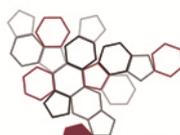




ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente**

Spreco alimentare: un approccio sistemico per la prevenzione e la riduzione strutturali

Rapporto di Sintesi



RAPPORTI



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Spreco alimentare: un approccio sistemico per la prevenzione e la riduzione strutturali

Food wastage: a systemic approach for structural prevention and reduction

Rapporto di Sintesi
Synthesis Report

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 267/2017

ISBN 978-88-448-0834-1

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli – ISPRA

Foto: Giulio Vulcano e Franco Iozzoli - ISPRA, Elena Tioli, Wikimedia Commons CC

Coordinamento pubblicazione *on-line*

ISPRA - Daria Mazzella

Dicembre 2017

Autori

Giulio Vulcano e Lorenzo Ciccarese (ISPRA – Dipartimento per il monitoraggio, la tutela dell'ambiente e la conservazione della biodiversità - Area per la conservazione e gestione di specie, habitat ed ecosistemi, l'uso sostenibile delle risorse agroforestali)

Referee

Davide Marino (Università degli studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio)

Ringraziamenti

Commosa riconoscenza va alla memoria di Nigel Baker (Coventry University) quale forma minima di gratitudine per il suo preziosissimo lavoro; si ringrazia Judith Hitchman (Urgenci) per averlo reso accessibile.

Un ringraziamento va al prof. Davide Marino (Università del Molise) per i suggerimenti sull'organizzazione del testo.

Si ringraziano inoltre i colleghi dell'ISPRA: Pietro Massimiliano Bianco, Carmela Cascone, Donatella Crosetti, Claudio Piccini e Valerio Silli per i contributi alla revisione del testo; Daniela Genta per il contributo alla revisione del testo in inglese; Alessia Marinelli per la grafica della Figura 1.2.

Citazione / Citation

Vulcano G., Ciccarese L., 2017, *Spreco alimentare: un approccio sistemico per la prevenzione e la riduzione strutturali – Rapporto di sintesi*. Rapporti 267/2017. ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. ISBN 978-88-448-0834-1. 74 p.

Vulcano G., Ciccarese L., 2017, *Food wastage: a systemic approach for structural prevention and reduction. Synthesis Report*. Rapporti 267/2017. ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. ISBN 978-88-448-0834-1. 74 p.

INDICE

PREMESSA	7
RISULTATI E MESSAGGI CHIAVE	8
KEY MESSAGGES AND OUTCOMES	9
RAPPORTO DI SINTESI	10
Definizioni e cause	10
Dati, connessioni sistemiche, effetti	12
Quadro istituzionale.....	23
Buone pratiche finora identificate	24
Strade innovative per la prevenzione strutturale	25
Conclusioni.....	26
SYNTHESIS REPORT	29
<i>Definitions and causes</i>	29
<i>Figures, systemic connections, effects</i>	31
<i>Institutional framework</i>	41
<i>Good practices so far identified</i>	42
<i>Innovative steps forward for structural prevention</i>	43
<i>Conclusions</i>	45
FIGURE E TABELLE / PLATES AND TABLES	47
BIBLIOGRAFIA / REFERENCES	63
SITI INTERNET	73

PREFAZIONE

Nel settembre 2015 l'Assemblea delle Nazioni Unite ha approvato l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e una serie di 17 obiettivi universali (*Sustainable Development Goals*, SDG) nel tentativo preminente di porre fine alla povertà estrema, di combattere le disuguaglianze e le ingiustizie e di ridurre i cambiamenti climatici. Circa la metà degli SDG sono direttamente focalizzati su questioni ambientali o affrontano la sostenibilità delle risorse naturali: povertà, salute, cibo e agricoltura, acqua e sanità, insediamenti umani, energia, cambiamenti climatici, consumi e produzione sostenibili, oceani e ecosistemi terrestri.

Tra le priorità individuate dall'Agenda 2030 emerge la riduzione degli sprechi alimentari globali: l'obiettivo 12.3 indica che entro il 2030 gli sprechi alimentari globali pro capite a livello di vendita al dettaglio e dei consumatori dovrebbero essere dimezzati e le perdite di cibo lungo le catene di produzione e di fornitura ridotte. L'obiettivo di ridurre gli sprechi alimentari è interconnesso con altri SDG tra cui l'obiettivo 2 sulla sicurezza alimentare e l'obiettivo 13 sui cambiamenti climatici.

Secondo l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) un terzo di tutti i prodotti alimentari a livello mondiale (1,3 miliardi di tonnellate edibili) vengono perduti o sprecati ogni anno lungo l'intera catena di approvvigionamento, per un valore di 2600 miliardi di dollari. La riduzione degli sprechi di cibo e dei rifiuti potrebbe contribuire a recuperare le perdite economiche e ridurre gli oneri finanziari sulle persone più vulnerabili del mondo. La Banca mondiale ha stimato che nell'Africa subsahariana, una delle regioni più povere e più insicure del mondo, una riduzione dell'1 per cento delle perdite dopo la raccolta potrebbe portare a un guadagno di 40 milioni di dollari ogni anno; la maggior parte dei benefici andrebbe direttamente ai piccoli agricoltori locali. Più in generale la prevenzione degli sprechi potrebbe risolvere abbondantemente l'intero problema della fame nel mondo.

Da una prospettiva ambientale le perdite e gli sprechi di cibo sono un utilizzo estremamente inefficiente delle risorse naturali. Secondo un altro studio della FAO la perdita di cibo e gli sprechi generano una quantità enorme di gas ad effetto serra, pari a circa 3,3 miliardi di tonnellate equivalenti di anidride carbonica. Se fossero una nazione lo spreco e le perdite alimentari mondiali sarebbero il terzo emittente del mondo, solo dopo la Cina e gli Stati Uniti. Inoltre bisogna porre l'accento sulle grandi quantità di acqua e di fertilizzanti impiegate nella produzione di questo cibo, che purtroppo non raggiunge mai una bocca umana.

Da una prospettiva di sicurezza alimentare, la riduzione dello spreco di cibo e dei rifiuti è un'occasione importante per colmare il divario di calorie tra l'attuale produzione mondiale e quella raccomandata per alimentare in modo sostenibile la popolazione del pianeta, proiettata a superare 9,5 miliardi di persone nel 2050. Lo spreco alimentare in Italia è stato per troppo tempo sottostimato, ma potrebbe essere di dimensioni anche più preoccupanti, come evidenziato in questo volume. La buona notizia è che la perdita di cibo sta cominciando a ottenere l'attenzione che merita. L'Unione Europea sta recependo l'obiettivo 12.3 degli SDGs così come stanno facendo anche l'Environmental Protection Agency e il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. In soli cinque anni il Regno Unito ha tagliato i rifiuti alimentari del 21 per cento, mentre la Danimarca ha ottenuto un'impressionante riduzione del 25 per cento nello stesso periodo. L'Italia, la Francia e la Romania hanno approvato di recente leggi sugli sprechi alimentari.

Lavorando al principio che "ciò che viene misurato può essere meglio gestito", è quanto mai opportuno che l'ISPRA concentri l'attenzione sulle perdite e sugli sprechi di alimenti e avvii un'analisi sugli studi, le misure e le migliori pratiche esistenti, in particolare quelle che possono promuovere una significativa prevenzione strutturale degli sprechi alimentari e facilitare la trasformazione verso modelli alimentari più etici e sostenibili.

Stefano Laporta

Presidente di ISPRA
e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

PREMESSA

La perdita e lo spreco di cibo hanno rilevanti ripercussioni negative sia a livello socio-economico sia ambientale. Dal punto di vista ambientale la perdita e lo spreco di cibo comportano una serie di gravi effetti lungo le filiere alimentari, incluse le emissioni di gas serra e l'uso inefficace di acqua, suolo e altri *input* necessari lungo le filiere di produzione e consumo, che a loro volta possono portare a una degradazione degli ecosistemi naturali e a una riduzione degli importanti beni e servizi che forniscono.

Diverse istituzioni internazionali hanno già prodotto i primi dati e informazioni sull'entità e sulla natura del fenomeno dello spreco alimentare. La FAO stima che circa un terzo di tutti i prodotti alimentari a livello mondiale (1,3 miliardi di tonnellate edibili) siano perduti o sprecati ogni anno lungo l'intera filiera, per un valore di 2600 miliardi di dollari. Come si vedrà in questo rapporto, ampliando la definizione di spreco alimentare e integrando studi recenti si scopre che le percentuali di spreco potrebbero essere anche molto maggiori rispetto a quanto riportato dalla FAO, dalla Commissione Europea e da altre istituzioni internazionali. Occorre considerare che l'ampio squilibrio geografico nelle disponibilità alimentari tra i paesi fa comunque parte di un surplus medio globale di almeno 1900 kcal/procapite/giorno in eccesso rispetto al fabbisogno medio di riferimento; in più diversi altri impieghi di prodotti edibili possono essere considerati sprechi. A tutti gli effetti la riduzione degli sprechi e la redistribuzione del surplus possono diventare i principali indirizzi di una strategia globale per garantire la sicurezza alimentare e la sostenibilità ambientale dei sistemi agro-alimentari.

In questo rapporto si analizzano le connessioni più rilevanti con altre tematiche in modo da costruire una visione d'insieme della questione, secondo i principi dello sviluppo sostenibile integrando le dimensioni ambientali, sociali ed economiche. Questo approccio è fondamentale per individuare le soluzioni più efficaci contro lo spreco alimentare. Il lavoro presenta quindi una proposta di carattere sistemico per la definizione dello spreco alimentare. Si analizzano dettagliatamente le cause possibili di spreco, ponendo particolare attenzione al peso dei condizionamenti che intercorrono lungo tutte le intere filiere alimentari, viste nel loro insieme come sistemi.

Trattandosi di una tema su cui si è concentrata solo di recente l'attenzione degli istituti di ricerca e delle istituzioni, gli studi sono ancora alle prime fasi e la definizione di metodologie condivise non è ancora compiuta. Si passa infatti in rassegna la letteratura internazionale cercando di confrontare le diverse fonti disponibili di dati e si compiono elaborazioni *ad hoc* rivolte ad approssimare la copertura di alcune importanti lacune conoscitive.

Vengono descritte in modo generale le connessioni fondamentali che legano i sistemi alimentari e i loro sprechi con le questioni ecologiche globali e locali, presentando le quantificazioni disponibili di alcuni dei maggiori effetti ambientali dello spreco a livello mondiale, europeo e italiano. Altre importanti connessioni sistemiche di carattere sociale ed economico sono individuate nelle tematiche della sicurezza e della sovranità alimentare, del consumo di suolo agricolo e della bioeconomia.

Lo studio si concentra ampiamente sulle risposte al fenomeno dello spreco alimentare. In particolare, gli autori presentano una serie di buone pratiche che sono state finora riconosciute utili per il contrasto allo spreco alimentare, soprattutto relative al recupero alimentare e al riciclo. Viene poi individuata una scala di priorità che riconosce la necessità di sviluppare soluzioni maggiormente strutturali in grado di prevenire alla fonte la produzione delle eccedenze alimentari e i conseguenti sprechi. Esse si fondano sui contributi della società civile, delle istituzioni e dei soggetti privati. Le proposte presentate sono in definitiva finalizzate al complessivo aumento della resilienza ecologica e sociale dei sistemi alimentari, ovvero delle capacità di adattamento e prevenzione di fronte ai concreti rischi naturali e antropici che si stanno manifestando.

Infine il rapporto si concentra sui potenziali approfondimenti del tema dello spreco alimentare, riconoscendo l'importanza di stabilire connessioni e sinergie con altre istituzioni e gruppi di ricerca, nazionali e internazionali, interessati a studiare e contrastare questo emergente problema ambientale e socio-economico.

Emi Morroni

Direttrice del Dipartimento ISPRA
per il monitoraggio, la tutela dell'ambiente
e la conservazione della biodiversità

RISULTATI E MESSAGGI CHIAVE

DEFINIZIONE SISTEMICA DI SPRECO ALIMENTARE

In un sistema alimentare lo spreco è la parte di produzione che eccede i fabbisogni nutrizionali o le capacità ecologiche. L'obiettivo dell'approccio sistemico è la tutela dei sistemi socio-ecologici congiunti, non solo l'uso efficiente di risorse o la sicurezza alimentare. Oltre ai convenzionali sprechi e perdite che producono rifiuti alimentari, vanno considerate le “mancate produzioni” e le perdite edibili pre-raccolto; gli usi di prodotti edibili per alimentazione animale e per fini non alimentari; la sovralimentazione umana; le perdite qualitative nutrizionali.

DATI SU SPRECHI SISTEMICI, CONNESSIONI, EFFETTI

Includendo l'uso di cibo commestibile per l'alimentazione umana che viene viceversa destinato agli allevamenti animali e la sovralimentazione, nel mondo lo spreco ammonta a quasi il 50% della produzione in energia/massa; in proteine esso supera il 66%; un'altra quota tra il 10 e il 15% va a usi non alimentari. Se misurato in energia alimentare lo spreco sistemico in Europa e in Italia potrebbe essere di almeno il 63% circa. A incrementi globali di fabbisogno seguono eccessi di prelievi, forniture, consumi e aumenti esponenziali dello spreco (32 volte superiori rispetto a quelli del fabbisogno). Dove produzione e forniture calano, anche gli sprechi scendono. Sovraproduzione e strutture agroindustriali amplificano gravi squilibri tra paesi e nelle popolazioni: nel mondo il 66% delle persone soffre seri problemi nutrizionali. Gli effetti ambientali sono associati soprattutto alle fasi produttive più che allo smaltimento dei rifiuti. I sistemi alimentari sono tra i principali fattori di superamento dei limiti nei processi bio—fisici che regolano la resilienza del pianeta: prima causa di superamento nell'alterazione della biodiversità e dei cicli di azoto-fosforo come per il consumo del suolo; tra le prime per i cambi climatici; prima nell'avvicinamento al limite nel consumo di acqua. L'impronta ecologica dello spreco alimentare incide sul *deficit* totale di biocapacità per il 58% nel mondo, il 30% nel Mediterraneo, il 18% in Italia, dove lo spreco alimentare impiega il 50% della biocapacità.

SISTEMI ALIMENTARI ECOLOGICI, LOCALI E DI PICCOLA SCALA

Nonostante le carenze di dati e di qualifiche necessarie di specifici alimenti e tipi di alimenti per poter condurre valutazioni sullo spreco alimentare legato a diversi sistemi agricoli, in Italia e nel resto del mondo, è possibile comunque trarre alcune conclusioni generali. Considerando solo i rifiuti prodotti, a parità di risorse usate i sistemi agricoli diversificati e di piccola scala producono da 2 a 4 volte meno sprechi rispetto ai sistemi agroindustriali e consuma in totale molte meno risorse; i primi infatti sono più sostenibili nel medio-lungo periodo e forniscono un valore nutrizionale superiore. A scala globale l'agricoltura di piccola scala produce il 70% del totale con il 25% delle terre occupate. Alcuni studi mostrano che: le filiere corte-biologiche-locali consentono di ridurre gli sprechi pre-consumo al 5% rispetto al 40% dei sistemi agro-industriali; chi si rifornisce solo in reti alimentari alternative (alternative food networks, o AFN) spreca fino a un decimo rispetto a chi usa solo canali convenzionali; i sistemi di agricoltura supportata da comunità (*community supported agriculture*, o CSA) riducono gli sprechi al 7% contro il 55% dei sistemi di grande distribuzione. Le prestazioni ambientali dei sistemi agricoli diversificati sono molto più efficaci dei sistemi agricoli mono-culturali e agro-industriali, anche se sono riportati in letteratura alcuni eccezioni significative. Il rapporto evidenzia la necessità di indagare più approfonditamente il confronto tra l'efficienza dei sistemi alimentari diversificati rispetto ai sistemi agricoli intensivi e agro-industriali in termini di uso e consumo di risorse.

PREVENZIONE STRUTTURALE

I livelli di spreco sono associati essenzialmente alla struttura di ogni sistema alimentare. Finora, l'approccio seguito per affrontare lo spreco è stato basato soprattutto sulla prevenzione dei rifiuti (efficienza tecnica, recupero, riciclo), che potrebbe però favorire l'aumento di eccedenze, sprechi ed effetti negativi. Per una riduzione più efficace maggiore impegno andrebbe rivolto alla prevenzione strutturale delle eccedenze, basandosi su una serie di interventi, che includono: la pianificazione di modelli alimentari e acquisti pubblici sostenibili, le politiche locali alimentari sistemiche, l'educazione alimentare e la crescita della consapevolezza, il supporto a reti alimentari locali, di piccola scala ed ecologiche, la tutela dell'agricoltura contadina e dell'accesso alla terra, l'agro-ecologia e ogni altra forma di agricoltura diversificata, l'agricoltura sociale, urbana/peri-urbana e in aree interne, il contrasto agli illeciti, il sostegno alle attività di ricerca, le iniziative istituzionali, la cittadinanza attiva.

STRATEGIA DI RESILIENZA

Per tornare nelle capacità ecologiche è verosimile che gli sprechi sistemici vadano ridotti strutturalmente ad almeno un terzo degli attuali nel mondo, a un quarto in Italia. Per raggiungere questo obiettivo è prioritario assegnare maggior valore sociale ed economico al cibo, favorire una produzione e un accesso equi, evitare eccessi commerciali e spettacolari. I fabbisogni totali ed eccedenze vanno ridotti, la produzione ecologica e autosufficiente va sostenuta e aumentata, invertendo il consumo di suolo agricolo/naturale, sostenendo reti alimentari alternative, aggregando comunità resilienti, riducendo i prodotti animali, iper-processati, grassi insalubri, sali, zuccheri, contenendo i legami della produzione alimentare con i sistemi finanziari e il commercio internazionale, favorendo la bioeconomia e l'economia (quasi)circolare che eviti il cosiddetto 'paradosso di Jevons' (simultanei aumenti di efficienza e di risorse totali consumate).

KEY MESSAGES AND OUTCOMES

SYSTEMIC DEFINITION OF FOOD WASTAGE

In a food system, wastage is the part of production that exceeds dietary requirements and ecological capacities. The objective of such approach is the protection of coupled socio-ecological systems, not just the efficient use of resources or food security. Thus in addition to conventional wastage that produce waste, food wastage should include: "non-yields" and pre-harvest losses of edible products; industrial, energy and livestock uses of edible products; human overeating; nutritional quality losses; wastage of drinking water or of water that can be easily made drinkable.

FIGURES ON SYSTEMIC WASTAGE, CONNECTIONS AND EFFECTS

Including over-eating and livestock supply, globally wastage is almost 50% of production in energy/mass; as proteins wastage exceeds 66%; another 10-15% of food goes to non-food uses. European and Italian systemic wastage could be at least 63% in food energy. Global requirement increases are followed by excessive withdrawals, supplies, consumptions and wastage exponential increase (32 times that of the average requirement); where production and supply come down wastage falls. Agro-industrial structures and overproduction amplify strong geographical and within populations imbalances: globally 66% of people suffer serious nutritional problems. Environmental effects are more related to production stages more than to disposal ones. Food systems are major driver of exceeding biophysical limits of processes regulating Earth's resilience: first cause of exceeding alteration of biodiversity and nitrogen and phosphorus cycles as for soil consumption; among first for climate change, first cause of approaching the limit in water consumption. Ecological footprint of food wastage takes in bio-capacity deficit for about: 58% globally, 30% in the Mediterranean, 18% in Italy.

ECOLOGICAL, LOCAL AND SMALL-SCALE FOOD SYSTEMS

Despite all the deficiencies in the data and the qualifications that are needed in applying it to specific foods and food types, in Italy and in the world, to be able to carry out assessments on food waste by different food systems, some general conclusions can be drawn. Accounting for food waste, and not considering other components, diversified food systems produce less wastage. With the same amount of resources employed, small-scale ecological agriculture produces waste from 2 to 4 times lower than agro-industrial systems, it has a total consumption of resources much lower, it is more durable and provides more nutrients. On a global level small-scale agriculture produces 70% of total food production using 25% of the land. The available data show that local short-biological supply chains reduce pre-consumption food waste to 5% compared to about 40% of agro-industrial systems; consumers that only supply themselves in alternative food networks (AFNs) waste one-tenth compared to those who use only conventional channels; community supported agriculture (CSA) systems waste 7%, against 55% of the large-scale retail systems. The environmental and social performance of alternative systems are much more efficient, although there are some notable exceptions. The report highlights the need to further investigate the comparison between the efficiency of diversified food systems with respect to intensive agricultural and agro-industrial systems in terms of use and consumption of resources.

STRUCTURAL PREVENTION

Basically wastage level is a feature of the structure in each type of food system. Today the dominant approach to address it is the prevention of garbage (mostly based on technical efficiency, food recovery, recycle) which yet can preserve the rise of surpluses, systemic wastages and negative effects. For effective reduction efforts must go to the structural prevention of surpluses grounding on local self-sustaining communities cooperating. It should be promoted: food model planning and green public procurements; systemic/participatory local policies; food education; local, small-scale, ecological and solidarity networks; peasant agriculture and access to land; agro-ecology and protection of agro-biodiversity; social, urban/peri-urban, inland areas agriculture; struggle *vs* illicit; more research; institutional initiatives; changes in industrial chains; citizens active role.

RESILIENCE STRATEGY

To come back into ecological capacities, systemic wastage should be likely reduced at least: to 1/3 of the current globally, to 1/4 in Italy. To achieve this goal it is useful to assign greater social and economic value to food, to promote fair production and access, avoiding commodification and glamourising. Total requirements and surpluses must be reduced, production must be ecological and self-sufficient, reversing agricultural/natural land take, supporting alternative networks, aggregating resilient communities, reducing animal products, ultra elaborated, unhealthy fats, salts, sugars and dependency on international finance and trade, with a type of *quasi*-circular bio-economy avoiding the Jevons paradox (simultaneous increases of efficiency and of total resources consumption).

RAPPORTO DI SINTESI

Definizioni e cause

Lo spreco alimentare è un problema globale emergente, con enormi implicazioni ambientali, sociali ed economiche. Il tema è molto articolato e complesso poiché con questo termine non si intende solo lo spreco domestico, ma anche quello che avviene nel corso di tutta la catena alimentare, dalla produzione al consumo finale e diversi aspetti sono stati finora trascurati. Si tratta di un tema di grande attualità e relativamente nuovo nel dibattito internazionale; infatti la FAO, l'organizzazione delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione, ha solo da poco sviluppato un filone di attività su questa materia. I dati riportati in questo studio sono quindi gli unici disponibili alle scale analizzate. Molte fonti e indagini sullo spreco alimentare indicano espressamente la necessità di condurre ulteriori analisi e colmare i deficit documentali e conoscitivi (Chaboud e Daviron, 2017; Xue *et al.*, 2017).

La letteratura scientifica internazionale disponibile sullo spreco alimentare evidenzia una diffusa propensione tra ricercatori e decisori politici a usare indistintamente espressioni quali "rifiuto alimentare" o "spreco alimentare". Ciò è in parte attribuibile all'uso nella letteratura di lingua inglese del termine "*waste*" che può essere inteso o come "spreco" o come "rifiuto"; in maggior parte ciò è dovuto a un approccio che si focalizza sulle fasi finali dei processi piuttosto che sull'intera complessità dei sistemi alimentari (FAO-CFS-HLPE, 2014). Diversi studi (tra cui Smil, 2004; Stuart, 2009; Bender, 1994; Alexander *et al.*, 2017) inseriscono nella definizione di spreco alimentare anche la sovralimentazione degli individui, ossia la differenza tra la quantità di cibo che una persona consuma e quello di cui avrebbe realmente bisogno, stimata secondo il fabbisogno calorico raccomandato dalle organizzazioni internazionali, inserendo in questo modo anche il sovrappeso e l'obesità (e le conseguenti patologie) all'interno del dibattito. Questi autori considerano nello spreco alimentare anche l'eccesso di coltivazioni edibili (quali cereali, leguminose da granella, semi oleaginosi) destinate ad alimentare gli animali da allevamento, in virtù della perdita netta di calorie ottenuta con la conversione animale. Secondo la FAO rientra nella questione anche la perdita di qualità alimentare (*food quality loss or waste*) ovvero la diminuzione delle caratteristiche qualitative degli alimenti (quali quelle nutrizionali e organolettiche) legata alla degradazione del prodotto in tutte le fasi della catena alimentare dal prelievo al consumo (FAO-CFS-HLPE, 2014; FAO-Save food, 2014).

È evidente che la definizione di spreco alimentare e il relativo perimetro hanno un impatto sul modo in cui sono definite le politiche e le azioni per affrontarlo e sul modo in cui lo spreco è quantificato. Per diversi motivi affrontati per esteso in questa ricerca (cfr. in particolare il paragrafo 11.1), gli studi esistenti non risultano ancora del tutto adeguati per affrontare pienamente la problematica degli sprechi alimentari (Chaboud e Daviron, 2017; Xue *et al.*, 2017). In generale si considera che l'approccio orientato all'alimentazione affronti la questione in modo maggiormente strutturale rispetto a quello orientato ai rifiuti: *food-focused approach* o *waste-focused approach* (FAO-CFS-HLPE, 2014). Volendo analizzare il fenomeno con un approccio sistemico si ritiene di dover considerare tutti i fattori culturali, sociali, economici e tecnologici, considerando poi le relazioni interne agli interi modelli di produzione-distribuzione-consumo che sottendono diversi tipi di sistemi alimentari (Meadows, 2008; Ericksen, 2008; Ingram, 2011; Monasterolo *et al.*, 2015; Armendariz *et al.*, 2016). Per giungere a una definizione completa della questione dello spreco alimentare il principale obiettivo di riferimento è rappresentato dalla resilienza dei sistemi socioecologici congiunti entro i limiti ambientali e sociali (Liu *et al.*, 2007; Folke *et al.*, 2016; Raworth, 2017; Jackson, 2017; Figura 1.1 e Tabella 1.1). La resilienza è la capacità vitale di persistere ed evolvere, adattandosi o trasformandosi, in equilibrio con i cambiamenti ambientali continui e in sinergia con le basi della biosfera (Folke, 2016).

I fattori di carattere globale maggiormente condizionanti gli sprechi alimentari sono: la crescita della popolazione mondiale e dell'urbanizzazione, l'uso crescente delle fonti energetiche fossili, la diffusione economica e culturale di sistemi agroindustriali di massa (concentrazione, distanziamento, distribuzione

asimmetrica) (Figura 2.1; Clapp, 2002; Gille, 2012), gli obiettivi di crescita che non contabilizzano esternalità ambientali e sociali, l'insufficiente regolazione della finanza e della globalizzazione del commercio, l'assegnazione di un valore economico e socio-culturale al cibo relativamente basso, la trasformazione degli stili di vita e alimentari (FAO, 2011). Questi determinanti portano all'aumento dei volumi di prodotti alimentari commercializzati e incidono profondamente sul livello di sprechi generati. Tra tutte le cause e origini del fenomeno (analizzate in dettaglio nel capitolo 2) si evidenzia, anche per dimensioni, l'importanza strategica della formazione smisurata di eccedenze, prima di tutto in fase produttiva. I condizionamenti del mercato e delle politiche agroalimentari, tramite le fasi industriali e distributive delle filiere, influiscono fortemente sulla produzione primaria (adozione omologata di modelli agroindustriali) e sul consumo finale (stimolo al consumo da parte dell'offerta).

L'analisi svolta nella presente ricerca evidenzia come gli effetti associati allo spreco alimentare siano dovuti in larga parte alla fase di produzione e ai modelli agroindustriali impiegati. Per evitare tali effetti è fondamentale porre attenzione prioritariamente alla prevenzione delle eccedenze produttive che si formano lungo tutta la filiera.

Nel definire lo "spreco alimentare" si fa perciò riferimento prima di tutto alla caratteristica creazione di eccedenze da sovrapproduzione e sovra-offerta intrinseca nel modello alimentare prevalente. I fenomeni ristretti di spreco/perdita che producono rifiuti, analizzati dagli studi FAO e *Fusions*, sono definiti qui complessivamente come "sprechi/perdite convenzionali" e i due termini sono considerati sinonimi.

Di conseguenza la "prevenzione dello spreco alimentare" comprende l'insieme di tutti quegli interventi strutturali di riduzione preventiva della produzione di eccedenze alimentari e quindi dei conseguenti sprechi. Per quanto riguarda tutti gli altri tipi di interventi (efficienza tecnologica, recupero alimentare, riciclo) atti ad evitare la produzione di rifiuti alimentari si ritiene più opportuno parlare di "prevenzione o riduzione dei rifiuti alimentari".

Secondo questo approccio lo spreco alimentare rappresenta la parte di produzione alimentare che eccede i fabbisogni nutrizionali di riferimento o le capacità di carico ecologiche. Al fine di tutelare i sistemi socio-ecologici congiunti è necessario sviluppare studi approfonditi per la definizione delle soglie "fisiologiche" massime entro cui riportare la produzione di eccedenze alimentari; il dettaglio di tali livelli globali e locali dovrà basarsi sulla valutazione degli effetti complessivi, ecologici e sociali, dei sistemi alimentari. Lo spreco può avvenire perché la produzione non è consumata per alimentazione umana oppure perché è consumata, ma genera effetti antinutrizionali legati all'assunzione nella dieta di "non nutrienti" e "antinutrienti". Con quest'ultimo termine si intendono quelle sostanze che legano alcuni nutrienti presenti nei cibi limitandone l'assorbimento, presenti in piccola quantità negli organismi vegetali o che si formano dai processi di degradazione, cottura o conservazione degli alimenti, oppure si tratta di sostanze tossiche ambientali.

Vanno quindi considerati sprechi gli eccessi nella produzione e nelle forniture alimentari, la sovralimentazione e la malnutrizione (intesa in senso ampio come perdita di nutrienti o acquisizione di antinutrienti). Lo spreco può verificarsi nelle fasi iniziali (uso di produttività primaria, semina, coltivazione, prodotti lasciati in campo), nel prelievo (raccolti, pascoli, catture), nelle successive filiere, fino alle fasi di consumo o alternative al consumo. Nelle fasi iniziali possono verificarsi le "mancate produzioni" (*non yields* nella letteratura scientifica internazionale) ovvero le differenze tra le produzioni edibili attese o ottimali e quelle effettivamente ottenute, tenendo conto delle risorse impiegate. Le "mancate produzioni" possono verificarsi per eccessivo sfruttamento della produttività, per fattori ambientali, economici o altri fattori ancora (Capitolo 1 e Figura 1.2). Dal punto di vista sistemico sono da includere nello spreco alimentare anche i prodotti alimentari riciclati, benché la singola fase di riciclo possa evitare alcuni effetti negativi (associati allo smaltimento) e in alcuni casi può far tornare indirettamente le sostanze nella filiera alimentare (mangime, compost). Ciò avviene però tramite una degradazione che impedisce temporaneamente la disponibilità alimentare di materia ed energia, richiedendo ulteriori risorse per restituire loro commestibilità. Per definire esaurientemente lo spreco alimentare, si ritiene che debbano essere inclusi nella produzione alimentare anche tutti i prodotti usati negli allevamenti per produrre indirettamente alimenti umani (raccolti per mangimi e foraggi, vegetali da pascolo, risorse alieutiche o da acquacoltura), laddove esse siano già in origine edibili per l'uomo.

Quindi negli sprechi alimentari possono essere incluse anche le quote edibili degli elementi destinati agli allevamenti: “mancate produzioni” antecedenti il completamento della produzione edibile, perdite in campo prima dei prelievi, perdite durante i prelievi, perdite nelle filiere di approvvigionamento degli allevamenti, perdite nette nella conversione e accrescimento animale.

L’impiego di prodotti edibili per l’uomo nell’allevamento animale dovrebbe quindi essere ridotto, con vantaggi per la sicurezza alimentare e ambientale. Inoltre anche la quota di risorse edibili destinata a usi industriali o energetici può essere considerata come spreco alimentare e perciò bisogna valutarne attentamente la necessità in rapporto a obiettivi socio-ecologici.

Il nesso acqua-cibo-energia è centrale per lo sviluppo sostenibile. La domanda per tutti e tre è in aumento, sospinta dalla crescita della popolazione globale, dalla rapida urbanizzazione, dal cambiamento delle diete e dalla crescita economica globale. L’agricoltura è il più grande consumatore di risorse di acqua dolce del mondo e oltre un quarto dell’energia utilizzata a livello mondiale è destinata alla produzione e alla fornitura di cibo.

Le perdite di acqua potabile (per esempio perdite nelle reti di distribuzione, per uso energetico, industriale, estrattivo, per produzioni alimentari in eccesso o con imbottigliamento eccessivo) o che facilmente può essere resa potabile dovrebbero essere considerate un argomento da affrontare congiuntamente allo spreco alimentare o un elemento dello stesso (cfr. le definizioni del *Codex Alimentarius* FAO e l’art. 2 del Regolamento UE 178/2002). Gli sprechi di acqua potabile riguardano anche gli aspetti qualitativi di perdita delle proprietà nutrizionali dovuta a contaminazione da parte di inquinanti. Anche le stime degli effetti ambientali, economici e sociali dello spreco alimentare dovrebbero tenere conto di queste componenti finora non sufficientemente considerate.

Anche le stime degli effetti ambientali, economici e sociali dello spreco alimentare dovrebbero tenere conto di queste componenti finora non sufficientemente considerate.

Dati, connessioni sistemiche, effetti

Secondo lo studio globale più noto, svolto dalla FAO (2011), riferito a dati del 2007, circa un terzo in massa della produzione iniziale di cibo destinata al consumo umano si perde o si spreca lungo la filiera alimentare ogni anno (dalle perdite nei prelievi destinati direttamente all’uomo fino al consumo). Tale quota è di circa un quarto se misurata in calorie (WRI, 2013). Queste analisi non comprendono alcuni beni alimentari. Secondo il *World Resources Institute* a livello geografico, lo spreco nel consumo finale dei paesi sviluppati rappresenta, in termini di energia alimentare, la componente maggiore, essendo il 28% degli sprechi globali. Nel presente studio i dati FAO-WRI sono stati ri-analizzati e rielaborati (paragrafo 3.1), giungendo alla conclusione che le perdite/sprechi convenzionali in energia alimentare, per l’insieme di tutti i beni alimentari, nel 2007 erano di circa 720 kcal/procapite/giorno, pari a circa il 21% della produzione primaria (riferita al momento di inizio dei prelievi).

Un successivo studio (Alexander *et al.*, 2017), redatto da un gruppo internazionale di centri di ricerca, presenta dati più aggiornati (riferiti al 2011) e più completi. Esso considera nello spreco anche: le “mancate produzioni” (senza considerare però le risorse sprecate in ingresso), le perdite in campo prima dei prelievi, le perdite nei prelievi per alimentazione animale, le inefficienze nelle filiere di allevamento, la sovralimentazione rispetto ai fabbisogni nutrizionali medi, gli usi non alimentari di prodotti già edibili per l’uomo.

Di tutti i prelievi edibili (non considerando quei foraggi che viceversa potrebbero esserlo) ne sono persi circa il 44% in energia. Le quantità di biomasse edibili destinate agli usi non alimentari (escludendo i foraggi edibili) è compresa tra il 10% e il 15% circa del totale dei prelievi. Purtroppo i dati relativi alle “mancate produzioni”, alle perdite in campo e nei prelievi non sono scorporabili dall’inefficienza complessiva data dalla differenza tra produttività primaria netta e prelievi. Le stime relative al 2011 quindi non includono le

perdite avvenute durante i prelievi di risorse edibili, ma includono i beni non considerati negli studi FAO-WRI.

Secondo questo studio del 2017 la fase di trasporto e conservazione ha inefficienze interne tra l'8 e l'11%, mentre le quote relative della stessa fase rispetto al totale degli sprechi post-prelievo variano tra il 10 e il 25%. La fase di trasformazione ha inefficienze interne del 15% in energia, 24% in massa secca, 33% in proteine e addirittura 59% in massa umida, mentre le sue quote relative degli sprechi post-prelievo sono tra il 9 e il 17%, ma in massa umida è la quota maggiore (36%). La fase dei sistemi alimentari con i maggiori sprechi interni è quella dell'allevamento e della trasformazione animale: 93% in massa umida, 87% in energia, 82% in proteine e addirittura 94% in massa secca (rispetto ai prodotti di colture e pascoli in ingresso). L'allevamento animale ha una quota relativa di tutti gli sprechi post-raccolto (escludendo foraggi-pascoli) pari al 12% in massa umida, che però diventa la maggior quota in energia (36%), proteine (38%) e addirittura il 44% in massa secca. Nella fase di vendita al dettaglio e consumo si hanno sprechi tra il 9 e il 10%, mentre tale fase incide solamente tra il 9 e il 16% di tutti gli sprechi post-prelievo. La sovralimentazione media globale ha una quota del 17% in massa umida di tutti gli sprechi post-prelievo, 14% in massa secca, 16% in calorie, 27% in proteine. Queste percentuali sono ben maggiori di quelle dello spreco nel consumo e nella vendita al dettaglio, soprattutto in termini di proteine. La sovralimentazione media globale rappresenta il 10% di tutto il cibo che è consumato in termini di massa umida; stesse percentuali in massa secca ed energia, mentre in termini di proteine rappresenta ben il 28%.

La presente ricerca ha elaborato questi dati concludendo che il totale degli sprechi post-prelievo, includendo la sovralimentazione e l'inefficienza degli allevamenti (dai raccolti alla trasformazione) si attesta nel 2011 a circa 1.900 kcal/procapite/giorno (2,8 Gt in massa umida), pari a circa 2.450 kcal/procapite/giorno (4,4 Gt) considerando edibili anche i foraggi raccolti (per la questione dei foraggi si veda al paragrafo 3.1.2), una quantità equivalente a più del fabbisogno medio globale di riferimento. L'aumento rispetto al dato comparabile del 2007 (1.650 kcal/procapite/giorno) è di circa +15%. L'insieme degli sprechi passa dal 41% al 44% dell'insieme dei prelievi; considerando edibili anche i foraggi la quota di spreco sale al 51% dei prelievi totali. In massa umida questa percentuale di spreco totale è del 41% (53% con i foraggi), 51% in massa secca (57% con i foraggi) e addirittura 61% in proteine (67% con i foraggi). Ciò significa che mediamente, nel mondo, per assumere il fabbisogno nutrizionale di proteine se ne preleva una quantità 3 volte superiore e viene sprecato almeno il doppio di quel che sarebbe più che sufficiente al sostentamento umano. Oppure significa che per assumere il fabbisogno energetico se ne preleva il doppio e ne viene sprecata una quantità almeno pari a quella che sarebbe da sola più che adeguata. Del 44% di spreco globale ben il 24% è causato da inefficienza di allevamenti animali ovvero fino al 55% degli sprechi. Considerando anche gli usi non alimentari di prodotti edibili e i foraggi edibili lo spreco in energia alimentare sale fino al 57% del totale prodotto. Se si disponesse di dati solidi su "non rese" e perdite precedenti e durante i prelievi, le quote di spreco sarebbero molto probabilmente ancora più alte; le indicazioni dello studio di Alexander *et al.* (2017) suggeriscono un valore intorno all'85%.

Nonostante l'incompletezza dei dati in massa relativi al 2007, appare comunque probabile che vi sia stato un aumento tra 2007 e 2011 anche in termini di massa sprecata tra produzione e consumo. Lo spreco di massa dai prelievi al consumo è stato nel 2011 di circa 1,6 Gt (escluse perdite di animali in allevamento e per trasformazione in derivati) a cui vanno sommati circa 0,4 Gt di sovralimentazione e circa 0,8 Gt relative alle filiere animali. I dati FAOSTAT aggiornati al 2015 mostrano ancora un aumento della fornitura alimentare media globale a 2.950 kcal/procapite/giorno con un eccesso rispetto al fabbisogno medio di ben 550 kcal/procapite/giorno che sono destinate a sovralimentazione, spreco al consumo e nella vendita al dettaglio.

In sostanza, nei periodi analizzati (2007-2011-2015), limitandosi a considerare i dati medi confrontabili sul contenuto energetico degli alimenti, i tassi di aumento annuo sono all'incirca i seguenti: il fabbisogno aumenta dello 0,1% l'anno, i prelievi del 1,3%, la fornitura dello 0,6% e i consumi del 1,4%. A fronte di ciò il tasso di aumento delle perdite tra pre-fornitura (13%) è circa 10 volte quello dei prelievi, 22 volte quello della fornitura, 9 volte quello dei consumi, più di 100 volte quello del fabbisogno. Si assisterebbe ad una diminuzione degli sprechi post-fornitura del 5,8% all'anno, ma al contempo ad un incremento gigantesco della sovralimentazione, +36% l'anno; in questo modo i due elementi arriverebbero quasi alla pari. Lo spreco sistemico complessivo (compresa anche l'inefficienza degli allevamenti) aumenta circa del 3,2% l'anno, 32

volte rispetto al fabbisogno, più del doppio rispetto a prelievi in input e consumi, più di 5 volte l'aumento della fornitura (Figura 3.5). Ovviamente questi aumenti esponenziali degli sprechi pro capite vanno letti insieme all'aumento della popolazione mondiale, quindi la crescita esponenziale degli sprechi complessivi risulta ancora maggiore. Infine un recente studio sostiene che nel corso degli ultimi 55 anni il surplus di fornitura (sovralimentazione, sprechi nel consumo e nella vendita al dettaglio) sarebbe cresciuto del 77% e tenderebbe a crescere del 174% al 2050 (in 90 anni), mentre contemporaneamente il fabbisogno globale aumenterebbe solo del 2-20% (Hiç *et al.*, 2016).

Pur prendendo atto delle incertezze legate all'approssimazione dei dati disponibili e alle assunzioni di partenza, da questi andamenti tendenziali dovrebbe comunque risultare evidente come ad aumenti del fabbisogno umano si risponde con incrementi eccessivi delle forniture, dei consumi e ancor più dei prelievi edibili, generando poi aumenti esponenziali dello spreco alimentare. L'osservazione di queste disfunzioni strutturali rafforza l'ipotesi che l'origine determinante degli sprechi alimentari sia da ricercarsi nella diffusione globale dei modelli di sovrapproduzione e sovraofferta, i quali innescano e stimolano meccanismi di amplificazione delle inefficienze dei sistemi alimentari.

Nell'approccio d'insieme sul funzionamento dei sistemi alimentari, altre questioni chiave sono quelle strettamente connesse a quella dello spreco alimentare e sono sintetizzate in questo rapporto, a partire dalla disponibilità e dal consumo di risorse energetiche, acqua, suolo fertile e altre risorse bio-geo-chimiche come l'azoto e il fosforo.

Secondo il concetto di “confini planetari” introdotti da Rockstrom *et al.* (2009), le attività umane hanno modificato l'equilibrio di una serie di processi geologici, fisici e biologici che regolano la stabilità e la resilienza del sistema Terra, rimasti sostanzialmente stabili dall'inizio dell'Olocene. Essi includono i cambiamenti climatici, la trasformazione dei flussi bio-geo-chimici di azoto e fosforo, la riduzione dell'ozono stratosferico, la perdita della integrità della biosfera, la trasformazione di uso del suolo, il rilascio di sostanze artificiali, il carico di aerosol atmosferico, il prelievo di acqua dolce, l'acidificazione degli oceani (Steffen *et al.*, 2015). L'alterazione antropica di questi processi può portare al superamento della soglia di sicurezza entro la quale si trova lo spazio operativo sicuro per le attività umane, che potrebbero avere conseguenze disastrose per l'umanità. L'ulteriore intensificazione delle alterazioni può far superare la soglia di incertezza e portare all'instabilità del sistema terrestre, con il rischio di generare effetti caotici, difficilmente prevedibili e gestibili.

I sistemi alimentari nel loro complesso sono tra i principali determinanti dei problemi ambientali, ecologici e sanitari a livello mondiale (Figura 4.1). Considerando 5 dei 9 processi planetari (per 2 dei quali non vi sono dati globali) essi contribuiscono in maniera prevalente al superamento delle soglie di sicurezza per due processi bio-geo-fisici planetari (Gordon *et al.*, 2017): l'alterazione dell'integrità biologica e dei cicli dell'azoto e del fosforo. Sono il principale determinante nel superamento delle soglie di sicurezza planetarie per la disponibilità di suolo, mentre per l'alterazione dei sistemi climatici sono una delle principali cause. Inoltre sono il principale determinante verso il raggiungimento della soglia di sicurezza nel consumo idrico (Figura 4.1).

I sistemi alimentari incidono per circa un terzo sull'impronta ecologica mondiale nel senso che da soli impegnano più di metà della biocapacità (definita come la capacità di un territorio di rigenerare le risorse e assorbire i rifiuti in un tempo limitato) disponibile sul pianeta. Il settore alimentare è il più grande determinante dell'impronta ecologica nella regione del Mediterraneo con circa il 35% del totale, così come in Italia dove contribuisce per circa il 21% all'impronta ecologica complessiva. Da solo esso sfrutta quasi tutta la biocapacità nazionale disponibile e paragonata alla biocapacità media globale sarebbe pari a più della sua metà (*Global Footprint Network*, 2012-2015-2016).

Nella presente ricerca, elaborando studi pubblicati nel 2017 sull'area mediterranea (Galli *et al.*, 2017; dati 2010-2012), si stima in prima approssimazione l'impronta ecologica degli sprechi alimentari (dalla produzione alla sovralimentazione includendo la perdita netta dalla conversione animale negli allevamenti) e dello spreco nutrizionale (considerando la maggiore efficienza ecologica di diete con quote minori di derivati animali, grassi insalubri, sale e zucchero). A livello globale gli sprechi alimentari così definiti

rappresenterebbero circa il 21% dell'impronta ecologica globale, corrispondendo a circa il 32% della biocapacità mondiale ovvero circa il 58% del deficit ecologico complessivo. Nel Mediterraneo gli sprechi alimentari rappresenterebbero circa il 19% dell'impronta ecologica, corrispondendo al 50% della biocapacità della regione ovvero pari a circa il 30% del deficit ecologico complessivo che eccede la biocapacità. Per l'Italia gli sprechi alimentari rappresenterebbero circa il 14% dell'impronta ecologica, corrispondendo a più del 50% della propria biocapacità, circa il 18% del proprio deficit ecologico. Questo dato è più basso della media dell'area poiché l'impronta complessiva italiana è più alta degli altri paesi, dove il settore alimentare ha un peso maggiore rispetto agli altri settori produttivi (Figura 4.2).

La FAO (2013) stima che le perdite e gli sprechi alimentari, definiti in modo convenzionale per i beni considerati, siano associati a un'impronta globale di gas-serra, escludendo le emissioni dovute al cambio di uso del suolo, di 3,3 Gt di CO₂ equivalenti l'anno, il 7% circa delle emissioni globali di gas-serra. L'impronta globale di acqua "blu" (da acque superficiali e sotterranee) per la produzione agricola dovuta allo spreco alimentare nel 2007 è di circa 250 km³. L'uso di fertilizzanti associato allo spreco alimentare è di 4,3 kg/procapite/anno. Non considerando le trasformazioni di uso del suolo da deforestazione, urbanizzazione, compattamento e degradazione, a livello globale lo spreco alimentare nel 2007 sarebbe responsabile dell'occupazione di circa 1,4 miliardi di ettari, ovvero il 28% dell'area agricola mondiale. Per quanto riguarda gli effetti sulla biodiversità, essi sono messi in relazione alla localizzazione della produzione agricola, ma non sono ancora stati compiutamente considerati gli effetti dovuti al commercio internazionale degli alimenti poi sprecati. In questo modo si stima che sia associato allo spreco alimentare il 25% della deforestazione globale e il 20% delle minacce alle specie. In più si consideri che globalmente fino al 70% del pescato a strascico è rigettato in mare (FAO, 2013).

Il progetto UE *Fusions* (2016 [a]) stima che nell'UE 88 Mt circa di alimenti finiscono buttati ogni anno (dati 2012) e i maggiori contribuenti sarebbero i consumatori con 47 Mt (53%). Questi dati non considerano le fasi che precedono i prelievi, i rigetti in mare del pescato, le perdite edibili nelle forniture degli allevamenti, le inefficienze nella conversione animale, la sovralimentazione, gli usi non alimentari, il riciclo come mangime e per le valorizzazioni biochimiche. Inoltre le perdite nella produzione e nella trasformazione sono probabilmente sottostimate a causa della mancanza di dati.

Elaborando il dato della FAO riferito all'UE, sempre per il 2007, che stima uno spreco edibile di 280 kg/procapite/anno, si ottiene una quantità (incluse parti non edibili) di circa 250 Mt l'anno, mentre per la sola popolazione dell'UE si hanno 174 Mt l'anno. Un'altra notevole differenza tra i dati FAO e quelli FUSIONS riguarda la quota relativa di spreco nel consumo, che secondo la FAO inciderebbe per il 36% del totale. Un'altra ricerca mostra un confronto parallelo nel periodo 2006-2009 tra i dati sullo spreco alimentare e i dati dei *Food Balance Sheets* della FAO, confermando che lo spreco tende a diminuire in quei paesi dove a diminuire sono anche produzione e forniture alimentari (Bräutigam *et al.*, 2014).

I dati FAOSTAT relativi al 2013 (gli ultimi disponibili) per l'Europa riportano una fornitura alimentare simile a quella del 2007 ovvero circa 900 kcal/procapite/giorno oltre il fabbisogno medio. A partire dal dato del *World Resources Institute* (2013) riportato per l'Europa nel 2007 e ipotizzando lo spreco dei beni non considerati, risulterebbe uno spreco di circa 830 kcal/procapite/giorno e un surplus da sovralimentazione, perdite e sprechi al consumo intorno a 1.300 kcal/procapite/giorno. A questi dati si può accompagnare la perdita netta di calorie associata alla produzione di derivati animali stimata in Europa mediamente in 3.100 kcal/procapite/giorno, senza considerare i foraggi (Stuart, 2009). Il surplus europeo complessivo si attesterebbe perciò ad almeno 4.230 kcal/procapite/giorno. Questo significherebbe che almeno il 63% in energia alimentare della produzione edibile destinata direttamente o indirettamente all'uomo è sprecata. L'inefficienza degli allevamenti animali rappresenterebbe fino al 73% degli sprechi in Europa. Inoltre sarebbero da valutare le quote edibili delle "non rese" e delle perdite precedenti i prelievi, delle perdite nei prelievi destinati agli allevamenti, dei foraggi e degli usi non alimentari. La sovralimentazione media rappresenterebbe circa il 14% del consumo in Europa.

Il progetto *Fusions* (2016 [a]) stima che le emissioni di gas serra associate allo spreco alimentare convenzionale nell'UE-28 sia pari a circa 227 Mt di CO₂ equivalenti. È stato stimato (Kummu *et al.*, 2012) che lo spreco alimentare relativo alle colture vegetali in Europa nel periodo 2005-2007 abbia corrisposto al

29% del totale prodotto, 720 kcal/procapite/giorno, all'uso di 18 m³ d'acqua procapite l'anno, all'uso di 334 m² di terra coltivabile procapite l'anno, all'uso di 3,9 Kg procapite l'anno di fertilizzanti. Sono inoltre disponibili stime sui fenomeni associati di acidificazione ed eutrofizzazione delle acque.

Gli studi italiani (Tabella 3.3) finora condotti partono da approcci metodologici ancora non condivisi e consolidati e giungono a conclusioni diverse. Essi mostrano uno spreco convenzionale complessivo che va da 5,6 a 9,6 Mt, non considerando i rigetti in mare, la sovralimentazione, l'approvvigionamento e la conversione degli allevamenti. Il Politecnico di Milano (Garrone *et al.*, 2015) stima lo spreco convenzionale in diminuzione del 7% tra il 2011 e il 2014; esso sarebbe per il 43% a carico dei consumatori, il 13% della distribuzione, il 4% della ristorazione e il 37% della produzione primaria. Questo spreco equivarrebbe appena al 16% della fornitura al consumo, ma in confronto ai dati FAO sembrerebbe trattarsi di una sottostima. Infatti, elaborando il dato FAO della media europea relativo al 2007 si ottiene una quantità, comprese le parti non edibili, di circa 21,0 Mt l'anno (circa 7,6 Mt associati al consumo). Considerando che i dati FAOSTAT evidenziano valori italiani di fornitura media leggermente superiori a quello medio europeo, lo spreco potrebbe essere anche maggiore. Gli studi italiani differiscono in particolare per quanto riguarda il valore in massa dello spreco nel consumo (6 Mt e 2,8 Mt), nonché per la sua percentuale rispetto all'intera filiera (62% e 51%). L'indagine "Waste watcher" 2017 stima il costo economico dello spreco alimentare in circa 16 miliardi di euro e ritiene che il 57% degli sprechi domestici sia causato dall'eccesso di acquisti o di offerte, confermando la prevalenza tra le cause di spreco domestico dei modelli culturali ed economici fondati sulla sovrabbondanza di offerta e consumo tipici dei sistemi agroalimentari industriali nei paesi sviluppati.

Usando il dato europeo delle perdite convenzionali precedenti la fornitura si può stimare che lo spreco alimentare in Italia nel 2007 fosse di circa 1.500 kcal/procapite/giorno, compresa la sovralimentazione (WRI, 2013). I dati FAOSTAT, aggiornati al 2015, riportano per l'Italia una fornitura al consumo in discesa, pari a 3.520 kcal/procapite/giorno. Lo spreco comprendente la sovralimentazione poteva essere nel 2015 di circa 1.400 kcal/procapite/giorno. Si può calcolare una perdita netta di calorie per la produzione di derivati animali alimentando allevamenti con raccolti edibili (con la stessa inefficienza europea del 77%, senza contare i foraggi edibili) di circa 2.400 kcal/procapite/giorno. Lo spreco alimentare comprendente sovralimentazione e perdita netta da allevamenti potrebbe essere di circa 3.710 kcal/procapite/giorno. Ciò significherebbe che in Italia almeno il 60% in energia alimentare della produzione primaria edibile destinata direttamente o indirettamente all'uomo potrebbe essere sprecata. L'inefficienza degli allevamenti animali rappresenterebbe fino al 62% degli sprechi in Italia. Infine andrebbero valutate anche: le "non rese" e le perdite edibili precedenti i prelievi, le perdite nei prelievi per gli allevamenti, i foraggi e gli usi non alimentari. La sovralimentazione media rappresenterebbe circa il 15% del consumo in Italia.

Risulta difficile approssimare le tendenze in Europa e Italia. La direzione complessiva potrebbe conformarsi a quella globale, con aumento contenuto dello spreco nella fase di pre-fornitura e diminuzione più accentuata dello spreco in quella post-fornitura (principalmente a causa della contrazione dei consumi legata alla crisi economica), simmetrica e opposta alla crescita dello spreco per sovralimentazione (aumento di diete squilibrate e povertà), e lieve riduzione dell'enorme spreco per allevamenti (calo nel consumo di derivati animali).

Le stime disponibili (WWF, 2013) ritengono che in Italia lo spreco alimentare convenzionale si associ all'emissione annua di 24,5 Mt di CO₂ equivalenti ovvero ad almeno il 3% circa del consumo di energia. La quantità di acqua dolce ("blu") che è stata sprecata in Italia nel 2012 a causa del cibo inutilizzato o gettato è pari a circa 1,2 miliardi di m³. Allo spreco alimentare convenzionale in Italia si associa l'immissione totale di 228.900 t di azoto in forma reattiva. Lo spreco convenzionale viene associato a una perdita economica in Italia di circa 16 miliardi di euro (*Waste Watcher*, 2016).

Nella tabella A si è tentata una prima sistematizzazione dei dati disponibili sullo spreco alimentare e sui suoi effetti a livello globale, europeo e italiano. Bisogna comunque tenere conto che si tratta di dati approssimati che derivano da diverse fonti e in molti casi sono stati elaborati con metodi diversi. È importante sottolineare che la maggior parte degli effetti associati allo spreco alimentare è relativa alle prime fasi produttive.

Tabella A – Dati disponibili approssimati sullo spreco alimentare e gli effetti, per i quali non sono considerati quelli associati a “mancate produzioni”, perdite prima dei prelievi, sovralimentazione, usi per allevamento e produzioni non alimentari

	Mondo	Europa	Italia
Spreco convenzionale in massa umida (Mt / anno)	> 1.600 (sottostima 2011)	>88 - 250	> 5,6 - 21
Spreco convenzionale rispetto alla produzione primaria (%) in massa umida	33 (sottostima 2007)	Non quantificato	Non quantificato
Spreco in massa umida (Mt / anno) inclusi allevamenti e sovralimentazione	> 2.800 (> 4.400 con foraggi) (sottostima 2011)	Non quantificato	Non quantificato
Spreco in energia alimentare (kcal/procapite/giorno) inclusi allevamenti e sovralimentazione	1800 (2007) > 1.900 (sottostima 2011) > 2.450 con foraggi (2011)	4.230 (2007/2013)	3.710 (ipotesi 2007/2015)
Spreco rispetto alla produzione (%) 2011 inclusi sovralimentazione e allevamenti	>44% (>51% con foraggi) in energia >41% (>53% con foraggi) massa umida >51% (57% con foraggi) in massa secca > 61% (>67% con foraggi) in proteine	Non quantificato	Non quantificato
Spreco rispetto alla produzione (%) 2011 con sovralimentazione, allevamenti, foraggi e usi non alimentari di prodotti edibili	>57% in energia >53% in massa umida >61% in massa secca >72% in proteine	Non quantificato	Non quantificato
Popolazione equivalente allo spreco (n. * 10 ⁶) inclusi sovralimentazione e allevamenti	> 5.500 - > 7.100 con foraggi (sottostima 2011)	1.300 (2007/2013)	90 (ipotesi 2007/2015)
Valore economico associato spreco convenzionale	2.600 * 10 ⁹ dollari/anno (2007) (FAO, 2014 [a])	143 * 10 ⁹ euro/anno (2012) (Fusions, 2016 [a])	16 * 10 ⁹ euro/anno (2014)
Emissioni di gas serra associate (Mt CO ₂ eq / anno) spreco convenzionale	3.300 (sottostima 2007); + 300% 1960-2010, +450% 2010-2050 (solo per surplus fornitura-fabbisogno)	227 (sottostima 2012)	24,5 (sottostima 2007)
Consumo idrico “blu” associato (km ³ / anno) 2007, spreco convenzionale	250	13,5 (colture vegetali)	1,2
Uso di fertilizzanti associato (kg / procapite / anno) 2007 esclusi allevamenti e sovralimentazione	4,3	3,9 (colture vegetali)	Non quantificato
Immissione di azoto reattivo associata (t) 2007, spreco convenzionale	Non quantificato	Non quantificato	228.900
Acidificazione ed eutrofizzazione associate 2012, spreco convenzionale	Non quantificato	2,04 Mt di SO ₂ 0,96 Mt di PO ₄	Non quantificato
Uso di suolo agricolo associato (ettari / anno) 2007 spreco convenzionale	1,4 * 10 ⁹	2,5 * 10 ⁶ (colture vegetali)	Non quantificato
Effetti sulla biodiversità associati 2007, spreco convenzionale	25% della deforestazione 20% delle minacce alle specie	Non quantificati	Non quantificati
Impronta ecologica degli sprechi alimentari (% sui totali) include allevamenti e sovralimentazione	21% dell'impronta 32% della biocapacità 58% del deficit (2012)	19% dell'impronta 50% biocapacità 30% del deficit (2010,mediterraneo)	14% dell'impronta 50% biocapacità 18% del deficit (2012)

In tabella B sono riassunti i principali confronti che si possono operare con i dati disponibili, a livello geografico e temporale. Per i tre livelli geografici considerati si dispone di dati relativi al 2007-2015, mentre a livello temporale si possono evidenziare in modo uniforme le variazioni mondiali tra il 2007 e il 2011. I dati sugli sprechi convenzionali pre-fornitura sono uniformi a livello geografico solo per il 2007 (a partire dall'inizio dei prelievi), mentre nel confronto temporale lo sono in riferimento alle perdite (a partire dal compimento dei prelievi/raccolti). Gli elementi di spreco convenzionale sono distinti in quelli pre-fornitura e quelli a partire dalla fornitura (corrispondendo così agli obiettivi dell'Agenda ONU 2030 per lo sviluppo sostenibile). Si mette in evidenza la quota percentuale relativa degli elementi di spreco finora trascurati, in particolare quelli legati all'uso di prodotti edibili negli allevamenti, che arriva fino al 45% a livello medio europeo. La sovralimentazione arriva in Italia a pesare fino al 7% degli sprechi nel 2007-2015. Nel periodo

tra il 2007 e il 2011 si registra, a scala globale, lo scambio tra spreco pre-fornitura che aumenta e spreco dalla fornitura che diminuisce, quest'ultimo più che compensato dall'aumento della sovralimentazione. I principali dati sono riassunti anche nelle Figure 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.

Tabella B – Confronti sintetici tra gli sprechi alimentari a livello geografico e temporale (quote relative degli elementi)

Energia alimentare (kcal/ procapite/ giorno)	Sprechi (dall'inizio dei prelievi)						Variazione degli sprechi (dalla fine dei prelievi)					
	Mondo 2007		Europa 2007/2013		Italia 2007/2015		Mondo 2007		Mondo 2011			
	kc/p/g	%	kc/p/g	%	kc/p/g	%	kc/p/g	%	kc/p/g	%	%	
Sprechi convenzionali pre-fornitura	392	9,3	340	5,0	370	5,9	230	5,7	340	8	6,1	
Sprechi convenzionali post-fornitura	328	7,8	490	7,2	590	9,5	328	8,1	254	5,9	4,6	
Sprechi convenzionali (1)	720	17,1	830	12,3	960	15,4	558	13,8	594	13,9	10,7	
Sprechi sovralimentazione (1)	100	2,4	400	5,9	450	7,2	100	2,5	244	5,7	4,4	
Sprechi filiere animali (1)	1000	23,8	3000	44,5	2300	36,9	1000	24,8	1033	24,2	18,6	
Sprechi foraggi edibili (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	550	-	10,2	
Sprechi usi non alimentari (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	732	-	13,6	
Input (1)	4199	100	6730	100	6190	100	4037	100	4241	100	-	
Input (1+2)	-	-	-	-	-	-	-	-	4811	-	-	
Input (1+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	5050	-	-	
Input (1+2+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	5567	-	100	
Sprechi sistemici (1)	1820	43,3	4230	62,9	3710	59,9	1658	41,1	1871	44,1	-	
Sprechi sistemici (1+2) 50,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	2441	-	-	
Sprechi sistemici (1+3) 52,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	2626	-	-	
Sprechi sistemici (1+2+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	3196	-	57,4	

In tabella C sono riassunte le elaborazioni relative alle efficienze interne delle principali fasi individuate nei sistemi alimentari, rispetto agli *input* in ingresso, tenendo in considerazione i dati disponibili alle differenti scale spaziali e temporali. Le efficienze interne degli elementi seguono gli andamenti globali già evidenziati. Emerge l'alta inefficienza degli allevamenti a scala globale, stimabili intorno 64% nel mondo. Tale valore è maggiore nell'UE, dove maggiori sono gli input edibili destinati agli allevamenti, che provengono in percentuali considerevoli da altre regioni del mondo. Gli sprechi convenzionali tra produzione e consumo risultano pressoché stabili a livello globale. Notevole l'aumento globale dell'incidenza della sovralimentazione rispetto alla quantità di cibo complessivamente consumato, che rimane sempre molto maggiore in Europa. In particolare in Italia quasi il 30% della fornitura alimentare andrebbe sprecata tra sprechi nella vendita al dettaglio, nel consumo e nella sovralimentazione.

Per quanto riguarda lo spreco di acqua potabile il dato più diffusamente disponibile è quello sulle perdite delle reti idriche che a livello mondiale sono comprese tra il 25 e il 30%, in Europa tra il 20 e il 40%. In Italia lo spreco di acqua è pari al 32%, con punte del 45% in alcune regioni.

Tabella C – Confronti sintetici tra gli sprechi alimentari a livello geografico e temporale (efficienze interne degli elementi)

Energia alimentare (kcal/procapite/giorno)	Variazione degli sprechi (dalla fine dei prelievi)			Sprechi (dall'inizio dei prelievi)		
	Mondo 2007	Mondo 2011	Mondo 2015	Mondo 2007	Europa 2007/2013	Italia 2007/2015
Spreco convenzionale pre-fornitura	230	340	-	392	340	370
Spreco convenzionale post-fornitura	328	254	-	328	490	590
Spreco convenzionale	558	594	-	720	830	960
Spreco sovralimentazione	100	244	-	100	400	450
Spreco post-fornitura e sovralimentazione	428	498	550	330	890	1040
Spreco allevamenti	1000	1033	-	1000	3000	2300
Input allevamenti	1560	1610	-	1560	3900	3100
Input convenzionali	3037	3209	-	3199	3730	3890
Input totali	4037	4241	-	4199	6730	6190
Fornitura	2807	2869	2950	2807	3390	3520
Consumo	2479	2615	-	2479	2900	2930
Fabbisogno medio	2379	2371	2400	2379	2500	2480
Spreco pre-fornitura (% input convenzionali)	7,6	10,6	-	12,2	9,1	9,5
Spreco post-fornitura (% fornitura)	11,7	8,9	-	11,7	14,5	16,8
Spreco convenzionale (% input convenzionali)	18,4	18,5	-	22,5	22,2	24,7
Spreco sovralimentazione (% consumo)	4,0	9,3	-	4,0	13,8	15,4
Spreco post-fornitura e sovralimentazione (% fornitura)	15,2	17,4	18,6	15,2	26,3	29,5
Spreco convenzionale e sovralimentazione (% input convenzionali)	21,7	26,1	-	25,6	33,0	36,2
Spreco allevamenti (% input allevamenti)	64,1	64,2	-	64,0	77,0	77,0
Spreco sistemico (% input totali)	41,1	44,1	-	43,3	62,9	59,9

Lo studio indaga le connessioni con altre questioni fondamentali di carattere sociale ed economico come quelle della sicurezza e della sovranità alimentare (paragrafo 8.1). I dati sui *surplus* medi e gli squilibri geografici vanno infatti integrati con la situazione nutrizionale globale. Nel mondo quasi 2 miliardi di persone hanno difficoltà di accesso al cibo, di cui circa 800 milioni soffrono la fame per denutrizione e malnutrizione cronica (dato nuovamente in crescita dal 2015). La malnutrizione cronica associata a sufficiente assunzione calorica interessa invece 2 miliardi circa di persone affette da carenza di proteine, iodio, vitamina A, acidi grassi fondamentali, zinco o ferro. Allo stesso tempo circa 2 miliardi sono in sovrappeso e malnutriti, di cui 600 milioni in condizioni di obesità (dati FAO, ONU, *World Food Programme*). Nel 2017 923 milioni di persone nel mondo sono senza accesso sicuro a fonti d'acqua potabile. In sostanza circa 4,8 miliardi di persone nel mondo soffrono di gravi problemi nutrizionali (denutrizione,

malnutrizione, sovralimentazione) ovvero circa il 66% della popolazione mondiale (Ingram *et al.*, 2015). Secondo il rapporto del 2016 sulla nutrizione a livello globale (IFPRI, 2016), la malnutrizione e la dieta sono ritenuti i maggiori fattori di rischio per le malattie a livello globale.

Secondo dati ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica) e ISS (Istituto Superiore di Sanità), anche in Italia i livelli di malnutrizione e obesità sono in rapido aumento. Gli individui in sovrappeso sono mediamente il 45%, il 50% degli uomini, il 34% delle donne e il 24% dei bambini tra i 6 e gli 11 anni (valore massimo europeo). A ciò va associato che nel 2016 circa il 30% della popolazione era a rischio povertà con disuguaglianze crescenti e il 14% della popolazione si trovava in povertà relativa (al di sotto del livello economico medio nazionale) pari a circa 8,3 milioni di persone, di cui circa 4,6 milioni in povertà assoluta, ossia con difficoltà di accesso al cibo e incapacità di acquisire beni e servizi necessari per uno standard di vita minimo accettabile nel contesto nazionale.

Oltre agli aspetti nutrizionali della sicurezza alimentare è necessario prendere in considerazione quelli fondamentali relativi alle capacità di accesso al cibo, determinate dalle condizioni socio-economiche della popolazione e dalla struttura produttiva e distributiva (ad esempio capacità di accesso ai mezzi di produzione). Questa analisi individua effetti complessi che possono legare lo spreco nei sistemi industrializzati dei paesi sviluppati alle condizioni di insicurezza alimentare nei paesi in sviluppo e nelle fasce a minor reddito degli stessi paesi sviluppati (Munesue *et al.*, 2015). Lo spreco alimentare esercita infatti un'azione di auto-rinforzo nel consolidamento dei sistemi agroalimentari industriali. Questi operano in un contesto che produce effetti di insicurezza alimentare tramite fattori interconnessi che possono creare condizioni critiche locali e bloccare lo sviluppo di sistemi alimentari autonomi resilienti. Questi fattori sono principalmente: mancanza di sufficiente regolazione dei prezzi degli alimenti, dei derivati energetici fossili e di altre materie prime sui mercati internazionali; dipendenza locale dalle esportazioni-importazioni/aiuti di risorse e alimenti (compresi *land* e *water grabbing*); ripercussioni locali di fenomeni ambientali a carattere globale; priorità che può essere assegnata localmente alla produzione per mangimi o per usi industriali/energetici (Van der Ploeg e Poelhekke, 2009; Bozzini, 2012; Bellora e Bourgeon, 2014; UNCTAD 2013[b], Marchand *et al.* 2016; Clapp, 2014 [a], [b]; Weis, 2010; Suweis *et al.*, 2015; Kalkuhl *et al.*, 2016; IPES-Food, 2016, 2017 [b]). La tutela e l'incentivazione dei sistemi alimentari locali trova compimento nel concetto di sovranità alimentare, strettamente correlato a quello di sicurezza alimentare. Essa è fondata su quattro aree prioritarie di azione: diritto al cibo; accesso alle risorse produttive; modello di produzione agro-ecologico; commercio e mercati locali. La questione dell'insicurezza alimentare deve perciò essere inquadrata nell'ambito di un approccio più ampio che guardi alle cause strutturali dei problemi nei sistemi alimentari e allo sviluppo di necessarie condizioni di sovranità alimentare locale, elaborando adeguati approfondimenti analitici in ottica sistemica (Lang, 2013; Rutten, 2013; Tielens e Candel, 2014; Ingram, 2017).

L'insicurezza alimentare continua infatti ad essere affrontata con indicazioni che prevedono incrementi di produzione per sostenere la crescita della popolazione mondiale. Possono altresì essere delineati scenari alternativi di soddisfacimento dei fabbisogni basati sui concetti integrati di efficienza, coerenza/consistenza e sufficienza, che si articolano principalmente in misure locali di: prevenzione strutturale degli sprechi sistemici (compresa la sovralimentazione); riduzione media dei consumi di derivati animali che siano prodotti con meno mangimi edibili, più biomasse da sottoprodotti e più pascoli non in competizione con altre produzioni alimentari; riduzione degli usi non alimentari di prodotti edibili; conversione delle pratiche e tecniche agricole non sostenibili e che usano alti livelli di *input* esterni con sistemi agroecologici rispettosi della fertilità naturale dei suoli e in generale degli equilibri ambientali e sociali; misure volontarie di riduzione della pressione demografica come indicato dall'obiettivo di sviluppo sostenibile ONU 3.7. (Muller *et al.* 2017; Schader *et al.* 2015; Badgley *et al.* 2007; Cassidy *et al.* 2013; IPES-Food 2016, 2017; Alexander *et al.* 2017; Kremen, 2017).

Il *land grabbing*, l'abbandono e il consumo di suolo agricolo destinabile a uso alimentare riducono la base della produttività alimentare, provocando la diminuzione della sicurezza e della sovranità alimentare; costituiscono quindi una forma potenziale di spreco alimentare. Il fenomeno del *land grabbing* globale è stimato in 60 milioni di ettari relativamente a 80 paesi; esso appare in espansione anche in Europa (landmatrix.org). Eurostat stima che il 4% del suolo complessivo europeo sia ormai artificializzato. I dati

FAOSTAT indicano che in Europa, negli ultimi cinquant'anni, quasi 100 milioni di ettari di terreni agricoli siano stati abbandonati. Il consumo alimentare nell'UE comporta un utilizzo di terreni agricoli del 50% più alto rispetto alla media globale (0,31 ha/procapite). Il 40% di questi sono fuori dall'Europa (Fisher *et al.*, 2017). L'UE importa dal Sud America il 70% delle proteine vegetali di cui ha bisogno per nutrire gli animali da allevamento, principalmente sotto forma di farine di cereali e di soia (COPA-COGECA, 2016).

In Italia la percentuale di suolo artificializzato ha raggiunto il 7,6% nel 2016 (ISPRA, 2017 [b]). Tra il 2012 e il 2015 la velocità del consumo di suolo agricolo e naturale in Italia è stata di circa 35 ha/giorno, pari a 128 km² l'anno (con un massimo di 250 km² l'anno), con scenari preoccupanti per il 2050. Un altro indicatore di qualità e fertilità del suolo, il contenuto di sostanza organica nei terreni agrari, è in continuo calo avendo raggiunto l'1-1,5% dal 3-3,5% di 30-40 anni fa.

Secondo i dati più recenti forniti dal ISTAT, riferiti al 2013, in Italia risultano gestiti 12,4 milioni ettari di superficie agricola utilizzata (SAU), pari a 41,2% della superficie nazionale. Tra il 1982 e il 2013 si è verificata una riduzione del 22,2% della SAU, pari a 3,5 milioni di ettari. Questo continuo e graduale processo di declino della SAU è legato da un lato all'antropizzazione del territorio e al consumo di suolo, soprattutto nelle aree costiere, nell'Italia centrale e nel Nord-Est, e può essere ricondotto a due motivi diversi, uno legato a fattori di mercato e un altro legato agli strumenti di pianificazione del territorio. Dall'altro lato, il declino della SAU è legata all'abbandono di vaste superfici, soprattutto nelle aree marginali collinari e montane del paese, precedentemente gestite a fini agricoli e ora invase dalla vegetazione spontanea, spesso forestale.

La riduzione della base territoriale produttiva agricola comporta una significativa diminuzione capacità del tasso di auto-provvigionamento che nel 2011 è scesa all'80%. L'Italia è il terzo paese nell'UE per deficit di suolo agricolo rispetto ai fabbisogni alimentari e il quinto su scala mondiale con una mancanza di quasi 49 milioni di ettari considerando anche i suoli necessari per nutrire gli animali da allevamento (Lugschitz *et al.*, 2011). Da tutto ciò ne consegue che nel 2011 il tasso di auto-provvigionamento alimentare (rapporto tra consumi e produzione nazionale) italiano era solo dell'80% (MiPAAF, 2012). Per alcune produzioni l'incidenza delle importazioni è anche maggiore: l'Italia importa ogni anno il 30% del fabbisogno di mais, il 50-60% del grano tenero, il 30% del grano duro, l'80-90% della soia, il 60-70% dei prodotti necessari per la zootecnia industriale (Coop Italia, 2015).

Le reti alimentari corte, locali, biologiche, solidali e di piccola scala riducono le intermediazioni e l'occorrenza di eccedenze e sprechi, anche per il maggior valore economico dei prodotti. I cibi si conservano più a lungo per i consumatori. Questi tendono a sviluppare una maggior consapevolezza dei processi alimentari e ad assegnare maggiore valore al cibo che acquisiscono. Inoltre, migliore è la programmazione e il coordinamento della produzione con il consumo, la gestione dell'inventario, il controllo dei vincoli tecnici e commerciali, più equa e condivisa è la determinazione del prezzo del cibo (FNE, 2015; Forsell e Lankoski, 2015; Nevens *et al.*, 2017; Opitz *et al.*, 2017).

Rispetto all'agricoltura industriale nelle fattorie agroecologiche su piccola scala la produttività di medio-lungo periodo è maggiore dal 20% al 60% (Badgley *et al.* 2007). La loro efficienza nell'uso delle risorse a parità di condizioni, anche ambientali, è più elevata da 2 a 4 volte (IPES-Food, 2016; INRA, 2015; Reganold e Watcher, 2016; Rodale Institute, 2015). Inoltre a parità di durata di osservazione il consumo totale di risorse riscontrato è molto inferiore rispetto a quanto verificatosi negli sviluppi dell'agricoltura industriale, la quale invece subisce l'effetto rimbalzo (paradosso di Jevons) associato ai progressi dell'efficienza tecnologica (Rudel *et al.*, 2009; Lambin e Meyfroidt, 2011). Le produzioni agroecologiche di piccola scala sono poi più durevoli e stabili nel tempo e forniscono una quantità e una qualità molto più alta e diversificata di nutrienti per la dieta umana (EPRS, 2016; Herrero *et al.*, 2017). La maggior parte dei rigetti in mare di pescato nel mondo avviene ad opera di attività industriali di pesca su grande scala (Zeller *et al.*, 2017). Secondo elaborazioni sui dati della FAO, nel mondo la piccola agricoltura contadina è responsabile di circa il 70% della produzione complessiva, avendo a disposizione solo un quarto delle terre coltivabili (UNCTAD, 2013 [a]; IFAD, 2013; FAO-CFS-HLPE, 2013; FAO, 2014 [b]; Graeb *et al.*, 2015). Risulta quindi evidente l'elevata efficienza nei confronti dei modelli agroindustriali a parità di risorse impiegate anche grazie al maggior impiego di tecniche manuali.

Alcuni studi hanno evidenziato che le filiere corte, biologiche e locali abbattano i livelli di perdite in tutte le fasi precedenti al consumo finale fino a solo il 5%, quando normalmente tali livelli oscillano tra il 30 e il 50% (Food Chain Centre, 2006). I primi studi disponibili mostrano inoltre che le reti alimentari solidali di piccola scala, come l'agricoltura supportata da comunità (*Community Supported Agriculture*, CSA), riducono le perdite e gli sprechi complessivi fino al 6,7% rispetto al 55,2% dei sistemi alimentari centrati sulla grande distribuzione organizzata, dalla produzione al consumo finale (Baker, 2014). Coloro che si approvvigionano esclusivamente tramite reti alimentari alternative sprecano mediamente il 90% in meno di alimenti rispetto a coloro che usano solo canali convenzionali (Schikora, 2017).

Questi dati si riferiscono solo a perdite e sprechi calcolati in modo convenzionale, quindi andrebbero inclusi anche altri elementi che evidenzerebbero ulteriori riduzioni degli sprechi, a partire dalla sovralimentazione e dalle perdite nette per fornitura e conversione animale degli allevamenti). Le prestazioni ambientali e sociali delle reti ecologiche, solidali, locali e di piccola scala, analizzate come interi sistemi alimentari, sono di gran lunga più efficaci rispetto ai sistemi industriali, tenendo conto anche degli effetti evitati a causa di sprechi molto minori (JRC IPTS, 2013; Forsell e Lankoski, 2015).

Nella seguente Tabella D si sintetizzano i dati approssimati per tre diversi tipi di sistema alimentare relativi agli sprechi convenzionali e all'efficienza a parità di risorse impiegate. Per le filiere corte-locali-biologiche sono ipotizzati livelli di spreco al consumo intermedi. La maggior efficienza delle reti alimentari ecologiche, solidali, locali e di piccola scala, se replicata diffusamente a livello sistemico potrebbe garantire l'efficacia nel raggiungimento di obiettivi di tutela e valorizzazione socioecologica, impiegando quindi una minor quantità complessiva di risorse (inversione del paradosso di Jevons) e prevenendo gli impatti negativi (Garnett *et al.*, 2015). Queste reti hanno caratteristiche che vanno incentivate e propagate, come la resilienza, la stabilità, la durata, l'autosostenibilità, l'autonomia, la diversificazione, l'autoregolazione. Ovviamente perché le prestazioni siano migliori e perché ci sia un reale ed efficace cambio strutturale dei sistemi alimentari è necessario che le quattro caratteristiche fondamentali dei sistemi alternativi siano presenti contemporaneamente: ecologici, solidali, locali e di piccola scala.

Recenti autorevoli studi dimostrano che le filiere corte, locali di piccola scala hanno il potenziale per coprire la domanda alimentare dei singoli paesi (Donald *et al.*, 2010; World Watch Institute, 2011; Hang *et al.*, 2016); ad esempio, negli USA fino ad almeno il 90% (Zumkehr e Campbell, 2015). Tutti i dati e le informazioni riportate nella presente ricerca evidenziano la necessità per ridurre sprechi, disuguaglianze e alleviare il peso dei sistemi alimentari sugli equilibri ecologici, di focalizzare l'attenzione su obiettivi di autosufficienza alimentare e sviluppo coordinato di sistemi alimentari locali resilienti. La rilocalizzazione dei sistemi alimentari è infatti in grado di favorire lo sviluppo autosostenibile dei territori, un'esigenza dunque non solo dei paesi in via di sviluppo ma per ragioni complementari, necessaria anche per risolvere le problematiche dei paesi sviluppati (Magnaghi, 2010).

Tabella D – Confronto approssimato su spreco alimentare ed efficienza ecologica tra diversi sistemi alimentari

	Sistemi alimentari industriali	Sistemi con filiere corte, locali, biologiche	Sistemi agroecologici locali, di piccola scala con reti solidali
Spreco alimentare convenzionale (%)	40 – 60 %	15 - 25 %	5 - 10 %
Efficienza a parità di risorse impiegate (% rispetto ai sistemi industriali)	100 %	200 - 400 %	400 – 1200 %

Quadro istituzionale

Il rapporto discute il quadro legislativo e politico per la riduzione degli sprechi alimentari a livello internazionale, nazionale e regionale. Gli aspetti normativi indirizzati alla riduzione dello spreco più orientati ai rifiuti si basano sull'art. 29 comma 1 della Direttiva 2008/98/CE (programmi di prevenzione dei rifiuti). Molti altri strumenti di natura istituzionale possono essere presi a riferimento per affrontare la questione in modo ampio basandosi su un approccio più completo ai temi dell'alimentazione, tra cui gli acquisti pubblici verdi (*Green Public Procurement*, GPP), la pianificazione dei modelli di produzione e consumo sostenibili, le politiche alimentari locali (*food policy*), gli strumenti normativi sulle filiere corte, biologiche, locali, l'economia solidale, l'agricoltura di piccola scala, la tutela dell'agro-biodiversità, il contrasto delle attività agroalimentari illecite.

La comunità internazionale ha riconosciuto l'urgenza di intraprendere politiche e azioni per affrontare e risolvere la questione dello spreco alimentare, che di recente ha assunto una posizione di rilievo nell'agenda politica. Nel 2015 i paesi hanno adottato una serie di 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile per porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e garantire prosperità per tutti nell'ambito di una nuova agenda per lo sviluppo sostenibile dell'ONU. Ogni obiettivo ha *target* specifici da raggiungere entro il 2030. L'obiettivo 12.3 SDG (*Sustainable Development Goals*) impegna la comunità globale a ridurre gli sprechi alimentari globali del 50% entro il 2030 a livello di rivenditori e consumatori, nonché a ridurre le perdite lungo le filiere di produzione e approvvigionamento, comprese le perdite post-raccolto (entrambi gli obiettivi misurati in termini di energia alimentare procapite).

Il 22 novembre 2016 l'UE ha adottato il “pacchetto per lo sviluppo sostenibile” per attuare l'Agenda 2030. L'UE e i suoi stati membri hanno affrontato la questione degli sprechi alimentari in vari modi, tra cui le politiche sulla gestione dei rifiuti organici, l'efficienza delle risorse e l'economia circolare. La Commissione Europea ha inteso sviluppare una metodologia comune europea per misurare gli sprechi alimentari e definire indicatori appropriati (progetto EU Fusions). A tale scopo è stata creata una piattaforma che coinvolge gli stati membri e le parti interessate, condividendo le migliori pratiche e valutando i progressi nel tempo. Inoltre la Commissione europea prenderà provvedimenti per chiarire la legislazione dell'UE in materia di rifiuti, alimenti e mangimi, per facilitare la donazione di alimenti, l'uso di prodotti alimentari non commestibili e sottoprodotti della catena alimentare nella produzione di alimenti e mangimi, senza compromettere la sicurezza alimentare. Verranno infine analizzati metodi appropriati al fine di migliorare l'uso della data di scadenza da parte degli attori della filiera alimentare, nonché la sua comprensione da parte dei consumatori, in particolare dell'indicazione "da consumare entro". Nel dicembre del 2015 la Commissione Europea ha approvato il “pacchetto sull'economia circolare” che è all'esame anche del Consiglio e del Parlamento europei. Nell'ambito di questo processo di approvazione, il 14 marzo 2017 il Parlamento europeo ha emesso una risoluzione che prevede la riduzione dei rifiuti alimentari nelle fasi di vendita al dettaglio e consumo finale del 30% per il 2025 e del 50% entro il 2030, rispetto ai valori del 2014; inoltre, la risoluzione prevede la riduzione delle perdite alimentari nelle precedenti fasi delle filiere, a partire dalla produzione primaria.

Nel 2015 è stata emanato il Piano nazionale di prevenzione dello spreco alimentare (PINPAS) che si pone l'obiettivo di individuare le azioni prioritarie per la lotta allo spreco alimentare. Molti comuni sono firmatari della Carta di intenti *Sprecozero* per la riduzione degli sprechi alimentari; molte regioni italiane hanno legiferato in materia di riduzione dei rifiuti alimentari. È stata anche approvata una legge nazionale relativa allo spreco alimentare: si tratta della Legge n. 166 del 3.8.2016. Il provvedimento definisce per la prima volta nell'ordinamento italiano i termini di “eccedenza” e “spreco alimentare”. Il soggetto economico che voglia donare eccedenze alimentari deve fare solo una dichiarazione consuntiva a fine mese, garantendo la tracciabilità di ciò che ha dato. La legge affronta gli aspetti legati alla sicurezza alimentare sanitaria e quelli di tipo fiscale, per evitare evasione o forme di mercato nero. Tra le novità c'è la possibilità di distribuire beni alimentari confiscati; inoltre le associazioni di volontariato, accordandosi con l'imprenditore agricolo, possono recuperare i prodotti che rimangono a terra durante la raccolta. La legge garantisce ad attività commerciali e produttive uno sconto sulla tassa dei rifiuti proporzionale alla quantità di cibo donato. La legge stanza risorse economiche: per il ‘tavolo indigenti’, per progetti di ricerca e sviluppo di imballaggi

“intelligenti”, per promuovere nei ristoranti l'uso di contenitori per portare via gli avanzi. Al tavolo indigenti sono affidate anche le attività di monitoraggio delle eccedenze e degli sprechi alimentari. La legge coinvolge la RAI che deve assicurare un numero adeguato di ore di trasmissioni sui comportamenti antispreco. Anche gli enti pubblici e non solo le *Onlus* possono essere "soggetti donatori". C'è un impegno a mettere in rete le mense scolastiche e quelle ospedaliere. Le eccedenze alimentari non idonee al consumo umano possono essere cedute per alimentare animali e per il auto compostaggio domestico o compostaggio aerobico di comunità. Le eccedenze possono essere trasformate in prodotti prioritariamente per l'alimentazione umana o per alimentare animali.

In Italia, il 2 ottobre 2017, è stata approvata dal Consiglio dei Ministri la “Strategia nazionale di sviluppo sostenibile” che recepisce l'obiettivo 12.3 dell'Agenda 2030 sullo spreco alimentare mettendolo in relazione con l'obiettivo strategico “Garantire la sostenibilità di agricoltura e silvicoltura lungo l'intera filiera” all'interno della scelta strategica “Affermare modelli sostenibili di produzione e consumo”.

Buone pratiche finora identificate

Il rapporto presenta e analizza una nutrita serie di pratiche ed esperienze, condotte soprattutto nel contesto italiano, per la prevenzione degli sprechi e la riduzione dei rifiuti. Esse sono state sviluppate da società civile, istituzioni e imprese private e riconosciute buone pratiche efficaci e utili casi studio. La classificazione gerarchica nelle politiche di gestione dei rifiuti prende spunto dalla Direttiva 2008/98/CE secondo una prospettiva che considera tuttavia necessaria, urgente e prioritaria la prevenzione strutturale delle eccedenze alimentari. Tra le buone pratiche che finora sono state identificate, essa è rappresentata da quelle che modificano le filiere alimentari in corte e locali (FAO, 2011; FAO-CFS-HLPE, 2014; *Fusions*, 2017), dagli acquisti pubblici verdi (GPP), dalle politiche alimentari locali (*food policies*), dai programmi e dalle campagne di sensibilizzazione ed educazione alimentare e nutrizionale. La presente ricerca individua il principale motivo dell'efficacia di questo tipo di prevenzione nella riduzione delle eccedenze e quindi degli sprechi, anche in relazione alle altre misure non strutturali, che tendono esclusivamente a mitigare alcuni degli effetti nelle fasi finali e possono rendere necessarie le eccedenze.

Le azioni di prevenzione non strutturale dei rifiuti alimentari possono avvenire nelle fasi di produzione, conservazione, trasformazione, trasporto, distribuzione e sono fondate soprattutto sull'introduzione di nuove tecnologie. Questi interventi aumentano l'efficienza dei processi industriali nel breve periodo, evitando gli effetti negativi dello smaltimento, ma creandone di ulteriori per la loro applicazione, per lo più delocalizzati. Parallelamente essi aumentano i costi, diminuiscono il senso di responsabilità dei cittadini nei confronti dello spreco e tendono ad aumentare complessivamente il consumo di risorse e gli effetti negativi (paradosso di Jevons). Diversi studi globali su scale temporali decennali dimostrano che la strada del disaccoppiamento tecnologico tra la crescita economica e quella degli impatti negativi può produrre risultati contrari non rispondenti alle aspettative (Wiedmann *et al.*, 2015; Magee e Devezas, 2016; Ward *et al.*, 2016; Schandl *et al.*, 2017; Jackson, 2017).

La scala delle priorità per la riduzione dei rifiuti considera poi l'insieme degli interventi destinati al recupero alimentare umano che può essere finalizzato alla vendita al dettaglio, ad attività di beneficenza, allo scambio paritario tra cittadini. Altre misure ancora riguardano il recupero nella ristorazione collettiva.

Infine per evitare lo smaltimento in discarica, i prodotti alimentari non più edibili per l'uomo possono venire riciclati per lo sviluppo della bioeconomia, altro tema connesso a quello dello spreco: per alimentazione animale oppure come *compost* o con recupero di componenti e di sostanze chimiche in processi a cascata (*cascade use*) o biomimetici (Pauli, 2015). I bio-materiali ricavati dai rifiuti alimentari possono infatti essere impiegati, come dimostrano numerosi casi di successo, in un'ampia gamma di prodotti (quali quelli edili, di arredamento, cartacei, alimentari, tessili, chimici). I recuperi dei rifiuti alimentari per la produzione di bio-energia e in particolare per la produzione di bio-combustibili dovrebbero essere considerate opzioni residuali e la loro integrazione nel territorio valutata con molta cautela.

Con l'obiettivo prioritario di tutela dei sistemi socioecologici occorre tenere presente la possibile competitività anche indiretta per l'utilizzo delle risorse biologiche. Vanno evitati gli aumenti complessivi della produzione di beni, di eccedenze e dell'impiego di risorse, che si verificano quando aumenta l'efficienza tecnologica dei processi industriali (paradosso di Jevons). Studi approfonditi dimostrano che così si possono vanificare i vantaggi del riciclo in termini di impatti negativi totali, i quali possono addirittura aumentare in particolare quando mancano appropriate misure di regolamentazione del settore privato (Georgescu-Roegen, 2003; Valenzuela e Böhm, 2017; Zink e Geyer, 2017). La bioeconomia alimentare dovrebbe rivolgersi all'impiego di quote "fisiologiche" minime di eccedenze (Figura 11.1) fondandosi sui principi socioecologici di autosostenibilità, quasi-circolarità e sostituzione limitata nell'uso delle eccedenze (Garnett *et al.*, 2015; Hausknost *et al.*, 2017; Piques e Rizos, 2017).

Strade innovative per la prevenzione strutturale

Le evidenze scientifiche dimostrano che i livelli di eccedenze e sprechi alimentari sono caratteristiche specifiche dei diversi modelli tecnici e culturali di produzione, distribuzione e consumo ovvero dei differenti tipi di sistema alimentare (FAO-CFS-HLPE, 2014). L'attuale modello agroalimentare industriale prevalente, per sua natura, comporta un'elevata produzione di eccedenze e sprechi (Petrini, 2013), anche condizionando i comportamenti dei consumatori e dei piccoli produttori, limitando lo sviluppo di soluzioni strutturali, eque e innovative (IPES-Food, 2017 [a]).

Come visto gli effetti negativi ambientali e sociali dello spreco sono associati soprattutto alle fasi produttive e per evitarli è quindi necessario intervenire a monte con la prevenzione strutturale delle eccedenze. Nell'attuale dibattito sulla questione degli sprechi alimentari l'attenzione è posta prevalentemente al recupero alimentare in beneficenza o secondariamente al riciclo di materia e alla conversione energetica. Minore attenzione è rivolta viceversa alla prevenzione strutturale della produzione di eccedenze alimentari e dei conseguenti sprechi (Mourad, 2015 [a]; Chaboud e Daviron, 2017).

La gran parte delle misure e delle azioni messe in atto finora tendono a forme parziali e limitate di prevenzione che si occupa dei rifiuti alimentari piuttosto che dell'intero fenomeno delle eccedenze e degli sprechi alimentari, producendo così cambiamenti non sufficienti a ristabilire il reale valore del cibo, come dimostrano studi comparativi sulle specifiche politiche internazionali fin qui intraprese (Mourad, 2015 [b]). Uno studio di Van der Werf e Gilliland (2017) dimostra che l'attenzione sulla produzione di rifiuti alimentari nel consumo finale potrebbe essere eccessiva poiché la maggior parte delle misure sono indirette e sovrastimate.

Ciò considerato bisogna evitare effetti dinamici complessi di "rinforzo sistemico" nella produzione di eccedenze: effetti di sostituzione, rimbalzo, copertura e ritardo (Figura 10.1). Esiste infatti il rischio che questo tipo di impostazione trasformi in permanenti delle misure che dovrebbero viceversa essere emergenziali, rendendo implicitamente necessaria la formazione di eccedenze alimentari, non affrontando alla base i problemi di disuguaglianza e gli stili di vita non sostenibili (Hawkes e Webster, 2000; Booth e Whelan, 2014; Lang, 2015; Salvati, 2015; Ferrando e Mansuy, 2017). Questi temi vanno altresì affrontati con la costruzione di sistemi alimentari locali resilienti, adeguate politiche socio-economiche e il riconoscimento del diritto al cibo (Riches e Tarasuk, 2014; Spring, 2016; Brunori *et al.*, 2016 [a]; Mourad, 2015 [a], 2015 [b], 2016; Caraher e Furey, 2017). È necessario pertanto passare dalla lotta allo spreco alimentare mediante la sola assistenza sociale attraverso un più articolato quadro d'interventi per garantire la sicurezza alimentare e recuperare le radici naturali e culturali del valore del cibo, nel rispetto dei bisogni reali e degli equilibri ecologici e sociali, come emerge dalle esperienze internazionali più avanzate e come è stato riconosciuto dal Comitato sulla sicurezza alimentare della FAO.

Una strategia sistemica di lotta agli sprechi alimentari dovrebbe seguire una scala di priorità che dia preferenza alle urgenti iniziative strutturali di prevenzione delle eccedenze, per poi considerare le misure di prevenzione dei rifiuti, recupero alimentare e riciclo tendenzialmente limitate all'uso delle eccedenze "fisiologiche" minime (Papargyropoulou *et al.*, 2014; Mourad, 2016; EPA, 2017). Questo può avvenire uscendo dalla logica riduzionista che tende ad affrontare la questione dello spreco alimentare come settore

specifico che riguarda solo le fasi terminali dei processi (consumo, rifiuti e recupero per assistenza o bioeconomia) oppure solo tramite l'efficienza industriale. Infine le iniziative di sensibilizzazione sono fondamentali per ottenere la prevenzione delle eccedenze alimentari a tutti i livelli.

Alcuni temi e strumenti vanno approfonditi e incentivati perché possono contribuire a prevenire strutturalmente la questione dello spreco alimentare e le connesse problematiche ambientali e sociali. Una serie di tematiche innovative è trattata nel Capitolo 11 di questo studio, con al centro il tema della sovranità-autonomia alimentare e dello sviluppo locale auto-sostenibile organizzato in reti globali cooperative. Spesso gli stessi soggetti innovatori non sono consapevoli dell'importanza delle loro pratiche per risolvere la questione dello spreco alimentare. Gli interventi sono tra loro intrecciati e includono in particolare:

- la pianificazione socio-ecologica di modelli di produzione, distribuzione e consumo alimentare alternativi basati anche sull'insieme delle misure innovative;
- gli acquisti pubblici verdi (GPP) per la ristorazione collettiva pubblica come strumento per promuovere i modelli alimentari alternativi;
- lo sviluppo di politiche alimentari locali sistemiche e partecipate (*food policies*) che prevedano la modifica dei sistemi alimentari anche come misura di prevenzione strutturale degli sprechi;
- l'educazione alimentare e nutrizionale, comprendendo e contrastando le cause di malnutrizione, obesità, sovrappeso, perdita di qualità nutrizionale;
- lo sviluppo di reti e sistemi alimentari locali, di piccola scala, ecologici, solidali, come le agricolture supportate da comunità, i mercati contadini, i gruppi di acquisto solidale, la vendita diretta, la piccola distribuzione alternativa;
- la "ri-territorializzazione" delle attività agricole e alimentari mediante lo studio sistemico dei metabolismi territoriali, lo sviluppo dell'agricoltura urbana e peri-urbana, nonché nelle aree rurali interne soggette ad abbandono;
- la tutela e valorizzazione della piccola agricoltura contadina anche mediante la facilitazione dell'accesso alla terra;
- la diffusione capillare dell'agricoltura biologica e di altre metodologie di produzione agro-ecologica promuovendo le sinergie con la tutela della biodiversità;
- la tutela e riscoperta dell'agro-biodiversità, lo sviluppo di varietà locali e tradizionali e di tecniche di miglioramento genetico partecipativo con miglior adattamento e minori perdite (Li *et al.*, 2009; Ceccarelli, 2016);
- l'agricoltura sociale per la consapevolezza, la responsabilizzazione, la solidarietà, l'inclusione;
- il contrasto alle "agromafie" e agli illeciti nelle filiere alimentari che generano sprechi, quali il condizionamento commerciale nei confronti dei piccoli produttori, il ribasso dei prezzi che favorisce spreco e occultamento dei costi, il caporalato e altre forme di sfruttamento del lavoro, la contraffazione (The European House - Ambrosetti, 2016).

Il Rapporto esamina le strategie e le azioni per: la definizione e la quantificazione del fenomeno affrontando le differenze tra gli studi esistenti e le necessità di ricerche future concettuali, analitiche e sul campo, in particolare aumentando le misure dello spreco sistemico in termini di energia, nutrienti e acqua potabile (Montagut e Gascòn; 2014); le iniziative istituzionali per rigenerare i sistemi alimentari e favorirne la resilienza; la correzione delle filiere agroalimentari industriali specialmente per ridurre i condizionamenti operati sui piccoli produttori e sui consumatori; la crescita del ruolo attivo dei cittadini, sia a livello domestico sia a livello sociale e culturale.

Conclusioni

La prevenzione strutturale degli sprechi alimentari è un obiettivo di sostenibilità d'importanza strategica poiché, se correttamente indirizzato, può contribuire ad affrontare e risolvere diverse temi critici che l'umanità si trova ad affrontare: i cambiamenti climatici, la sicurezza alimentare, la tutela delle risorse naturali (acqua, suolo e biodiversità in primis), lo sviluppo economico e il benessere sociale.

Al fine di risolvere le disfunzioni e gli sprechi dei sistemi alimentari su scala macroeconomica è essenziale rendere accessibili le alternative ecologiche e solidali ad una parte sempre più ampia della popolazione.

L'introduzione di incentivi per promuovere forme di produzione ecologica, la diffusione dell'educazione alimentare, il sostegno ai canali di mercato alternativi sono indicati ormai come misure urgenti che necessitano anche di essere sostenute da parte dei governi nazionali e locali (Priefer *et al.*, 2016; Augère-Granier, 2016). La prevenzione strutturale dello spreco alimentare dovrebbe essere accompagnata da interventi per evitare le dinamiche di condizionamento da parte del contesto macroeconomico. Gli effetti micro e macroeconomici possono infatti comportare “effetti di rimbalzo ambientali” dovuti a diverse allocazioni delle risorse economiche risparmiate attraverso la prevenzione non strutturale dei rifiuti ottenuta tramite maggior efficienza tecnica dei sistemi alimentari (Font Vivanco *et al.*, 2016; Salemdeeb *et al.*, 2017).

L'approccio più fondato per individuare soglie di eccesso alimentare fa riferimento ai fabbisogni nutrizionali raccomandati ed appare un importante punto di partenza. Sono disponibili riferimenti internazionali per determinare le soglie in termini di energia alimentare e di nutrienti. In questo senso è evidente l'importanza di sviluppare linee di ricerca per giungere a definire le soglie operative di sicurezza oltre le quali i sistemi alimentari e i loro sprechi incidono sulle capacità ecologiche e sociali, a scala locale e planetaria, tramite la crescente estrazione di risorse e la produzione di scarti. Considerando le impronte ecologiche dei sistemi alimentari e dei loro sprechi, si ritiene che per rientrare nelle biocapacità dei territori di rigenerare le risorse e assorbire i rifiuti in tempi limitati, gli sprechi sistemici (includendo sovralimentazione e uso per allevamenti) vadano ridotti orientativamente ad almeno un terzo degli attuali livelli nel mondo e ad almeno un quarto a livello europeo e italiano (Figura 4.2). Un obiettivo minimo potrebbe essere raggiungere livelli medi di spreco alimentare sistemico al di sotto del 15-20%, con una transizione verso sistemi alimentari ecologici, locali, solidali, di piccola scala che dovrebbero diffondersi in modo sempre più capillare.

In questo contesto si considerano come prioritarie la stima accurata della produttività primaria e del suo uso alimentare; la riduzione del fabbisogno complessivo, dei *surplus* totali nella produzione, nella fornitura e nel consumo, riportandoli verso livelli fisiologici; la prevenzione strutturale di ogni forma di spreco alimentare promuovendo sistemi alimentari alternativi e comunità resilienti; un consistente bilanciamento degli impieghi alimentari e nutrizionali tra i diversi paesi e nel loro interno; rendere la produzione interna auto-sostenibile socialmente ed ecologicamente anche mediante l'inversione del consumo di suolo agricolo e naturale, l'adozione di sistemi alimentari a miglior efficienza ecologica e di diete a basso tenore di grassi insalubri, zuccheri, sale e derivati animali prodotti impiegando una quota minore di risorse già edibili per l'uomo; la riduzione della dipendenza dei sistemi alimentari dal commercio internazionale e dal valore finanziario.

Nei paesi molto sviluppati come l'Italia e quelli dell'UE, la ristrutturazione dei sistemi alimentari passa inevitabilmente dal riconoscimento di un equo valore sociale, culturale ed economico degli alimenti fondato sul diritto al cibo come bene collettivo, per riequilibrare le condizioni sociali di accesso e di produzione. Per raggiungere questo obiettivo è necessario evitare gli eccessi commerciali e di “spettacularizzazione” del cibo (*food glamourising*), in cui le alterazioni dell'uso simbolico lo rendono bene di status posizionale, generano disuguaglianze, stimolano stili di vita insostenibili e la creazione dello spreco alimentare nelle sue varie forme (Nebbia, 1999; Nestle, 2006; Harris *et al.*, 2009; Mentinis, 2016; Legun, 2017; Vivero Pol, 2017 [b], Sainsbury's, 2017; IPES-Food, 2017 [c]).

Potrebbe essere necessario un periodo di transizione verso la graduale rilocalizzazione dei sistemi alimentari in cui si integrino sistemi locali e regionali o potrebbe invece essere necessario fare affidamento in un tempo molto più ristretto sulla resilienza dei sistemi alternativi di piccola scala già esistenti (Holling e Gunderson, 2001; Berkes *et al.*, 2003; Walker e Salt, 2006, Fleming e Chamberlin, 2016).

L'approccio metodologico per l'inquadramento sistemico presentato in questo rapporto, i temi proposti e i loro effetti per la riduzione dello spreco alimentare richiedono ovviamente un graduale approfondimento delle analisi e robuste verifiche sul campo. La questione dello spreco alimentare, poiché è in relazione con altre grandi questioni ambientali e socio-economiche, è una problematica estremamente complessa, multifaccettata, di dimensione globale e con impatti locali. Essa richiede di essere affrontata con decisioni informate, basate su conoscenze scientificamente solide delle dinamiche dei sistemi socioecologici congiunti. È necessaria una progettazione paritaria globale, l'attuazione con forme locali, coordinate e cooperanti di autonomia e governo inclusivo e partecipato dei beni comuni (Ostrom, 1990; Gunderson e Holling, 2001;

Liu *et al.*, 2007; Magnaghi, 2010; Kostakis *et al.*, 2015; Folke *et al.*, 2016), superando eventuali “trappole del localismo” (Born e Purcell, 2006) e basandosi su una razionalità in grado di bilanciare valori etici e conoscenza “strumentale” (Alrøe *et al.*, 2017).

In definitiva dal presente studio emerge la necessità di indirizzare maggiormente le azioni verso il rinnovamento dei sistemi alimentari per risolvere congiuntamente, come richiesto dall’Agenda ONU 2030, le questioni dello spreco alimentare, della tutela e rigenerazione delle risorse ambientali, dell’equità sociale e di genere, in modo efficace.

Food wastage: a systemic approach for structural prevention and reduction

SYNTHESIS REPORT

Definitions and causes

Food wastage is an emerging problem with enormous environmental, economic and social implications. The issue is very large because this term is not only about domestic waste, but also what happens during the whole food chain, from production to final consumption and different aspects have so far been neglected. Although it's very topical issue, it has to be considered relatively new in the international scientific and political discourses and the FAO, the United Nations Organization for Food and Agriculture, has only recently developed a line of analysis and activities on the issue. Data reported in this study are the only ones currently available and further analysis are needed (Chaboud and Daviron, 2017; Xue *et al.*, 2017).

International scientific literature on food wastage revealed a widespread propensity among researchers and policy-makers alike to use this expression indiscriminately. This is partly attributable to the use in English of the term "waste" that can be understood as "wastage/squander/wastefulness" or as "garbage/rubbish/trash"; this is mostly due to a reductionist attitude focusing only on final stages of processes rather than on whole complexity of the phenomenon (FAO-CFS-HLPE, 2014). Recently more focused expressions appeared: "waste of food" (Gorski *et al.*, 2017) or "food wastage" (UNEP, 2016). Several studies fit into food wastage definition also individuals overeating, as the difference between the amount of food a person consumes and what a person would really need, estimated according to the requirements recommended by international organizations, in this way by including overweight and obesity (and related pathologies) within the debate (Smil, 2004; Stuart, 2009; Bender, 1994; Alexander *et al.*, 2017). This studies consider as food wastage also the edible crops (like cereals, oilseeds, grain legumes) destined to feed livestock, cause of net loss producing animal derivatives. According to FAO the issue include even wastage of food quality or the decrease in food quality characteristics (like nutritional and organoleptic aspects) linked to degradation of products in all stages of food chains from harvest to consumption (FAO-CFS-HLPE, 2014; FAO-Save food, 2014).

It's evident that the definition of food waste and its perimeter have effects first of all on the way food waste is quantified and on the way policies are defined. Due to different reasons (see paragraph 11.1) existing studies are not yet completely adapted to fully address the food waste issue (Chaboud and Daviron, 2017; Xue *et al.*, 2017). In general we consider that approach focused primarily on food does address the issue in a more structural way than the waste-focused approach does (FAO-CFS-HLPE, 2014). Analyzing the phenomenon through a more comprehensive approach and giving priority to surpluses, structural prevention must consider all technological, cultural, social and economic drivers, as well as internal relations into entire production-distribution-consumption patterns, subtending different food systems types (Meadows, 2008; Ericksen, 2008; Ingram, 2011; Monasterolo *et al.*, 2015; Armendariz *et al.*, 2016). To achieve a complete definition of food waste issue the main objective of reference is the resilience of coupled socioecological systems within the ecological and social limits (Liu *et al.*, 2007; Folke *et al.*, 2016; Raworth, 2017; Jackson, 2017) thus outlining a systemic and socioecological approach to the food wastage issue (see also scheme 1.1 and table 1.1). Resilience is the vital capacity to persist and evolve, adapting or transforming, in balance with continuous environmental changes and in synergy with the biosphere foundation (Folke, 2016).

The drivers of global nature primarily affecting the magnitude of food waste are the growth of world population, the higher use of fossil fuels, rapid urbanization, the economic objectives targeting growth that do not take into account environmental and social externalities, insufficient regulation of finance and

globalization of trade, the spread of macro-economic and cultural agro-industrial models via concentration, distancing and asymmetric distribution (scheme 2.1; Clapp, 2002; Gille, 2012), relatively low food value and access to food, changes in diets and lifestyles (FAO, 2011). These determinants leading to increased volumes of food products marketed have a strong effect on waste level. Among all the causes and origins of the phenomenon (analyzed in detail in Chapter 2) it should be highlighted strategic importance, even about sizes, to the disproportionate "surplus" formation, above all in production phase. Conditionings operated by market and agribusiness, through manufacturing and supply chains stages, influence final consumption (stimulus to consumption by the offer) and primary production (agro-industrial model standardization), while through international trades they influence local food security.

The socio-ecological and systemic analysis carried out in this research shows how the environmental and social negative effects associated with food wastage are largely due to the production phase and to the agro-industrial models employed. To avoid such effects, it is not possible to rely downstreamly on food recovery or waste recycling, but it is essential to pay primary attention to preventing surplus production that inevitably generates huge food wastage and negative effects. In order to better defining it, "food wastage" therefore refers first and foremost to the characteristic overproduction and oversupply of surpluses inherent in the prevailing food model. The limited waste/loss phenomena analyzed by FAO and Fusions studies are hereby defined as "conventional waste/losses" and the two terms are considered synonyms.

In general, according to a socio-ecological system approach, food wastage is intended as the part of food production that exceeds reference dietary requirements or the ecological carrying capacities. To protect coupled socioecological systems it will have to be defined with in-depth studies the maximum "physiological" thresholds within which to bring back the food surpluses; the details of these global and local levels will have to be based on the assessment of the overall ecological and social effects of food systems. Wastage may occur because production is not consumed for human nutrition or because it is consumed, but it generates antinutritional effects related to the intake of non-nutrient and anti-nutrient properly known. These are substances that bind some nutrients present in foods by limiting their absorption, present in small amounts in plant organisms or that are formed by processes of degradation, cooking or preservation of foods, or they are environmental toxics.

Therefore, the excesses along food production and supplies, over-eating and malnutrition (broadly understood as nutrient loss or acquisition of anti-nutrients) will be considered as wastage. The wastage may occur in the early stages (primary productivity use, sowing, farming operations), during the withdrawal (harvests, pastures, catches), in following supply chains until the phases of consumption. "Non yields" may occur in the early stages as differences between expected or optimal yields and yields actually obtained (see chapter 1 and scheme 1.2). "Non yields" may also occur due to over-exploitation of productivity, to environmental, economic or other factors. From a systemic point of view also the recycling of food products should be included in food wastage, although from a limited point of view, the single phase of recycling can avoid some negative effects (especially in the disposal phase) and in some cases it may generate indirectly return of substances in the food chain (feed, compost). However this happens through a degradation and temporarily takes of food availability of matter and energy, requiring more resources to return to be edible. To fully define food wastage, it is assumed that all products used on livestock farms to indirectly produce food for humans (such as harvests for feed and forage, vegetable grazing, fishery or aquaculture resources) shall be included in food production, as far as they are originally edible for humans. Therefore food waste should include edible portions of these livestock supply chain elements: "non yields" prior to edible production completion; losses prior to withdrawals; losses during withdrawals; losses in livestock supply chains; net losses in animal conversion and growth.

The use of human edible products in animal breeding should be strongly reduced for food security and environmental reasons. Also edible resources intended for industrial or energy purposes may be considered food wastage and therefore their occurrence must carefully assess grounding on socioecological objectives.

The water-food-energy nexus is central to sustainable development. Demand for all three is increasing, driven by a rising global population, rapid urbanization, changing diets and economic growth. Agriculture is the largest consumer of the world's freshwater resources, and more than one-quarter of the energy used

globally is expended on food production and supply. The inextricable linkages between these critical domains require a suitably integrated approach to ensuring water and food security, and sustainable agriculture and energy production worldwide.

Thus, losses of drinking water (e.g.: leaks in distribution networks, energy, industrial or mining uses, for surplus food production or excessive bottling) or that can be made easily drinkable should be considered as a key issue to be addressed jointly with the food wastage one or a food wastage component (see definition in *Codex Alimentarius* FAO and EU Regulation 178/2002 art. 2). Drinking water wastage also affects the qualitative aspects of loss of nutritional properties due to contamination by pollutants.

Estimates of the environmental effects of food wastage should also take account of these components so far not considered in existing studies.

It means for “*food waste prevention*” or better for “*waste of food prevention*” or “*food wastage prevention*” the set of all those structural measures for preventive reduction of food surpluses production and therefore resulting wastes. As for all other types of provisions designed to prevent production of food garbage/rubbish/trash, it’s considered more appropriate and clear to speak of “*food garbage prevention or reduction*” (technological efficiency, food recovery, recycling).

Figures, systemic connections, effects

According to a FAO's most prominent study (2011), in 2007 approximately one-third of the global mass of initial food production for human consumption is lost or wasted along food chains annually (from losses during withdrawals directly for human beings to consumption); or about 24% if measured in food energy (WRI, 2013). This amount does not include some food goods. According to the World Resources Institute, at the geographical level, waste in developed countries’ final consumption is the largest component in terms of food energy, which weighs 28% of global waste. In the present study the FAO-WRI data were re-analyzed and reprocessed (paragraph 3.1), concluding that food waste between primary production and consumption in 2007 for all the food goods was approximately 720 kcal/per capita/day or about 21% of primary production (referring to the beginning of withdrawals).

A more recent study by Alexander *et al.* (2017) presents updated and more comprehensive data (referred to 2011), also considering wastage as: non-yields (not considering input resources), losses in the field before withdrawals, losses in withdrawals intended for livestock, inefficiencies for breeding livestock, human overeating compared to average dietary requirements, non-food uses of already edible products.

About 44% in energy of all the edible withdrawals are lost (not considering those fodder that might be edible). Then the study estimates the amount of edible products for humans that are instead intended for non-food uses: from 11% in wet mass to 15% in food energy. Unfortunately, data on "non yields", losses in the field and withdrawals losses are not unbundle from the overall difference between net primary productivity and withdrawals. This 2011 calculations therefore include food goods not considered in FAO-WRI studies. According to this 2017 study, relative shares of all post-withdrawals wastes are not including crops and pastures for livestock. The phase of the food systems with major internal wastage is livestock farming and processing: 93% in wet mass, 87% in energy, 82% in proteins and even 94% in dry mass (of the crop and grass in input). Livestock farming has relative shares of all post-withdrawals wastes equal to 12.3% in wet mass, 36.1% in energy, 37.5% in proteins and even 43.9 % in dry mass. The transport and storage phase has internal inefficiencies between 8 and 11%; it has relative shares of all post-withdrawals wastes between 10 and 25%. The transformation phase has internal inefficiencies of 15% in energy, 24% in dry mass, 33% in proteins while even 59% in wet mass; it has relative shares of all post-withdrawals wastes between 9 and 17%, but even 36% in wet mass. In the retail and consumption stage wastage are between 9 and 10%; relative shares of all post-withdrawals wastes are just between 9 and 16%. The global average overeating has a 17% share in wet mass of the whole post-withdrawals wastes (not including crops and pastures for livestock), 14% in dry mass, 16% in calories, 27% in proteins; more than in the consumer and retail waste phase, especially in terms of protein. The overall average overeating represents 10% of all the food that is

consumed in terms of wet mass; same percentage in dry mass and energy, while in terms of proteins represents even 28%.

This ISPRA report estimates total post-withdrawals wastage, including overeating and inefficiency of livestock farms (from harvest to processing) at around 1,900 kcal/per capita/day (2.8 Gt in wet mass) in 2011, or even about 2,450 kcal/per capita/day (4.4 Gt) considering also harvested forage (about forage issue see paragraph 3.1.2), an amount equivalent to more than the average global dietary requirement. The increase with comparable 2007 figure (1,650 kcal/per capita/day) is + 15%. Total wastage ranges from 41% to 44% of the total withdrawals in food energy; considering edible forages, the share of wastage rises to 51% of the total withdrawals. In wet mass this percentage is 41% (53% with forages), 51% for dry mass (57% with forages), and even 61% for proteins (67% with forages). This means that on average in the world to take on nutritional needs of proteins it takes 3 times as much and it's wasted at least twice of what would be more than enough. Or it means that to take up the energy needs it takes the double and it's wasted a quantity at least equal to that which would be more than adequate.

Of this 44% of global wastage, 24% is caused by inefficiency of livestock or up to 55% of total wastage. Considering non-food uses of edible products and edible fodder, wastage rises up to 57% of the total food energy produced. If you had stronger data on "non yields" and on losses previous and during withdrawals, the wastage quotas would very likely be even higher; the indications in Alexander *et al.* (2017) would suggest a magnitude close to 85% of food energy wasted.

Despite the incompleteness of 2007 data in mass terms, it is likely that there has been an increase between 2007 and 2011 even in terms of wasted mass between production and consumption. The wet mass waste from withdrawals to consumption was about 1.6 Gt in 2011 (excluding losses of livestock during breeding and transformation losses into derivatives) to which about 0.4 Gt of overeating and about 0.8 Gt of livestock supply chains are to be added. FAOSTAT data up to 2015 still shows an increase in global food supply at 2950 kcal/per capita/day, with an excess of average 550 kcal/per capita/day directed to overeating, consumer waste or waste in retail distribution.

Substantially in the analysed periods (2007-2011-2015) considering the data, as measured in terms of food energy content, the annual increase rate of various parameters are the following (scheme 3.5): the requirement increases by 0.1%, withdrawals by 1.3%, supply by 0.6% and consumption by 1.4%. Against this backdrop, pre-supply wastage increases by 13%. It should be a decrease in post-supply wastage (-5.8% per year), but at the same time should be an increase of 36% a year of overeating. These two elements should be almost equal. Systemic wastage (including also inefficiency of livestock) increases by about 3,6% a year, 32 times the annual increase of the requirement (see also scheme 3.2). Of course this relevant increase of per capita wastage should be consistent with the increase of the world's population, so the exponential increase in overall wastage is even greater. Lastly a recent study argues that since 1960 the surplus of supply (overeating, consumer and retail waste) has increased by 77% and would tend to grow by 174% by 2050 while simultaneously the average global requirement would increase by only 2-20% (Hiç *et al.*, 2016).

While acknowledging the uncertainties associated with data approximation and background assumptions, the trends presented above show that increases in human food needs generate increases in consumables, consumptions and withdrawals, resulting in increases in food wastage. By observing these structural dysfunctions strengthens the hypothesis that the driving force of food wastage is the global spread of overproduction and oversupply models, which trigger and stimulate amplifying mechanisms of inefficiencies in food systems.

In the overall approach about the functioning of food systems, other key issues are closely related to wastage and are summarized in this report, starting from consumption and availability of energy resources, water, fertile soil and other biogeochemical resources such as nitrogen and phosphorus.

According to the concept of "planetary boundaries" introduced by Rockstrom *et al.* (2009), human activities have altered the equilibrium of a series of planet's geological, physical, chemical, and biological processes that govern the stability and resilience of the Earth system, remained substantially stable from the beginning

of the Holocene. They include climate change, alteration of bio-geo-chemical flows of elements (namely nitrogen and phosphorus), depletion of stratospheric ozone layer, loss of biosphere integrity, transformation of soil use, release of artificial substances, load of atmospheric aerosol, fresh water withdrawal, acidification of the oceans (Steffen *et al.*, 2015). The anthropogenic alteration of these processes can lead to exceeding the thresholds within which the safe operating space for human activities is located. Enhancing the alteration of these global processes can lead to exceeding the uncertainty thresholds beyond which the instability of the Earth system can be determined, with chaotic and unpredictable effects to life systems. Food systems are major drivers of environmental, ecological and health impacts worldwide (Figure 4.1). Considering 5 of the 9 planetary processes (for two of them there are no global data), they mainly contribute to the overstepping of uncertainty thresholds for two planetary processes that could have disastrous consequences for humanity: the alteration of biological integrity and of nitrogen and phosphorus cycles. Related to the overcoming of planetary safety thresholds, food systems are main drivers for soil availability, while for climate change food systems are major causes. They are also the main driver of achieving the safety threshold in water consumption (scheme 4.1).

Food systems account for about a third of world's ecological footprint and it takes up more than half of the bio-capacity available on the planet. The biocapacity is the ability of a region to regenerate resources and absorb waste in a limited time period. In the Mediterranean region food sector is the biggest driver of ecological footprint with about 35% of the total ecological footprint. In Italy they amount to about 21% of total ecological footprint. Alone it uses almost all the national bio-capacity available and compared to the global average bio-capacity would be equal to more than its half (Global Footprint Network, 2012-2015-2016).

By processing data on Mediterranean area (as reported by Galli *et al.*, 2017) a first approximation of the ecological footprint of food wastage (from production losses to overeating) and of nutritional wastage (taking into account better ecological efficiency of diets with lower shares of animal derivatives, unhealthy fats, salt and sugar) is performed. At the global level it can be assumed that food wastage so defined would represent approximately 21% of global ecological footprint, corresponding to approximately 32% of the world bio-capacity or about 58% of the overall ecological deficit.

In the Mediterranean area food wastage would be made up of approximately 19% of the ecological footprint, corresponding to 50% of the regional bio-capacity, equivalent to approximately 30% of the overall ecological deficit that exceeds the bio-capacity. In Italy food wastage would represent approximately 14% of the ecological footprint, corresponding to more than 50% of its bio-capacity, equivalent to about 18% of its ecological deficit. This data is lower than the Mediterranean average given the higher Italian overall footprint compared to those of the other countries, where food sector weight less compared to the other sectors (scheme 4.2).

Food wastage has important negative externalities, contributing to CO₂ and non-CO₂ (especially methane and nitrous oxide) gas emissions, nutrient run-off, water shortages for over-extraction, soil degradation and loss of biodiversity through land conversion or inappropriate management and associate loss of species and habitat, and consequent decline of ecosystem services.

FAO estimates (2013) that global food loss and waste (for considered goods) represents at least 10% of total greenhouse gas emissions, 23% of total water consumption, 28% of total agricultural land use, 25% of total deforestation and 20% of total threats to the species. FAO (2013) estimated that losses and food waste are associated with global carbon footprint of 3.3 Gt of CO₂ equivalent per year, excluding emissions due to the change of use of the soil. The global "blue" water footprint (from surface and ground water) for agricultural production due to food waste in 2007 is about 250 km³. The use of fertilizers associated with the food waste is 4.3 kg/capita/year. Not considering change in land use from deforestation, urbanization, compaction and degradation, global food waste in 2007 can be considered responsible for employment of about 1.4 billion hectares. Effects on biodiversity are placed in relation to localization of agricultural production, but have not yet been fully considered the effects of international trade. In addition, consider that globally up to 70% of the fish trawl is discarded.

A 2016 estimate (*Fusions*, 2016 [a]) maintains that in 2012 FLW in the EU-28 equalled 88 Mt, an estimated value of 143 billion euro. Of which, 70% would be wasted in the household, food service and retail, 30% along production and processing stages. These data don't consider pre-withdrawals phases, discards of seafood, edible losses in supplies directed to animals, inefficiencies in animal conversion, overeating, non-food uses, recycling as feed or for biochemical uses; further losses in production and processing are probably underestimated because of the lack of data. Wastage would just amount to 20% of the supply, but in comparison with FAO data it would seem to be an underestimate.

Processing the 2007 FAO figure for Europe of 280 kg/per capita/year of food waste, a quantity (including non-edible parts) of approximately 250 Mt per year is obtained, while for the EU population alone food waste is about 174 Mt per year. Another major difference between FAO and *Fusions* data is the relative share of waste in consumption that according to FAO would affect 36% of the total. Another research shows a parallel comparison between 2006-2009 data on food waste and FAO Food Balance Sheets data confirming that wastage decrease in the countries where production and food supplies are also decreasing (*Bräutigam et al.*, 2014).

FAOSTAT 2013 data (latest available) estimates a European food supply similar to 2007 or about 900 kcal/per capita/day beyond average requirement. Starting from the World Resources Institute (2013) report, we roughly estimate the waste for all food goods about 830 kcal/per capita/day and the surplus from overeating, losses and waste around 1,300 kcal/per capita/day. These data can be accompanied by the net loss of calories associated with production of animal derivatives (feeding animals with edible crops) estimated at around 3,100 kcal/per capita/day in Europe without considering forage (*Stuart*, 2009). The total European surplus in 2007 would thus amount to at least 4230 kcal/per capita/day. This would mean that almost 63% of the food energy in primary edible production destined directly or indirectly to human being is wasted. The inefficiency of livestock farming would represent up to 73% of wastage in Europe. In addition would be evaluated the edible shares of "non yields" and losses prior to withdrawals, of losses in harvests directed to livestock supply chains, the edible forages and the non-food uses (industrial, energy). Average overeating would account for about 14% of consumption in Europe.

The EU project *Fusions* (2016 [a]) estimated at 227 Mt of CO₂ equivalent greenhouse gas emissions associated with conventional food waste in EU-28. It was also estimated (*Kummu et al.*, 2012) that food waste related to vegetable crops in Europe corresponds to a loss of 720 kcal per day per capita (29%) and to the usage of 18 m³ of water per capita per year, 334 m² of arable land per capita per year, 3.9 kg per capita per year of fertilizer. There are also estimates related to the acidification and eutrophication.

In Italy studies carried out so far (table 3.3) estimate food waste amounts, from withdrawals to consumption, between 5.6 and 9.6 million tons, even not considering discards of seafood, overeating as well as livestock supply and conversion. They start from methodologies that are not yet agreed and consolidated and reach different conclusions. *Politecnico di Milano* (*Garrone et al.*, 2015) estimates the conventional wastage dropping by 7% between 2011 and 2014; Italy consumers would be responsible for 43%, distribution for 13%, catering for 4%, processing for 3% and primary sector for 37%. This wastage would just amount to 16% of the supply, but in comparison with FAO data, it would seem to be an underestimate. In fact by processing the FAO data of the European average for 2007, a quantity of waste of about 21 Mt per year inedible parts included (about 7.6 in consumption) is obtained; whereas FAOSTAT data show average Italian supply values slightly higher than the European average, the wastage could be more than 21 Mt. Italian studies also differ in terms of absolute values of food waste in consumption (6 Mt and 2.8 Mt) as well as its percentage of the entire supply chain (62% and 51%). According to consumers perceptions 57% of their food waste is due to excess of purchases or offers (*Waste watcher*, 2017), confirming oversupply and overconsumption as the main driver of household food waste in developed countries.

Using the European data for 2007 related to conventional losses prior to supply, food wastage in Italy should be estimated around 1,500 kcal per capita per day in 2007, including overeating. In 2015 food supply in Italy was about 3,500 kcal/per capita/day, with a surplus compared to the average requirement of about 1,000 kcal/per capita/day. This surplus must be added to food losses in the previous phases of the chains and to the net losses associated with livestock supply and conversion that we could roughly estimate about 2,400 kcal/

per capita/day (with the same European inefficiency of 77% and no accounting edible forages). Given some assumptions, food waste in Italy may have been about 1,400 kcal/per capita/day in 2015 including overeating and 3,710 kcal/per capita/day including also livestock supply chains and conversion. This would mean that in Italy almost 60% of the food energy in primary edible production destined directly or indirectly to human being could be wasted. The inefficiency of livestock farming would represent up to 62% of wastage in Italy. Finally "non yields" and edible losses prior to withdrawals, losses in withdrawals directed to livestock as well as the edible forages and the non-food uses would be assessed. Average overeating would represent about 15% of consumption in Italy.

It is more difficult to approximate the trends in Europe and in Italy, but available data suggest that they may be in line with the global one, with less pre-supply wastage and stronger decline in post-supply wastage (cause of economic crisis), even major increase in overeating (increasing unbalanced diets and poverty) and a slight reduction in huge wastage in livestock (decrease in the animal derivatives consumption).

In Italy it is estimated (WWF, 2013) that at least 24.5 Mt CO₂ equivalent and at least about 3% of energy final consumption is related to conventional food waste. The amount of blue water wasted in Italy in 2012 because of unused or thrown food amounted to about 1.2 billion m³. The Italian food waste causes total entry of 228,900 t of reactive nitrogen. A food waste report estimates economic impact accounting for over 16 billion Euros (Waste Watcher, 2016).

In Table A is attempted a first systematization of available data on food wastage and its environmental effects at global, European and Italian level. However it must be borne in mind that these are approximate data that comes from different sources and in many cases have been elaborated with different methods. It is important to note that most of the effects associated with food waste are related to the early stages of production.

Table A – Available approximate data on food wastage and effects to whom are excluded those related to “non yields”, losses before withdrawals, overeating, livestock , forages and non-food uses.

WASTAGE	World	Europe	Italy
Conventional wastage in wet mass (Mt / year)	> 1600 (underestimation 2011)	> 88 - 250	> 5,6 - 21
Primary production wasted (%) in wet mass Conventional waste	33 (underestimation 2007)	30 – 50	Not quantified
Wastage in wet mass (Mt / year) including overeating and livestock	> 2800 (> 4400 with forages) (underestimation 2011)	Not quantified	Not quantified
Wastage in food energy (kcal/procapita/day) including overeating and livestock	1800 (2007) > 1900 (underestimation 2011) > 2450 with forages (2011)	4230 (2013/2015)	3710 (hypothesis 2007/2015)
Primary production wasted (%) 2011 including overeating and livestock	>44% (energy, 51% with forages) >41% (wet mass, 53% with forages) >51% (dry mass, 57% with forages) > 61% (proteins, 67% with forages)	Not quantified	Not quantified
Primary production wasted (%) 2011 including overeating, livestock, forages, non-food use of edible products	>57% energy >53% wet mass >61% dry mass >72% proteins	Not quantified	Not quantified
Population equivalent to wastage (n. * 10 ⁶) including overeating and livestock	> 5.500 - > 7.100 with forages (underestimation 2011)	1.300 (2007)	90 (hypothesis 2007-2015)
Related economic value conventional waste	2.600 * 10 ⁹ dollars/year (2007) (FAO, 2014 [a])	143 * 10 ⁹ euro/year (2012) (Fusions, 2016 [a])	16 * 10 ⁹ euro/year (2014)
Related greenhouse gas emissions (Mt CO ₂ eq / year) conventional waste	3300 (underestimation 2007); + 300% 1960-2010, +450% 2010-2050 just for post-supply and overeating surplus	227 (underestimation 2012)	24,5 (underestimation 2007)
Related water “blue” consumption (km ³ / year) 2007, conventional waste	250	13,5 (vegetable crops)	1,2
Related fertilizers use (kg / per capita / year) 2007, conventional waste	4,3	3,9 (vegetable crops)	Not quantified
Related reactive nitrose immission (t) 2007, conventional waste	Not quantified	Not quantified	228.900
Related acidification and eutrophication 2012, conventional waste	Not quantified	2,04 Mt of SO ₂ 0,96 Mt of PO ₄	Not quantified
Related agricultural land use (hectares / year) 2007, conventional waste	1.4 * 10 ⁹	2,5 * 10 ⁶ (vegetable crops)	Not quantified
Related effects on biodiversity 2007, conventional waste	25% of deforestation 20% of threats to species	Not quantified	Not quantified
Ecological footprint of food wastage (% on totals) including withdrawals, overeating and livestock	21% of footprint 32% of biocapacity 58% of deficit (2012)	19% of footprint 50% of biocapacity 30% of deficit (2010, Mediterranean area)	14% of footprint 50% of biocapacity 18% of deficit (2012)

Table B summarizes the main comparisons that can be made with available data, geographically and temporally. For the three geographic levels considered, there are data for 2007-2015 period, global variations can be highlighted uniformly between 2007 and 2011. Conventional pre-supply data are geographically uniformed only for 2007 (from the beginning of the withdrawals), while in the time comparison they are referring to the losses from the end of the withdrawals. Conventional waste elements are distinct in the pre-supply ones and the ones starting from supply phase (corresponding to Agenda 2030 goals). It highlights the relative percentage rate of the wastage elements so far neglected, especially those related to the use of edible products in livestock, which reaches up to 45% at the European average level. Overeating comes to weigh up in Italy up to 7% in 2007-2015. In the period between 2007 and 2011 there is an overwhelming change between the pre-supply wastage and the wastage in retail and consumption that decreases, rather than offset by the huge surge in overeating. The main data are also summarized in schemes from 3.1 to 3.4.

Table B – Synthetic comparisons between food wastages at geographical and time level (relative rate of the elements)

Food energy (kcal/per capita/day)	Wastage (from withdrawals beginning)						Wastage variations (from withdrawals end)					
	World 2007		Europe 2007/2013		Italy 2007/2015		World 2007		World 2011			
	kc/p/d	%	kc/p/d	%	kc/p/d	%	kc/p/d	%	kc/p/d	%	%	
Conventional wastage pre-supply	392	9,3	340	5,0	370	5,9	230	5,7	340	8	6,1	
Conventional wastage post supply	328	7,8	490	7,2	590	9,5	328	8,1	254	5,9	4,6	
Conventional wastage (1)	720	17,1	830	12,3	960	15,4	558	13,8	594	13,9	10,7	
Overeating wastage (1)	100	2,4	400	5,9	450	7,2	100	2,5	244	5,7	4,4	
Livestock wastage (1)	1000	23,8	3000	44,5	2300	36,9	1000	24,8	1033	24,2	18,6	
Edible forage wastage (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	570	-	10,2	
Non food uses wastage (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	755	-	13,6	
Input (1)	4199	100	6730	100	6190	100	4037	100	4241	100	-	
Input (1+2)	-	-	-	-	-	-	-	-	4811	-	-	
Input (1+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	5050	-	-	
Input (1+2+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	5567	-	100	
Systemic wastage (1)	1820	43,3	4230	62,9	3710	59,9	1658	41,1	1871	44,1	-	
Systemic wastage (1+2) 50,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	2441	-	-	
Systemic wastage (1+3) 52,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	2626	-	-	
Systemic wastage (1+2+3)	-	-	-	-	-	-	-	-	3196	-	57,4	

Table C summarizes the findings of the ISPRA report about the internal efficiencies of the major elements identified in food systems in relation to incoming inputs, taking into account available data at different spatial and temporal scales. The internal efficiencies of the elements follow the global trends already highlighted. At global scale, the inefficiency of animal farming is estimated to be around 64%. This value is even greater in the EU as more edible inputs, which come in considerably larger percentages from other regions of the world, are used for livestock feeding. Globally conventional wastage between production and consumption is stable. The overall increase in the magnitude of the overcrowding in relation to the total amount of consumed food, which is always much greater in Europe, is noticeable. In Italy almost 30% of the food supply would be wasted on waste in retail, consumption and over-feeding.

As for drinking water, the most widely available data is on water networks losses, in the world 25-30%, in Europe 20-40%, 32% in Italy with 45% in some regions.

Table C – Synthetic comparisons between food wastages at geographical and time level (internal efficiencies of the elements)

Food energy (kcal/per capita/day)	Wastage variations (measured from withdrawals end)			Wastage (measured from withdrawals beginning)		
	World 2007	World 2011	World 2015	World 2007	Europe 2007/2013	Italy 2007/2015
Pre-supply conventional wastage	230	340	-	392	340	370
Post supply conventional wastage	328	254	-	328	490	590
Conventional wastage	558	594	-	720	830	960
Overeating	100	244	-	100	400	450
Pre-supply conventional and overeating	428	498	550	330	890	1040
Livestock wastage	1000	1033	-	1000	3000	2300
Livestock input	1560	1610	-	1560	3900	3100
Conventional input	3037	3209	-	3199	3730	3890
Total input	4037	4241		4199	6730	6190
Supply	2807	2869	2950	2807	3390	3520
Consumption	2479	2615	-	2479	2900	2930
Average requirement	2379	2371	2400	2379	2500	2480
Pre-supply wastage (% conventional input)	7,6	10,6	-	12,2	9,1	9,5
Post supply wastage (% supply)	11,7	8,9	-	11,7	14,5	16,8
Conventional wastage (% conventional input)	18,4	18,5	-	22,5	22,2	24,7
Overeating (% consumption)	4,0	9,3	-	4,0	13,8	15,4
Post supply wastage and overeating (% supply)	15,2	17,4	18,6	15,2	26,3	29,5
Conventional wastage and overeating (% conventional input)	21,7	26,1	-	25,6	33,0	36,2
Livestock wastage (% livestock input)	64,1	64,2	-	64,0	77,0	77,0
Systemic wastage (% total input)	41,1	44,1	-	43,3	62,9	59,9

This report analyses social and economical issues that are closely connected to food wastage, like food security and sovereignty (paragraph 8.1). Data on average caloric surpluses and geographical imbalances have to be integrated into the status of the nutrition at global level. In the world nearly 2 billion people have difficulties in accessing food, of which about 800 million people suffer of hunger due to chronic de-nutrition and malnutrition. Chronic malnourishment associated with sufficient caloric intake affects about 2 billion people with deficiencies in proteins, iodine, vitamin A, basic fatty acids, zinc or iron. While about 2 billion are overweight and mal-nourished, including 600 million in obesity (FAO, UN, World Food Program data). In 2017, about 923 million people worldwide are without access to safe drinking water. Substantially 4.8 billion people circa in the world suffer from serious nutritional problems or about 66% of the world's

population, two out of three people (Ingram *et al.*, 2015). According to Global Nutrition Report (IFPRI, 2016) malnutrition and diet are a major risk factor for global illnesses.

According to ISTAT (Italian institute of statistics) and ISS (Italian higher institute of health) data also in Italy conditions of malnutrition and obesity are rapidly increasing. Overweight persons are in average 45%, 50% of men, 34% of women and 24% of children between 6 and 11 (maximum European level). It should be noted that in 2016 about 30% of the population was at risk of poverty with increasing inequalities and 8.3 million people or 14% were in relative poverty (below average level) of which about 4.6 million people in absolute poverty, having food access difficulties for a minimum acceptable standard.

In addition to the nutritional aspects of food security, it is necessary to consider the basic features of food access capacities determined by the socio-economic conditions of the population and by the productive and distributive structure (e.g. capacity for access to the means of production). This analysis identifies complex effects that can link wastage in industrialized systems of developed countries to food insecurity in developing countries and in low income groups of the developed countries (Munesue *et al.*, 2015). Food wastage actually acts self-reinforcing as a consolidation of industrial agro-food systems. These operate in a context that produces food insecurity effects through interrelated factors that can create local critical conditions and lock-in the development of self-resilient food systems. These factors are mainly: lack of sufficient regulation of food, fossil energy sources and other commodities prices on international markets; local dependence on resources and food exports / imports / aid (including land and water grabbing); local repercussions of global environmental phenomena; priority that can be assigned locally to feed production or industrial / energy use (Van der Ploeg and Poelhekke, 2009; Bozzini, 2012; Bellora and Bourgeon, 2014; UNCTAD 2013[b], Marchand *et al* 2016; Clapp, 2014 [a], [b]; Weis, 2010; Suweis *et al.*, 2015; Kalkuhl *et al.*, 2016; IPES-Food, 2016, 2017 [b]). The protection and encouragement of local food systems is fulfilled in the concept of food sovereignty, closely related to that of food security. It is based on four priority areas of action: right to food; access to productive resources; agroecological production model; local trade and markets. The issue of food insecurity must therefore be framed in a broader approach that looks at the structural causes of food problems and at the development of the necessary local food sovereignty conditions by elaborating appropriate analytical insights into systemic view (Lang, 2013; Rutten, 2013; Tielens and Candell, 2014; Ingram, 2017). Food insecurity continues to be tackled with indications of production increases to support the growth of the world's population. Alternative needs scenarios, based on integrated concepts of efficiency, consistency and sufficiency can be outlined, which mainly focus on local measures: structural prevention of systemic wastage (including overeating); average consumption reduction of animal derivatives produced with less edible feed, more biomass by-products and more pastures not competing with other food productions; reduction of non-food uses of edible products; conversion of unsustainable agricultural practices and techniques with agroecological systems that respect the natural fertility of soils and more generally the ecological and social equilibrium; voluntary measures to reduce demographic pressure as indicated by the UN Sustainable Development Goal 3.7 (Muller *et al.* 2017; Schader *et al.* 2015; Badgley *et al.* 2007; Cassidy *et al.* 2013; IPES-Food 2016, 2017; Alexander *et al.* 2017; Kremen, 2017).

Land grabbing, agricultural land abandonment and land take reduce the food productivity base , food security and sovereignty; therefore, they constitute a potential form of food wastage. The global land grabbing phenomenon is estimated at 60 million hectares over more than 80 countries; the phenomenon seems to be expanding in Europe as well (landmatrix.org). Eurostat estimates that 4% of the total European soil is now artificialised. FAOSTAT data indicates that in Europe in 2014 nearly 100 million hectares of farmland had been abandoned in the last 50 years. Food consumption in the EU causes 50% higher agricultural land use than the global average (0.31 ha/per capita) and 40% of them are outside Europe (Fisher *et al.*, 2017). The EU imports from South America 70% of the plant proteins it needs to feed livestock animals, mainly cereal and soybean meal (COPA-COGECA, 2016).

In Italy, in 2016 the rate of artificialised land (settlements) reached 7,6% (ISPRA 2017 [b]). Between 2012 and 2015 the pace of agricultural and natural land take in Italy has been 35 hectares per day, or 128 km² of land take per year (with a maximum of 250 km² of land take per year), causing strong concerns on scenarios to 2050. Agricultural soil quality is also decreasing in Italy: in the latest 40 years organic matter content in agricultural soil has fallen from an average content of 3.0-3.5% to 1.0-1.5%. Another element to consider is

the “abandonment” over the last decades of marginal agricultural lands. According to the latest ISTAT data in 2013 in Italy Utilised Agricultural Area (UAA) used amounts to 12.4 million hectares. Between 1982 and 2010 there was a 23% reduction in the UAA, equal to 3,5 million hectares.

This continuous and gradual decline of the UAA is linked to land take because of land-use change to settlements, especially in coastal areas, central Italy and the Northeast, and can probably be attributed to market factors and land-use planning. Italy is the third country in the UE for agricultural land deficits compared to food requirements and the fifth largest in the world with a deficit of almost 49 million hectares considering also the soils needed to feed livestock (Lugschitz *et al.*, 2011). From all this, in 2011 the Italian self-supply rate (ratio between consumption and domestic production) was only 80% (MiPAAF, 2012). For some productions the incidence of imports is even greater: Italy imports 30% of the maize demand each year, 50-60% of soft wheat, 30% of durum wheat, 80-90% of soy, 60-70% of the products needed for industrial animal husbandry (Coop Italia, 2015).

Short, local, organic, small-scale solidarity supply networks tend to reduce intermediations and most possibility of surplus and wastage (also cause of higher products value), food lasts longer for consumers. These tend to develop greater awareness of food processes and to give more value to the food they acquire. Also better is the programming and co-ordinating of production with consumption, the managing of the unsold, the control of technical and commercial constraints, the determining of food price is more equitable and agreed (FNE, 2015; Forsell e Lankoski; 2015; Nevens *et al.*, 2017; Opitz *et al.*, 2017).

Provided that equal resources are used, in small-scale agro-ecological farms compared to industrial agriculture, medium to long term productivity is greater than 20% to 60% (Badgley *et al.*, 2007) and resource efficiency is higher by 2 to 4 times (IPES-Food, 2016; INRA, 2015; Reganold e Watcher; 2016; Rodale Institute, 2015). Moreover in a comparable period of observation, their total consumption of resources is much lower of what recorded about industrial agriculture development, which in contrast show rebound effect (Jevons paradox) associated with the advances in technological efficiency (Rudel *et al.*, 2009; Lambin and Meyfroidt, 2011). Small-scale agro-ecological productions are then more durable and stable over time and provide a much higher and more varied quality and quantity of nutrients for human diet (EPRS, 2016; Herrero *et al.*, 2017). Most of the world-wide catches of sea-fishing are carried out by large-scale industrial fishing activities (Zeller *et al.*, 2017). According to FAO data, globally small farming is responsible for about 70% of total production, with only a quarter of the cultivable land available (UNCTAD, 2013 [a]; IFAD, 2013; FAO-CFS-HLPE, 2013; FAO, 2014 [b]; Graeub *et al.*, 2015); it's therefore evident the small farming model has higher resource-use efficiency, equal resources been used, than the agro-industrial ones thanks to greater use of manual techniques.

Some studies have shown that organic and local short supply chains break down levels of waste in all phases prior to final consumption up to only 5%, when those levels normally range between 30 and 50% (Food chain centre, 2006). First available studies show that solidarity food networks, such as Community Supported Agriculture (CSA), cut down losses and wastage compared large retail food systems: even the 6.7% overall from production to consumption versus 55.2% (Baker, 2014). Those who supply themselves exclusively through alternative food networks waste on average 90% less food than those who only use conventional channels (Schikora, 2017). All above data on alternative food systems refer only to conventional losses and waste; other elements that would show additional wastage reductions in these networks should also be included, beginning with overeating and net losses in livestock supplies and conversions. The environmental and social performance of ecological, solidarity, local and small-scale networks, analyzed as a whole food systems, are far better than industrial systems, also taking into account the effects avoided due to much smaller wastage (JRC IPTS, 2013; Forsell e Lankoski, 2015).

Following Table D summarize a broad comparison between different general food systems (with data from different sources and methods) about conventional food wastage and ecological efficiency (being equal resources used), with an intermediate hypothesis on waste in consumption of short supply chains, local, organic systems. The greater efficiency in the use of resources by ecological, solidarity, local and small scale food networks, could ensure effectiveness in achieving socio-ecological protection and enhancements goals if applied at systemic level, by using a smaller overall amount of environmental resources (avoiding the

Jevons paradox) and preventing negative impacts (Garnett *et al.*, 2015). These networks have characteristics to develop and spread more, such as resilience, stability, durability, self-reliance, autonomy, diversification, self-regulation. Of course to achieve better performance and real and effective structural change in food systems, the four fundamental features of alternative systems must be present at the same time: ecological, solidarity, local and small scale.

Recent authoritative studies show that local small scale supply chain have the potential to cover the food demand of the countries (Donald *et al.*, 2010; World Watch Institute, 2011; Hang *et al.*, 2016); for example, in the USA up to at least 90% (Zumkehr and Campbell, 2015). All the reported figures points out the need to focus on the importance of food sovereignty-autonomy and of coordinated development of local resilient food systems to reduce wastage, inequalities and to ease the weight of food systems on ecological balances. The “relocalization” of food systems is in fact able to support the self-reliance development of the territories, therefore not just in developing countries but for complementary reasons, also needed to solve the problems of developed countries (Magnaghi, 2010).

Table C – Broadly comparison of food wastage and ecological efficiency between different food system patterns

	Industrial food systems	Organic, local, short supply chains systems	Local small scale agroecological systems with solidarity food networks
Conventional food wastage (%)	40 – 55 %	15 - 25 %	5 - 10 %
Equal resources used efficiency (% compared to industrial systems)	100 %	200 – 400 %	400 - 1200 %

Institutional framework

The report examines the legislative and policy framework for the reduction of food wastage at international, national and regional level. The major, waste-oriented, regulatory aspects to address food wastage are based on Art. 29 paragraph 1 of Directive 2008/98/EC (waste prevention programs). Many other institutional instruments can be referred to address the issue broadly based on a more comprehensive approach to food issues, such as Green Public Procurement (GPP), the design of sustainable production and consumption models, local food policies, regulatory instruments on short, organic, local, solidarity, small-scale farming, the protection of agro-biodiversity, the fight against illicit agro-food activities.

The international community has recognised the need to take action to solve food wastage issue, which eventually took on a prominent position on the political agenda. In 2015, the international community adopted Agenda 2020 which, inter alia, identifies a set of 17 sustainable development goals (SDGs) to put an end to poverty, protect the global environment and ensure prosperity for everyone within a new agenda for sustainable development of the United Nations. Each target has specific targets to be achieved by 2030. Target 12.3 of SDG 12 commits the global community to reduce global food waste by 50% by 2030 at retail and consumer level, and to reduce losses along production and supply chains, including post-harvest losses (both targets are measured in terms of per capita food energy content).

On 22 November 2016, the EU presented its response to Agenda 2030 and SDGs and adopted a package of sustainable development. The EU and its member states have tackled the issue of food waste in various ways, including organic waste management policies, resource efficiency and the circular economy. The European Commission intended to develop a common European methodology for measuring food waste and identifying appropriate indicators (EU Fusions project). To this end, a platform has been created involving Member States and stakeholders, sharing best practices and assessing progress over time. In addition, the

European Commission will take steps to clarify EU legislation on waste, food and feed, to facilitate food donation, the use of inedible food and food chain by-products in food and feed production, without compromising food safety. Finally appropriate methods will be explored in order to improve the use of the expiry date by the actors in the food chain and its understanding by consumers, in particular the indication "to be consumed by". In December 2015 the European Commission approved the "circular economy package", which is also under examination of the Council and the European Parliament. Within this process, on March 14 2017, Parliament approved a resolution which foresees, *inter alia*, a food waste reduction in retail and final consumption by 30% for 2025 and 50% for 2030, compared to 2014. It is also expected a reduction of food losses in the previous phases of the production chain.

In 2015 it was issued the Italian National plan of food waste prevention (PINPAS) that aims at identify measures against food waste; many Italian regions delivered specific laws on food garbage and many municipalities signed the "Sprecozero pact". It is worth to mention that in August 2016 an anti food garbage bill became law in Italy, with the aim of assisting the poorest layers of society by providing them with food recovered from 'donors' (both public institutions and authorities and non-profit organizations). Through this provision numerous social actors are involved in the reduction of food garbage, including schools, companies and hospitals. The law provides definitions of terms such as 'surplus' and 'food waste', reaffirms differences between the date of minimum durability of quality and the expiry date and aims to simplify procedures for the donation, according to the hygiene and health standards and the traceability rules. The law allows the collection of agricultural products that remain in the field and their reassignment free of charge. In order to reduce food garbage in the catering sector, the law enables customers to take the surpluses in a 'family bag'. The law provide the introduction of food education programs in schools and the realisation of a widespread awareness campaign.

In Italy, on October 2 2017, the National Strategy for Sustainable Development was adopted by the Council of Ministers; it incorporates Goal 12.3 of Agenda 2030 on food waste, linked to the strategic objective "Ensuring the sustainability of agriculture and forestry along the entire chain" within the strategic choice "Establish sustainable production and consumption models".

Good practices so far identified

The report presents and analyses a wide range of practices and experiences, especially those carried out in the Italian context, for waste prevention and waste reduction. They have been developed by civil society, institutions and private companies and recognized good practices and useful case studies. The hierarchical classification in waste management policies is based on Directive 2008/98/EC in the light of a perspective which however considers structural prevention of food surpluses as necessary, urgent and priority. This measure is represented in the so far identified good practices by those able to modify the patterns of food chains as short and local (FAO, 2011; FAO-CFS-HLPE, 2014; FUSIONS, 2017), and to promote green public procurement (GPP), local food policies, nutrition and food awareness programs and campaigns. The ISPRA report analyses the effectiveness of this kind of prevention even in relation to other non-structural measures, which tend to mitigate some of the effects in the final stages and could make necessary the surpluses.

Actions to non structurally reduce food waste work at production, storage, processing, conservation, transportation, distribution phases and they are based mainly on the introduction of new technologies. These interventions increase the efficiency of industrial processes in the short run, avoiding negative effects of disposal phases, but introducing new effects due to their execution, that are mainly remote negative effects.

At the same time, they increase costs, reduce the sense of civic responsibility towards wastage and maintaining the industrial agri-food model, tending to increase overall resource consumption and adverse effects (Jevons paradox). Several global studies on decades are in depth showing that the path of technological decoupling between economic growth and negative impacts produces nil or opposite results (see e.g. Wiedmann *et al.*, 2015; Magee and Devezas, 2016; Ward *et al.*, 2016; Schandl *et al.*, 2017; Jackson, 2017).

Down in the priority classification of actions and measures to address waste reduction is considered to be a set of interventions for human food recovery that can be aimed at retail, charitable activities and peer exchange among citizens. Other measures are related to recovery in collective catering. Lastly to avoid landfill, non-edible food products can be recycled for animal feed or as compost or extraction of components and chemicals for the development of bioeconomy. Recovery of food waste for the production of bioenergy (especially biofuels) should be considered as residual options and his land integration have to be assessed with great caution.

Bioeconomy is another issue connected to food wastage, as biomaterials from food waste can be used in a wide range of products, such as buildings, furniture, paper, new food, textiles, chemicals. Cascade use just of non-edible resources and biomimicracy processes with various cycles of reuse and recycling should be encouraged (Pauli, 2015). Bio-economics offers alternatives to the use of fossil fuel products and can contribute to the circular economy. With priority objective of protecting socioecological systems, it is also to bear in mind the possible indirect competitiveness on the use of biological resources. The overall increase in the production of goods and the use of resources must be avoided, which occurs when it increases the technological efficiency of industrial processes (Jevons paradox). In-depth studies show that this can thus undermine the benefits of recycling in terms of total negative impacts, which may even increase; this is particularly the case where initiatives are entrusted only to private sector management (Georgescu-Roegen, 2003; Valenzuela and Böhm, 2017; Zink and Geyer, 2017). Food bio-economy should use only minimal “physiological” quota of surpluses (scheme 11.1) focusing on sufficiency, quasi-circularity, limited substitution socioecological principles (Garnett *et al.*, 2015; Hausknost *et al.*, 2017; Piques and Rizos, 2017).

Innovative steps forward for structural prevention

Scientific evidence shows that surpluses, food wastage and food waste largely depend on cultural and technical patterns of production, distribution and consumption (FAO-CFS-HLPE, 2014). The current prevailing industrial agri-food model, by its nature, involves high production of surpluses and wastage (Petrini, 2013), also influencing the behavior of consumers and small producers, limiting the development of structural, equitable and innovative solutions (IPES-Food, 2017 [a]).

As seen the negative environmental and social effects of the wastage are mainly associated with the production phases and to avoid them it is therefore necessary to intervene upstream with the structural prevention of food surpluses.

In the current political and scientific discourse on food wastage, attention is placed mostly to charity recovery and secondarily to recycling and energy conversion of wastes. Instead less attention is devoted to structural prevention of food surpluses production and consequent waste (Mourad, 2015 [a]; Chaboud and Daviron, 2017).

Most measures so far undertaken to counteract food wastage are more oriented to the prevention of food wastes rather than to whole phenomenon of food surplus and wastage. The first type of prevention produce unsatisfactory changes, insufficient to restore the real *value* of food, as demonstrated by comparative studies on specific international policies (Mourad, 2015 [b]). In addition a recent review of food waste studies in developed countries shows that most of the data is delivered indirectly and, above all, data on food waste in consumption phase are overestimated with no direct measurements; so the focus on consumer waste could be excessive (van der Werf and Gilliland, 2017).

As a consequence it is important to avoid complex dynamic effects “systemic strengthening” the production of surpluses: substitution, rebound, coverage and delay effects (scheme 10.1). There is a risk that this kind of setting will turn emergency measures into permanent ones, implicitly requiring the formation of food surpluses, while failing to address the underlying problems (Hawkes and Webster, 2000; Lang, 2015; Booth and Whelan, 2014; Salvasti, 2015; Ferrando and Mansuy, 2017). Besides these issues should also be tackled by structuring resilient local food systems and adequate socio-economic policies (Spring, 2016). Therefore it

is necessary to address food wastage not only by social care through a more organized system of interventions, to structurally ensure the right to food (Riches e Tarasuk, 2014; Brunori *et al.*, 2016 [a]). It is therefore necessary to use a systemic approach to the issue of food wastage integrating it into comprehensive food and environmental policies from respecting real needs and ecological and social equilibrium, as emerges from the more advanced international experiences and how it begins to be recognized by the FAO Food Security Committee.

A systemic strategy for tackling food wastage should follow a scale of priorities that clearly prefers the necessary and urgent structural measures to prevent surpluses and wastage, then secondly consider in a conditional manner waste prevention measures like food recovery and recycling, measures that should tend to be limited just to the use of "physiological" surpluses (Papargyropoulou *et al.*, 2014; Mourad, 2016, EPA, 2017).

This can happen by going out of the reductionist logic that tends to address the issue as a specific sector that concerns only the terminal phases of the processes (consumption, waste and recovery for assistance or bioeconomy) or only through industrial efficiency. Finally raising awareness initiatives are essential for achieving the prevention of food surpluses at all levels.

A specific chapter (11) of the report extensively analyses a non-exhaustive series of innovative themes and tools to structurally prevent food wastage that are dealt in detail. In any case the main driver is represented by food sovereignty-autonomy and local self-sustainable development, organized in global peer cooperatives diversified networks. Also the innovating subjects are often not aware of the importance of their practices to solve the problem of food wastage. Such structural prevention interventions are twisted and may include the following actions:

- socioecological planning of alternative food production, distribution and consumption patterns, based on the whole innovative issues;
- developing green public procurement (GPP) system for collective public catering and canteens, to support alternative food patterns;
- promoting systemic and participatory local food policies;
- supporting dietary education and awareness of ecological and social values of food, understanding and fighting causes of malnutrition, obesity, overweight, nutritional quality losses;
- promoting and investing in local, small scale, ecological and solidarity food systems and networks, this including direct sales, farmers' markets, local food festivals, cooperative shops, agroecological farms, community supported agriculture, solidarity purchasing groups, civic small food distribution networks;
- 're-territorialisation' of farming and food activities, studying the territorial metabolisms and setting policies and measures to support urban and peri-urban agriculture, as well as to revitalize rural food systems in marginal and remote areas subject to abandonment.
- protecting and promoting small scale peasant agriculture and small-scale fishing, also easing access to land.
- distributing diffusely organic and other agro-ecological farming systems;
- protecting and giving value to the agrobiodiversity, yet through the cultivation of local and traditional races (better adaptability and less losses), as well as through participatory and evolutive genetic breeding techniques (Li *et al.*, 2009; Ceccarelli, 2016);
- supporting social farming for awareness raising and community empowerment, solidarity and inclusion;
- countering illegal agrofood activities that generate wastage mainly through drivers like prices falls and costs concealment, unfair trade, commercial conditioning of small producers, harassment and other forms of labour exploitation, counterfeiting labels of origin and quality (The European House - Ambrosetti, 2016)..

The Report examines the strategies and actions for: the definition and quantification of the phenomenon by addressing the conceptual differences between existing studies and future research needs, both analytically and on-the-ground, especially increasing measures of systemic wastage in terms of energy, nutrients and drinking water (Montagut and Gascòn; 2014); the promotion of institutional initiatives to regenerate food

systems and make them resilient; the correction of industrial food and feedstock supply chain, especially to reduce the constraints on small producers and consumers; the growth of the active role of citizens, either domestically, socially and culturally.

Conclusions

Structural prevention of food wastage is a strategic objective to achieve sustainability because if properly tackled it can help to address critical issues such as climate change, food security, hunger and malnutrition, saving natural resources (water, soil and biodiversity in the first place), fostering both economic development and social wellbeing.

In order to solve dysfunctions and wastage of food systems on a macroeconomic scale, it is essential to make ecological and solidarity alternatives ever accessible to a larger part of the population. The introduction of incentives to promote forms of ecological production, the diffusion of food education and the support for alternative market channels are now called urgent measures which also require sweeping actions by national and local governments (Priefer *et al.*, 2016; Augère-Granier, 2016). This structural prevention of food wastage should be accompanied by interventions to avoid the conditioning dynamics by the macroeconomic context. Micro and macroeconomic effects may in fact result in "environmental rebound effects" (Font Vivanco *et al.*, 2016) due to different allocations of savings achieved through non structural prevention of waste just by means of higher technical efficiency in food systems (Salemdeeb *et al.*, 2017).

The most established approach tends to identify surplus threshold in reference to the average or minimum requirements of food energy; international references are also available to determine thresholds in terms of nutrients. It is therefore a priority to develop research fields to reach systemic definitions of thresholds beyond which food systems and their surpluses affect the social, ecological, planetary and local resilience capacities, to avoid situations of irreversibility which are so risky close; studies should be defined in order to find further details of a safe operating space for anthropogenic activities. Considering the footprints of food systems and their wastage, it is likely that systemic wastage (including overeating and use for livestock) will have to be reduced at least to about one-third of the current global average and to at least a quarter at European/Italian level (scheme 4.2). A minimum target could be to reach systemic food wastage levels under 15-20%, with a transition to ecological, local, solidarity and small-scale food systems that should spread more and more capillary.

The starting points can be the following: an accurate estimation of primary productivity and its food use; the reduction of total requirements and of surpluses in production, supply and consumption, bringing them back to physiological levels; a structural prevention of any form of food wastage promoting alternative systems and resilient community; a consistent balance of food intakes between and within countries; to make socially and ecologically self-sustaining domestic production also by inversion of agricultural/natural land take; strong adoption of eco-effective food systems and an average diet with less sugar, unhealthy fats, salt and animal-derived products employing much less resources already edible for humans; the reduction of the dependence of food systems on international trade and financial value.

In the majority of developed countries such as Italy and other EU countries, restructuring food systems inevitably comes from recognition of a fair socio-cultural and economic value of food based on right to food as a common, to ensure right access and fair production. To reach this goal is necessary to avoid commercial excess and food glamorising, in which alteration of his symbolic use makes it a positional status good, creates disparities, stimulates unsustainable life styles and food wastage in his different forms (Nebbia, 1999; Nestle, 2006; Harris *et al.*, 2009; Mentinis, 2016; Legun, 2017; Vivero Pol, 2017 [b], Sainsbury's, 2017; IPES-Food, 2017 [c]).

It may be necessary to have a transition period towards the relocation of food systems in which local and sub-national systems are integrated or it may be necessary to rely in a much shorter time on the resilience of

existing small scale alternative systems (Holling and Gunderson, 2001; Berkes *et al.*, 2003; Walker and Salt, 2006; Fleming and Chamberlin, 2016).

The methodological approach to the systemic framing of food wastage presented in this report, the proposed themes and their effects on reducing food wastage obviously require a gradual deepening of the analysis and robust field testing. The issue of food waste, as it is related to other major environmental and socio-economic issues, is an extremely complex, multidimensional, global dimension with local impacts. It call to be tackled by means of informed decisions, based on scientifically solid knowledge of the dynamics of coupled socioecological systems. It needs a peer global design and implementation through local coordinated and cooperating forms of autonomy and of participatory and inclusive governance of the commons (Ostrom, 1990; Gunderson and Holling, 2001; Liu *et al.*, 2007; Magnaghi, 2010; Kostakis *et al.*, 2015; Folke *et al.*, 2016), overcoming possible “local traps” (Born and Purcell, 2006) and grounding on a rationality that balances both instrumental and ethical aspects (Alrøe *et al.*, 2017).

Ultimately this study shows the need to deepen greater actions for restructuring the food systems in order to jointly solve, as required by the UN Agenda 2030, food wastage, protection and regeneration of environmental resources, social and gender equity issues, in an effective way.

FIGURE E TABELLE / PLATES AND TABLES

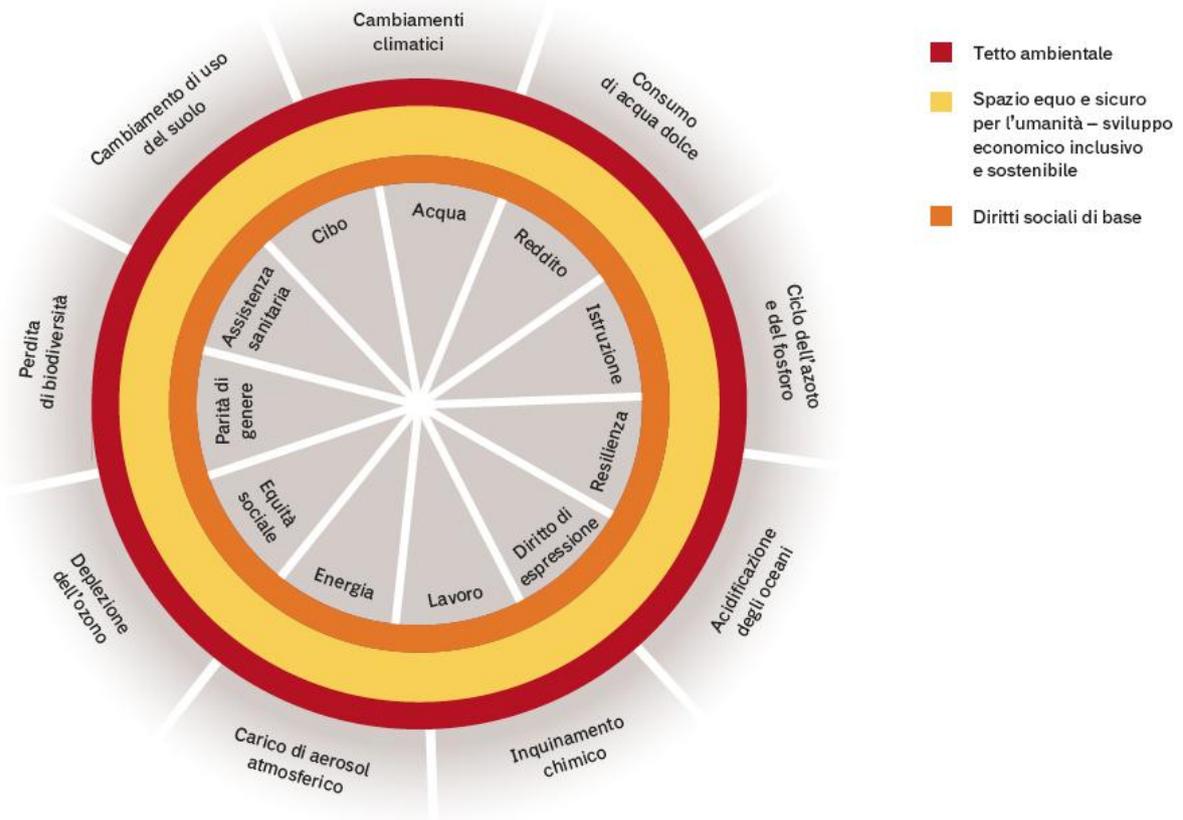


Figura 1.1 – *Approccio socioecologico per la definizione di uno spazio economico operativo equo e sicuro entro i limiti ambientali e sociali (Edizioni Ambiente, per gentile concessione)*

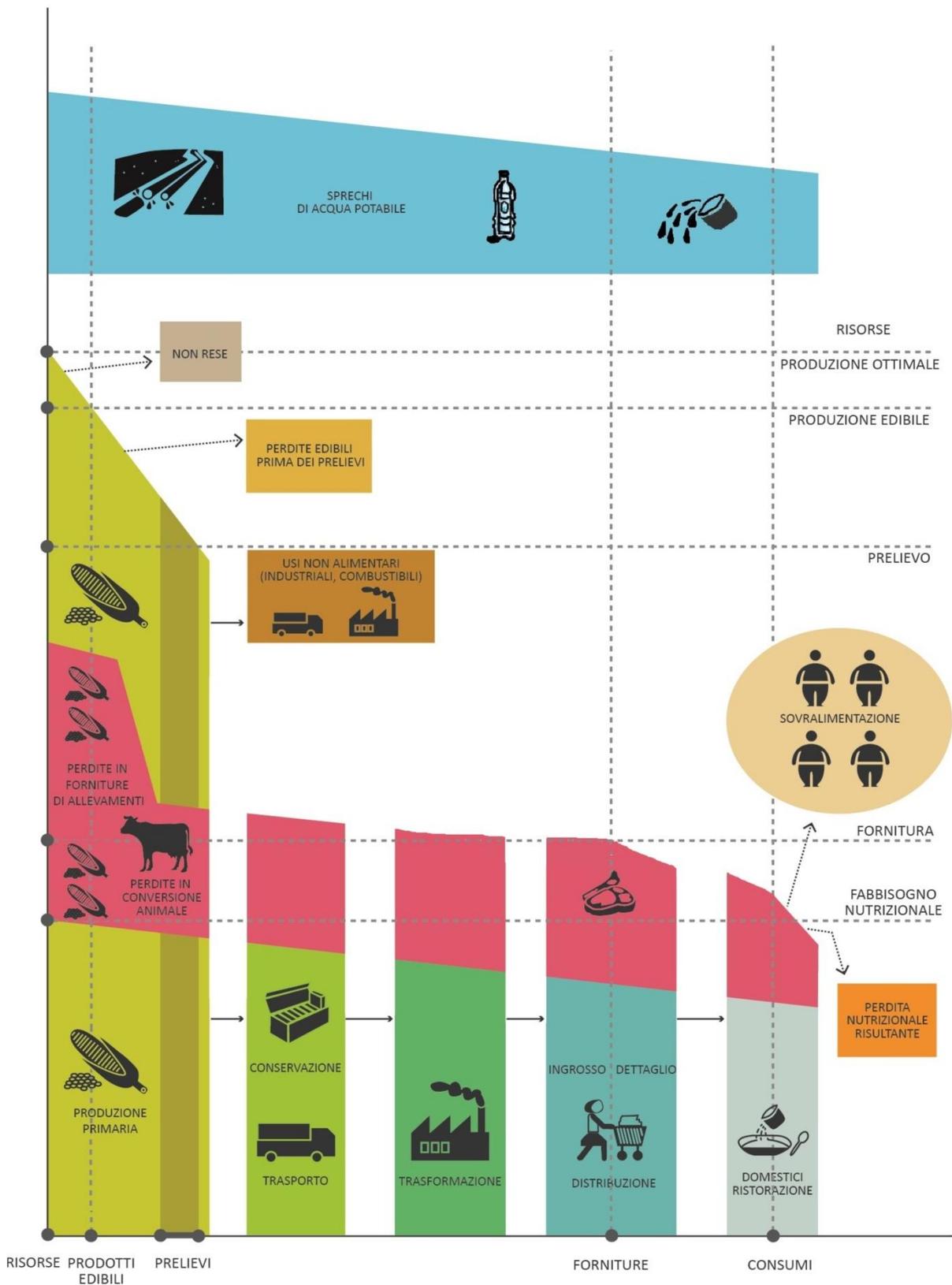


Figura 1.2 – Schema semplificato delle filiere alimentari che evidenzia gli elementi trascurati di spreco in relazione ai principali livelli medi di riferimento dei sistemi alimentari

Tabella 1.1 – Confronto tra i principali approcci allo spreco alimentare

	Obiettivi	Termini	Elementi	Priorità
FUSIONS <i>approccio orientato ai rifiuti</i>	Efficienza nell'uso delle risorse, riduzione dei rifiuti	Rifiuti/sprechi alimentari	<ul style="list-style-type: none"> - perdite edibili prima dei prelievi - sprechi/perdite convenzionali (escluso recupero alimentare e riciclo industriale o zootecnico) 	Prevenzione non strutturale dei rifiuti mediante efficienza tecnologica e comunicazione ai consumatori - Recupero alimentare per assistenza sociale - Riciclo industriale
FAO <i>approccio alimentare</i>	Sicurezza alimentare	Perdite – rifiuti/sprechi alimentari	<ul style="list-style-type: none"> - perdite edibili prima dei prelievi (non misurate) - sprechi/perdite convenzionali (escluso recupero alimentare) - perdita di qualità nutrizionale 	Prevenzione non strutturale dei rifiuti e degli effetti mediante efficienza tecnologica e comunicazione ai consumatori (considera le filiere corte e locali)
ISPRA <i>approccio socio-ecologico</i>	Tutela dei sistemi socioecologici congiunti	Sprechi alimentari sistemici	<ul style="list-style-type: none"> - non rese - perdite edibili prima dei prelievi - sprechi/perdite convenzionali - usi non alimentari di prodotti edibili - sprechi legati agli allevamenti - sovralimentazione - perdite di qualità nutrizionale - sprechi di acqua potabile o potabilizzabile 	Prevenzione strutturale delle eccedenze, dei rifiuti e degli effetti mediante la trasformazione socioecologica dei sistemi alimentari (cfr misure capitolo 11)

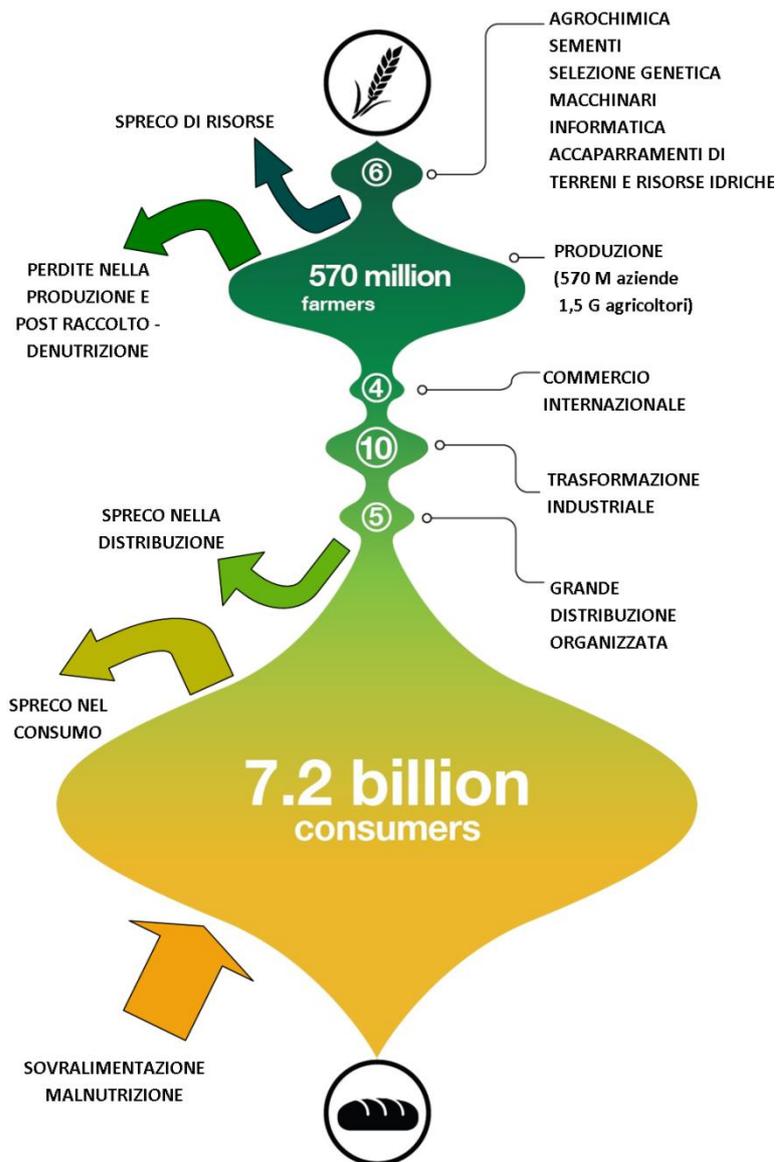


Figura 2.1 – Colli di bottiglia agroindustriali e corrispondenti sprechi nel sistema alimentare mondiale (adattato da Tirado, 2015)

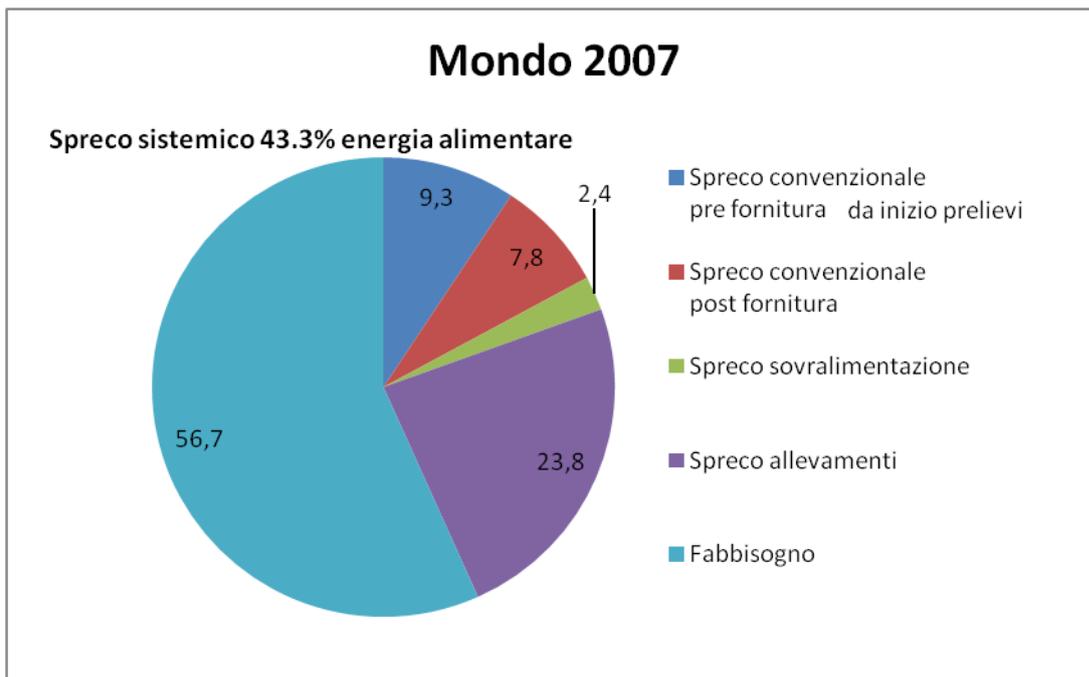
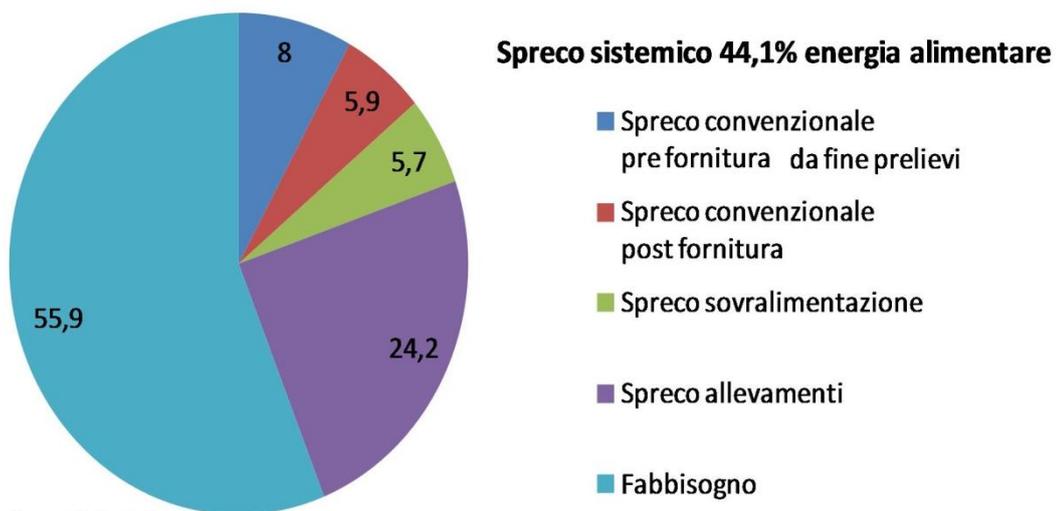


Figura 3.1 – Spreco alimentare sistemico nel mondo nel 2007 a partire da inizio dei prelievi (quote relative degli elementi)



Mondo 2011

Figura 3.2 – Spreco alimentare sistemico nel mondo nel 2011 a partire da inizio dei prelievi oppure dalla fine dei prelievi (quote relative degli elementi)

Mondo 2007

Spreco sistemico 41,1% energia alimentare

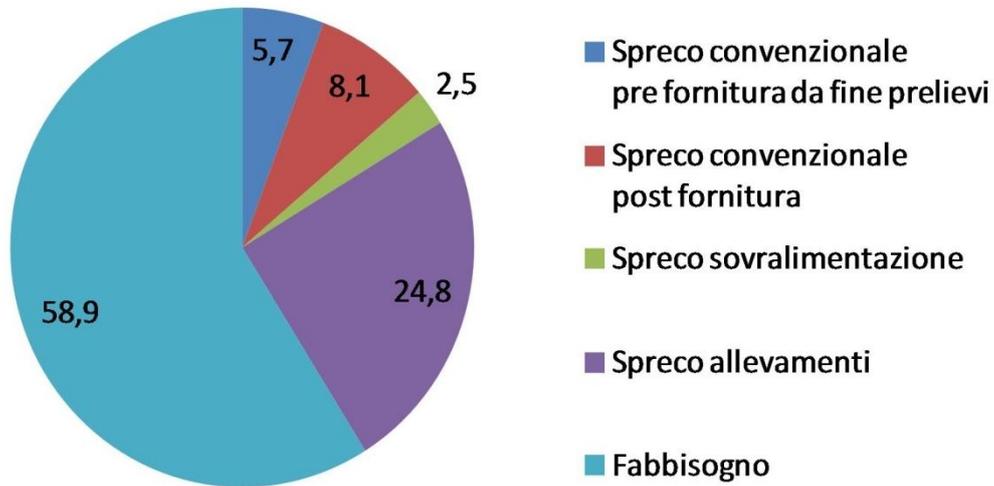


Figura 3.3 – Spreco alimentare sistemico nel mondo nel 2007 a partire dalla fine dei prelievi (quote relative degli elementi)

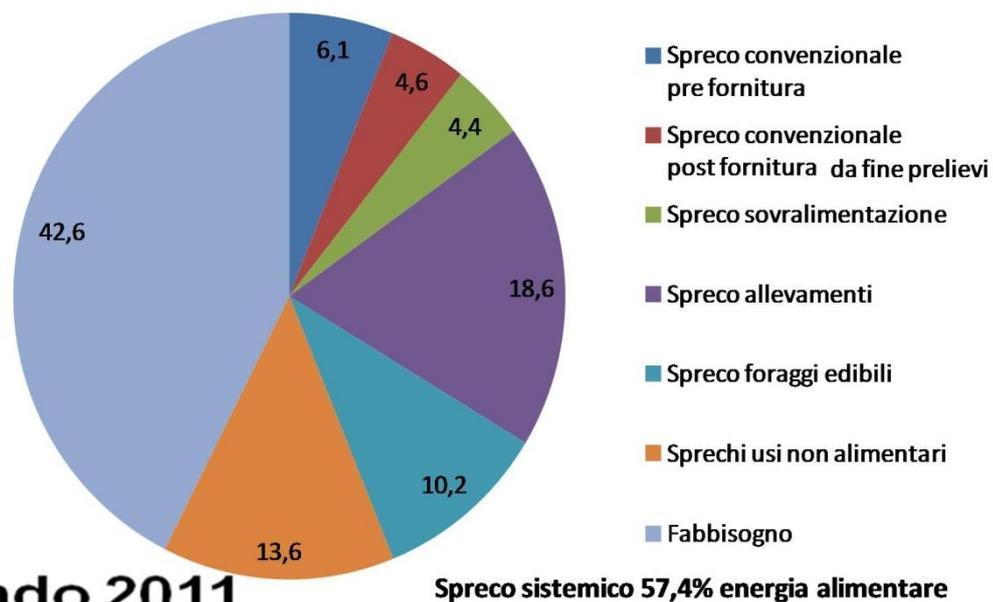


Figura 3.4 – Spreco alimentare sistemico (quote relative degli elementi) nel mondo nel 2011 a partire dalla fine dei prelievi e includendo foraggi edibili e usi non alimentari

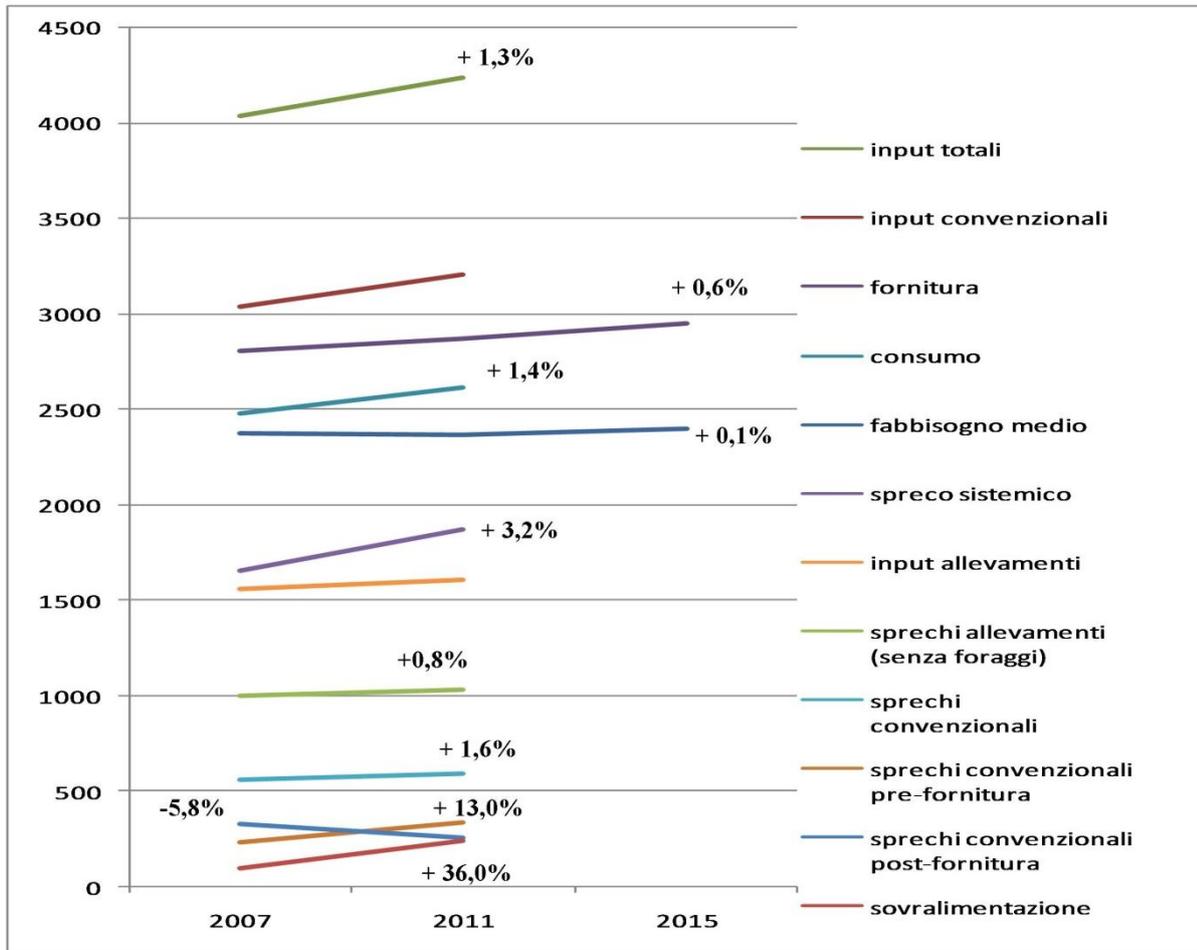


Figura 3.5 – Andamento temporale dei principali livelli di riferimento e indicatori sistemici di spreco alimentare (basato su misure in kcal/procapite/giorno) a livello globale tra il 2007 e il 2015; sono evidenziate le variazioni percentuali annue

Europa 2007/2013

Spreco sistemico 62,9% energia alimentare

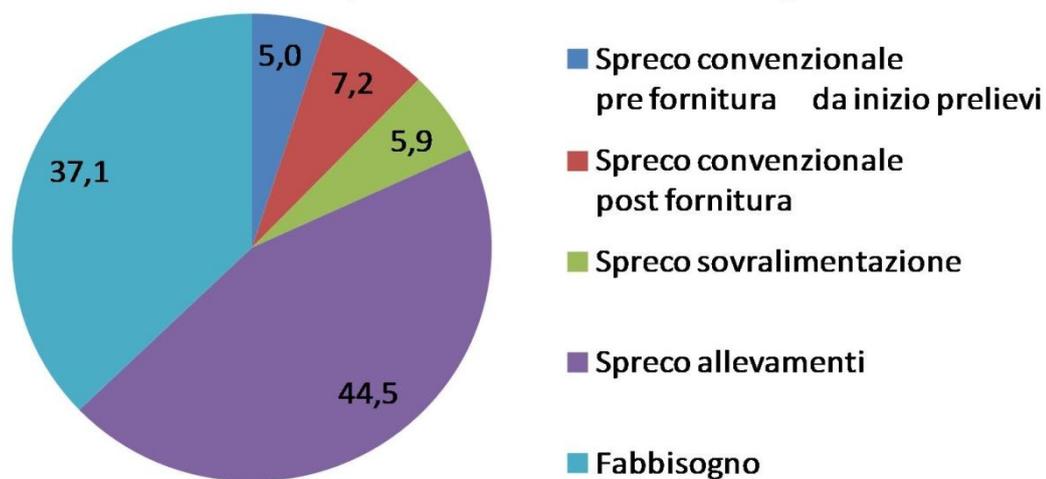


Figura 3.6 – Spreco alimentare sistemico (quote relative degli elementi) in Europa nel 2007-2013 a partire dall'inizio dei prelievi

Italia 2007/2015

Spreco sistemico 59,9 % energia alimentare

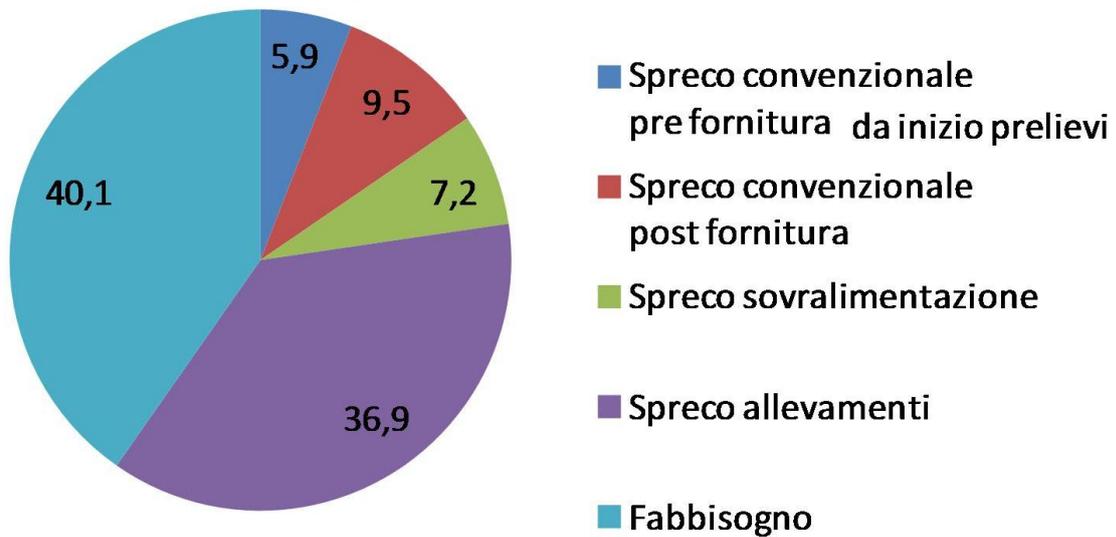
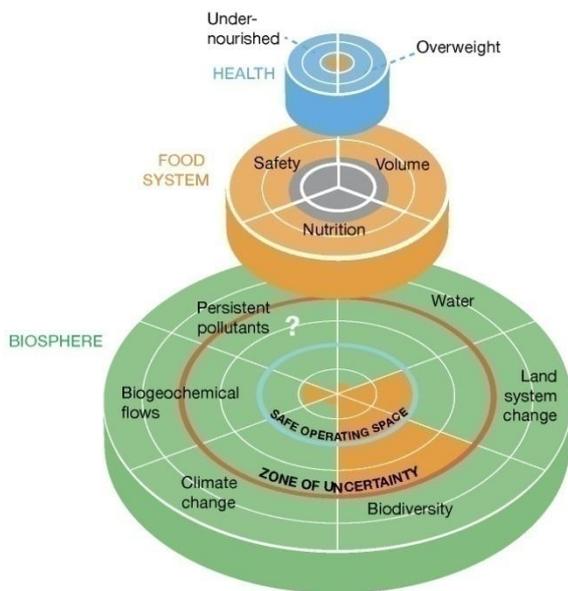


Figura 3.7 – Spreco alimentare sistemico (quote relative degli elementi) in Italia nel 2007-2015 a partire dall'inizio dei prelievi

Tabella 3.3 – Sprechi alimentari in massa in Italia secondo diversi studi (esclusi rigetti in mare, dati arrotondati)

Fasi delle filiere	MATTM, 2014 - CREA, 2017 - REDUCE, 2017			PoliMi - Banco alimentare - Nielsen, 2015		
	Spreco (Mt/anno)	Quota relativa (%)	Spreco della singola fase (%)	Spreco (Mt/anno)	Quota relativa (%)	Spreco della singola fase (%)
Produzione primaria	1,2	13	2,2	1,9	34	2,8
Trasformazione	2,0	21	2,6	0,1	2	0,4
Distribuzione	0,4	4	1,0	0,7	13	2,5
Ristorazione	6,0	62	-	0,2	4	6,4
Consumo domestico			-	2,6	47	8,9
Totale	9,6	100	-	5,6	100	-

(a)



(b)

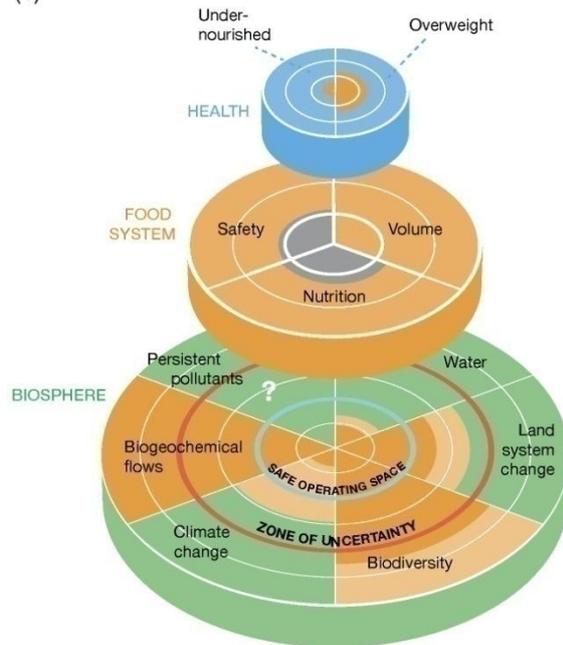


Figura 4.1 – Impatti globali dei sistemi alimentari sulla salute umana e sulla biosfera nel 1961 (a) e attualmente (b). In (b) aumentano le dimensioni della popolazione e dei sistemi alimentari. In arancione scuro sono indicati gli impatti complessivi sulla biosfera e in arancione chiaro le parti dovute ai sistemi alimentari (da Gordon et al., 2017, licenza CC by 3.0)

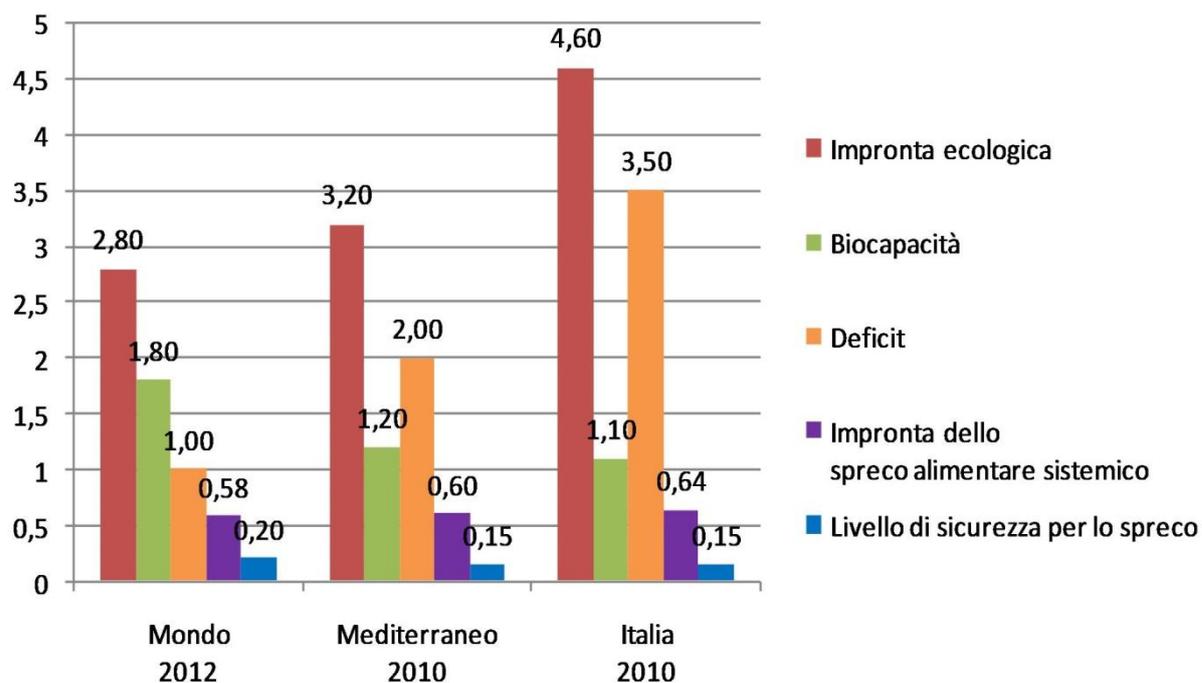


Figura 4.2 – Confronto tra le impronte ecologiche dello spreco alimentare sistemico nel mondo, nell'area del Mediterraneo e in Italia, espresse in ettari globali procapite.

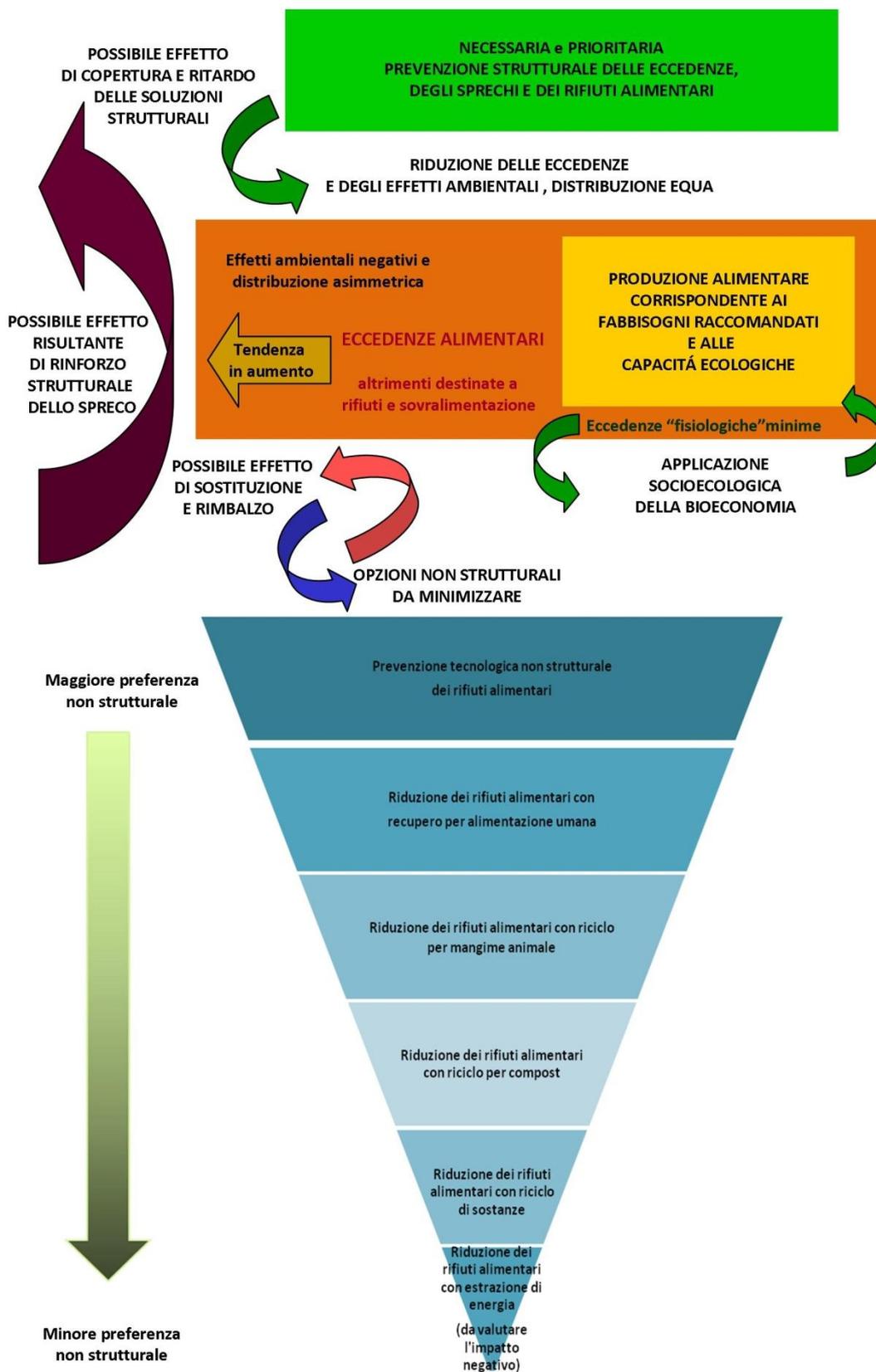


Figura 10.1 – Rapporto tra le necessarie misure strutturali di prevenzione dello spreco alimentare e quelle non strutturali secondarie da minimizzare; gerarchia della prevenzione e riduzione non strutturale dei rifiuti alimentari

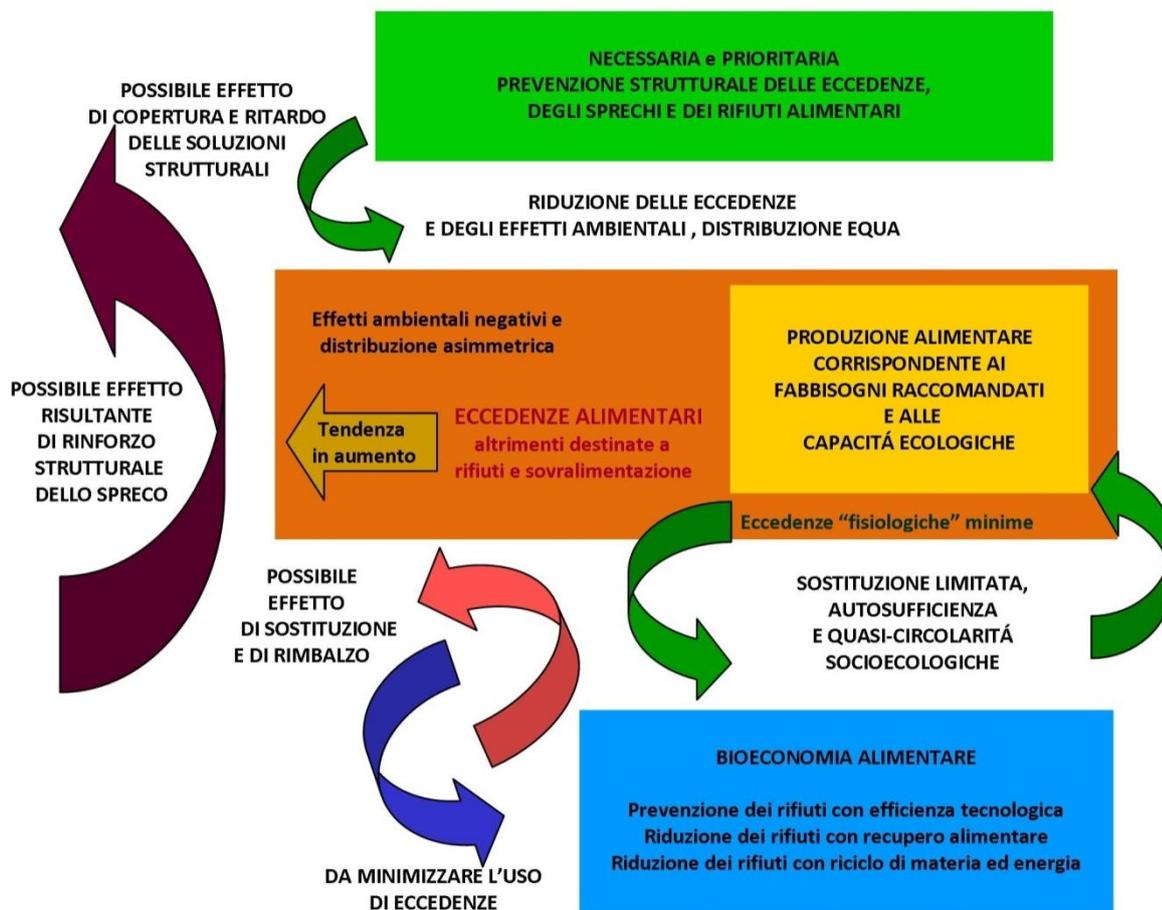


Figura 11.1 - Rapporto tra le necessarie misure strutturali di prevenzione dello spreco alimentare e le misure secondarie non strutturali e condizionate; sono evidenziati gli effetti dinamici complessi che possono portare ad un rinforzo sistemico della produzione di eccedenze, sprechi ed effetti negativi

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

Alexander P., Brown C., Arneth A., Finnigan J., Moran D., Rounsevell M. D. A., 2017, *Losses, inefficiencies and waste in the global food system*, *Agricultural Systems* 153 (May 2017) pp. 190–200, <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.014>

Alrøe *et al.*, 2017, *Performance versus Values in Sustainability Transformation of Food Systems*, *Sustainability* · March 2017, DOI: 10.3390/su9030332

Armendariz V., Armenia S., Atzori A. S., 2016, *Systemic Analysis of Food Supply and Distribution Systems in City-Region Systems—An Examination of FAO’s Policy Guidelines towards Sustainable Agri-Food Systems*, *Agriculture* 2016, 6, 65; doi:10.3390/agriculture6040065

Augère-Granier M.L., 2016, *Short food supply chains and local food systems in the EU*, EPRS European Parliamentary Research Service PE 586.650, briefings handed out during “Reducing food waste – improving food safety” conference organized by MEP (Member of European Parliament) Rapporteur Biljana Borzan on 30th November 2016 in Brussels

Badgley C., Moghtader J.K., Quintero E., Zakem E., Chappell M.J., Avilés Vázquez K.R., Samulon A., Perfecto I., 2007, *Organic agriculture and the global food supply*, *Journal of Renewable Agriculture and Food Systems* 22 (2):86–108, Cambridge University Press, doi:10.1017/S1742170507001640

Baker N., 2014, *A comparative analysis of Community Supported Agriculture and UK supermarkets as food systems with specific reference to food waste*, Department of geography, environment and disaster management, Faculty of business, environment and society, Coventry university, non pubblicato – comunicazione personale

Bellora, C., Bourgeon, J.-M., 2014, *Agricultural trade, biodiversity effects and food price volatility*. *HAL cahier de recherche*

Bender W.H., 1994, *An end use analysis of global food requirements*, *Food Policy* 19, 381–395

Booth S., Whelan J., 2014, *Hungry for change: the food banking industry in Australia*, in *British Food Journal*, August 2014, DOI: 10.1108/BFJ-01-2014-0037, Deakin University

Born B., Purcell M., 2006, *Avoiding the Local Trap. Scale and Food Systems in Planning Research*, *Journal of Planning Education and Research*, Vol 26, Issue 2, 2006

Bräutigam K. R., Jörissen J., Priefer C., 2014, *The extent of food waste generation across EU-27: Different calculation methods and the reliability of their results*, *Waste Management & Research* 2014 Vol. 32(8) 683–694

Brunori G., Arcuri S., Galli F., 2016 [a], *Lotta allo spreco, assistenza alimentare e diritto al cibo: punti di contatto e controversie*, in *Agriregionieuropa* anno 12 n° 45, Giugno 2016

Caraher, M., Furey, S., 2017, *Is it appropriate to use surplus food to feed people in hunger? Short-term Band-Aid to more deep rooted problems of poverty*, 26 January 2017, *Food Research Collaboration Policy Brief*

Cassidy E. S., West P.C., Gerber J.S., Foley J.A., Institute on the Environment (IonE), University of Minnesota, 2013, *Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare*, *Environmental research* Volume 8 Number 3, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034015

CEA, 2016, *Bases para la construcción de un sistema agroalimentario sostenible para Vitoria-Gasteiz. Documento final, resultado del proceso participativo 2016 de la Estrategia agroalimentaria sostenible de Vitoria-Gasteiz*, Centros de estudios ambientales

Ceccarelli S., 2016, *Mescolate contadini, mescolate. Cos'è e come si fa il miglioramento genetico partecipativo*, Pentàgora edizioni

Chaboud G., Daviron B. (French Agricultural Research Centre for International Development), 2017, *Food losses and waste: navigating the inconsistencies*, Global Food Security, Volume 12 March 2017 Pages 1–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2016.11.004>

Clapp J., 2002, *Distancing of Waste: Overconsumption in a Global Economy*, TIPEC Working paper 01/10, Trent International Political Economy Centre

Clapp J., 2014 [a], *Financialization, distance and global food politics*, The Journal of Peasant Studies Volume 41, 2014 - Issue 5: Global Agrarian Transformations Volume 1: New Directions in Political Economy, pages 797-814

Clapp J., 2014 [b], *Food security and food sovereignty. Getting past the binary*, Dialogues in Human Geography Vol 4, Issue 2, 2014

COPA-COGECA, 2016, *Phasing out first generation biofuels: what is at stake?*, Committee of Professional Agricultural Organisations - General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union

Coop Italia, 2015, *Rapporto origini e garanzie materie prime agricole*, www.e-coop.it/cooporigini

CREA, 2017, *L'agricoltura italiana conta 2016*, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

DG-Agri, 2017, *Communication on Modernising and Simplifying the Common Agricultural Policy, Agri.Ddg1.C.1 "Agricultural Policy Analysis And Perspectives" 2017/Agri/001*

Diamond J., 1997, *Guns, germs and steel. The fates of human societies*, W.W. Norton, New York, USA

Donald B., Gertler M., Gray M., Lobao L., 2010, *Re-regionalizing the food system ?*, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Issue n. 3, pp. 171-175

EPA, 2017, *Food recovery hierarchy*, U.S. Environmental Protection Agency, available on www.epa.gov/sustainable-management-food

EPRS, 2016, *Human health implications of organic food and organic agriculture*, Scientific Foresight Unit (STOA) - Directorate-General for Parliamentary Research Services (DG EPRS), commissioned by European Parliament Science and Technology Options Assessment Panel, PE 581.922

Ericksen P., 2008, *Conceptualizing food systems for global environmental change research*, in Global Environmental Change 18(1):234-245 · February 2008, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002

FAO, 2013 [a], *Food wastage footprint, impacts on natural resources*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO, 2014 [a], *Food wastage footprint: full cost accounting*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO, 2015 [a], *Global initiative on food loss and waste reduction – “Save food”*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO-CFS-HLPE, 2014, *Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the high level panel of experts on food security and nutrition*, A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FAO-Save food, 2014, *Definitional framework of food loss* - Working paper 27 February 2014, Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction, Food And Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Ferrando T., Mansuy J., 2017, *Food Waste at Time of Food Poverty: Are the EU and Its Member States Providing Sustainable Legal Solutions ?*, April 27, 2017, Draft available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2959297>

Fleming D., Chamberlin S., 2016, *Surviving the Future: Culture, Carnival and Capital in the Aftermath of the Market Economy – A lean logic story*, Chelsea Green Publishing, Londra

FNE, 2015, *Circuits courts et de proximité : des modes de commercialisation moins générateurs de gaspillage alimentaire ?*, France Nature Environment, Janvier 2015

Folke C., 2016, *Resilience* (Republished), *Ecology and Society* 21(4):44, <https://doi.org/10.5751/ES-09088-210444>

Folke C., Biggs R., Norström A. V., Reyers B., Rockström J., 2016, *Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science*, *Ecology and Society* 21(3):41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>

Font Vivanco D., McDowall W., Freire-González J., Kemp R., Van der Voet E., 2016, *The foundations of the environmental rebound effect and its contribution towards a general framework*, *Ecological Economics* Volume 125, May 2016, Pages 60-69

Food chain centre, 2006, *Cutting costs: adding value in organics*, Institute of grocery distribution, Watford

Forsell S., Lankoski L., 2015, *The sustainability promise of alternative food networks: an examination through "alternative" characteristics*, *Agriculture and Human Values* 32, March 2015, pp. 63-75

FUSIONS, 2014, *Definitional framework for food waste*

FUSIONS, 2016 [a], *Estimates for European food waste levels*, March 2016

FUSIONS, 2017, *Recommendations and guidelines for a common European food waste policy framework*, final report 30.6.2016

Galli A., Iha K., Halle M., El Bilali H., Grunewald N., Eaton D., Capone R., Debs P., Bottalico F., 2017, *Mediterranean countries' food consumption and sourcing patterns: an ecological footprint viewpoint*, *Science of The Total Environment*, Volume 578, 1 February 2017, Pages 383–391, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.191>

Garnett T., Rööß E., Little D., 2015, *Lean, green, mean, obscene...? What is efficiency? And is it sustainable?*, Food Climate Research Network

Garrone P., Melacini M., Perego A., 2015, *Surplus food management against food waste - Executive summury*, Politecnico di Milano - Banco Alimentare, La Fabbrica

-
- Georgescu-Roegen N., 2003, *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, Torino, Bollati Boringhieri
- Gibbs H. K., Salmon J. M., 2015, *Mapping the world's degraded lands*, Applied Geography, Volume 57, February 2015, Pages 12-21
- Gille Z., 2012, *From risk to waste: global food waste regimes*, Sociological Review 60(S2) December 2012, DOI: 10.1111/1467-954X.12036
- Global Footprint Network, 2015, *Mediterranean societies thrive in an era of decreasing resources ?*, Mediterranean ecological footprint initiative
- Global Footprint Network, 2016, *National footprint accounts, 2016 edition*, disponibile a www.footprintnetwork.org
- Gordon *et al.*, 2017, *Rewiring food systems to enhance human health and biosphere stewardship*, Environmental Research Letters, Volume 12, Number 10, 2017 IOP Publishing Ltd
- Gorski I., Siddiqi S., Neff R., 2017, *Governmental plans to address waste of food*, John Hopkins Center for a livable future
- Graeb B., Chappell M.J., Wittman H., Ledermann S., Kerr R.B., Gemmill-Herren B., 2015, *The state of family farms in the world*, World Development, 87: 1-15 [<http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>]
- Gunderson L.H., Holling C.S., 2001, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Island Press
- Hang *et al.*, 2016, *Designing integrated local production systems. A study on the food-energy-water nexus*, Journal of Cleaner Production 135 (2016), pp. 1065-1084
- Harris J.L., Bargh J.A., Brownell K.D., 2009, *Priming effects of television food advertising on eating behavior*, Health Psychology 2009 July ;28(4):404-13. doi: 10.1037/a0014399
- Hausknost D., Schriefl E., Lauk C., Kalt G., 2017, *A Transition to Which Bioeconomy? An Exploration of Diverging Techno-Political Choices*, in Sustainability, April 2017, DOI: 10.3390/su9040669
- Hawkes C., Webster J., 2000, *Too much and too little ? Debates on surplus food redistribution*, Sustain, London
- Herrero *et al.*, 2017, *Farming and the geography of nutrient production for human use: a transdisciplinary analysis*, The Lancet Planetary Health, Volume 1, Issue 1, April 2017, Pages e33-e42
- Hiç C., Pradhan P., Rybski D., 2016, *Food surplus and its climate burdens*, Environmental science and technology, DOI: 10.1021/acs.est.5b05088, publication date (web): April 7, 2016 - Potsdam Institute for Climate Impact Research, University of Potsdam, Germany
- IAASTD, 2009, *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development – Agriculture at a crossroads: the global report* - Washington DC, Island press
- IFAD, 2013, *Smallholders, food security, and the environment*, International Fund for Agricultural Development/UNEP
- IFPRI, 2016, *Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030*, International Food Policy Research Institute, Washington DC, USA

-
- Ingram J. I., 2011, *A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change*, article in *Food Security* 3(4) · December 2011, DOI: 10.1007/s12571-011-0149-9
- Ingram J. I., Porter J. R., 2015, *Plant science and the food security agenda*, *Nature plants* | Vol 1 | November 2015, 2015 | Article number: 15173 | doi: 10.1038/nplants.2015.173, Macmillan Publishers Limited
- Ingram J. I., 2017, *Perspective: look beyond production*, *Food Security Outlook*, *Nature* 544, S17 (27 April 2017)
- INRA, 2015, *Maraîchage biologique permaculturel et performance économique – Rapport final 30 novembre 2015*, Institute National de recherche agronomique SADAPT, Ecole de permaculture du Bec Hellouin, AgroParisTech, Institute Sylva
- IPES-Food, 2016 [a], *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*, International Panel of Experts on Sustainable Food Systems
- IPES-Food, 2016 [b], *Policy Lab 2 - Orientation Paper: 'Food Environments' – Working doc*, Orientation paper by the IPES-Food Secretariat to support the Policy Lab on 'The Food Environment in Europe' on 7 December 2016, co-hosted by IPES-Food and Marc Tarabella MEP at the Committee of the Regions, International Panel of Experts on Sustainable Food Systems
- IPES-Food, 2017 [a], *Too big to feed us. Exploring the impacts of mega-mergers, consolidation and concentration of power in the agri-food sector*, International Panel of Experts on Sustainable Food Systems
- ISPRA, 2017 [b], *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, Rapporto ISPRA 266/2017, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma
- ISTAT, 2011, *6° censimento dell'agricoltura*, Istituto nazionale di statistica, Roma
- ISTAT, 2016 [a], *Rapporto ISTAT "Fattori di rischio per la salute: fumo, obesità, alcol e sedentarietà"*, Istituto nazionale di statistica, Roma
- Jackson T., 2017, *Prosperità senza crescita. I fondamenti dell'economia – Versione aggiornata*, Edizioni Ambiente, Milano
- JRC IPTS, 2013, *Short food supply chains and local food systems in the EU. A state of play of their socio-economic characteristics*, by authors Kneafsey M., Venn L., Schmutz U., Balazs B., Trenchard L., Eyden-Wood T., Bos E., Sutton G., Blackett M., editors Santini F., Gomez y Paloma S., Joint Research Centre - Institute for Prospective Technological Studies, Report JRC 80420 EUR 25911 EN doi:10.2791/88784
- JRC, 2017, *Challenges of Global Agriculture in a Climate Change Context by 2050*, van Meijl et al., EUR 28649 EU, AgCLIM50, Joint Research Centre, Sevilla, Spain
- Kalkuhl M., von Braun J., Torero M., 2016, *Food price volatility and its implications for food security and policy*, Center for Development Research (ZEF) and the International Food Policy Research Institute (IFPRI) - Springer, Cham, Switzerland
- Kostakis V., Niaros V., Dafermos G., Bauwens M., 2015, *Design global, manufacture local: exploring the contours of an emerging productive model*, *Futures*, Volume 73, October 2015, Pages 126–135, <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2015.09.001>
- Kremen C., 2017, *How to feed the world without killing the planet?*, Cool Green Science, Nature conservancy blog, <https://blog.nature.org/science/2017/07/07/feed-world-without-killing-planet-agriculture-food-security/amp>

-
- Kummu M., De Moel H., Porkka M., Siebert S., Varis O., Ward P.J., 2012, *Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland and fertiliser use*, *Science of the Total Environment* 438 (2012) 477–489
- Lambin E.F., Meyfroidt P., 2011, *Global land use change, economic globalization and the looming land scarcity*, *Proceedings of the National Academy of Science USA*, March 1, 2011 vol. 108 no. 9, doi: 10.1073/pnas.1100480108
- Lang T., 2012, *Sustainable diets and biodiversity: the challenge for policy, evidence and behaviour change*, in Barbara Burlingame and Sandro Dernini, 2012, Eds. *Biodiversity and sustainable diets: directions and solutions for policy*, Research and action, FAO & Bioversity International, Roma, pp. 20-27
- Lang T., 2013, *Food waste is the symptom, not the problem*, *The conversation*, June 25, 2013 [link]
- Lang T., 2015, *How to end Britain's destructive addiction to food banks*, *The conversation*, November 3, 2015 [link]
- Legun K., 2017, *Desires, sorted: Massive modern packing lines in an era of affective food markets*, *Journal of Rural Studies* Volume 52, May 2017, Pages 110–117
- Li C., He X., Zhu S., Zhou H., Wang Y. *et al.*, 2009, *Crop diversity for yield increase*, *PLoS ONE* 4(11): e8049. doi:10.1371/journal.pone.0008049
- Liu, J., Dietz T., Carpenter S.R., Alberti M., Folke C., Moran E., Pell A.C., Deadman P., Kratz T., Lubchenco J., Ostrom E., Ouyang Z., Provencher W., Redman C.L., Schneider S.H., Taylor W.W., 2007, *Complexity of Coupled Human and Natural Systems*, *Science* 317:1513-1516
- Lugschitz B., Bruckner M., Giljum S., 2011, *EuropÈs global land demand. A study on the actual land embodied in European imports and exports of agricultural and forestry products*, Vienna, Sustainable Europe Research Institute (SERI)
- Magee C.L., Devezas T.C., 2016, *A simple extension of dematerialization theory: incorporation of technical progress and the rebound effect*, *Technological Forecasting and Social Change*, Available online 14 December 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.001>
- Magnaghi A., 2010, *Il progetto locale – Verso la coscienza di luogo*, Edizione aggiornata, Bollati Boringhieri, Torino
- Marchand *et al.*, 2016, *Reserves and trade jointly determine exposure to food supply shocks*, *Environmental Research Letters*, Volume 11, Number 9, 2016 IOP Publishing Ltd
- Meadows D. H., 2009, *Thinking in systems: a primer*, Earthscan, London, UK
- Mentinis M., 2016, *The Psychopolitics of Food - Culinary rites of passage in the neoliberal age*, Routledge
- Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali, 2002, *Il Progetto Cuore, 1998-2002*, Roma, www.cuore.iss.it
- Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali, 2002, *OKkio alla SALUTE*, Roma, www.epicentro.iss.it/okkioallasalute
- Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, 2012, *Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione. Perdita di terreni agricoli, approvvigionamento alimentare e impermeabilizzazione del suolo*, con la collaborazione di INEA, ISTAT, ISPRA

-
- Monasterolo I., Pasqualino R., Mollona E., 2015, *The role of System Dynamics modelling to understand food chain complexity and address challenges for sustainability policies*, Proceedings of the SYDIC (System Dynamics Society) and the FAO “Meeting Urban Food Needs” project, First Mediterranean Conference on Food Supply and Distribution Systems in Urban Environments, Rome, July 6-7 2015
- Montagut X., Gascòn J., 2014, *Alimentos desperdiciados – Un analisis del derroche alimentario desde la soberania alimentaria*, Icaria, Instituto de altos estudios nacionales - Xarxa de consum solidari, Barcelona – Quito
- Mourad M., 2015 [a], *Thinking outside the bin: is there a better way to fight “food waste?”*, Environment & Society Vol. 59, November 30, 2015, Berkeley Journal of Sociology
- Mourad M., 2015 [b], *From food waste to wealth: valuing excess food in France and the USA*, Conference proceedings “Envisioning a Future without Food Waste and Food Poverty: Societal Challenges”, University of the Basque Country, Bilbao, 17-18 November 2015 - Editors Leire Escajedo San-Epifanio and Mertxe De Renobales Scheifler, DOI: 10.3920/978-90-8686-820-9_7
- Mourad M., 2016, *Recycling, recovering and preventing “food waste”: competing solutions for food systems sustainability in the United States and France*, Journal of Cleaner Production, Volume 126, 10 July 2016, Pages 461–477
- Muller et al., 2017, *Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture*, Nature Communications 8, Article number: 1290 (2017), doi:10.1038/s41467-017-01410-w
- Munesue et al., 2015, *The effects of reducing food losses and food waste on global food insecurity, natural resources and greenhouse gas emissions*, Environmental Economics and Policy Studies, January 2015, Volume 17, Issue 1, pp 43–77
- Nebbia G., 1999, *La violenza delle merci*, Tam tam libri, Mestre
- Nestle M., 2006, *What to eat*, North point press (Farrar, Straus and Giroux), New York, U.S.A.
- Neuens F., Mathijs E., Vandenbroeck P., 2017, *From systematic to systemic: An experiment in systems analysis for agriculture and food*, in: AgroEcological Transitions: Changes and Breakthroughs in the Making, Publisher Wageningen University & Research, Applied Arable and Vegetable Research, Editors: Elzen B., Augustyn A., Barbier M. and van Mierlo B., pp.213 – 242, DOI: 10.18174/407609
- Opitz et al., 2017, *Effects of consumer-producer interactions in alternative food networks on consumers’ learning about food and agriculture*, Moravian Geographical Reports 2017, 25(3), 181–191, doi: 10.1515/mgr-2017-0016
- Ostrom E., 1990, *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*, Cambridge University Press. Traduzione italiana: Governare i beni collettivi, Marsilio, Venezia, 2006.
- Papargyropoulou E. et al., 2014, *The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste*, Journal of Cleaner Production (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>
- Pauli G., 2015, *Blue economy 2.0 - 200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati*, Edizioni ambiente, Milano
- Petrini C., 2013, *Cibo e libertà. Slow Food: storie di gastronomie per la liberazione*, Giunti – Slow Food editore
- Piques C., Rizos X., 2017, *Peer-to-Peer and the Commons: A Matter, Energy and Thermodynamic Perspective*, P2P Foundation

-
- Priefer C., Jörissen J., Bräutigam K.R., 2016, *Food waste prevention in Europe – A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action*, Resources, Conservation and Recycling 109, March 2016, pp. 155-165
- Raworth K., 2017, *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*, Random House Business Books
- Reganold J.P., Wachter J.M., 2016, *Organic agriculture in the twenty-first century*, Nature Plants 2, article number: 15221 (2016), doi:10.1038/nplants.2015.22
- Ren *et al.*, 2017, *Higher Antioxidant Activity, Total Flavonols, and Specific Quercetin Glucosides in Two Different Onion (Allium cepa L.) Varieties Grown under Organic Production: Results from a 6-Year Field Study*, Journal of Agricultural Food Chemistry, 2017, 65 (25): 5122–5132, DOI: 10.1021/acs.jafc.7b01352
- Riches G., Tarasuk V., 2014, *Canada: Thirty Years of Food Charity and Public Policy Neglect*, In Riches G., Silvasti T., *First World Hunger Revisited: Food Charity or the Right to Food ?*, Palgrave Macmillan UK
- Rodale Institute, 2015, *Farming systems trial, celebrating 30 years*, Rodale institute
- Rockström *et al.*, 2009, *A safe operating space for humanity*, Nature 461: 472-475
- Rudel *et al.*, 2009, *Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005*, Proceedings of the National Academy of Science USA 2009 Dec 8; 106(49): 20675–20680. Published online 2009 Dec 1, doi: 10.1073/pnas.0812540106
- Rutten M.M., 2013, *What economic theory tells us about the impacts of reducing food losses and/or waste: implications for research, policy and practice*, Agriculture & Food Security 2013, 2:13
- Sainsbury's, 2017, *Modern life is rubbish – full technical report*, Sainsbury's, UK
- Salemdeeb R., Font Vivanco D., Al-Tabbaa A., zu Ermgassen E. K., 2017, *A holistic approach to the environmental evaluation of food waste prevention*, Waste Management, Volume 59, January 2017, Pages 442-450
- Schader C., Muller A., Scialabba N.E.H., Hecht J., Isensee A., Erb K.H., Smit, P., Makkar H.P.S., Klocke P., Leiber F., Schwegler P., Stolze M., and Niggli U., 2015, *Impacts of Feeding Less Food-Competing Feedstuffs to Livestock on Global Food System Sustainability*, Journal of The Royal Society Interface 12 (113), 20150891
- Schandl H., Fischer-Kowalski M., West J., Giljum S., Dittrich M., Eisenmenger N., Geschke A., Lieber M., Wieland H., Schaffartzik A., Krausmann F., Gierlinger S., Hosking K., Lenzen M., Tanikawa H., Miatto A., Fishman T., 2017, *Global Material Flows and Resource Productivity: Forty Years of Evidence*, Journal of Industrial Ecology, doi:10.1111/jiec.12626
- Schikora E., 2017, *Are alternative food networks an efficient solution to reduce food waste in the agri-food supply chain? An empirical study on the EU with a focus on Brussels area*, KU Leuven University, Faculty of economics and business, Brussels
- Smil V., 2000, *Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century*, Cambridge, MA: MIT Press, 360 pp., ISBN 0-262-19432-5
- Smil V., 2004, *Improving efficiency and reducing waste in our food system*, Environmental sciences, 1(1), pp. 17-26

Soma T., 2017, *Wasted Infrastructures: Urbanization, Distancing and Food Waste in Bogor, Indonesia, Built Environment*, Volume 43, Number 3, Autumn 2017, pp. 431-446(16), Publisher Alexandrine Press, DOI: <https://doi.org/10.2148/benv.43.3.431>

Spring C., 2016, *From food aid to food advocacy in North America: lessons and warnings for addressing root causes of household food insecurity and food waste in the UK*, Wiston Churchill Memorial Trust, May 2016

Steffen <https://www.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.short> - [aff-1](#) et al., <https://www.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.short> - [aff-1](#) 2015, *Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet*, Science, Vol. 347 no. 6223, 13 February 2015

Stuart T., 2009, *Waste: uncovering the global food scandal*, Penguin, London

Suweis S., Carr J.A., Maritan A., Rinaldo A., D'Odorico P., *Resilience and reactivity of global food security*, Proceedings of the National Academy of Sciences 25-8-2015, vol. 112 no. 22 - 2015> Samir Suweis, 6902–6907, doi: 10.1073/pnas.1507366112

The European House - Ambrosetti, 2016, *Attiviamo lavoro - Le potenzialità del lavoro in somministrazione nel settore dell'agricoltura*, The European House – Ambrosetti, Milano

Tielens J., Candel J., 2014, *Reducing food wastage, improving food security ?*, Food & Business Knowledge Platform, The Netherlands

Tirado R., 2015, *Ecological farming. The seven principles of a food system that has people at its heart*, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK England

UNCTAD, 2013 [a], *Trade and environment review 2013: wake up before it's too late – Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate*, United Nations Commission on Trade and Development

UNCTAD, 2013 [b], *Commodities and development report: perennial problems, new challenges and evolving perspectives*, No. UNCTAD/SUC/2011/9, United Nations Conference on Trade and Development, New York and Geneva

UNEP, 2009, *The environmental food crisis: environment's role in averting future food crises*, Birkeland Trykkeri AS, Norvegia

UNEP/UNECE, 2016, *Global Environment Outlook GEO-6 Assessment for the pan-European region (rev. 1)*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya

University of Nottingham, 2014, *The impact of reducing food loss in the global cold chain – Preliminary report*

Urgenci, 2016, *Overview of Community Supported Agriculture in Europe*, European CSA Research Group, 1st Edition, May 2016, <http://urgenci.net/the-csa-research-group>

Van der Ploeg J.D., Poelhekke S., 2009, *Volatility And The Natural Resource Curse*, Oxford Economic Papers 61(4):727-760, October 2009, DOI: 10.1093/oep/gpp027

Valenzuela F., Böhm S., 2017, *Against wasted politics: a critique of the circular economy, Organizing for the post-growth economy*, Ephemera Journal, Volume 17(1): 23-60

-
- Van der Werf P., Gilliland J., 2017, *A systematic review of food losses and food waste generation in developed countries*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Paper 1600026, <http://dx.doi.org/10.1680/jwarm.16.00026>
- Vivero Pol J.L. [a], 2017, *The food commons in Europe: relevance, challenges and proposals to support them*, wiki.commonstransition.org/wiki/ECA:_The_food_commons_in_Europe:_Relevance,_challenges_and_proposals_to_support_them
- Vivero Pol J.L., 2017 [b], *Food as Commons or Commodity? Exploring the Links between Normative Valuations and Agency in Food Transition*, Sustainability - April 2017 DOI: 10.3390/su9030442
- Walker B., Salt D., 2006, *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, Island Press, Washington D.C
- Ward J.D. et al., 2016, *Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible?*, PLoS ONE 11(10): e0164733., doi:10.1371/journal.pone.0164733
- Waste watcher 2014, *Rapporto dell'osservatorio sugli sprechi delle famiglie italiane*, Last Minute Market e SWG
- Wiedmann T.O. et al., 2015, *The Material Footprint of Nations*, Proceedings of the National Academy of Sciences 112, no. 20 (2015)
- Weis T., 2010, *The accelerating biophysical contradictions of industrial capitalist agriculture*, Journal of Agrarian Change n. 10 (3), pp. 315-341
- World Resources Institute (WRI), 2013, *Reducing food losses and waste - Creating a sustainable food future, installment two*, WRI working paper, June 2013
- World Watch Institute, 2011, *The state of the world 2011. Innovations that nourish the planet*, December 2011
- WWF, 2013, *Report "Quanta natura sprechiamo? Le pressioni ambientali degli sprechi alimentari in Italia"*, Alessi E., Bertolini T., Bologna G., Castaldi S., Femia A., Parisi G., Valentini R., World Wildlife Found Italia
- Xue et al., 2017, *Missing Food, Missing Data? A Critical Review of Global Food Losses and Food Waste Data*, Environ. Sci. Technol., 2017, 51 (12), pp 6618–6633, DOI: 10.1021/acs.est.7b00401
- Zeller D., Cashion T., Palomares M., Pauly D., 2017, *Global marine fisheries discards: a synthesis of reconstructed data*, Fish and Fisheries 2017;00:1–10, <https://doi.org/10.1111/faf.12233>
- Zink T., Geyer R., 2017, *Circular Economy Rebound*, Journal of Industrial Ecology, Special Issue: Exploring the Circular Economy Volume 21, Issue 3, pages 593–602, June 2017, DOI: 10.1111/jiec.12545
- Zumkehr A., Campbell J. E., 2015, *The potential for local croplands to meet US food demand*, Frontiers in Ecology and the Environment, Volume 13, Issue 5, pages 244–248, June 2015, DOI: 10.1890/140246, The Ecological Society of America

SITI INTERNET

www.aiab.it

www.agricolturacontadina.org

www.aware.polimi.it

www.barillacfn.com

www.campagnamica.it

www.compost.it

www.compostiamo.it

comune-info.net

www.eatforum.org

www.economiasolidale.net

www.eu-fusions.org

www.eu-refresh.org

ec.europa.eu/environment/circular-economy

ec.europa.eu/food/safety/food_waste

www.epa.gov/sustainable-management-food

www.fao.org/food-loss-and-food-waste/en

www.fao.org/in-action/food-for-cities-programme/en/

www.filierasporca.org

www.footprintnetwork.org

www.genuinoclandestino.it

www.ipes-food.org

<http://www.italiachecambia.org>

www.landmatrix.org

www.lastminutemarket.it

www.minambiente.it/pagina/il-piano-dazione-nazionale-il-gpp-pan-gpp

www.miscugli.it
www.retecosol.org
www.ripess.org
www.ruaf.org
www.save-food.org
www.semirurali.net
www.slowfood.it
www.sprecozero.it
www.sprecozero.net
www.stockholmresilience.org
www.terraonlus.it
www.thinkeatsave.org
transitionitalia.it
www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals
www.unannocontrolospreco.org
urgenci.net
www.vitoria-gasteiz.org/vgalimenta
watergrabbing.it/atlante.html
www.wrap.org.uk/food-waste-reduction
www.wri.org/our-work/project/food-loss-waste-protocol
www.zerosprechi.net

