

JOSÉ ANTONIO SOTELO NAVALPOTRO, MARÍA SOTELO PÉREZ,
FERNANDO GARCÍA QUIROGA, IGNACIO SOTELO PÉREZ

RISCALDAMENTO GLOBALE E IMPRONTA IDRICA IN SPAGNA

Introduzione. L'importanza dei concetti. – Il presente articolo nasce dall'idea che in Spagna non vi sia carenza di risorse idriche in senso generico, ma piuttosto differente disponibilità di acqua, a seconda dei territori e dei bacini idrici, che in tutti i casi devono essere gestiti in condizioni carenziali, rispondendo tanto al principio di efficienza come a quello di sufficienza. Come dimostra il cambiamento nelle precipitazioni, nella evapotraspirazione e nell'umidità dei suoli, esistono già impatti associati al cambiamento climatico che continueranno a crescere, per cui tanto la scarsità come la vulnerabilità delle risorse aumenteranno. Per quanto concerne la qualità, si continua a migliorare la qualità fisico-chimica e biologica delle masse d'acqua in Spagna, ma non in maniera sufficiente per parlare di un recupero significativo né sufficiente per affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico. Inoltre vi sono indicatori che perdurano in tale cambiamento e che sono fattori chiave, come l'incremento continuo della salinità, il mantenimento di elevati livelli dei nitrati e dei nitriti, nello specifico nelle acque sotterranee, il debole recupero (i dati sono scarsi) della fauna ittica e riparia o delle coste, così come delle zone al di sotto del livello del mare e quelle umide e soggette a inondazioni, tutti fattori rilevanti di una valutazione generale in materia di sostenibilità. Alle considerazioni derivanti dagli indicatori e che convergono nella sostenibilità o insostenibilità della situazione si aggiunge una dissociazione assoluta in termini di impiego di risorse idriche, a cui si associano analisi settoriali.

Una delle idee di partenza del nostro lavoro è che l'applicazione della Direttiva Europea Quadro sull'Acqua pone in evidenza l'intima relazione esistente tra acqua e ambiente, contribuendo alla nascita di nuovi concetti come quello dell'acqua virtuale. Quest'ultima si definisce come il volume di acqua richiesto per produrre un bene o un servizio (Allan, 1998). Tale concetto venne introdotto da Allan (1993, 1994) allorché analizzò «l'importazione» di acqua virtuale, al posto di quella reale, per i prodotti provenienti dai paesi del Medio Oriente. Allan considerò che esportare un prodotto che richiede un elevato impiego di risorse idriche (acqua virtuale) equivale ad esportare acqua; e infatti, in questo modo il paese importatore non ha bisogno di consumare acqua nazionale per ottenere un determinato prodotto e, pertanto, può assegnarne l'utilizzo ad altri ambiti. La potenzialità del concetto di acqua virtuale, va ben al di là del mero uso in agricoltura, inteso come fabbisogno idrico delle colture, e si basa su due fattori. Il primo si fonda sulle informazioni fornite circa il fabbisogno di acqua di tutti i beni e servizi, permettendo di quantificare il volume di acqua

necessario per produrre una certa quantità di un determinato prodotto (per esempio: un chilo di mais, una tonnellata di carne di maiale, un litro di birra, ecc.). In secondo luogo, può essere relazionata al commercio (raggiungendo il suo massimo potenziale), consentendo l'analisi dei flussi di acqua virtuale tra regioni (si considera, dunque, che il concetto di «acqua virtuale» sia un elemento complementare utile per l'analisi delle risorse idriche, della loro disponibilità e del loro uso in una determinata regione).

In un lavoro realizzato nell'anno 2005 e pubblicato con il titolo *I colori dell'acqua, l'acqua virtuale e i conflitti idrici*, il professor Ramón Llamas segnalava che lo studio delle impronte idriche dei diversi paesi sta apportando nuovi dati e prospettive che stanno permettendo di ottenere una visione relativamente più ottimista della tanto imminente e frequentemente diffusa «crisi dell'acqua». Si vedrà che i dati disponibili confermano ciò che alcuni già annunciarono anni prima, e cioè che questa supposta e fortemente segnalata crisi dell'acqua, non è una crisi dovuta alla scarsità fisica di tale risorsa, ma invece si tratta essenzialmente di un problema di cattiva gestione.

Non sono pochi gli autori che comprendono (Hughes, 2009) che i principali componenti dell'acqua (colori) sono l'acqua azzurra, l'acqua verde e l'acqua bianca. Per acqua azzurra si intende l'acqua dolce superficiale e sotterranea, vale a dire, l'acqua dei laghi, dei fiumi e delle falde acquifere (Llamas, 2005; Water Footprint Network, 2010). L'acqua verde è l'acqua proveniente dalle precipitazioni che non si perde o che alimenta le acque sotterranee, e che si immagazzina nel suolo o permane, in modo temporaneo, nella parte superficiale del terreno o della vegetazione (Water Footprint Network, 2010); ciò è dovuto al fatto che evapora direttamente dal suolo o grazie alla traspirazione delle piante, e si può definire anche come acqua del suolo (Llamas, 2005). L'acqua bianca è quella che evapora direttamente verso l'atmosfera, senza essere stata utilizzata in una maniera produttiva, e include le perdite in acque aperte e nella superficie del suolo; viene anche considerata come la parte non produttiva dell'acqua verde (Hughes, 2009). Inoltre si identifica l'acqua grigia quando si parla della qualità delle risorse idriche, definendola come il volume di acqua dolce che si richiede per assimilare un carico di contaminanti fino a raggiungere le concentrazioni naturali o gli standard ambientali di qualità dell'acqua.

Nell'articolo «*Water in a changing world*» (UNESCO, 2009), si indica che a livello mondiale l'uso totale di acqua dolce (acqua azzurra) è di 4000 km³ all'anno, e che altri 6.400 km³ di acqua proveniente dalle precipitazioni (acqua verde) sono utilizzati «direttamente» nelle attività agricole. Zimmer e Renault (2003) stimarono in 5.200 km³ anno⁻¹ il volume dell'acqua azzurra e verde necessario per produrre tutti i tipi di alimenti a livello mondiale. Bisogna anche dire che la natura è il consumatore di acqua più importante, con un volume stimato di 70.000 km³ di acqua che evapora ogni anno nei boschi, nelle superfici con vegetazione selvatica (senza coltivazioni) e nelle zone umide (*Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, 2007). Tuttavia questi valori fanno riferimento alle stime di acqua utilizzata, ma non all'acqua che realmente è stata consumata (vale a dire quella che non ritorna alla fase superficiale o sotterranea del ciclo idrogeologico, perché torna all'atmosfera sotto forma di vapore o, meglio, ritorna alla fase di superficie o sotterranea con un grado di contaminazione che la rende inutilizzabile) (Llamas, 2005).

Questa cifra corrisponde allo stesso ordine di grandezza dei 6.000 km³/anno che le Nazioni Unite stimano come volume di acqua necessario per produrre alimenti in grado di sfamare tutti i sette miliardi di abitanti del pianeta. Secondo Zimmer & Renault,

di questa quantità il 29% è utilizzato per produrre carne, il 17% per la produzione di prodotti animali lavorati; i cereali raggiungono solo il 23%. Bisogna tenere conto che per la carne e per i prodotti animali lavorati si include l'acqua virtuale usata per la produzione del foraggio che ha alimentato questi animali. Al contrario, dal punto di vista del valore energetico, la situazione è differente. I cereali rappresentano il 51% del valore energetico e la carne e i prodotti animali lavorati solo il 15%.

L'uso finale totale di acqua in agricoltura è rappresentato dal rendiconto dell'uso di acqua azzurra e di acqua verde, e si traduce nella evapotraspirazione totale e reale delle coltivazioni (Siebert y Döll, 2010). Circa il 70% dell'acqua azzurra viene impiegato in agricoltura, essendo maggiore la sua percentuale nei paesi aridi e semiaridi (*Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, 2007), e diventa ancora più elevata se si considera l'acqua verde (Aldaya *et al.*, 2008). Llamas (2005) scrive che un volume pari all'80-90% dell'acqua di irrigazione si perde per evapotraspirazione, e che l'efficienza dell'irrigazione nelle colture tradizionali solitamente non supera il 50%. Menziona anche che il bilancio dell'acqua nelle colture (evapotraspirazione), tanto di acqua verde come di acqua azzurra, è aumentato principalmente per l'ampliamento dei confini agricoli e delle zone irrigate. Per quanto concerne l'acqua grigia, si stima che l'80% dell'acqua utilizzata nelle case private faccia ritorno alla rete fognaria, potendo così essere reimpiegata (Llamas, 2005).

Unitamente a quanto esposto in precedenza, bisogna segnalare che la comparsa del concetto di acqua virtuale ha aggiunto una nuova dimensione al commercio internazionale, e ha reso diffusa e manifesta una nuova prospettiva della scarsità e della gestione delle risorse idriche (Novo, 2008), ancora di più, quando il crescente commercio mondiale di alimenti stringe in misura maggiore il vincolo tra il consumatore e le regioni produttrici mediante i flussi commerciali dell'acqua virtuale (Allan, 1994). In funzione dei flussi commerciali dell'acqua virtuale e dell'acqua contenuta nei prodotti commercializzati, si può attuare una distinzione tra acqua virtuale esportata e acqua virtuale importata (Velásquez, 2009). Inoltre, in accordo con la regione produttrice di un determinato prodotto, è possibile distinguere acqua virtuale reale e acqua virtuale teorica. L'acqua virtuale reale è il volume di acqua realmente impiegato nella produzione di un bene o di un servizio, nel paese di produzione dello stesso, mentre l'acqua virtuale teorica è l'acqua che si utilizzerebbe nel paese di destinazione, se nel suddetto paese si producesse il prodotto importato.

Possiamo affermare che a livello mondiale esiste un flusso di acqua virtuale proveniente dai paesi o dalle regioni esportatrici verso i paesi o le regioni importatrici. Stati Uniti, Australia, Canada, Argentina e Thailandia sono i paesi che esportano il volume maggiore di acqua virtuale, mentre Giappone, Sri Lanka, Italia, Corea del Sud e Paesi Bassi sono quelli che maggiormente importano. Per Chapagain y Hoekstra (2004) l'analisi del flusso commerciale dell'acqua virtuale costituisce una messa a fuoco innovativa per far fronte al deficit idrico che esiste in determinate regioni a livello globale, debito che include il consumo reale di acqua nella produzione di un determinato prodotto. Inoltre questa analisi può essere uno strumento efficace per guidare la pubblica gestione nella pianificazione della propria economia, in rapporto alla disponibilità delle risorse idriche. In questo modo, nei paesi caratterizzati dall'abbondanza di risorse idriche si dà impulso all'esportazione di prodotti «costosi in termini di acqua» (*water-expensive products*), mentre si spinge l'importazione di questi prodotti in quei paesi che presentano un deficit idrico (Hispagua, 2006), come nel caso della Spagna e dei paesi del Medio Oriente.

In questo senso, per quantificare il volume totale di acqua utilizzata dagli abitanti di una determinata regione, è stato sviluppato l'indice di «Impronta idrica». Chapagain e Hoekstra (2004) definirono l'impronta idrica come un indicatore dell'uso dell'acqua in relazione al consumo della popolazione, che generalmente si esprime nel volume di acqua utilizzata ogni anno. Una definizione più esaustiva dell'impronta idrica di un individuo, di un gruppo di persone o di un paese è rappresentato dal «volume di acqua utilizzata per produrre i beni e i servizi consumati rispettivamente da un individuo, un gruppo di persone o un paese» (Chapagain e Hoekstra, 2004). Chapagain e Orr (2009) ritengono che l'impronta idrica sia l'espressione del contenuto di acqua virtuale e ciò che permette di valutare dove ha origine l'acqua. Inoltre è utile per porre in evidenza l'idoneità di una regione produttiva a esportare acqua.

L'impronta idrica risulta anche essere strumento utile per quantificare e valutare i flussi di acqua virtuale delle importazioni e delle esportazioni (Hoekstra e Chapagain, 2007). Essa si compone dell'impronta idrica interna (*internal water footprint*) quando si considera l'acqua proveniente dalle risorse idriche endogene di una regione e dell'impronta idrica esterna (*external water footprint*) quando si prende in considerazione la quantità di acqua necessaria per sviluppare i prodotti o i servizi consumati in una regione, prodotti esternamente (Hispagua, 2006). I primi studi realizzati sull'impronta idrica furono portati a termine da Hoekstra e Hung (2002) e Chapagain e Hoekstra (2004). Inizialmente si stimò il flusso di acqua virtuale di acqua azzurra (fiumi, laghi e falde acquifere) di ogni paese, in relazione con il commercio dei prodotti agricoli e dei prodotti provenienti da allevamento. Successivamente si svilupparono nuove metodologie di calcolo dell'impronta idrica, includendo nuovi parametri e forme di consumo di acqua (di fatto, lo studio dell'impronta idrica in ambiti territoriali provinciali e municipali ci permette di conoscere quanta acqua, e in che condizioni, si utilizza dai sistemi idrici locali, e quanta acqua sarebbe necessaria per contrastare le correnti contaminate (Chapagain e Orr, 2009). Ancora più importante, possiamo vedere da dove proviene l'acqua all'interno del ciclo idrogeologico, una volta che si mettono in relazione i prodotti commercializzati con le zone di produzione.

Metodologia. – La presente ricerca calcola l'impronta idrica in Spagna a partire dalla metodologia sviluppata da Chapagain e Hoekstra (2004), e attualizzata in Hoekstra *et al.* (2009). Questo metodo è stato adattato ai dati disponibili nel nostro paese al fine di realizzare un'analisi più dettagliata e precisa a livello provinciale, autonomo e nazionale, negli anni 1996, 2000 e 2014.

L'impronta idrica (*Water footprint – WFP*) è il volume di acqua necessaria, diretta o indiretta destinata alla produzione dei prodotti e dei servizi consumati dagli abitanti di un'area geografica determinata o di un'industria o di una persona.

In base a come la popolazione si fornisce di prodotti lavorati internamente o importati, l'impronta idrica tiene conto di due componenti, l'acqua interna e l'acqua esterna:

- Impronta Idrica Interna (*Internal Water Footprint – IWFP*): l'acqua proveniente dalle risorse nazionali di un'area geografica specifica;
- Impronta Idrica Esterna (*External Water Footprint – EWFP*): quantità di acqua necessaria per sviluppare i prodotti o i servizi consumati in un'area geografica specifica, quando questi sono stati prodotti esternamente.

La formula per il calcolo è:

$$WFP = IWFP + EWFP$$

Tanto per il calcolo dell'impronta idrica interna come per l'impronta idrica esterna, si deve tener conto dell'acqua di superficie e sotterranea.

L'Impronta Idrica Interna si definisce come l'uso delle risorse idriche interne (domestiche?) per produrre beni e servizi consumati dagli abitanti di una determinata area geografica. È la somma del volume totale di acqua utilizzata proveniente dalle risorse idriche interne, all'interno dell'economia nazionale, meno il volume di acqua virtuale esportata in altre aree geografiche (mediante l'esportazione di prodotti ottenuti nell'area geografica specifica):

$$IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom}$$

dove:

AWU sono gli impieghi agricoli dell'acqua (*Agricultural Water Use*)

IWW sono gli impieghi industriali (*Industrial Water Withdrawal*)

DWW sono gli impieghi domestici (*Domestic Water Withdrawal*)

VWE_{dom} è l'esportazione di acqua virtuale verso altre aree geografiche (*Virtual Water export related to export of domestically produced products*)

Gli impieghi industriali dell'acqua si riferiscono all'intero volume di acqua consumato in qualsiasi processo industriale, mentre gli usi domestici si riferiscono al consumo di acqua potabile e a quella utilizzata dai comuni locali. Llamas (2005) afferma che tuttavia è necessario progredire nella metodologia di calcolo dell'acqua virtuale degli utilizzi urbani, per la produzione di alimenti lavorati e dei prodotti industriali.

Invece per quanto concerne l'impronta idrica esterna, essa si definisce come il volume annuale di risorse idriche usate in altre aree geografiche per ottenere prodotti o prestare servizi consumati in un'area geografica specifica. Essa è uguale all'acqua virtuale importata ($VWEI$) meno il volume di acqua virtuale esportata in altre aree geografiche come risultato della ri-esportazione dei prodotti importati ($VWE_{re-export}$):

$$EWFP = VWI - VWE_{re-export}$$

Mostrando la metodologia, risulta ugualmente interessante approcciarsi al calcolo dell'impronta idrica su diverse scale territoriali. Hoekstra *et al.* (2009) distinguono in maniera chiara l'impronta idrica dei consumatori di un'area geografica e l'impronta idrica all'interno di quella stessa area geografica. Questi due concetti sono in relazione fra loro, e ciò è dovuto al fatto che l'impronta idrica esterna di un'area geografica è uguale all'impronta idrica al suo interno, nella misura in cui non si trova in relazione con la produzione di prodotti da esportazione. L'impronta idrica esterna del consumo nazionale si ottiene dai prodotti importati (contenuto di acqua virtuale) e l'impronta idrica associata all'interno di un'altra area geografica.

L'impronta idrica di un'area geograficamente delimitata (WF_{area}) è:

$$WF_{area} = \sum_q WF_{proc}(q)$$

Dove, $WF_{proc}(q)$ è uguale all'impronta idrica di un processo q all'interno di un'area geograficamente delimitata. La formula somma tutta l'acqua consumata o contaminata dai processi che hanno luogo in tale area geografica.

L'impronta idrica di un paese ($WF_{cons,nat}$) presenta due fattori:

$$WF_{cons,nat} = WF_{cons,nat,int} + WF_{cons,nat,ext}$$

Dove, $WF_{cons,nat,int}$ è l'impronta idrica interna del consumo nazionale. Si definisce come l'utilizzo delle risorse idriche nazionali per produrre beni o servizi consumati dalla popolazione nazionale. Si tratta della somma dell'impronta idrica in un paese ($WF_{area,nat}$) meno il volume di acqua virtuale esportata ad altri paesi, in relazione con l'esportazione dei prodotti lavorati con risorse idriche domestiche ($V_{e,d}$):

$$WF_{cons,nat,int} = WF_{area,nat} - V_{e,d}$$

L'impronta idrica esterna del consumo nazionale ($WF_{cons,nat,ext}$) si definisce come il volume delle risorse idriche usate in altri paesi per produrre beni e servizi consumati dalla popolazione nel paese considerato. È uguale all'importazione di acqua virtuale nel paese (V_i) meno il volume dell'esportazione di acqua virtuale ad altri paesi, come risultato della ri-esportazione di prodotti importati ($V_{e,r}$):

$$WF_{cons,nat,ext} = V_i - V_{e,r}$$

L'acqua virtuale esportata di un dato paese (V_e) è la somma dell'acqua di origine domestica esportata ($V_{e,d}$) e dell'acqua di origine estera ri-esportata ($V_{e,r}$):

$$V_e = V_{e,d} + V_{e,r}$$

Bisogna considerare che solo una parte dell'acqua virtuale importata da un paese sarà consumata, e pertanto si troverà l'impronta idrica esterna del consumo nazionale ($WF_{cons,nat,ext}$) più la parte ri-esportata ($V_{e,r}$):

$$V_i = WF_{cons,nat,ext} + V_{e,r}$$

La somma di V_i e $WF_{area,nat}$ è uguale alla somma di V_e e $WF_{cons,nat}$. Il risultato di tale somma si denomina equilibrio di acqua virtuale di un paese (virtual-water budget - V_b).

In questo modo, attraverso il calcolo dell'impronta idrica possiamo avvicinarci alla situazione reale dell'impronta idrica in Spagna, considerando il calcolo e l'interpretazione dell'impronta idrica come un elemento fondamentale nelle decisioni politiche, relative alla tematica dell'acqua, contribuendo anche all'applicazione della Direttiva Quadro sull'Acqua, soprattutto se teniamo conto che la Spagna è il primo paese che ha incluso l'analisi dell'impronta idrica nella definizione di politiche, piani, programmi e progetti.

Per il calcolo dell'impronta idrica spagnola (WF_{Esp}) sono stati presi in esame due fattori, l'impronta idrica interna del consumo nazionale ($WF_{Esp,int}$) e l'impronta idrica esterna del consumo nazionale ($WF_{Esp,ext}$):

$$WF_{Esp} = WF_{Esp,int} + WF_{Esp,ext}$$

Essendo $WF_{Esp,int}$ l'acqua consumata in Spagna meno il volume di acqua virtuale che si esporta, e $WF_{Esp,ext}$ l'acqua virtuale che si importa attraverso i prodotti agricoli, si effettua il calcolo del consumo totale di acqua in Spagna includendo i settori dell'agricoltura (senza le colture di foraggio, assumendo che tutti questi sono stati consumati dall'allevamento), dell'allevamento, del consumo domestico e di quello industriale.

Possiamo evidenziare che la Spagna è uno dei paesi che consuma più acqua pro capite (2300 m³ capite¹ anno¹, secondo Chapagain e Hoekstra, (2004), pur essendo il paese più arido d'Europa. La somma dei requisiti idrici dei diversi settori economici in Spagna, tanto di acqua azzurra come di acqua verde, si aggira intorno ai 100 km³ anno.

Risultati. – A partire dai dati ottenuti dal calcolo dell'impronta idrica in Spagna, si possono osservare grandi differenze territoriali a livello municipale, provinciale, regionale e nazionale. Attraverso la prospettiva delle regioni autonome, notiamo, fatta eccezione per Madrid, Catalogna, Comunità Valenciana e Andalusia, che il resto delle Comunità Autonome si trovano al di sotto 10.000 hm³. Si distingue all'opposto, il caso di La Rioja con una impronta inferiore ai 1.000 hm³; il resto delle regioni oscilla tra i 1.000 e i 10.000 hm³. Si vedono in Navarra o in Cantabria cifre inferiori ai 2.500 hm³, e in altre regioni come i Paesi Baschi, Castilla e Leon o Galizia, cifre che superano i 5.000 hm³ (vedi Fig. 1).

Una spiegazione possibile la si trova nell'intensificazione della domanda urbano-turistica prodotta durante la seconda metà del XX secolo, che ha incrementato la vulnerabilità di molti sistemi di approvvigionamento, con conseguenti siccità prolungate. Dietro al forte incremento del consumo di acqua potabile si individua la forte espansione delle città e, unitamente a questa, l'aumento del livello di vita, l'incremento dei moduli di spesa dati dalla diffusione di elettrodomestici e dei servizi igienici all'interno delle abitazioni (Rico, A.M., 2004). Interviene anche l'aumento del consumo negli stabilimenti industriali e nei servizi municipali di pulizia delle strade, piazze, etc.

Da una prospettiva provinciale (vedi Fig. 2), Barcellona e Madrid, da un lato, e Valencia e Vizcaya, Asturie, La Coruña, Alicante, Murcia, Siviglia, Cádiz e Malaga, dall'altro, sono le province con la maggiore impronta idrica di Spagna, trovandosi tutte al di sopra dei 2.500 hm³. Il resto delle province spagnole non supera questa soglia, e inoltre non sono poche quelle che si mantengono al di sotto dei 1.000 hm³.



Fig. 1 – Spagna, Impronta Idrica per Comunità Autonome (2014)

Fonte: elaborazione propria

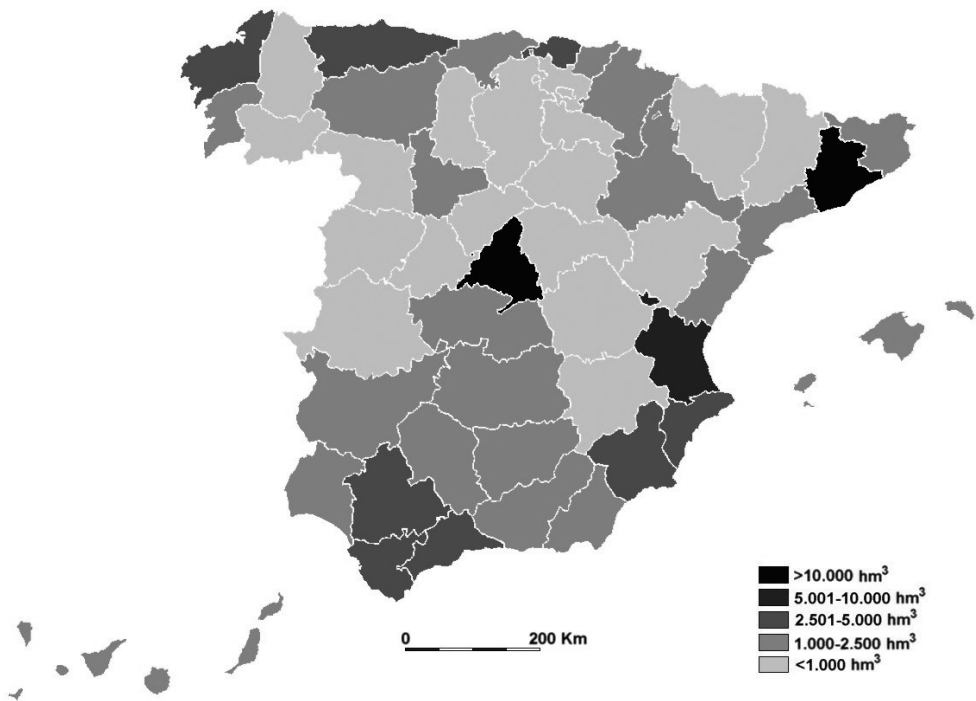


Fig. 2 – *Spagna, Impronta Idrica per Province (2014)*

Fonte: Elaborazione propria

Un recente e singolare fatto, aggiunto allo scenario idrologico del paese, è l'ancestrale utilizzo di acqua per trasformare le secche in zone dotate di irrigazione e destinate alla produzione di energia elettrica. Bisogna poi aggiungere il bisogno di tale risorsa, spesso smisurato e insaziabile per natura, per promuovere e incentivare grandi progetti urbanistici, dove l'acqua viene offerta come un bene libero che consente di creare luoghi idilliaci fantasiosi e dettati dal capriccio, con giardini, cascate d'acqua, piscine private a discrezione di ognuno, e una vasta scelta di campi da golf. Tutto ciò per il diletto di un determinato tipo di società, disposta a pagare per capricci e ostentazione in luoghi dove la natura non possiede l'acqua richiesta per tali fantasie; di conseguenza la risorsa deve essere prelevata da altri bacini o consumata irresponsabilmente ottenendo come risultato l'esaurimento della risorsa nei sistemi idrologici propri. Di qui l'importanza rilevante che assume l'analisi a livello municipale dell'impronta idrica in Spagna. Nella mappa sottostante (vedi fig. 3) si evidenzia, su scala municipale, il peso enorme dell'impronta idrica di Madrid e Barcellona, unitamente al resto della rete urbana della Spagna, che ci permetterà di valutare le differenze territoriali e gli squilibri interni e interregionali. L'osservazione della mappa dell'impronta idrica a livello statale ci mostra la comparsa della dicotomia centro-periferia, sottolineando l'impronta delle città spagnole, unitamente all'individuazione di due assi perfettamente distinte: quella dell'Atlantico e quella del Mediterraneo.

In questa interpretazione, distinguiamo in tal modo delle disequaglianze territoriali che all'incirca coincidono con gli squilibri demografici ed economici. Si ha così un aumento delle disequaglianze, secondo la prospettiva dell'impronta idrica, in relazione alla popolazione e alla produzione. D'altra parte, se ci addentriamo in un'analisi su scala locale, troviamo che i comuni che presentano un più alto livello di impronta idrica coincidono con i nuclei urbani più importanti del paese. Anzi, l'ubicazione delle funzioni che consumano acqua in questi stessi nuclei urbani non fa altro che incrementare il fenomeno. Infatti, se assegniamo un rango urbano alle popolazioni con più di 2000 abitanti, possiamo osservare che si ottiene una corrispondenza quasi totale con un'impronta idrica superiore a 100 hm^3 , superando i 5000 hm^3 nelle aree di influenza delle principali città spagnole (Madrid, Barcellona, Valencia, Saragozza, Siviglia, Malaga, etc.). Sulla base di questi dati, alla luce dei risultati raccolti nella mappa allegata al documento, possiamo segnalare la scarsa presenza sul territorio dei municipi con un'impronta idrica intensa, connotandosi questi ultimi con i loro propri squilibri territoriali; infatti i livelli più bassi di impronta corrispondono a quelle aree che restano al confine di un sistema urbano caratterizzato da una scompensata gerarchia.

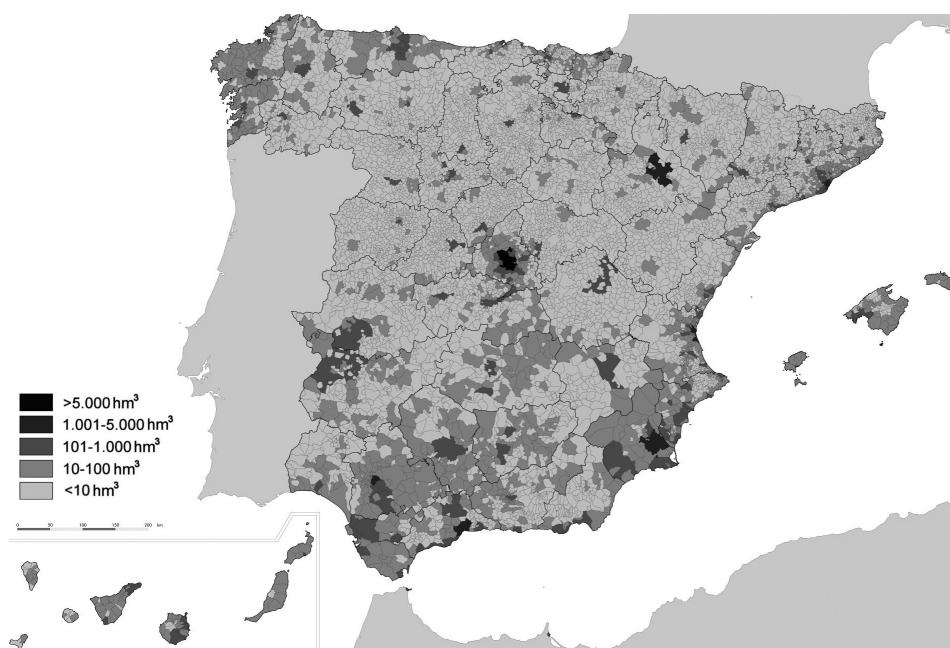


Fig. 3 – Spagna, Impronta Idrica per Comuni (2014)

Fonte: Elaborazione propria

Conclusioni. – I contenuti fin qui esposti evidenziano che l'Impronta Idrica deve essere contabilizzata e ciò permette di dare una risposta rapida e adeguata alla domanda idrica, in maniera tale che le informazioni fornite da questo strumento possano promuovere una migliore gestione della risorsa. Le principali conclusioni alle quali siamo giunti sono le seguenti:

La prima conclusione evidenzia che in Spagna, durante gli ultimi decenni, la politica dell'acqua non è riuscita a risolvere i conflitti che hanno posto in opposizione le diverse parti in gioco all'interno della nostra società. Ci troviamo dunque di fronte alla necessità di creare e applicare nuovi concetti nel trattamento e nei metodi di soluzione dei problemi; ed è qui che troviamo le cosiddette «Impronte», tra le quali si distinguono quella «ecologica» e quella recentemente definita «idrica».

La seconda conclusione ci pone davanti al fatto che il volume totale del consumo è generalmente relazionato con il PIL (Prodotto Interno Lordo), restando inteso che un maggiore PIL «pro capite» produce un incremento nel consumo generale della popolazione. Questo si aggiunge al fatto che, in Spagna, l'efficienza nell'impiego di acqua in agricoltura è molto bassa, poiché i sistemi di coltivazione tradizionali ne richiedono grandi quantità, anche se con limitati benefici, incrementando il consumo di risorse idriche in aree dove l'evaporazione è elevata. Così risulta chiaro che il consumo e il tipo di alimentazione vanno a rivestire un ruolo fondamentale nel calcolo dell'impronta idrica; producendosi un incremento della stessa, in relazione al consumo di carne, così come, in relazione al consumo di prodotti industriali.

Terza conclusione: nella situazione spagnola riveste una notevole importanza una adeguata trasposizione e applicazione nelle politiche ambientali della Direttiva Quadro sull'Acqua; inoltre la Spagna è il primo paese che ha incluso l'analisi dell'impronta idrica nella definizione delle politiche ambientali nel contesto di tale Direttiva, già dall'anno 2008. Tale obiettivo riveste grande importanza, soprattutto se si tiene conto che la Spagna è uno dei paesi che consuma più acqua *pro capite*, oltre ad essere il più arido d'Europa.

Come quarta conclusione individuamo la relazione di rilievo che in Spagna ha la siccità con l'impronta idrica. Per la sua ubicazione geografica, in relazione con la circolazione atmosferica generale dell'ovest e l'influenza subtropicale, gli episodi di siccità costituiscono uno dei principali rischi naturali di origine atmosferica di cui le attività umane soffrono. Su scala regionale, le siccità mostrano come denominatore comune la diminuzione delle piogge durante periodi di tempo prolungati che, per tale situazione, riducono la disponibilità naturale delle risorse idriche. Dall'altro lato, di conseguenza, effetti, percezione e risposte sono molto diversi, a seconda della regione.

La quinta conclusione rileva che l'analisi e l'interpretazione dell'impronta idrica in Spagna mostra che, fatta eccezione per Madrid, Cataluña, Comunità Valenciana e Andalusia, il resto delle comunità autonome spagnole si trova sotto la cifra dei 10.000 hm³. Si distingue, all'altro estremo, il caso di La Rioja, con un'impronta inferiore ai 1.000 hm³; il resto delle comunità oscilla tra i 1.000 e i 10.000 hm³: troviamo ad esempio con Navarra o Cantabria, cifre inferiori ai 2.500 hm³, insieme ad altre come i Paesi Baschi, Castilla e Leon o Galizia, che superano i 5.000 hm³.

Sesta conclusione: da una prospettiva provinciale, Barcellona e Madrid da un lato, Valencia e Vizcaya, Asturie, La Coruña, Alicante, Murcia, Siviglia, Cádiz e Malaga dall'altro, sono le province con la maggiore impronta idrica di Spagna, ponendosi tutte sopra ai 2.500 hm³. Il resto delle province spagnole non supera questo tetto e, inoltre, non sono poche quelle che si trovano al di sotto dei 1.000 hm³ (Lugo, Orense, Huesca, Teruel, Lérida, Álava e altre dodici province). Una spiegazione possibile si riscontra nel fatto che, all'inizio del Novecento, l'acqua non registrata oscillava dal 34% delle grandi

aree metropolitane al 24% delle città con popolazione inferiore ai 20000 abitanti. Secondo i dati raccolti nell'anno 2000, la percentuale di acqua non controllata era scesa al 24,81%, con un valore pari al 19,72% nelle aree metropolitane e al 29,52% per le aree con popolazione compresa tra i 20000 e i 50000 abitanti. Tra le cause che spiegano l'esistenza di un elevato volume di acqua non registrata, si individuerrebbero: le vere e proprie perdite della rete (45%), gli errori nella misurazione (18%), le situazioni di frode (4%) e altri fattori sconosciuti (23%).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ALDAYA M. e LLAMAS M.R., *Water Footprint Analysis for the Guadiana Basin*, in «Papeles de Agua Verde», 2008, 3, Santander, Fundación Marcelino Botín; [Value of Water Report Series, Delft, The Netherlands, UNESCO-IHE].
- ADAYA M., LLAMAS M.R., GARRIDO A. e VARELA C., *Importancia del conocimiento de la Huella Hidrológica para la Política Española del Agua*, in «Encuentros Multidisciplinares», 2008, pp. 8-20.
- ALDAYA M. e LLAMAS M.R., *Problema Mundial del agua: Gestión vs. Escasez*, Madrid, Análisis, 2008 (on line su internet: www.madrimasd.org).
- ALLAN J.A., *Watersheds and Problemsheds: Explaining the Absence of Armed Conflict over Water in the Middle East*, in «MERIA – Middle East Review of International Affairs», 1998, 2, 1, pp. 1-3.
- ALLAN J.A., *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible*, in Natural Resources Institute (a cura di), *Priorities for water resources allocation and management*, London, Overseas Development Administration, 1993, pp. 13-26.
- ALLAN J.A., *Overall perspectives on countries and regions*, in ROGERS P. and LYDON P. (a cura di), *Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses*, Cambridge (MA), Harvard University Press, 1994, pp. 65-100.
- CHAPAGAIN A.K. e HOEKSTRA A.Y., *Water Footprints of Nations*, Value of Water Research Report Series No. 16, Delft, the Netherlands, UNESCO-IHE, 2004 (on line su internet: www.waterfootprint.org/Reports/Report-16Vol1.pdf).
- CHAPAGAIN A.K. e ORR S., *An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes*, in «Journal of Environmental Management», 2009, 90, pp. 1219-1228.
- COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE, *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, London, Earthscan, 2007.
- GIL OLCINA A. e RICO AMORÓS A., *Políticas del agua III. De la Ley de Aguas de 1985 al PHN*, Región de Murcia y Pesar, Generalitat Valenciana, Murcia, Esamur, 2008.
- HISPAGUA – SISTEMA ESPAÑOL DE INFORMACIÓN SOBRE EL AGUA, «Huella Hídrica» de las Naciones, 2006 (on line su internet: <http://hispania.cedex.es/documentacion/recurso/57854>).
- HOEKSTRA A., ALDAYA M., MEKONNEN M. e CHAPAGAIN A.K., *Water Footprints Manual*, Enschede, Netherlands, Network, 2009.
- HOEKSTRA A.Y. e CHAPAGAIN A.K., *Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern*, in «Water Resources Management», 2007, 21, 1, pp. 35-48.
- HOEKSTRA A.Y. e HUNG P.Q., *Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*, Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, UNESCO-IHE, 2002.

- HUGHES D., *State of the Resource*, in UNESCO, *Water in a Changing World. The United Nations World Water Development Report 3*, Earthscan, London, 2009.
- LLAMAS M.R., “*Los Colores del Agua, el Agua Virtual y los Conflictos Hídricos*”. *Discurso Inaugural del año académico 2005-2006*, in «Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», 2005, 99, 2, pp. 369-389.
- MARGAT J., *Preparatory Documents to the 5th World Water Forum 2009*, 16-22 March, Istanbul, Internal Documents for Blue Plan/MAP/UNEP, 2008.
- NOVO NÚÑEZ P., *Análisis del ‘comercio’ de agua virtual en España: Aplicación al caso de los cereales*, Trabajo Final de Carrera en la E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Madrid, 2008.
- OLCINA CANTOS J., *Nuevos retos en depuración y desalación de aguas en España*, in «Investigaciones Geográficas», 2002, 27, pp. 5-34.
- RICO AMORÓS A.M., *Sequías y abastecimientos de agua potable en España*, in «Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles», 2004, 37, pp. 137-181.
- SIEBERT S. e DÖLL P., *Quantifying Blue and Green Virtual Water Contents in Global Crop Production as well as potential Production losses without Irrigation*, in «Journal of Hydrology», 2010, 384, pp. 198-217.
- SOTELO J.A., *Intersecciones entre los modelos territoriales y los modelos de desarrollo, en el ámbito del Medio Ambiente*, in «Observatorio medioambiental», 2007, 10, pp. 79-119.
- SOTELO J.A., *Las lógicas ilógicas del agua*, in «Tribuna Complutense», 2009, p. 4.
- UNESCO, *Water in a Changing World*, The United Nations World Water Development Report 3, London, UNESCO, 2009.
- VELÁSQUEZ E., *Agua virtual, “Huella Hídrica” y el binomio agua-energía: repensando los conceptos*, in «Boletín Especial ECODES», 2009.
- WATER FOOTPRINT NETWORK, *Water Footprint – Glossary*, 2010 (on line su internet: <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>).
- WWF, *Living planet report 2008*, Gland, Switzerland, WWF International, 2008.
- ZIMMER D. and RENAULT D., *Virtual Water in Food Production and Global Trade: Review of Methodological Issues and Preliminary Results. Virtual Water Trade*, in *Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water-Research Rapport Series, 12, Delft, The Netherlands, IHE, 2003, pp. 93-109.

GLOBAL WARMING AND WATER FOOTPRINT IN SPAIN. – Water has a fundamental role in the life of human beings. The present investigation tries to study the reality of water in Spain, based on an indicator called «water footprint». An estimation of the Spanish «water footprint» and its economic and territorial implications is made. We analyze the water resources used in our country, necessary to satisfy the demand for goods and services consumed, in the first decade of the 21st century. Two components are distinguished: the internal water footprint, which is the volume of water produced and consumed in Spain; and the external one, that is to say, the water used outside our borders, to obtain products that will later be imported and consumed by the Spanish population, along with the existing territorial inequalities, with respect to the «water footprint». The uncertainty of future climatic conditions plays a key role in the planning of resources and real demands for water in the coming decades.

Istituto Universitario di Scienze Ambientali
jasotelo@ucm.es

Università Re Juan Carlos, Dipartimento di Educazione, Lingua, Cultura e Arti, Scienze Storico-Legali e Umanistiche e Lingue Moderne.
maria.sotelo.perez@urjc.es

Università Complutense di Madrid, Dipartimento di Analisi Geografica Regionale e Geografia Fisica
fegarcia@ucm.es

Università Complutense di Madrid, Istituto di Scienze Ambientali
ignaciosoteloperez@ucm.es

