alla produzione e commercializzazione di beni e servizi.

Figura 6 — Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Marche disaggregato in categorie di terreni ecologicamente produttivi. Anno 2011

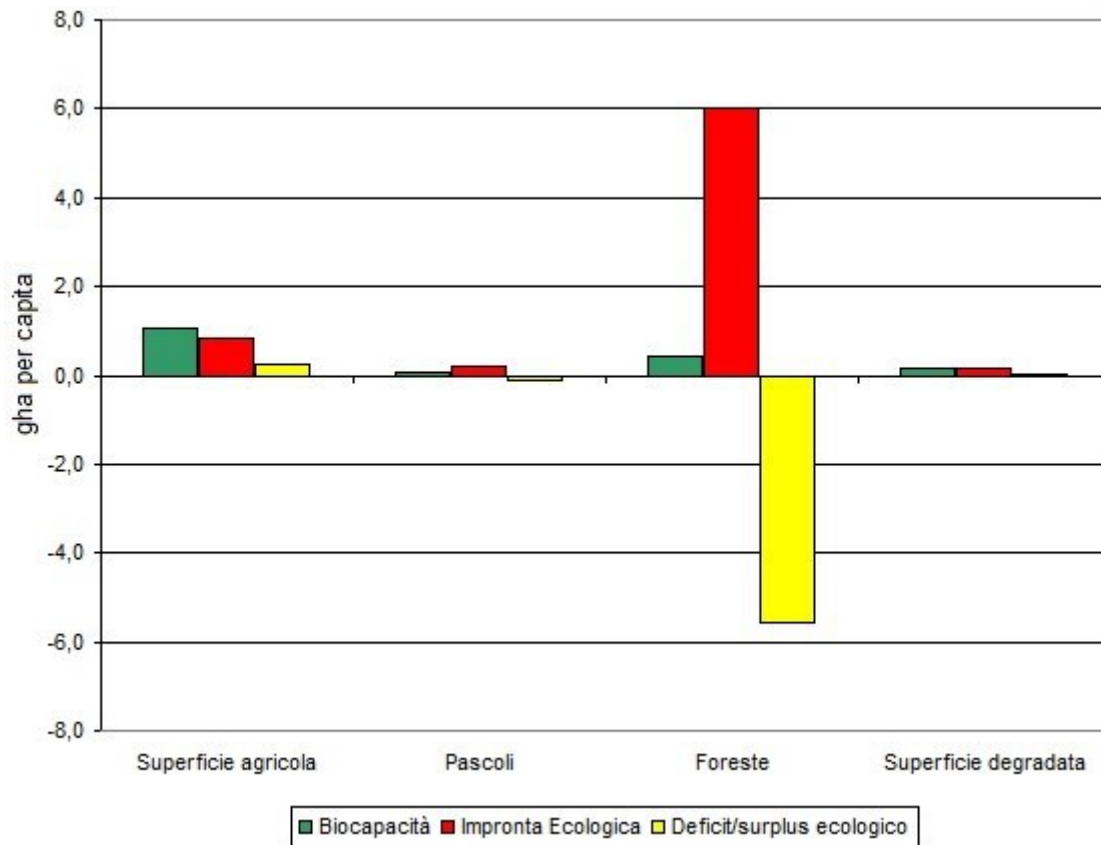


Figura 7 — Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Toscana disaggregato in categorie di terreni ecologicamente produttivi. Anno 2011

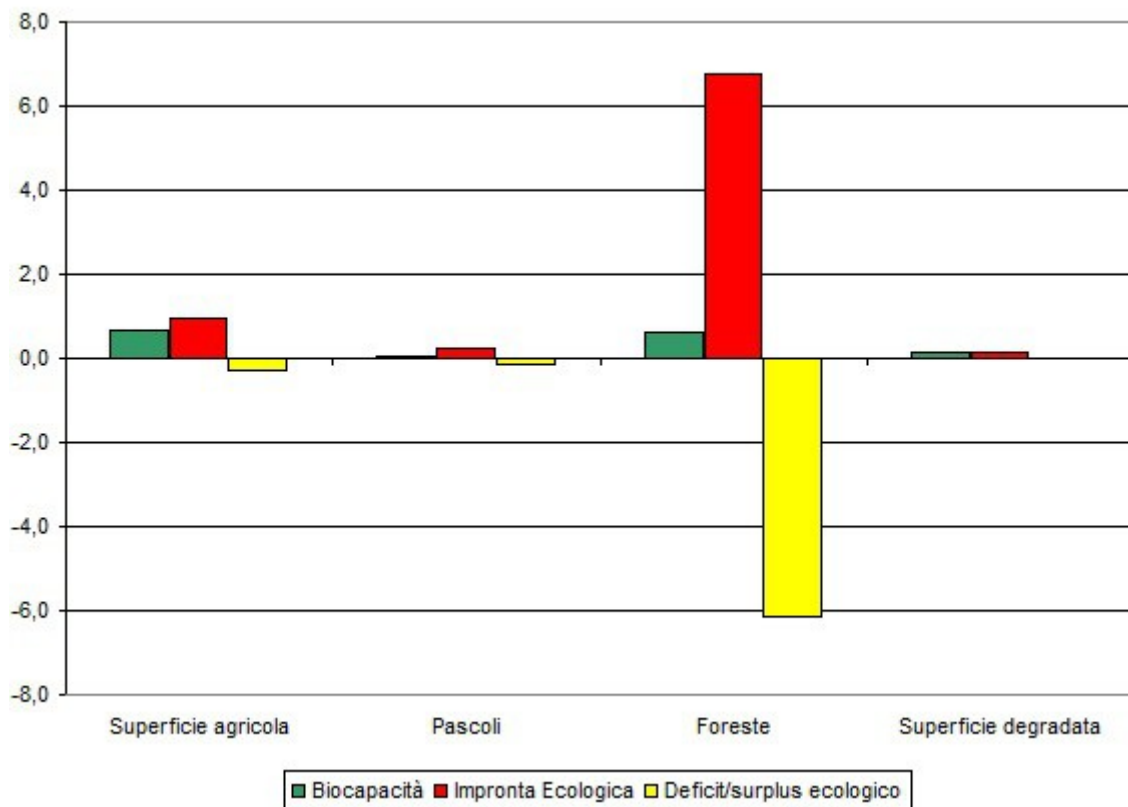


Figura 8 — *Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Umbria disaggregato in categorie di terreni ecologicamente produttivi. Anno 2011*

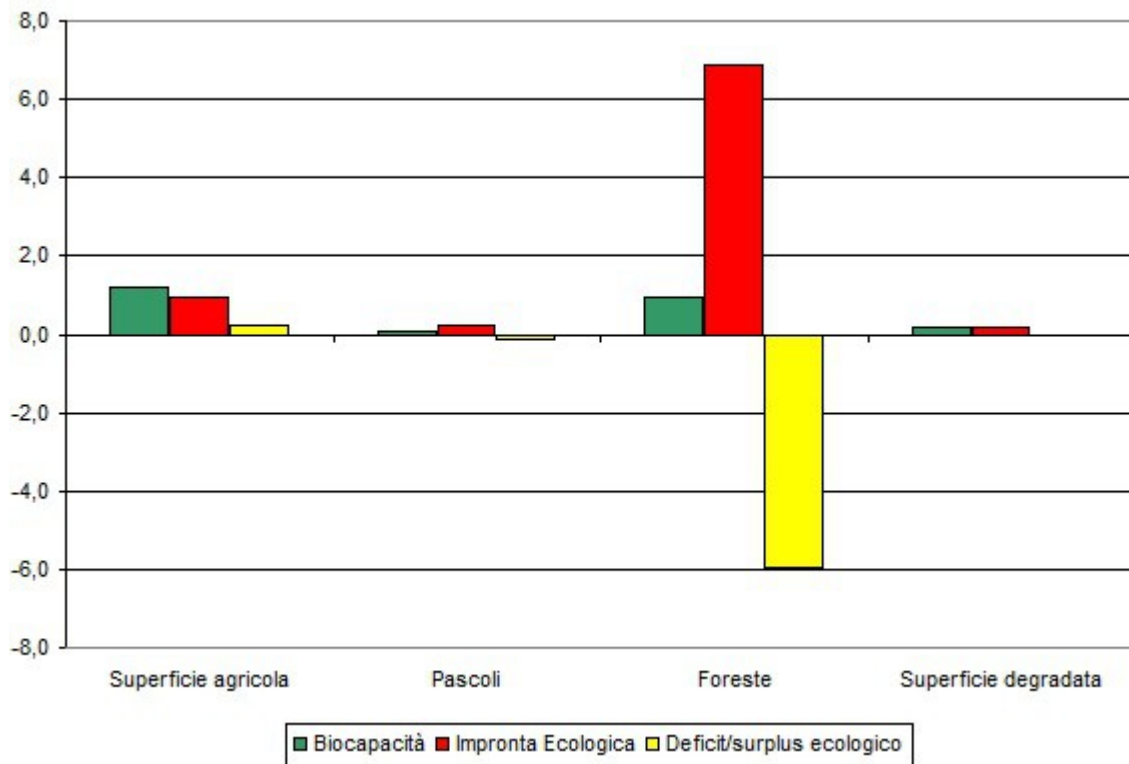
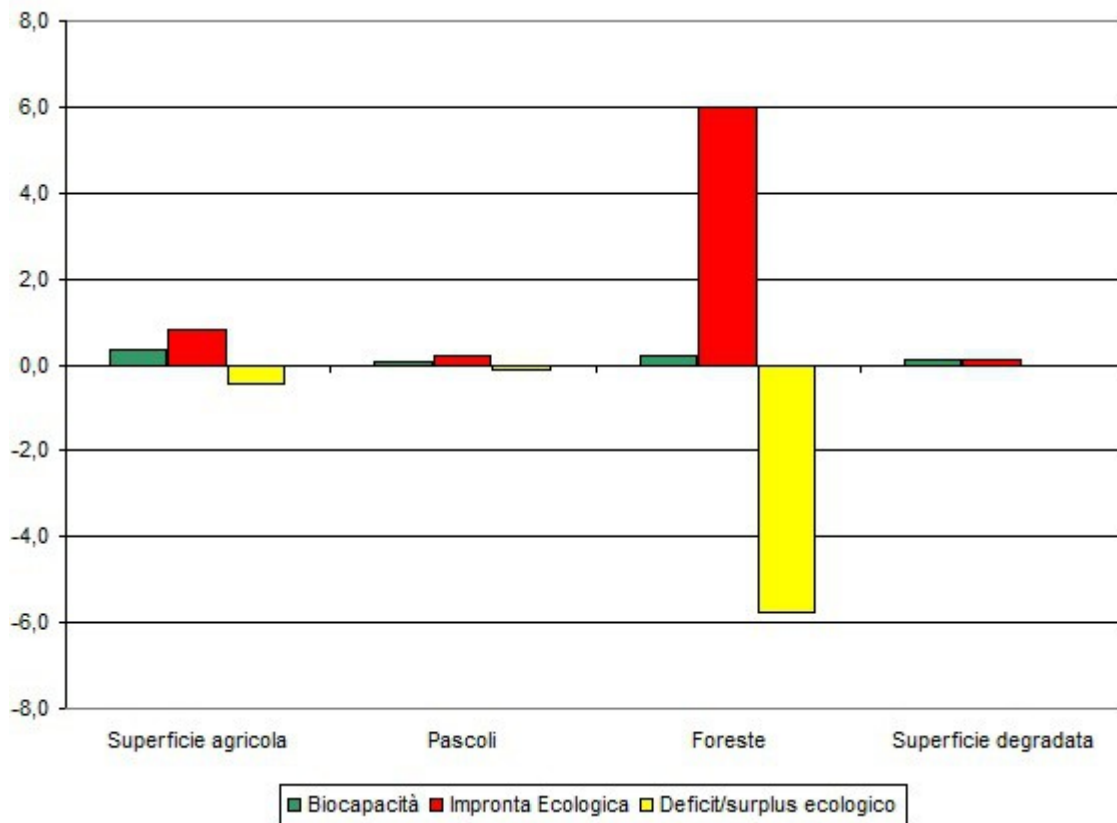


Figura 9 — *Biocapacità, impronta ecologica e deficit/surplus ecologico pro-capite della Regione Lazio disaggregato in categorie di terreni ecologicamente produttivi. Anno 2011*



Una distinzione importante è evidenziata nella categoria Superficie agricola: sia la Regione Marche che la Regione Umbria risultano esportatrici nette di beni economici e servizi relativi al terreno agricolo, al contrario di Toscana e Lazio che scontano un deficit ecologico anche in questa categoria, in particolare il Lazio (-0,46 gha pro-capite). Più che il valore dell'impronta ecologica per la superficie agricola, è la biocapacità a determinare questo risultato: gli ettari per abitante di superficie disponibili nel Lazio, tra le regioni con la maggiore densità di popolazione per km² in Italia, è appena di 0,086 ettari a fronte dei 0,29 dell'Umbria e gli 0,26 ettari delle Marche. Anche la Toscana, che ha la maggiore estensione in valori assoluti sia di superficie totale che di superficie agricola, nel 2011 dispone però solamente di 0,17 ettari di terreno agricolo per abitante, determinando un livello minore di biocapacità rispetto a Marche ed Umbria, a fronte anche dei consumi particolarmente elevati sia per gli alimenti che per i beni di consumo, le principali categorie di consumo della superficie agricola.

Le Figure 10, 11, 12 e 13 mostrano l'impronta ecologica delle quattro regioni del Centro Italia per il 2011 disaggregate proprio per le sei categorie di consumo.

Figura 10 — *Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per le sei categorie di consumo*

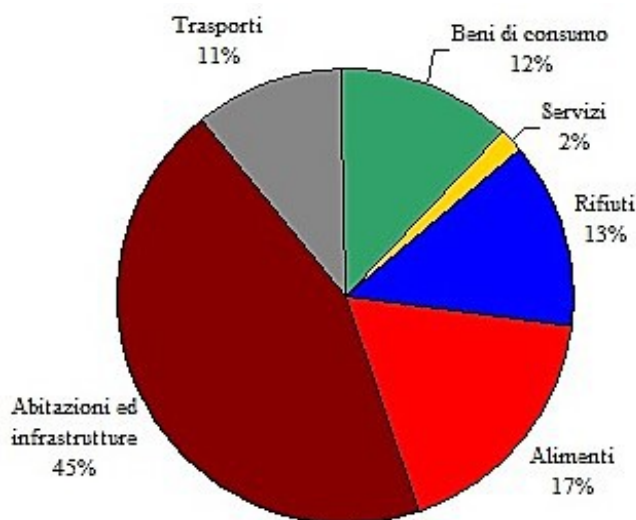


Figura 11 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Toscana per il 2011 disaggregata per le sei categorie di consumo

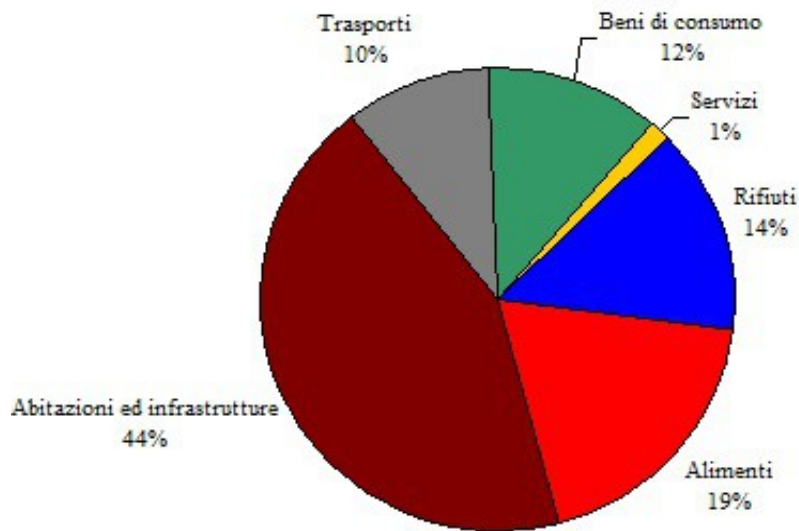


Figura 12 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Umbria per il 2011 disaggregata per le sei categorie di consumo

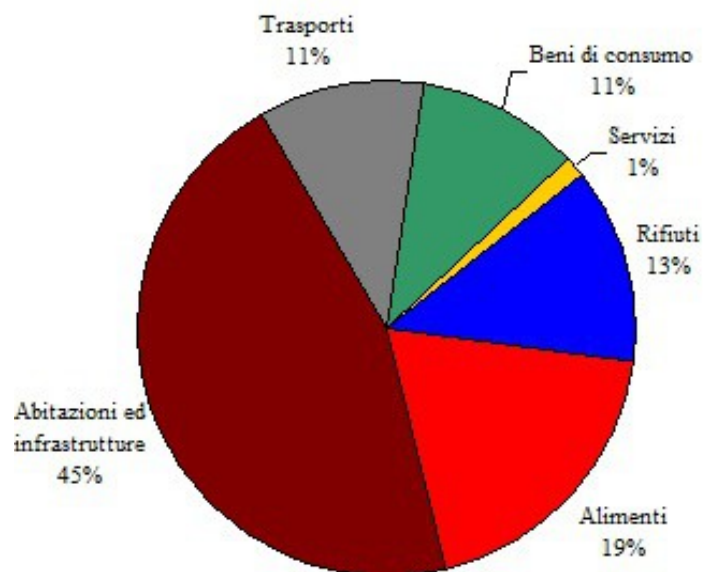
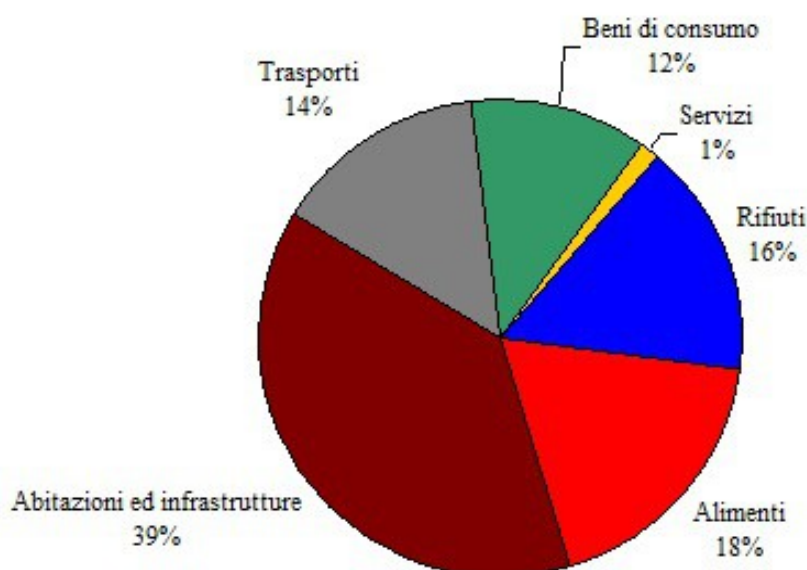


Figura 13 — *Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Lazio per il 2011 disaggregata per le sei categorie di consumo*



Le abitudini di consumo sono simili e così la distribuzione percentuale delle sei categorie di consumo, ma con importanti differenze. Il contributo più importante è dato dalla categoria Abitazioni ed infrastrutture anche se in misura percentuale minore nel Lazio dove invece ad incidere di più rispetto alle altre regioni sono soprattutto i trasporti e i rifiuti. E' questo il dato più significativo e distintivo che emerge dall'analisi dei risultati disaggregati per i consumi: ad incidere negativamente per il Lazio è soprattutto l'elevata produzione di rifiuti pro-capite, superiore a quella di tutte le altre regioni, connessa ad una percentuale molto bassa di raccolta differenziata, nel 2011 ferma ancora al 20,05% rispetto al 43,87% delle Marche, al 38,36% della Toscana e al 36% dell'Umbria. Verranno poi analizzati in dettaglio i valori relativi ai rifiuti nel confronto tra i risultati del 2001 e il 2011 per le quattro regioni.

Discorso simile si può fare sui trasporti, soprattutto sul consumo di carburanti: calcolando l'impronta ecologica del consumo di benzina, gasolio e gpl per la categoria Trasporti secondo i dati forniti dall'elaborazione ACI sui dati del Ministero dello Sviluppo Economico, la Regione Lazio ha un'impronta ecologica di 1,04 gha, che da sola supera di gran lunga la biocapacità della regione stessa (0,65 gha), a fronte di un'impronta ecologica per i consumi di carburanti per i trasporti per le Marche di 0,75 gha, per la Toscana di 0,82 gha e per l'Umbria di 0,87 gha. Come detto in precedenza, sicuramente pesa nel Lazio la presenza di una grande città e una realtà urbana particolare come la capitale italiana, Roma, che nel 2011 ha registrato uno dei maggiori valori di produzione di rifiuti pro-capite: 682 kg per anno, appena al di sotto del dato di Firenze con 688 kg per anno (Ispra, 2013).

Un approfondimento della categoria Trasporti è necessario visto il comportamento differente che si registra anche dal punto di vista del confronto cronologico tra le regioni del Centro Italia, con le Marche e l'Umbria da una parte che vedono ridursi (unica categoria di consumi peraltro ad osservare una diminuzione del

valore medio pro-capite tra il 2001 e il 2011) l'impronta ecologica relativa ai Trasporti. Le Marche passano da un'impronta di 0,82 gha nel 2001 ad un'impronta di 0,75 gha nel 2011, mentre l'Umbria registra nel 2001 un valore di 0,91 gha a fronte dello 0,89 gha del 2011. Discorso contrario va fatto per Lazio e Toscana, che anche nella categoria Trasporti osservano un sensibile aumento dell'impronta ecologica. Le figure 14, 15, 16 e 17 mostrano i confronti tra i due anni per ogni regione considerata per l'impronta ecologica per la categoria terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per la tipologia di consumo di carburante. Calano dovunque le impronte ecologiche derivate dai consumi medi di benzina pro-capite, con valori particolarmente bassi proprio in Umbria e nelle Marche, mentre aumenta considerevolmente l'impronta ecologica relativa al consumo di gpl e gasolio, in particolare in Toscana e Lazio.

Figura 14 — Impronta ecologica per la categoria Terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per tipologia di consumo di carburante. Regione Marche, confronto 2011-2001

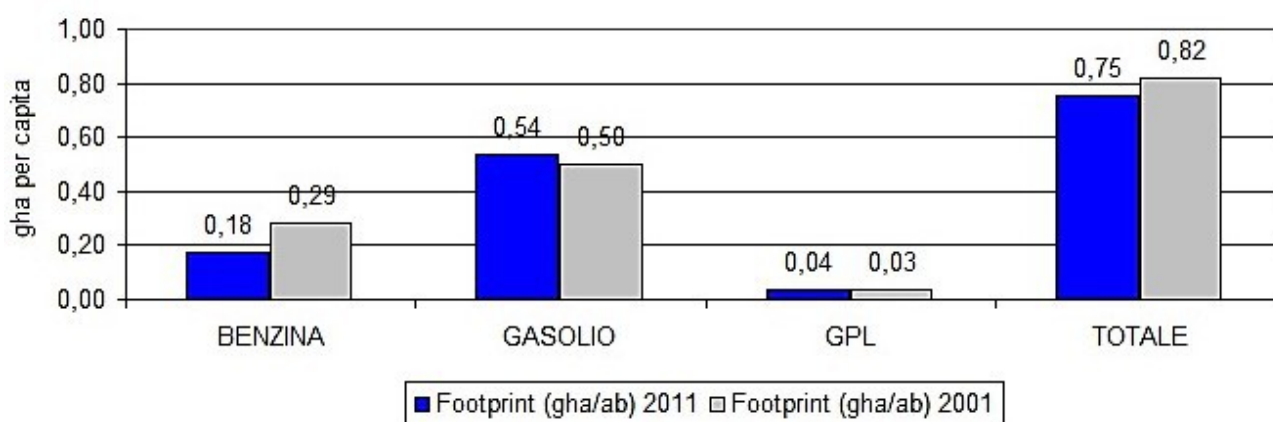


Figura 15 — Impronta ecologica per la categoria Terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per tipologia di consumo di carburante. Regione Toscana, confronto 2011-2001

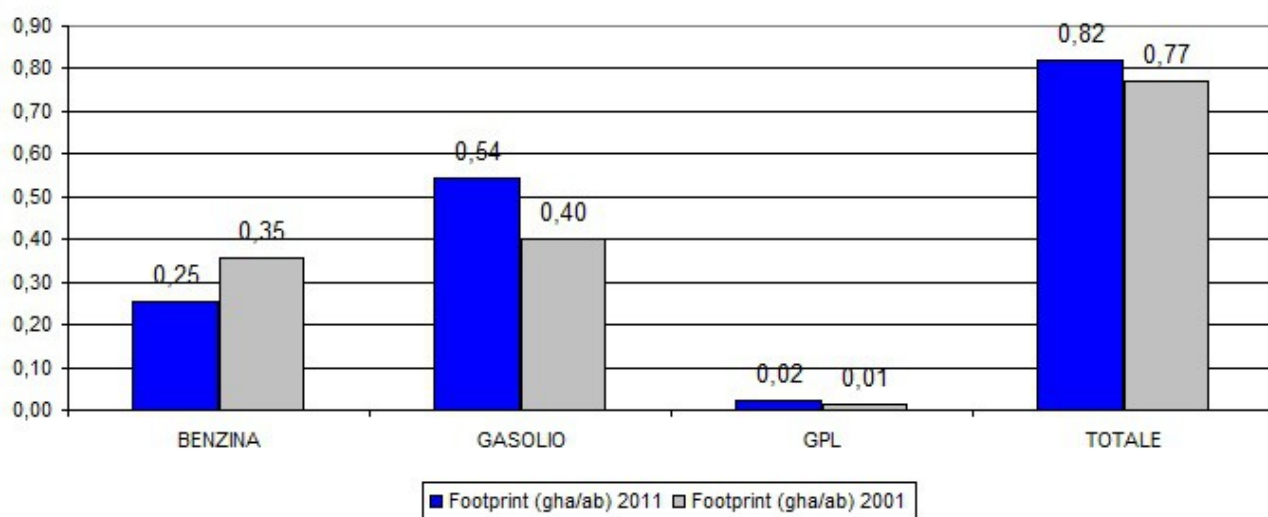


Figura 16 — Impronta ecologica per la categoria Terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per tipologia di consumo di carburante. Regione Umbria, confronto 2011-2001

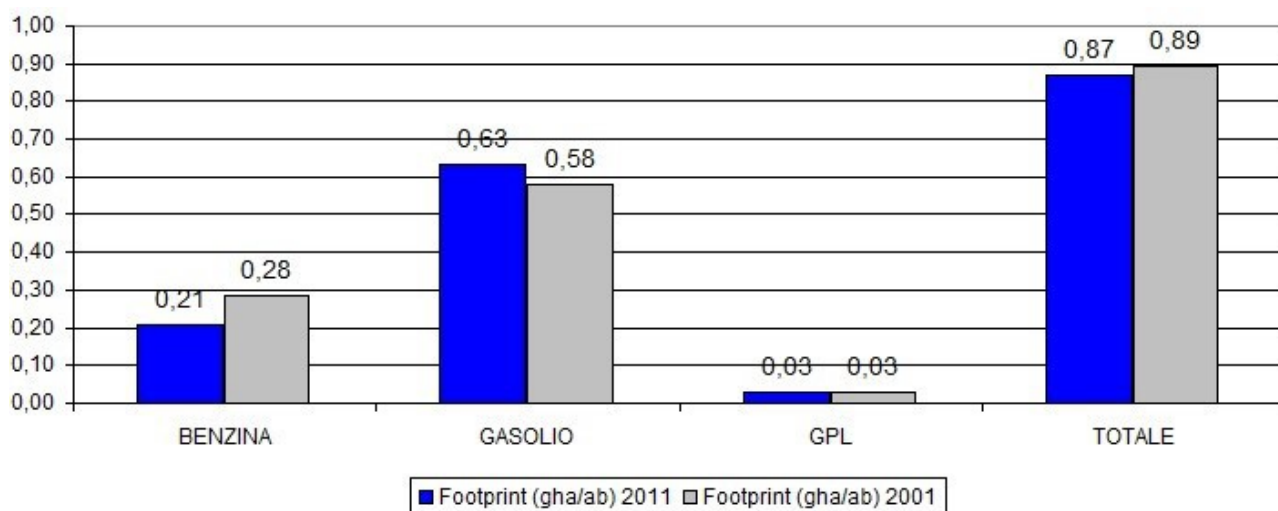
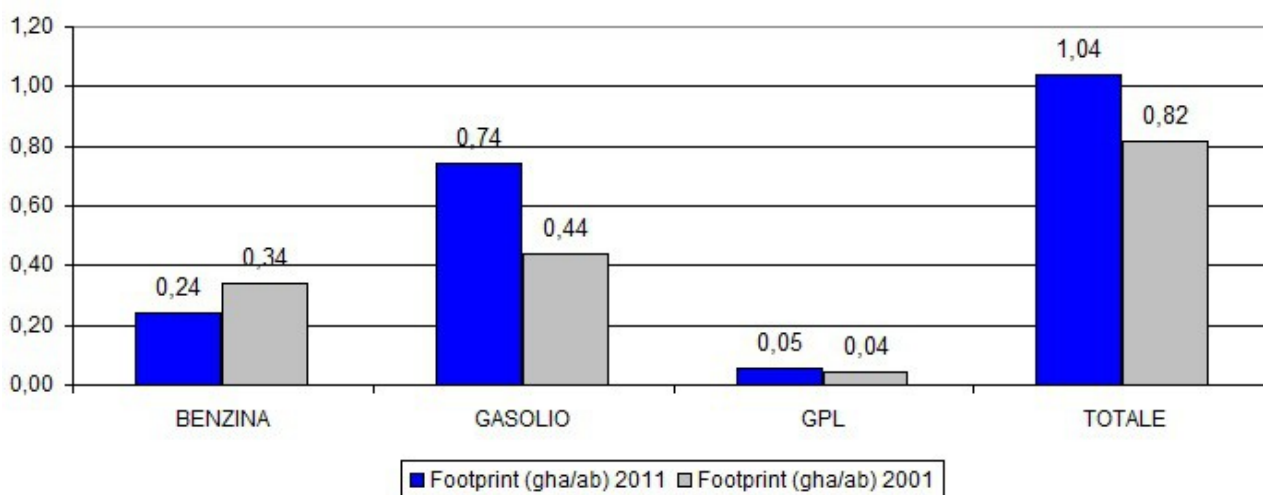


Figura 17 — Impronta ecologica per la categoria Terreno per l'energia dei Trasporti, disaggregata per tipologia di consumo di carburante. Regione Lazio, confronto 2011-2001



Attraverso l'analisi disaggregata dei terreni ecologicamente produttivi è possibile vedere come le singole categorie di consumo contribuiscano ai valori dell'impronta ecologica di ogni regione ed analizzare in maniera più specifica le categorie più rilevanti dal punto di vista del peso sull'impronta ecologica totale: Abitazioni ed infrastrutture ed Alimenti. Nelle figure 18, 19, 20 e 21 vengono presentati i dati relativi al consumo per il 2011 delle sei categorie di terreno ecologicamente produttivo e la loro composizione dal punto di vista delle categorie di consumo.

Figura 18 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo

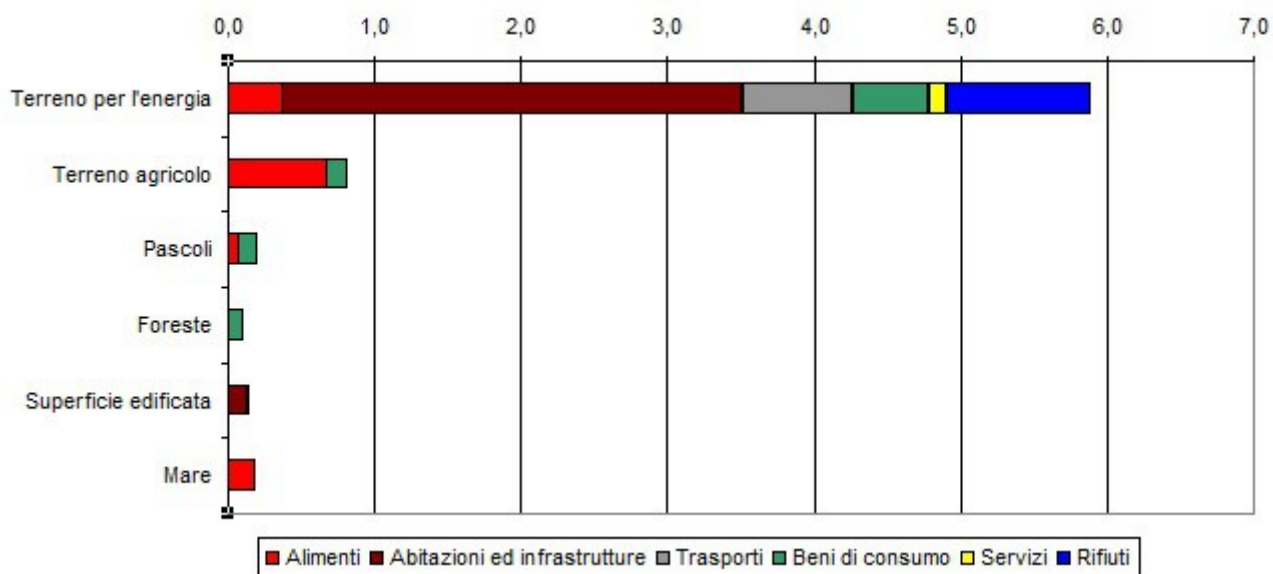


Figura 19 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Toscana per il 2011 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo

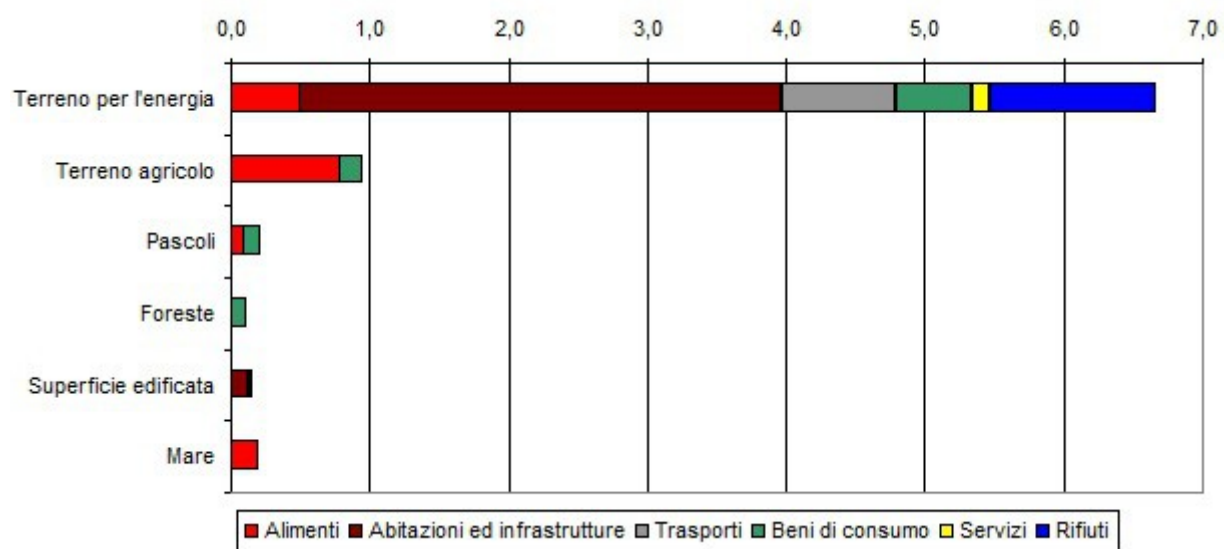


Figura 20 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Umbria per il 2011 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo

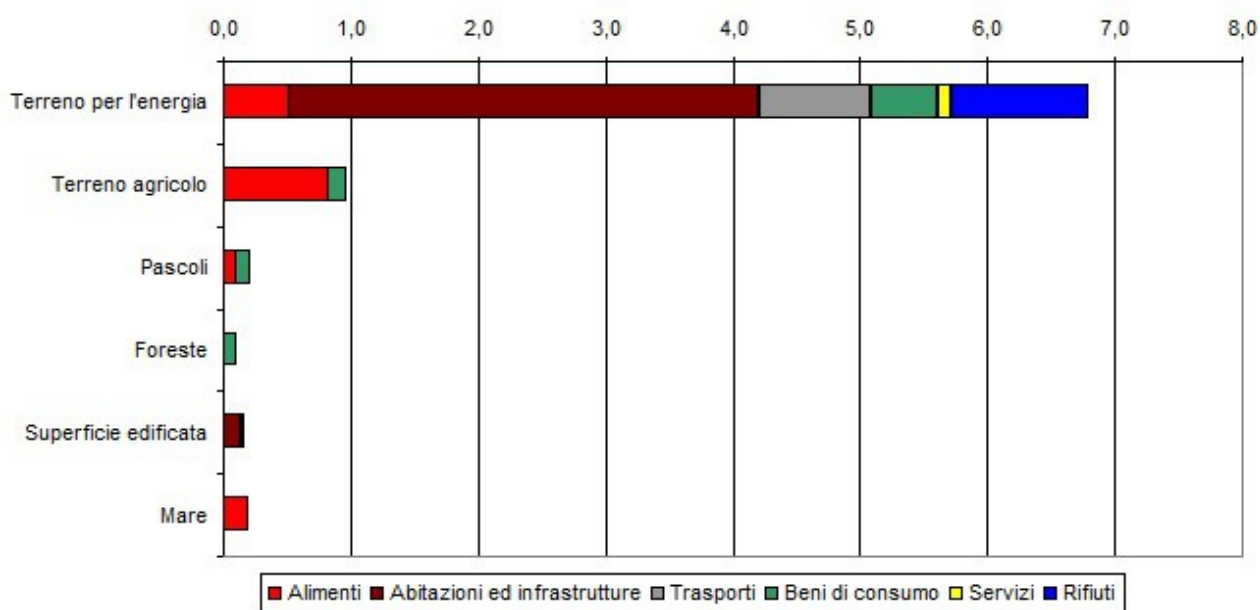
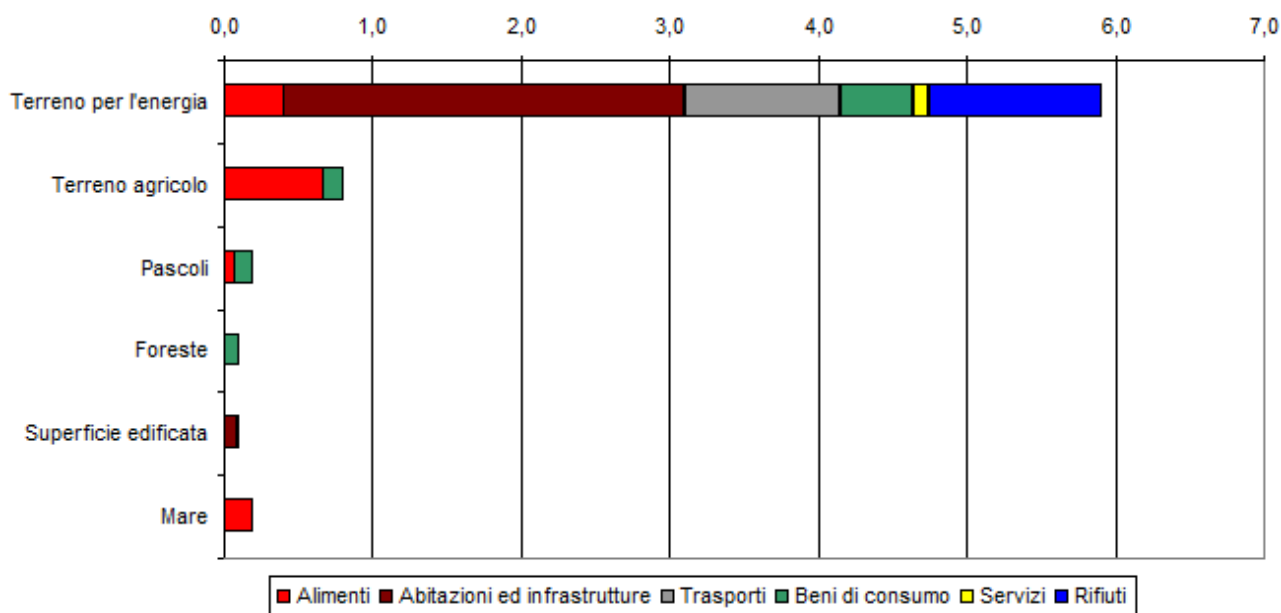


Figura 21 — Distribuzione dell'impronta ecologica della Regione Lazio per il 2011 disaggregata per i terreni ecologicamente produttivi e per le categorie di consumo



E' chiaro come il terreno per l'energia da solo contribuisca in larghissima parte alla composizione dell'impronta ecologica di tutte e quattro le regioni: come specificato, in questa categoria ricadono tutti i consumi di energia, ed è particolarmente evidente che è soprattutto la categoria Abitazioni ed infrastrutture a contribuire visti gli alti consumi di energia elettrica, gas e acqua. Anche da questi grafici viene messo in evidenza l'apporto maggiore per Toscana e Lazio al terreno per l'energia di Trasporti (consumo dei carburanti) e Rifiuti rispetto a Marche ed Umbria.

Terreni agricoli, pascoli e mare vengono utilizzati per produzioni agricole, allevamento, pesca (Alimenti) e per la produzione di fibre animali e vegetali (Beni di consumo, quali abbigliamento, calzature etc.), le

foreste per la produzione di altri beni di consumo (libri, riviste, giornali, mobili in legno etc.).

Si confermano comportamenti simili di consumo da parte delle popolazioni delle quattro regioni del Centro Italia, tranne che per le categorie già evidenziate sopra. Il Lazio si distingue anche per un'impronta ecologica media pro-capite minore per la categoria Abitazioni ed infrastrutture, soprattutto nei consumi energetici come si può notare dalla Figura 21 se confrontata con quelle delle altre regioni del Centro Italia: sicuramente il numero elevato di abitanti influisce su un'impronta pro-capite minore, altrimenti dal punto di vista dei valori assoluti i consumi di energia elettrica e acqua sono i più alti rispetto a quelli delle altre regioni, mentre è la Toscana a consumare più gas naturale (circa 5 miliardi di *mc* rispetto ai circa 4 miliardi di *mc* del Lazio). L'analisi disaggregata in termini percentuali dei contributi di ogni singola categoria all'impronta ecologica relativa ai consumi energetici può essere utile per comprendere meglio quanto detto finora ed esplicitare graficamente la differenza tra le quattro regioni nella composizione dell'impronta ecologica energetica. Nelle figure 22, 23, 24 e 25 la distribuzione percentuale dell'impronta ecologica per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo, presentata per ognuna delle quattro regioni.

Figura 22 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Marche per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo

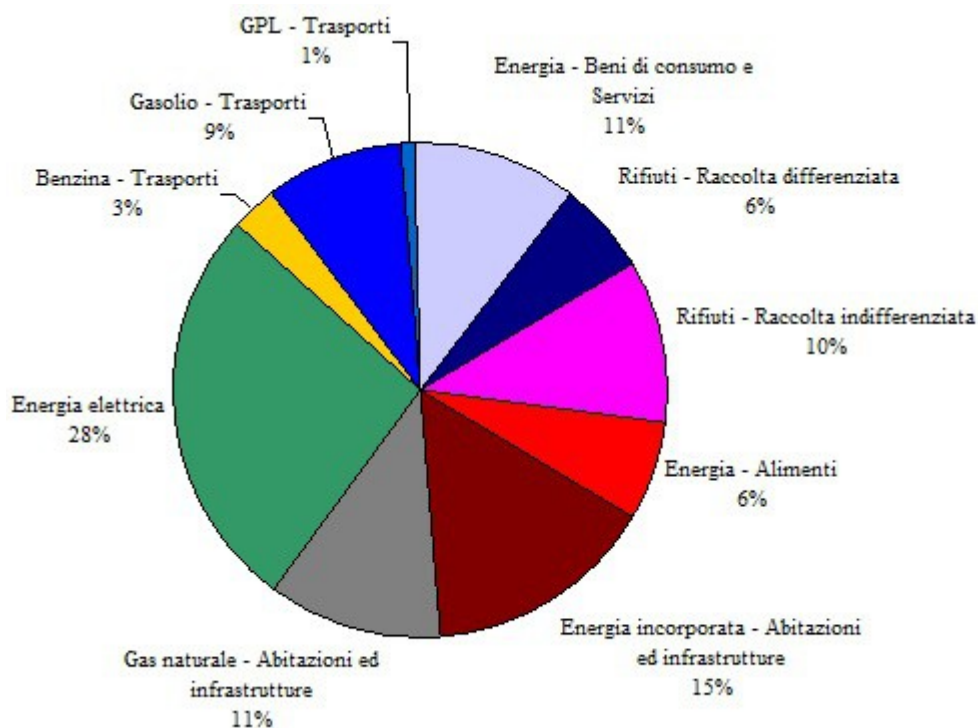


Figura 23 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Toscana per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo

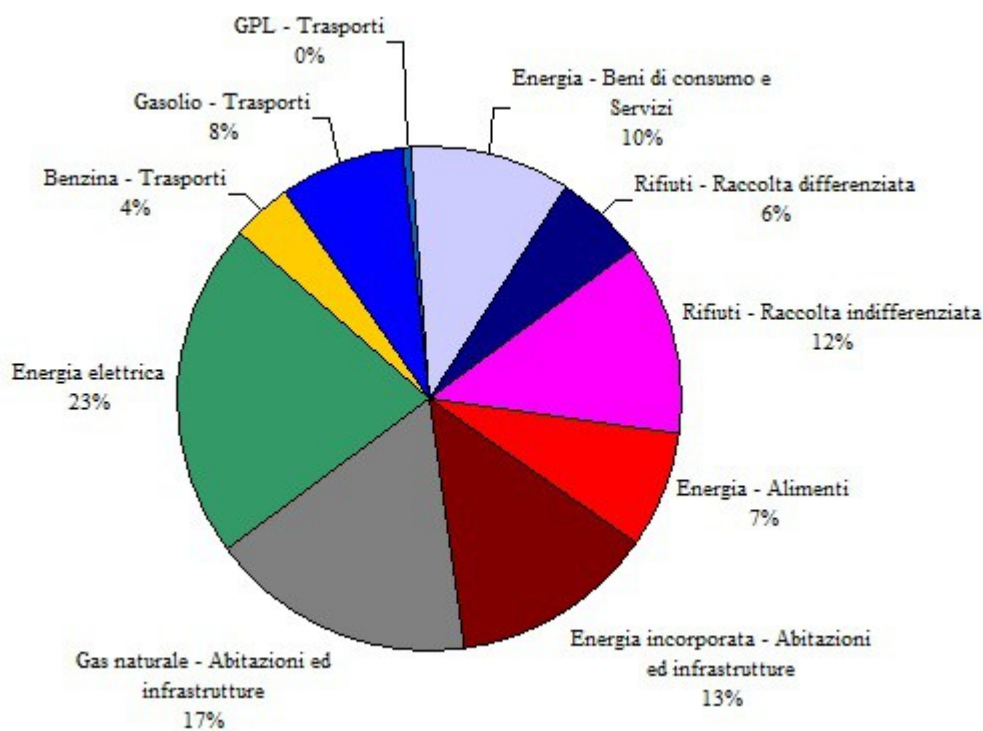


Figura 24 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Umbria per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo

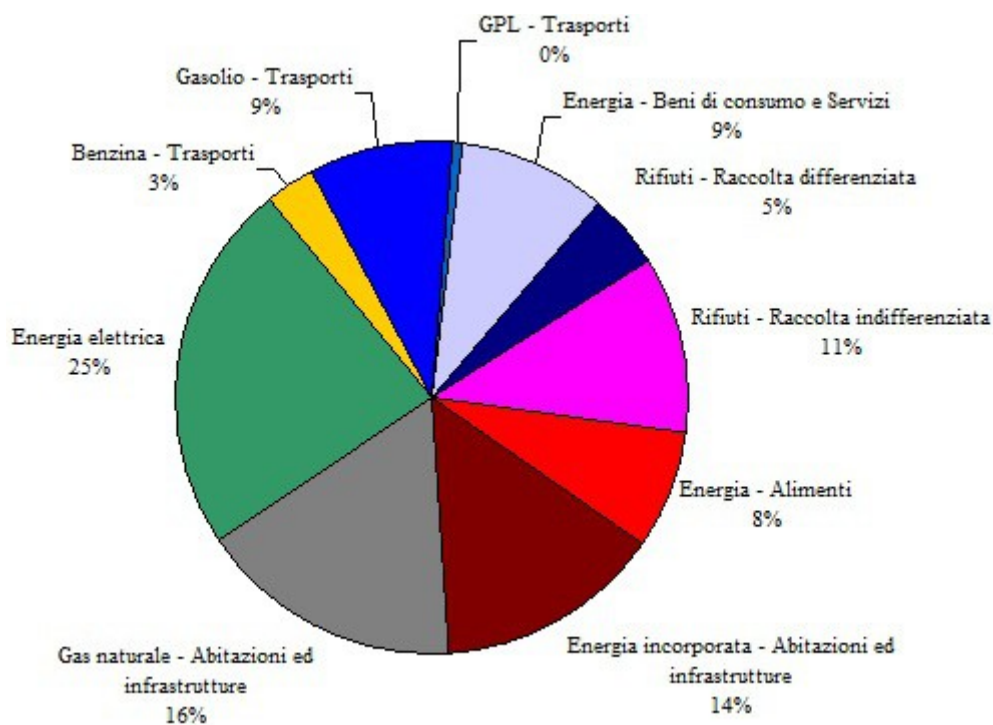
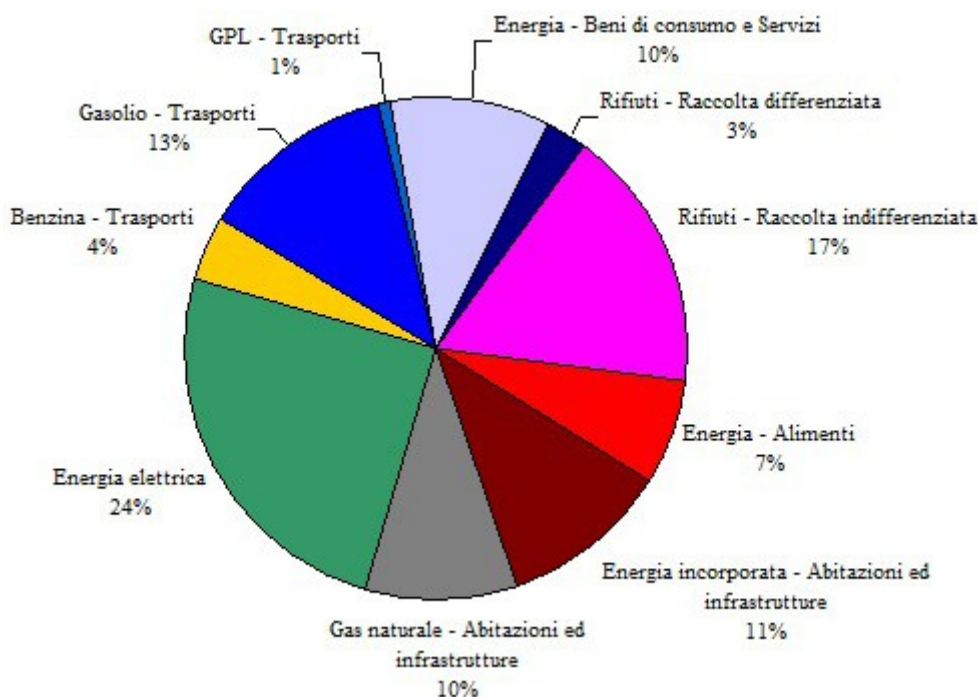


Figura 25 — Distribuzione percentuale dell'impronta ecologica della Regione Lazio per il 2011 relativa alla componente Terreno per l'energia disaggregata per categorie di consumo



Nelle Marche incidono particolarmente i consumi di energia elettrica (28%), situazione speculare in Toscana dove per le Abitazioni ed infrastrutture ad essere determinante è il consumo di gas naturale (17%). I grafici mostrano con ancora più evidenza il contributo del consumo dei carburanti per i trasporti nel Lazio: il 18% in totale a fronte dell'11% in Umbria, 12% nelle Marche e in Toscana. Stessa situazione per i Rifiuti, soprattutto la percentuale di raccolta indifferenziata nel Lazio contribuisce per ben il 17% alla composizione dell'impronta ecologica energetica: insieme al piccolo contributo del 3% della differenziata, nel Lazio i rifiuti incidono per il 20%, in Toscana per il 18% mentre nelle Marche e in Umbria il 16%.

Sempre rimanendo sull'analisi dei Rifiuti, se si osservano i dati del 2001 e del 2011 nonostante l'aumento considerevole della percentuale di raccolta differenziata in tutte e quattro le regioni, si nota un peso percentuale simile nel confronto fra i due anni per tutte e quattro le regioni. E' una categoria particolarmente interessante ed importante, anche per i problemi già rilevati sopra (bassa percentuale di raccolta differenziata, soprattutto nel Lazio, e sovrapproduzione di rifiuti).

Nella Figura 26 il confronto fra i risultati dell'impronta ecologica per il totale della categoria Rifiuti tra il 2001 e il 2011 per le quattro regioni del Centro Italia, nella Figura 27 gli stessi risultati disaggregati per rifiuti differenziati ed indifferenziati per le quattro regioni nel 2011.

Figura 26 — Impronta ecologica per la categoria Rifiuti. Confronto anno 2011/2001, regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio

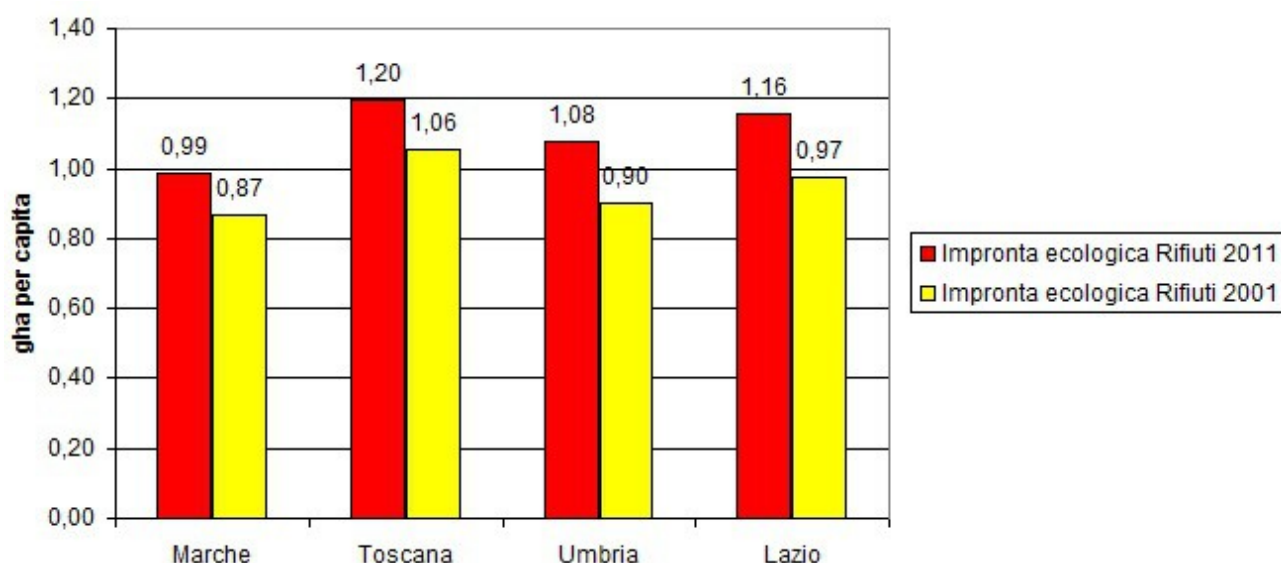
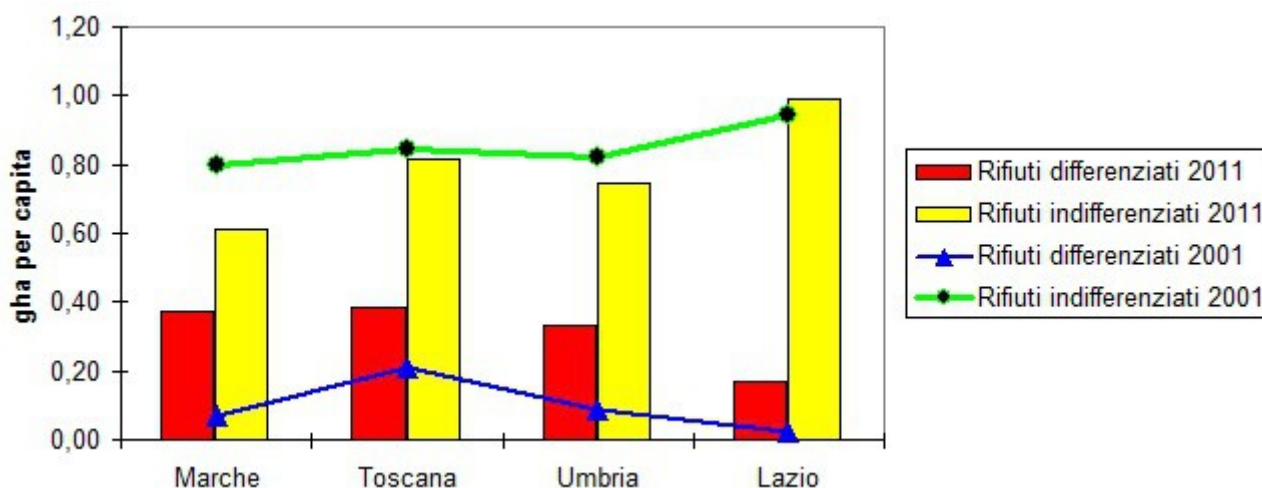


Figura 27 — Impronta ecologica per la categoria Rifiuti, disaggregata per rifiuti indifferenziati e differenziati. Confronto anno 2011/2001, regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio

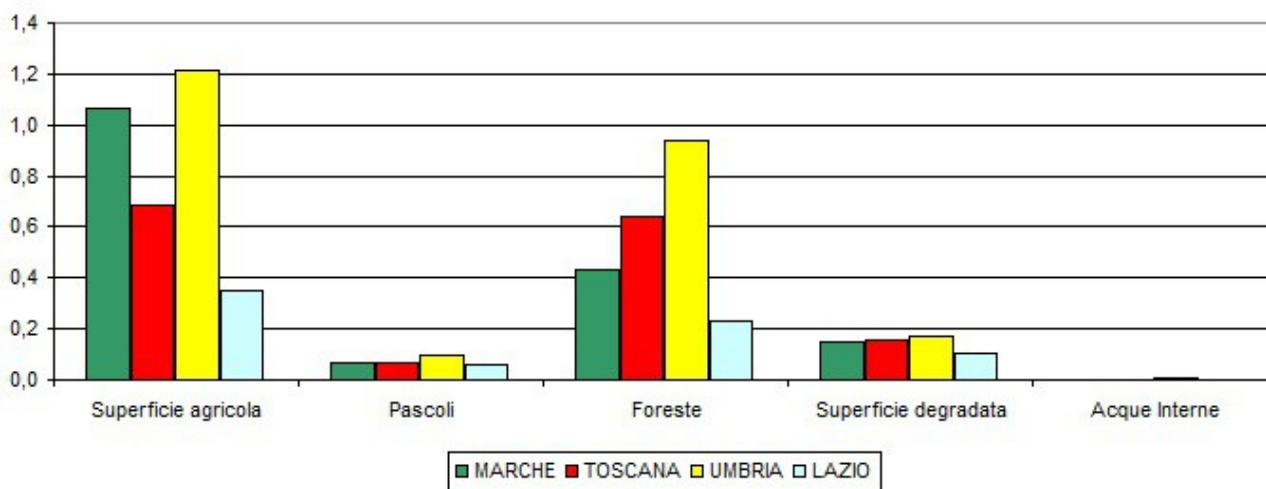


In tutte e quattro le regioni, anche se con caratteristiche differenti, tra il 2001 e il 2011 cresce la percentuale di raccolta differenziata e di conseguenza l'impronta ecologica relativa ai rifiuti differenziati, nonostante questo siamo ben lontani dall'obiettivo comune posto dall'Unione Europea per il 2030 del 65% della raccolta differenziata, soprattutto nel Lazio dove si passa dal 4,24% del 2001 al 20,05% del 2011. La regione più "virtuosa" è le Marche, che incrementa di molto la percentuale di raccolta differenziata dall'11,85% al 43,87%, poi la Toscana (dal 24,45% al 38,36%) e l'Umbria (dal 12,7 al 36,8%). La Regione Lazio è l'unica che fa registrare anche un aumento dell'impronta ecologica relativa ai rifiuti indifferenziati, confermando una situazione alquanto difficile nella produzione e nella gestione dello smaltimento dei rifiuti. Come già evidenziato nello studio dell'impronta ecologica della Regione Marche, l'aumento della percentuale di raccolta differenziata non basta da solo a diminuire l'impatto dei rifiuti sull'impronta ecologica totale: i

risultati delle altre tre regioni del Centro Italia, ed in particolare della Toscana e del Lazio, suggeriscono la necessità di politiche di riduzione della produzione totale dei rifiuti. Al contrario, così come per le regioni del centro anche in tutta Italia la produzione totale dei rifiuti è cresciuta nel periodo preso in esame da questo studio: secondo i dati dell'Ispra, dal 2000 al 2010 la produzione italiana di rifiuti è aumentata di circa il 7% mentre in Europa diminuisce, in particolare in alcuni paesi come Germania e Regno Unito (- 9%). E' la stessa Commissione Europea a ricordare che la raccolta differenziata non basta, ma occorrono politiche di riduzione dei rifiuti, a partire dalla prevenzione e preparazione per il riuso. “Ridurre la quantità di rifiuti vuol dire dunque lavorare a differenti stadi del ciclo di vita di un prodotto: la progettazione, la produzione, la distribuzione, il consumo. In pratica: usare nuovi materiali e tecnologie più avanzate, modificare la progettazione, miniaturizzare i componenti, introdurre sistemi di ricarica delle confezioni. Si tratta di un cambiamento di abitudini sia da parte del consumatore, sia da parte del produttore dei beni.” (Pulcinelli C., 2013).

L'analisi disaggregata dei risultati dell'impronta ecologica ha messo in risalto i principali problemi derivati da una domanda di superficie ecologica fin troppo alta e impattante da parte delle popolazioni delle quattro regioni del Centro Italia; è venuto il momento di analizzare anche l'offerta locale di superficie ecologica, la biocapacità, disaggregata per le categorie di terreno ecologicamente produttivo come da Figura 28.

Figura 28 — *Biocapacità disaggregata per categorie di terreno ecologicamente produttivo. Anno 2011, regioni Marche, Toscana, Umbria e Lazio*



In questo grafico vengono considerati i valori totale della biocapacità per ogni categoria di terreno ecologicamente produttivo, senza tener conto dell'approccio standard di Wackernagel e Rees che suggerisce di non considerare almeno il 12% della terra produttiva come provvista di aree di riserva per la conservazione della biodiversità locale. Percentuale che invece è stata tolta dal risultato sintetico aggregato relativo ad ogni regione presentato ad inizio paragrafo.

Il dato finale osservato in precedenza della biocapacità dell'Umbria, 2,42 gha (2,13 gha tolto il 12%), di gran lunga il risultato migliore in termini di disponibilità di superficie ecologica, viene qui compreso meglio: sia per la superficie agricola, così come per i pascoli e le foreste i valori medi pro-capite della biocapacità

umbra sono più elevati rispetto a quelli delle altre tre regioni. Questo risultato anche in virtù di una minore densità di abitanti per km²: l'Umbria tra le 20 regioni italiane è quindicesima come densità di popolazione (105 abitanti per km²), contro la terza posizione del Lazio (342 abitanti per km²) che raggiunge risultati specularmente opposti a quelli della regione umbra, registrando i valori minori di biocapacità per tutte le categorie considerate. Toscana e Marche condividono invece una simile densità abitativa (rispettivamente 163 e 164 abitanti per km²): la regione Marche ha una biocapacità maggiore per quanto riguarda la superficie agricola, e come notato in precedenza è un'esportatrice netta di beni economici e servizi relativi al terreno agricolo, mentre la Toscana ha una maggiore quantità di terreno forestale pro-capite.

6. Conclusioni

Il calcolo dell'impronta ecologica e della biocapacità per le regioni del Centro Italia ha evidenziato l'importante domanda di risorse naturali esercitata dalle popolazioni di Marche, Umbria, Toscana e Lazio attraverso un livello di consumi e produzione di rifiuti non sostenibile dall'offerta di terreni ecologicamente produttivi delle regioni stesse: il deficit ecologico in tutte e quattro le regioni è comunque in linea con i livelli registrati nei paesi più sviluppati ed industrializzati, segno della necessità di un deciso cambio di rotta nelle politiche economiche e ambientali. In valori percentuali il deficit ecologico registrato nelle regioni del Centro Italia nel 2011 è di poco superiore a quello italiano, in linea con i livelli del PIL e dei consumi. Tra le quattro regioni è l'Umbria, grazie ad un valore di biocapacità più alto rispetto a quello di Marche, Toscana e Lazio, l'unica ad avere in valori percentuali un deficit ecologico simile a quello italiano. Il confronto cronologico tra i due anni considerati, il 2001 e il 2011, ha evidenziato una crescita dell'impronta ecologica in tutte le regioni, e nel confronto con la biocapacità l'unica regione con un deficit ecologico minore in valori percentuali nel 2011 è la regione Marche, anche se il miglioramento è minimo (dall'80,06% al 79,43%).

Al contrario, è la regione Lazio ad assistere ad un importante peggioramento del deficit ecologico e a registrare i valori di biocapacità più bassi tra le quattro regioni. Nel confronto tra le regioni la performance negativa del Lazio in termini di impronta e deficit ecologico è sicuramente il dato più rilevante, esplicito nell'analisi disaggregata dei risultati dalla pressione particolarmente elevata esercitata dal consumo di carburante per i trasporti e dalla produzione totale di rifiuti collegata ad una bassa percentuale di raccolta differenziata. Come registrato anche da un recente studio sulla valutazione dello sviluppo sostenibile nelle regioni italiane attraverso l'utilizzo di un altro indicatore molto diffuso a livello internazionale negli ultimi anni, l'ISEW (Indice di Benessere Sostenibile), nella regione Lazio ad incidere dal punto di vista ambientale sono la densità abitativa molto elevata e le cattive pratiche di mobilità e pendolarismo: in linea con le analisi ed i risultati riportati in questo studio, anche l'ISEW nel Lazio ha evidenziato un quadro piuttosto negativo, con performance di sostenibilità non assimilabili a quelle delle altre regioni dell'Italia centrale (Balducci, 2015).

Al contrario, sono le Marche ed in particolare l'Umbria a far registrare un minor deficit ecologico rispetto al

Lazio ma anche alla Toscana: la mancanza di centri urbani particolarmente significativi come lo sono invece Firenze e Roma, la minore densità abitativa soprattutto in Umbria, le migliori prestazioni in termini di produzione di rifiuti ed un surplus di biocapacità nei risultati relativi alla superficie agricola sono tutti elementi a favore delle due regioni più piccole e meno popolose del Centro Italia. Anche in questo caso, il confronto con i risultati relativi all'Indice di Benessere Sostenibile confermano le performance della regione Marche e della regione Umbria, grazie soprattutto alla scarsa densità abitativa e alla quota di prodotto derivante dal settore primario più elevata rispetto alle altre regioni, non solo del Centro Italia.

Attraverso il calcolo dell'impronta ecologica, questo lavoro ha voluto dare un ulteriore contributo allo studio della valutazione socio-economica ed ambientale delle regioni del Centro Italia. L'uso di indicatori diversi dal PIL, che aiutino a comprendere alcune caratteristiche sociali ed ambientali che sfuggono all'analisi del Prodotto Interno Lordo, è diventata negli ultimi anni un'esigenza sempre più sentita ed urgente.

La volontà di questo studio, come di altri che utilizzano diversi indicatori del benessere e della sostenibilità, è quella di riuscire a comunicare con semplicità ed efficacia informazioni e concetti che possano essere utili alle pubbliche amministrazioni nella progettazione ed implementazione di policy adeguate ai tempi che viviamo. L'impronta ecologica da questo punto di vista è uno strumento utile che fornisce informazioni preziose a governi e amministrazioni locali, soprattutto nella comparazione con realtà limitrofe e affini. L'elaborazione congiunta di dati già esistenti in un modello che permette la lettura dei risultati in una forma chiara e semplice aiuta i policy maker a poter capire dove i consumi della popolazione influiscono di più sulle risorse ambientali e ad aver chiara la situazione drammatica raggiunta dall'impatto delle attività umane sull'ambiente e l'appropriazione divenuta oramai insostenibile del capitale naturale. E' inoltre uno strumento che permette di combinare insieme i diversi impatti della pressione ecologica, che altrimenti verrebbero valutati solamente in maniera isolata. Il metodo per componenti permette di dare una lettura sia generale che particolare dei vari fenomeni analizzati, contribuendo ad una valutazione il più possibile dettagliata e utile. Questo non vuol dire che l'impronta ecologica da sola possa essere utilizzata come strumento diretto per l'elaborazione di una determinata e specifica politica all'interno dei confini amministrativi di un'entità istituzionale locale, sia essa una Regione, una Provincia o un Comune: è chiaro che gli indicatori vanno presi come indicazioni e vadano letti insieme ad altri indicatori simili e/o complementari e confrontati con accuratezza. Ma è ancor più importante il loro utilizzo da un punto di vista comunicativo e di dialogo con la comunità locale, dagli imprenditori alle associazioni di categoria e di cittadini, alle assemblee pubbliche in cui strumenti come l'impronta ecologica possono essere facilmente comunicati e far capire le sfide a cui la popolazione è chiamata, anche per poter spiegare meglio la necessità e l'importanza di determinate policy ambientali, non sempre accolte bene dalla cittadinanza spesso per carenza di informazioni e mancanza di una comunicazione adeguata. Inoltre, il fatto che i componenti di produzione e consumo che generano l'impronta ecologica non rispettino completamente i confini amministrativi locali, e in un mondo oramai globale lo stesso discorso vale per gli Stati nazionali da un diverso punto di vista, è uno stimolo in più affinché amministratori, policy maker e portatori di interessi dialoghino e si accordino per arrivare a

politiche che riducano effettivamente l'impatto dell'uomo sull'ambiente. A partire dai grandi centri urbani. Ad esempio, il confronto tra le Regioni del Centro Italia, posto in relazione anche al recente studio sulle città del Mediterraneo, ha messo in evidenza la performance particolarmente negativa della Regione Lazio che "ospita" la capitale italiana, Roma. "Lo sforzo globale per la sostenibilità sarà vinto, o perso, nelle città del mondo, dove le politiche urbane influenzano per oltre il 70 per cento dell'impronta ecologica. Le città con alti deficit ecologici possono ridurre la domanda sulla natura grazie anche alle tecnologie esistenti. Senza una risorsa importante come la contabilità regionale, i governi potrebbero facilmente sottovalutare o non rendersi conto della reale entità del pericolo ambientale. L'impronta ecologica, una completa e scientifica risorsa di contabilità ambientale, aiuta ad eliminare questo punto cieco" (Wackernagel et al., 2006)

Riferimenti bibliografici:

- AA.VV. (2016) Living Planet Report, World Wildlife Found Editor
- AA.VV. (2014) 19° Rapporto Raccolta Riciclo e Recupero di Carta e Cartone, Comieco
- Aall C., Norland I.T. (2005) The use of the ecological footprint in local politics and administration: Results and implications from Norway in *Local Environment* vol. 10 no. 2, Taylor & Francis Group
- Baabou W., Grunewald N., Ouellet-Plamondon C., Gressot M., Galli A. (2017), *The Ecological Footprint of Mediterranean cities: awareness creation and policy implications*
- Balducci F., Ciommi M., Gigliarano C., Chelli F. Gallegati M. (2015) *Effetti collaterali della crescita economica*, G. Giappichelli Editore
- Chambers N., Simmons C., Wackernagel M. (2002) *Manuale delle Impronte Ecologiche. Principi, applicazioni, esempi*, Edizioni Ambiente
- Cras (2004), *Calcolo dell'Impronta ecologica delle Regioni Italiane inserite nell'Obiettivo 1 del QCS 2000-2006*, Ministero dell'Ambiente e WWF Italia
- Frattarelli M et al. (2002), *L'impronta ecologica regionale e delle principali città abruzzesi*, ARTA Abruzzo
- Galli A. (2015) *On the rationale and policy usefulness of Ecological Footprint Accounting: the case of Morocco*, *Environmental Science and Policy* no. 48
- Galli A., Halle M., Grunewald N. (2015), *Physical limits to resource access and utilisation and their economic implications in mediterranean economies*, *Environmental Science & Policy* no. 51
- Giljum S., Lutter S., Bruckner M., Aparcana S. (2013), *State of play of national consumption based indicators. A review and evaluation of available methods and data to calculate footprint-type (consumption-based) indicators for materials, water, land and carbon*, Sustainable Europe Research Institute (SERI)
- Ires (2001), *Atlante della contabilità ambientale del Piemonte*, Ires Piemonte
- ISPRA (2013), *Rapporto Rifiuti Urbani Edizione 2013*, Ispra Settore Editoria
- Istat (2016), *BES 2016 (Il benessere equo e sostenibile in Italia)*, Istat
- Pulcinelli C. (2013), *Risparmiare con i rifiuti*, *Micron* no. 23, Arpa Umbria
- Rees W., Wackernagel M. (1996), *L'Impronta Ecologica*, Edizioni Ambiente
- Regione del Veneto (2010), *Rapporto Statistico 2010, il Veneto si racconta, il Veneto si confronta*, Statistica Regione Veneto
- Van den Bergh J., Grazi F., (2010) *On the policy relevance of ecological footprint*, *Environ. Sci. Technol.* no. 44
- Wackernagel M. (1998), *The Ecological Footprint of Santiago de Chile*, *Local Environment* Vol 3, n. 1
- Wackernagel M., Kitzes J., Moran D., Goldfinger S., Thomas M. (2006) *The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand*, *Environment & Urbanization* vol. 18 no. 1
- WWF Italia (2000), *Regione Liguria, Progetto Ecozero. Valutazione dell'Impronta Ecologica della Regione Liguria*, WWF Italia

CONCLUSIONI

Il calcolo dell'impronta ecologica per la Regione Marche ha evidenziato il deficit ecologico particolarmente consistente generato dalla pressione sull'ambiente esercitata dai consumi e dagli stili di vita della popolazione. Nonostante la comparazione cronologica tra gli anni 2011 e 2001 abbia rilevato alcuni aspetti positivi, questi ultimi non sono sufficienti per poter parlare di un cambio di rotta nel consumo di risorse naturali: il confronto temporale ha messo in evidenza il persistere di un peggioramento dell'impatto umano sull'ambiente. Come descritto nel primo capitolo, negli ultimi cinquanta anni il deficit ecologico globale è cresciuto in maniera esponenziale e fin dagli anni '70 l'umanità ha richiesto più di quanto il capitale naturale fosse capace di offrire in modo sostenibile. Sono soprattutto i paesi più industrializzati a contribuire a questo risultato: i dati della Regione Marche sono infatti in linea con quelli delle nazioni e di altre realtà sub-nazionali occidentali, con deficit particolarmente più elevati della media globale.

Il confronto con le altre regioni del Centro Italia ha messo in evidenza lo stesso trend: il calcolo dell'impronta ecologica per le regioni Toscana, Umbria e Lazio ha confermato i pesanti deficit ecologici registrati per la Regione Marche e per le altre regioni italiane di cui si hanno valori a disposizione grazie ai calcoli effettuati dal 2000 in poi da diversi lavori elencati nella presente tesi. Vi sono comunque da sottolineare importanti distinzioni tra le quattro regioni esaminate, così come evidenziato nelle conclusioni del terzo capitolo: se l'Umbria, grazie ad un valore di biocapacità più alto rispetto a quello di Marche, Toscana e Lazio, si distingue per essere l'unica ad avere in valori percentuali un deficit ecologico simile a quello italiano per il 2011, è invece la regione Lazio a registrare una performance particolarmente negativa, soprattutto per la pressione elevata esercitata nelle categorie trasporti ed in particolare nei rifiuti, categoria dove invece risultano più virtuose le Marche grazie alla percentuale più alta di raccolta differenziata.

Nonostante i limiti e le critiche evidenziate nel primo capitolo, l'impronta ecologica si è confermata uno strumento importante ed utile per poter misurare l'impatto umano sull'ambiente ed in particolar modo per avere a disposizione un indicatore sintetico e di facile lettura capace di comunicare la situazione di insostenibilità nello sfruttamento delle risorse naturali. L'analisi regionale permette di entrare nello specifico delle tipologie di terreni produttivi e di consumi e comprendere quanto lavoro bisognerebbe svolgere per ridurre gli impatti per ogni singola categoria.

Alla fine di questa tesi, rivedendo i risultati presentati in tutti e tre i capitoli, il quadro che ci si presenta di fronte non è affatto confortante: come riportato dall'ultimo Living Planet Report 2016, "la chiara sfida per l'umanità è quella di imparare ad operare entro i limiti ambientali del nostro pianeta e di mantenere o ripristinare la resilienza degli ecosistemi. Il nostro ruolo centrale come forza trainante nell'Antropocene fornisce anche un motivo di speranza. Non solo siamo consapevoli dei cambiamenti che stanno avendo luogo e dei rischi che essi stanno generando per la natura e la società, ma ne comprendiamo anche le cause".

L'impronta ecologica, così come altri indicatori della sostenibilità elencati nel primo capitolo della presente tesi, fornisce un importante livello di consapevolezza e comprensione di quella che è la situazione attuale e lascia presagire quello che potrebbe essere uno scenario ancor più negativo e devastante se il trend degli ultimi 50 anni si confermerà. Continuare a consumare più risorse naturali di quante la Terra riuscirà a riprodurre potrebbe portare a conseguenze ad oggi inimmaginabili per l'ecosistema e soprattutto per la vita dei 7,5 miliardi di persone che popolano oggi il pianeta.

Saper dare una misura al concetto di sostenibilità, ma soprattutto riuscire a comunicare l'urgenza della necessità di politiche che portino allo sviluppo di un futuro ecologicamente sostenibile e di un rapporto diverso tra uomo e natura, è uno degli obiettivi più importanti del nostro tempo e della nostra generazione. Sfruttare le nostre conoscenze ed elaborare le nostre ricerche con l'obiettivo di determinare un cambio di rotta rispetto all'erosione di capitale naturale, a partire dai territori che abitualmente abitiamo e frequentiamo, può dare concretezza e materialità a quel concetto di "speranza" descritto nell'introduzione del Living Planet Report. Mai come oggi l'uomo ha in mano il suo destino e la possibilità di trovare una nuova modalità del "vivere insieme", di percorrere nuove strade per una crescita e uno sviluppo che sappiano tenere insieme libertà, uguaglianza e rispetto della natura.