Water Scarcity and Water Cooperation nel bacino del Mediterraneo

Water Scarcity and Water Cooperation nel bacino del Mediterraneo

Pubblicazione realizzata dall'ICU
a cura di Barbara Cosentino

Con il contributo di

Hanno partecipato al Progetto:

Per conoscere meglio l'attività svolta dall'ICU e se sei interessato a lavorare in Cooperazione ti invitiamo a contattarci a: info@icu.it

In copertina: Studente WSWC - Giordania

Impaginazione e redazione grafica: Fondazione Monserrate
Stampa: Sady Francinetti - Milano - 02 64 57 329

Questa pubblicazione è stata realizzata con il contributo della Cooperazione italiana allo sviluppo. I contenuti di questa pubblicazione sono di esclusiva responsabilità dell'ICU e non rappresentano necessariamente il punto di vista della Cooperazione italiana allo Sviluppo/Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale.

INDICE

Acronimi e abbreviazioni 7

Introduzione 10

1. L'acqua sulla Terra 18

1.1 Quantità 19
1.2 Qualità 21
1.3 L'impronta idrica e l'uso dell'acqua 27
1.4 La scarsità idrica 29
1.4.1 Diminuzione dei volumi disponibili 32
1.4.2 Cambiamenti climatici 34
1.4.3 Aumento della domanda 36
1.5 Affrontare la scarsità idrica 39
1.6 L'acqua in agricoltura: le tecniche di uso sostenibile della risorsa 43
1.6.1 L'utilizzo di acque reflue in agricoltura 53

2. Il bacino del Mediterraneo: ambiente e risorse idriche 56
2.1 Tunisia 66
2.2 Libano 74
2.3 Giordania 83

3. La cooperazione e la gestione delle risorse idriche nei PVS 92
3.1 La Cooperazione Italiana 92
3.1.1 Tunisia 94
3.1.2 Libano 96
3.1.3 Giordania 97
3.2 La cooperazione internazionale nel Mediterraneo 99
3.2.1 Le Nazioni Unite 99
3.2.2 L'Unione Europea 101

4. L'ICU e la gestione delle risorse idriche nel Mediterraneo 105
4.1 IRWA 105
4.1.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto 106
4.1.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari 108

4.2 ENSIAP 111
4.2.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto 112
4.2.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari 113
4.3 ACCBAT 118
4.3.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto 118
4.3.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari 120

Bibliografia 128

Sitografia 131

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

ADBPo: Autorità di Bacino del fiume Po

AFD-MREA: *Agence Française de Développement – Mission Régionale pour l'Eau et l'Agricolture*

APS: Aiuto Pubblico allo Sviluppo

ARIMNet2.0: *Agricultural Research In the Mediterranean Network*

AVSI: Associazione dei Volontari per il Servizio Internazionale

CESAL: *Centro de Estudios y Solidaridad con America Latina*

CIP: *Community Infrastructure Programme*

CLICO: *Climate Change, Hydro-Conf icts and Human Security*

CLIWASEC: *Climate induced changes on water and security*

CLIMB: *Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins*

CRES: *Centre for Renewable Energy Sources and Saving*

DGCS: Direzione Generale Cooperazione allo Sviluppo

FAO: *Food and Agriculture Organization*

ENI: *European Neighbourhood Instrument*

ENPI: *European Neighbourhood and Partnership Instrument*

ENPI CBC-Med: *European Neighbourhood and Partnership Instrument Cross-Border Cooperation in the Mediterranean*

EUROMED: *Euro-Mediterranean Partnership*

GAP: *Good Agricultural Practices*

GCM: Grandi Commissioni Miste

GCMs: *Global Climate Models*

GIZ: *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*

GWP: *Global Water Partnership*

ICU: Istituto per la Cooperazione Universitaria Onlus

INRGREF: *Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts* (Tunisia)

IRWR: *Internal Renewable Water Resources*

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IWRM: *Integrated Water Resource Management*

JUST: *Jordan University of Science and Technology*

KAC: *King Abdullah Canal*

LARI: *Lebanese Agricultural Research Institute*

LRA: *Litani River Authority*

MDGs: *Millennium Development Goals*

MEDA: Water*: Euro-Mediterranean Regional Water Programme for Local Water Management*

MENA: *Middle East and North Africa*

MSSD: *Mediterranean Strategy for Sustainable Development*

NAMAs: *National Appropriate Mitigation Actions*

NCARE: *National Center for Agricultural Research and Extension* (Giordania)

OCSE: Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico

OMM: Organizzazione Meteorologica Mondiale

OMS: Organizzazione Mondiale della Sanità

ONU: Organizzazione delle Nazioni Unite

OSS: *Observatoire du Sahara et du Sahel*

OWG: *Open Working Group*

PEV: Politica Europea di Vicinato

PMI: Piccole e medie imprese

PVS: paesi in via di sviluppo

RES: *Renewable Energy Sources*

SDGs: *Sustainable Development Goals*

SWIM-SM: *Sustainable Water Integrated Management – Support Mechanism*

UfM: Unione per il Mediterraneo

UNCCD: *United Nations Convention to Combat Desertification*

UNDP: *United Nations Development Programme*

UNEP: *United Nations Environmental Programme*

UNEP/MAP: *United Nations Environmental Programme/ Mediterranean Plan Action*

UNDESA: *United Nations Department of Economic and Social Affairs*

UNHCR: *United Nations High Commissioner for Refugees*

UNISDR: *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*

WASSERMed: *Water Availability and Security in Southern Europe and the Mediterranean*

WP: *Water Productivity*

WUE: *Water Use Efficiency*

WWTP: *Wastewater Treatment Plant*

INTRODUZIONE

La presente pubblicazione è parte del progetto di educazione allo sviluppo «*Water Scarcity and Water Cooperation nel bacino del Mediterraneo: percorsi universitari e scolari di educazione allo sviluppo per una nuova cultura dell'acqua a partire dall'International Year of Water Cooperation 2013*» realizzato dall'ICU, in collaborazione con Fondazione Monserrate, grazie al sostegno del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale - Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo.

«Educare allo sviluppo», per l'ICU significa contribuire a trasmettere il senso profondo del fare cooperazione internazionale, oltre che, naturalmente, accrescere l'informazione sui temi dello sviluppo. Lontano dalla volontà di dettare particolari visioni del mondo, l'intento è piuttosto raccontare il lavoro svolto - molto spesso in contesti difficili -, le modalità di intervento, i risultati positivi e anche i fallimenti, portando alla luce le difficoltà e le aspirazioni delle popolazioni coinvolte nei progetti. Questo perché, attraverso la realizzazione di progetti di cooperazione, l'ICU ha il privilegio (oltre che l'obbligo) di essere a stretto contatto con le popolazioni supportate, di condividerne le prospettive e i punti di vista. La cooperazione allo sviluppo non consiste, infatti, in un semplice trasferimento di competenze e di risorse: essa è piuttosto un «lavoro fatto insieme» avendo come presupposto una capacità di ascolto, un'attenzione alla persona e l'impegno affinché il supporto iniziale si trasformi poi in capacità per le persone di proseguire in autonomia.

Operare «sul campo» consente di acquisire una maggiore consapevolezza dei problemi che i paesi in via di sviluppo (PVS) affrontano e quindi anche dell'importanza di mobilitare ulteriori risorse e di rendere sempre più efficaci le strategie di aiuto allo sviluppo.

Il progetto "*Water Scarcity and Water Cooperation nel bacino del Mediterraneo*" ha avuto come destinatari principali gli studenti e i docenti delle Università e delle scuole superiori italiane e ha trattato la gestione delle risorse idriche nel bacino del Mediterraneo, in particolare in Tunisia, Libano e Giordania. A partire da un'esperienza concreta di cooperazione allo sviluppo dell'ICU in questi paesi, l'obiettivo è stato sensibilizzare il gruppo *target* sulle problematiche legate alla scarsità

di risorse idriche nei PVS e sulle attività che la Cooperazione Italiana e internazionale intraprendono a riguardo, al fine di favorire la consapevolizzazione e la partecipazione alla conservazione dell'acqua: il bene comune primario.

L'ICU – Istituto per la Cooperazione Universitaria Onlus – è nato nel 1966. In 49 anni ha realizzato oltre 370 progetti per un totale di circa 150 milioni di euro in oltre 40 paesi (America Latina, Africa, Bacino del Mediterraneo e Vicino Oriente, Europa, Asia e Pacifico). L'ICU è riconosciuto dalla Commissione Europea e dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale come ONG di cooperazione allo sviluppo. È partner del Dipartimento di aiuti umanitari della Commissione Europea (ECHO), accreditato presso la *US Agency for International Development* (USAid), membro della Giunta Direttiva della *Red Euro-Arabe de ONG para el Desarrollo y la Integracíon* (READI) nonché di Link 2007. È sostenuto da fondazioni, imprese, enti locali e privati cittadini.

I progetti dell'ICU sono orientati prevalentemente alla formazione dei beneficiari a tutti i livelli, da quella di base a quella universitaria, e in tutti i settori di attività (agricolo, sanitario, tecnico, etc.). L'obiettivo è di rendere autonomi, quindi sostenibili, i processi di sviluppo nei paesi coinvolti.

La Fondazione Monserrate ONLUS, partner del progetto, realizza programmi di promozione culturale e sociale in America Latina, Asia e Italia. Attraverso l'incontro e lo scambio di *know how* e di esperienze, promuove azioni e progetti sociali, sanitari, educativi, di alta formazione e per lo sviluppo di nuove politiche e modelli di *welfare*. Costituita come associazione nel 1994, per i primi 4 anni opera stabilmente in Colombia. Divenuta onlus nel 1998 continua la sua azione in America Latina e inizia la sua attività anche in Cina. Riconosciuta dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale come ONG di cooperazione allo sviluppo, collabora oggi con enti governativi e non, presenti nei vari paesi del mondo, realizzando progetti di trasformazione culturale e sociale per un nuovo sviluppo sostenibile.

La presente pubblicazione, a carattere divulgativo, affronta il problema delle risorse idriche con un'ottica multidisciplinare, nella consapevolezza che l'approccio da adottare non solo deve rispettare i principi di sostenibilità ambientale, economica e sociale formulati in campo internazionale, ma anche tenere conto delle peculiarità locali di ogni singola area.

Il primo capitolo delinea un quadro generale della disponibilità delle risorse idriche mondiali, distinguendo tra scarsità idrica fisica ed economica. Si accenna inoltre alle strategie di gestione dell'acqua, in particolare all'*Integrated Water Resource Management* (IRWM), riconosciuta come strategia vincente per una gestione più equa, efficiente e sostenibile della risorsa idrica. In ultimo si analizza il contesto agricolo, ovvero il settore produttivo più condizionato dalla scarsità idrica, in quanto utilizza circa il 70% dell'acqua a disposizione. L'adozione di tecniche di uso sostenibile delle risorse idriche nei PVS si rivela di fondamentale importanza sia sul piano sociale (sicurezza alimentare) sia su quello economico (fonte di reddito).

Il secondo capitolo approfondisce la tematica delle risorse idriche prendendo in esame l'area Mediterranea, che costituisce una realtà complessa per la forte variabilità geografica, climatica e idrologica, nonché per le diverse situazioni sociali, politiche ed economiche che caratterizzano i paesi toccati dalle sue acque. Tra questi, oggetto di studio sono la Tunisia, il Libano e la Giordania.

Il terzo capitolo presenta il tema della cooperazione nel settore idrico, illustrando dapprima i progetti di Cooperazione italiana allo sviluppo realizzati in Tunisia e Libano - ad oggi tra i principali paesi destinatari dell'Aiuto Pubblico allo Sviluppo italiano - e in Giordania, dove la Cooperazione italiana ha un ruolo di rilievo. L'analisi viene poi estesa alla dimensione internazionale, mostrando i programmi di cooperazione delle Nazioni Unite e dell'Unione Europea nel bacino del Mediterraneo.

Il quarto capitolo, infine, descrive gli obiettivi, le attività e i risultati di tre progetti dell'ICU sulla gestione delle risorse idriche a scopo irriguo: IRWA (*Improvement of Irrigation Water Management in Lebanon and Jordan)* ed ENSIAP (*Environmental Sustainability of Irrigated Agricultural Production in Lebanon and Jordan – ENPI CBC-Med funded Project)* in Libano e Giordania; ACCBAT (*Adaptation to Climate Change through improved water demand management in irrigated agriculture by introduction of new technologies and best agricultural practices – ENPI CBC-Med funded Project)* in Tunisia, Libano e Giordania.

Barbara Cosentino
Coordinatore Progetto WSWC

TUNISIA

Posizione:
Africa del Nord, al confine con il Mar Mediterraneo, tra Algeria e Libia.

Popolazione:
10.937.521 (circa).

Tipo di governo:
Repubblica.

Clima:
Mediterraneo nelle coste con inverni miti e umidi ed estati calde e secche, mentre è di tipo desertico nell'interno.

Terreno:
Formazione montuosa dell'Atlante a nord-ovest; pianura costiera a nord-est; pianure desertiche a sud afferenti alla fascia nord del deserto del Sahara.

Risorse naturali:
Petrolio, fosfati, ferro, piombo, zinco, sale.

Uso del suolo:
Arabile: 17.35%.
Colture permanenti: 14.63%.
Altro: 68.02%.

Terre irrigue:
3.970 km.

Problemi ambientali:
Smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi è inefficace e comporta rischi per la salute; inquinamento delle acque da liquami; limitate risorse naturali di acqua dolce; deforestazione; erosione del suolo; desertificazione.

LIBANO

Posizione:
Medio Oriente, al confine con il Mar Mediterraneo, tra Israele e Siria.

Popolazione:
5.882.562 (circa).

Tipo di governo:
Repubblica.

Clima:
Mediterraneo, inverno da mite a fresco, estati calde e secche; neve nelle zone montuose.

Terreno:
Pianura costiera stretta; El Beqaa (Valle della Bekaa) separa le montagne del Libano e dell'Antilibano.

Risorse naturali:
Calcare, ferro, sale, stato con eccedenza d'acqua in una regione con deficit di risorse idriche, territorio fertile.

Uso del suolo:
Arabile: 10,72%.
Colture permanenti: 12,06%.
Altro: 77,22%.

Terre irrigue:
1.040 km.

Problemi ambientali:
Deforestazione, erosione del suolo, desertificazione, inquinamento atmosferico a Beirut per il traffico e la combustione di rifiuti industriali, inquinamento delle acque costiere per le acque di scarico e le fuoriuscite di petrolio.

GIORDANIA

Posizione:
Medio Oriente, a nord-ovest dell'Arabia Saudita.

Popolazione:
7.930.491 (circa).

Tipo di governo:
Monarchia costituzionale.

Clima:
Arido desertico, stazione delle piogge nella parte occidentale.

Terreno:
Altopiano desertico a est, collinoso a ovest; la *Great Rift Valley* separa la parte orientale da quella occidentale del fiume Giordano.

Risorse naturali:
Fosfati, potassio, olio di scisto.

Uso del suolo:
Arabile: 1.97%.
Colture permanenti: 0.95%.
Altro: 97.08%.

Terre irrigue:
788.6 km.

Problemi ambientali:
Risorse di acqua dolce limitate, deforestazione, erosione del suolo, desertificazione.

1. L'acqua sulla Terra

Principale costituente degli ecosistemi e composto chimico indispensabile per la vita, l'acqua è da sempre il fulcro dello sviluppo sociale, economico e tecnologico dell'umanità.

L'utilizzo delle risorse idriche e la maniera in cui esse sono gestite influiscono fortemente su tutte gli aspetti dell'esistenza umana: salute, alimentazione, produzione industriale, ambiente. Ne consegue che le problematiche legate all'acqua hanno un enorme peso sulla nostra qualità di vita: per questo la comunità internazionale e il mondo scientifico guardano con preoccupazione all'attuale situazione di degrado qualitativo e quantitativo cui sta andando incontro il patrimonio idrico globale.

È infatti innegabile che il globo, soggetto ad un incremento inarrestabile della popolazione e dei consumi - con le conseguenze a scala globale sull'ambiente e sul degrado di risorse - stia affrontando una grave crisi idrica. Non si tratta solo di una mancanza fisica di acqua, ma anche di un intreccio di situazioni e contesti politici, sociali e infrastrutturali, che rendono la risorsa indisponibile e che spesso acuiscono le diseguaglianze tra Nord e Sud del mondo.

Studiare l'acqua e trovare il giusto approccio per affrontarne i relativi problemi non è però immediato. È necessario, innanzitutto, porsi in un'ottica multidisciplinare. Non è possibile, infatti, prescindere dalla collaborazione tra diversi settori scientifici e culturali: quando si parla di acqua, essi sono strettamente correlati l'uno all'altro. Si pensi, per esempio, a quanto la scarsità di acqua in un'area geografica possa influire sulla geopolitica di quell'area, o agli effetti positivi sui settori produttivi di una corretta gestione della risorsa idrica.

Bisogna inoltre comprendere come una strategia oculata e integrata sia la chiave di volta di un problema complesso: emerge, alla luce dei *trend* negativi, la necessità di cambiare approccio, mettendo da parte le abitudini di produzione e consumo che hanno finora caratterizzato la crescita delle comunità umane. In buona sostanza, è il momento di applicare i principi di sostenibilità più volte formulati e auspicati in campo internazionale, mettendo in atto pratiche efficienti e che siano, appunto, *sostenibili* per l'economia, l'ambiente e la sfera sociale.

In più, se è vero che la crisi idrica sta colpendo tutto il globo, è anche vero che le strategie per affrontarla devono tener conto delle peculiarità locali: le politiche,

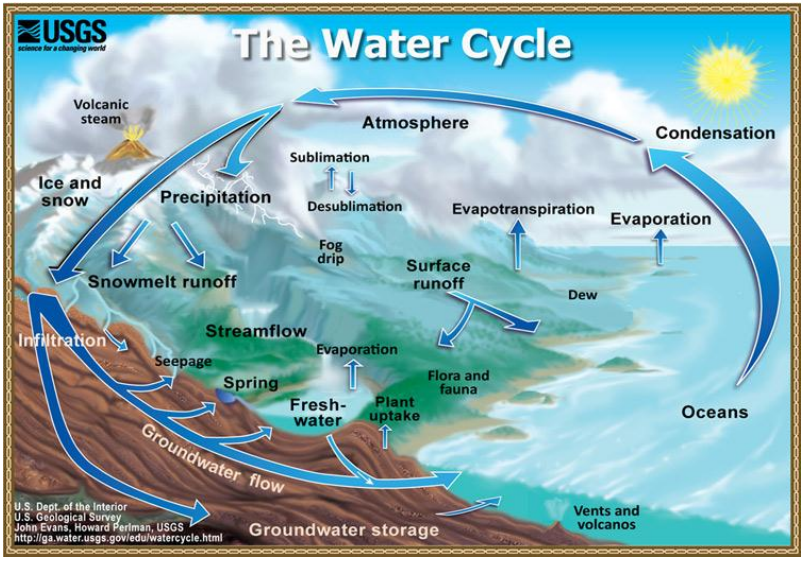
incluse quelle a grande scala, e gli interventi, devono considerare i contesti sociale, economico, geografico di un'area. Solo in questo modo è possibile gestire in maniera efficiente la risorsa.

Nei paragrafi successivi si delineeranno i tratti salienti di un quadro complesso e multi-sfaccettato: si forniranno le coordinate fondamentali dello studio della risorsa idrica dal punto di visto quali-quantitativo e si analizzeranno i principali meccanismi che regolano i fenomeni di scarsità idrica.

1.1 Quantità

L'acqua è presente sulla terra sotto svariate forme, ed è soggetta a continue trasformazioni e cambiamenti di stato della materia: il ciclo idrologico, schematizzato in Figura 1, costituisce l'insieme delle trasformazioni e dei processi cui l'acqua va incontro in natura. Tra di esse, si annoverano l'evaporazione dai suoli, l'infiltrazione negli stessi, la formazione delle precipitazioni.

Figura 1: Ciclo idrologico



Fonte: U.S. Geological Survey- Water Cycle

L'acqua ricopre il 71% della superficie terrestre, e il suo volume totale è pari, secondo le stime, a 1,386 milioni di chilometri cubi, pari a quello di una sfera dal diametro di 1385 km.

Si tratta di una quantità considerevole; bisogna tuttavia tener conto del fatto che ben il 97% circa del volume totale è situato negli oceani: si tratta dunque di acqua salata, e quindi non utilizzabile dall'uomo, a meno di trattamenti specifici e di non facile attuazione. Ne risulta che il 3% rimanente è costituito da acqua dolce.

Di quest'ultima, gran parte (68% circa) è costituita da ghiacciai; il 30% è costituito da acquiferi. Solo una piccola parte (circa lo 0,007% della quantità totale) è formata da fiumi e laghi (Tabella 1)[1]. Le principali fonti di approvvigionamento di acqua da parte dell'uomo sono le fonti cosiddette "convenzionali" (fiumi, acquiferi, laghi, etc.); solo in minima percentuale si utilizzano fonti "non convenzionali" come acque salmastre, acque di drenaggio, etc. (Figura 2).

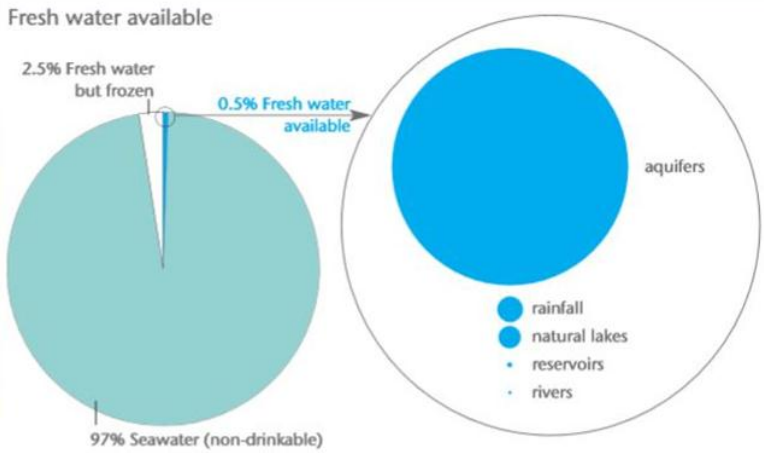
Tabella 1: Stime della distribuzione di acqua sulla Terra

Water source	Water volume, in cubic miles	Water volume, in cubic kilometers	Percent of freshwater	Percent of total water
Oceans, Seas, & Bays	321,000,000	1,338,000,000	--	96.5
Ice caps, Glaciers, & Permanent Snow	5,773,000	24,064,000	68.7	1.74
Groundwater	5,614,000	23,400,000	--	1.69
Fresh	2,526,000	10,530,000	30.1	0.76
Saline	3,088,000	12,870,000	--	0.93
Soil Moisture	3,959	16,500	0.05	0.001
Ground Ice & Permafrost	71,970	300,000	0.86	0.022
Lakes	42,320	176,400	--	0.013
Fresh	21,830	91,000	0.26	0.007
Saline	20,490	85,400	--	0.006
Atmosphere	3,095	12,900	0.04	0.001
Swamp Water	2,752	11,470	0.03	0.0008
Rivers	509	2,120	0.006	0.0002
Biological Water	269	1,120	0.003	0.0001

Fonte: U.S. Geological Survey- Water Cycle

1 http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html

Figura 2: Distribuzione dell'acqua sulla Terra



Fonte: WBCSD, Facts and Trends: Water Version 2, August 2005

1.2 Qualità

La problematica della qualità della risorsa idrica è diventata, negli ultimi decenni, di interesse globale; nonostante gli sforzi e i risultati locali registrati, le stime dimostrano che globalmente si sta assistendo ad un peggioramento qualitativo della risorsa idrica.

La qualità della risorsa idrica dipende sia da fattori naturali che artificiali. I fattori naturali, indipendenti dalle attività umane, comprendono ad esempio fenomeni geologici, chimici e biologici che possono determinare variazioni dei parametri dell'acqua: si pensi, ad esempio, alla deposizione di sali ad opera del vento, o ai fenomeni di *runoff*[2] e percolazione di acqua nel sottosuolo. L'impatto dell'uomo sull'ambiente ha aggiunto ai fattori naturali quelli artificiali, dovuti al progressivo svilupparsi delle attività umane agricole e industriali e all'aumento della popolazione e ai fenomeni di contaminazione e inquinamento conseguenti.

Il peggioramento della qualità dell'acqua ha effetti, in primis, sulla salute umana, attraverso l'assunzione e l'utilizzo della stessa per le pratiche igieniche. Ogni anno, 3,4 milioni di persone muoiono per malattie legate all'acqua. Per farsi un'idea, basta

2 Il *runoff* è la quantità di acqua che non si infiltra nel sottosuolo, ma scorre sulla superficie, seguendo le pendenze della stessa, e dilavando e trascinando con sé eventuali inquinanti depositati sul suolo.

pensare che si tratta dello stesso numero di individui che risiedono a Los Angeles[3]. Le conseguenze del deterioramento qualitativo della risorsa idrica sono costituite, oltre che da effetti sulla salute umana e sull'ambiente, anche da effetti economici come impatti negativi su industria e agricoltura nelle zone colpite, aumento dei costi per il trattamento delle acque e per la sanità; non è da dimenticare, inoltre, che danneggiare irreparabilmente una fonte di approvvigionamento idrico dal punto di vista delle sue caratteristiche qualitative significa anche privare gli utenti di una certa quantità di acqua. Qualità e quantità risultano quindi essere tra loro strettamente correlate. È bene ricordare però, che il concetto di qualità è legato all'utilizzo che si intende fare della risorsa in questione: è evidente come gli standard siano variabili a seconda dell'uso (potabile, industriale, etc.), risultando in valori più o meno stringenti a seconda del rischio per la salute umana e per l'ambiente; non è quindi possibile parlare in termini assoluti di «buona» o «cattiva» qualità dell'acqua.

La qualità dell'acqua dipende da numerosi parametri fisici, chimici e biologici, misurati secondo procedure standardizzate. Tra gli svariati parametri che possono quantificare numericamente le proprietà di un campione, si ricordano i principali:

- parametri fisici:
  - temperatura;
  - torbidità;
- parametri chimici:
  - salinità;
  - concentrazione di nutrienti (fosforo, azoto);
  - durezza;
- parametri biologici e microbiologici:
  - DO (*Dissolved Oxygen*, concentrazione di ossigeno disciolto; genericamente parlando, maggiore è la concentrazione di ossigeno in un campione di acqua, meno esso è «inquinato» da fenomeni di proliferazione anaerobica);
  - BOD (*Biochemichal Oxygen Demand*, Domanda Biochimica di Ossigeno; è una misura della quantità di ossigeno necessaria ai microorganismi presenti nell'acqua per metabolizzare la sostanza organica presente nel campione; maggiore è tale quantità, maggiore è il grado di inquinamento organico del campione);

3 http://water.org/water-crisis/water-facts/water/

- COD (*Chemical Oxygen Demand*, Domanda Chimica di Ossigeno; è una misura della quantità di ossigeno necessaria all'ossidazione chimica per degradare la sostanza organica e inorganica presente nel campione; è, per uno stesso campione, maggiore del BOD);
- concentrazione di microrganismi patogeni (come i Coliformi: famiglia di batteri cui appartiene, *inter alia*, l'*Escherichia Coli*).

Una delle principali cause di deterioramento delle acque sul globo è lo sversamento incontrollato di acque reflue urbane ed industriali. Benché la storia dell'umanità, anche antica, sia ricca di esempi di tecniche più o meno avanzate di allontanamento e depurazione dei reflui, oggi le pratiche di depurazione non sono attuate da parte di tutte le comunità del pianeta: è stimato che fino al 90% delle acque reflue prodotte nei PVS venga scaricato nei corpi idrici senza trattamento[4].

Le acque inquinate provenienti dagli agglomerati urbani sono di solito definite "reflui urbani" o "acque reflue urbane" e comprendono le acque di scarico domestiche, quelle industriali, ed eventualmente anche le acque drenate sulle superfici. I reflui urbani sono caratterizzati da un'ampia varietà di materiali e sostanze inquinanti, la cui concentrazione è variabile a seconda dell'area di provenienza e del tipo di agglomerato. In essa si possono rinvenire, oltre a materiali grossolani quali pezzi di carta, stracci, etc., sostanze come:

- olii e grassi;
- sabbie e altre sostanze sedimentabili inorganiche;
- sostanze organiche sedimentabili, sospese e disciolte;
- sostanze inorganiche disciolte (sali, etc.)
- sostanze organiche non biodegradabili;
- agenti patogeni[5].

L'allontanamento e il trattamento dei reflui dalle città è una necessità per le comunità umane, ed apporta numerosi vantaggi. Innanzitutto, il trattamento depurativo elimina il rischio sanitario, attraverso la rimozione di agenti patogeni (virus, batteri, e altri microrganismi) provenienti dai rifiuti organici di malati e/o

4 Corcoran, E., C. Nellemann, E. Baker, R. Bos, D. Osborn, H. Savelli (eds). 2010, *Sick Water? The central role of waste-water management in sustainable development*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. www.grida.no

5 Riva P. A. e Guadagni A. (a cura di), Manuale dell'Ingegnere Civile e Ambientale, Milano, Hoepli, 2010.

portatori con cui l'individuo sano può venire a contatto. L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità)[6] ha anche quantificato i benefici puramente economici dell'implementazione di adeguati servizi sanitari: essi sono dovuti prevalentemente a minori costi nel settore medico e risparmio di tempo. Per quanto riguarda il rischio ambientale, si è già accennato come sussista tuttora la pratica di scarico di reflui non trattati nei corpi idrici; nonostante questi ultimi abbiano una propria capacità intrinseca di ossidazione del carico organico inquinante, la pratica non è sostenibile dal punto di vista ambientale, considerate le portate e il carico inquinante, eccessivi rispetto al potere autodepurante dei corsi d'acqua.

Tipicamente, le **soluzioni ingegneristiche convenzionali** per la depurazione delle acque di rifiuto industriali prevedono un sistema di trattamento del liquame vero e proprio e un sistema di trattamento dei fanghi[7].

I trattamenti del liquame prevedono solitamente:

- trattamenti preliminari (pretrattamenti);
- trattamenti primari;
- trattamenti secondari o biologici;
- trattamenti di affinamento e disinfezione.

È bene notare che il grado di affinamento del trattamento dipende dal tipo di uso e dalla destinazione finale del refluo depurato. Ad esempio, secondo la Normativa Italiana, il refluo depurato scaricato sul suolo deve sottostare a limiti più stringenti circa le sue caratteristiche rispetto a quello scaricato in corpo idrico superficiale.

Si descrivono nel seguito, per sommi capi, le suddette fasi[8].

I **trattamenti preliminari** sono trattamenti fisici, atti ad eliminare sostanze solide e oleose che possono inficiare la funzionalità dell'impianto nei trattamenti successivi. Tali operazioni, svolte di solito in tutti gli impianti, comprendono:

- grigliatura: il refluo viene fatto passare attraverso griglie, che trattengono

6 *World Health Organization* – WHO.

7 I «fanghi» sono il residuo dei processi di depurazione: sono costituiti dal materiale inquinante che viene allontanato dal refluo. Proprio per l'alta concentrazione di sostanze patogene e inquinanti che li caratterizzano, anche i fanghi devono essere trattati in maniera opportuna. Il loro processo di trattamento, parallelo a quello di trattamento dei reflui, costituisce la cosiddetta "linea fanghi" dell'impianto di depurazione.

8 Riva P. A. e Guadagni A. (a cura di), Manuale dell'Ingegnere Civile e Ambientale, Milano, Hoepli, 2010.

materiale grossolano; si procede disponendo griglie con maglie man mano più piccole;

- dissabbiatura e disoleatura: sono operazioni che vengono effettuate in vasche, eventualmente dotate di un sistema di areazione che favorisce il processo. La dissabbiatura consente il deposito di materiale sedimentabile (come granelli di sabbia); la disoleatura consente l'allontanamento di materiale più leggero dell'acqua (olii, grassi), che si raccoglie sulla superficie.

I **trattamenti primari** hanno l'obiettivo di eliminare i solidi sospesi[9] mediante la sedimentazione primaria: i liquami vengono fatti rimanere in condizioni di quiete in vasche o bacini di ritenzione; dopo un certo tempo, i solidi sospesi depositano formando sul fondo i fanghi primari, che vengono rimossi. Un altro possibile metodo di allontanamento dei fanghi primari dal liquame è la stacciatura, in cui il liquame viene fatto passare attraverso uno staccio, cioè un telaio dotato di un reticolo di fili che trattiene il materiale solido sospeso.

I **trattamenti secondari**, o biologici, sono quelli adibiti all'eliminazione di gran parte del carico organico. Questa operazione è effettuata sfruttando la naturale propensione dei batteri contenuti nel liquame di degradare la sostanza organica, riproducendosi e agglomerandosi; questo permette la formazione di «fiocchi», agglomerati gelatinosi costituiti perlopiù da batteri, oltre a sostanze colloidali derivanti dal liquame. Il contatto del liquame grezzo con questi fanghi *attivi* permette la riduzione del carico organico del refluo. Tale processo può avvenire in vasche (processo *a biomassa sospesa*) o facendo percolare il liquame per gravità attraverso bacini riempiti di materiale granulare (letti percolatori) a cui i fiocchi aderiscono, o attraverso dischi biologici rotanti o biodischi (processo *a biomassa adesa*). I fiocchi vengono poi definitivamente separati dal liquame cosiddetto «chiarificato» attraverso una sedimentazione secondaria. L'impianto può prevedere, se necessario, anche l'allontanamento di azoto e fosforo (**nutrienti**) attraverso processi chimico-fisici o biologici.

I **trattamenti di affinamento** vengono effettuati alla fine del processo depurativo o tra una fase e l'altra per raggiungere determinati standard di qualità non raggiungibili con i trattamenti tipici. Essi sono vari, e comprendono, *inter alia*:

9 I solidi sospesi sono le sostanze convenzionalmente definite come quelle trattenute da un filtro di porosità 0,45 μm. Una persona produce circa 90g di solidi sospesi al giorno.

- filtrazione: permette l'allontanamento del liquame di solidi non eliminabili, per dimensione o caratteristiche, negli altri trattamenti. Essa prevede il passaggio del liquame attraverso un letto filtrante di materiale granulare omogeneo (filtri monostrato) o a due o più strati (filtri multistrato); il filtro deve essere sottoposto a controlavaggio, per impedire l'eccessivo depositarsi di materiale solido che ne potrebbe inficiare la funzionalità.
- carboni attivi: il metodo prevede il passaggio del liquame attraverso i carboni attivi (materiale costituito da carbone avente struttura tale da poter trattenere altre sostanze). L'uso di carboni attivi permette l'allontanamento di sostanze particolari, come alcuni metalli, ed è quindi un metodo utilizzato qualora il liquame in ingresso abbia particolari caratteristiche o nei casi in cui l'effluente debba rispettare determinati standard in virtù dell'utilizzo previsto.
- disinfezione: attuata spesso solo in condizioni di emergenza, la disinfezione viene effettuata mediante l'utilizzo di cloro, ozono, o raggi UV. La clorazione è il metodo più usato e consiste nell'aggiunta di composti di cloro: l'acido ipocloroso risulta tossico per i microorganismi.

Accanto alle convenzionali metodologie di trattamento dei reflui, esistono **tecnologie non convenzionali** che fanno ricorso ai naturali processi di degradazione che avvengono in natura ad opera di piante e suolo. Questo tipo di approccio prevede non la costruzione di infrastrutture centralizzate a cui far pervenire i reflui, ma trattamenti decentralizzati a livello locale. Tra le tecniche naturali di trattamento dei reflui, si ricordano gli stagni biologici, i WSTR (*Water storage and treatment reservoirs*)[10] e gli impianti di fitodepurazione.

Gli **stagni di stabilizzazione** sono stagni in cui il liquame trattato è soggetto a naturale trattamento a biomassa adesa ad opera di batteri aerobi, anaerobi e facoltativi[11]. Solitamente si utilizzano sistemi multistadio mediante successione di vasche di tipo anaerobico, facoltativo e di maturazione, che permettono di affinare il trattamento.

La **fitodepurazione**, invece, utilizza per la depurazione la presenza di particolari piante, che contribuiscono per azione diretta o per azione dei batteri che vivono su di

10 Bacini di stoccaggio e trattamento.

11 Rispettivamente: batteri che possono sopravvivere solo in presenza di ossigeno, in assenza di ossigeno e in entrambe le condizioni.

esse. Queste piante, dette macrofite, possono essere galleggianti o emergenti. La fitodepurazione si utilizza per la riduzione del BOD e dei nutrienti; tuttavia permette anche una riduzione di patogeni.

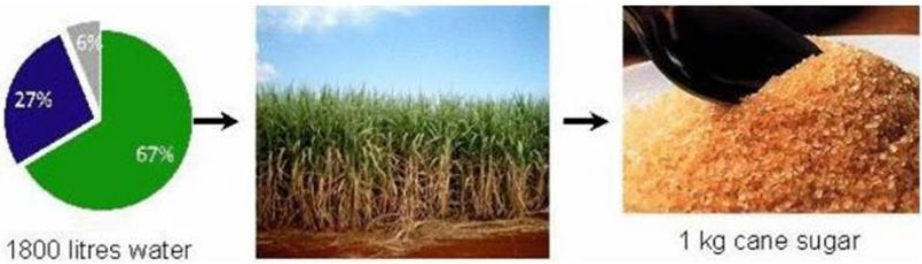
1.3 L'impronta idrica e l'uso dell'acqua

L'impronta idrica (*Water footprint*) è un indicatore ideato da Prof. Arjen Y. Hoekstra. Viene definita come la quantità di acqua dolce utilizzata da una azienda, un essere umano, da una comunità per la produzione e il consumo di una risorsa utilizzata da quell'azienda, da quell'essere umano, o da quella comunità. La Figura 3 è esemplificativa dell'impronta idrica della canna da zucchero.

In generale l'impronta idrica è costituita da tre componenti:

- acqua "blu": quantità di acqua dolce superficiale prelevata per produrre il bene che non ha fatto ritorno nel bacino di prelievo;
- acqua "verde": volume di acqua dolce di pioggia utilizzato nella produzione;
- acqua "grigia": è un indicatore dell'inquinamento causato dalla produzione del prodotto in tutta la catena produttiva; corrisponde al volume di acqua dolce necessario per diluire le concentrazioni di inquinanti in modo tale da mantenersi al di sopra degli standard di qualità[12].

Figura 3: Impronta idrica dello zucchero di canna

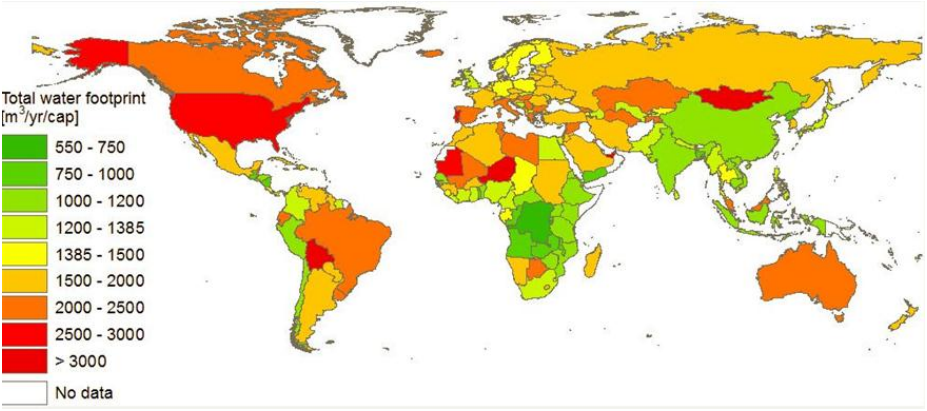


Fonte: Water Footprint Network

12 http://www.waterfootprint.org

Il concetto di Impronta Idrica è estendibile ad intere nazioni: l'Impronta Idrica Nazionale è la quantità di acqua dolce utilizzata per la produzione dei beni consumati nella nazione. In Figura 4 sono riportate le impronte idriche delle nazioni mondiali.

Figura 4: Impronte idriche nazionali

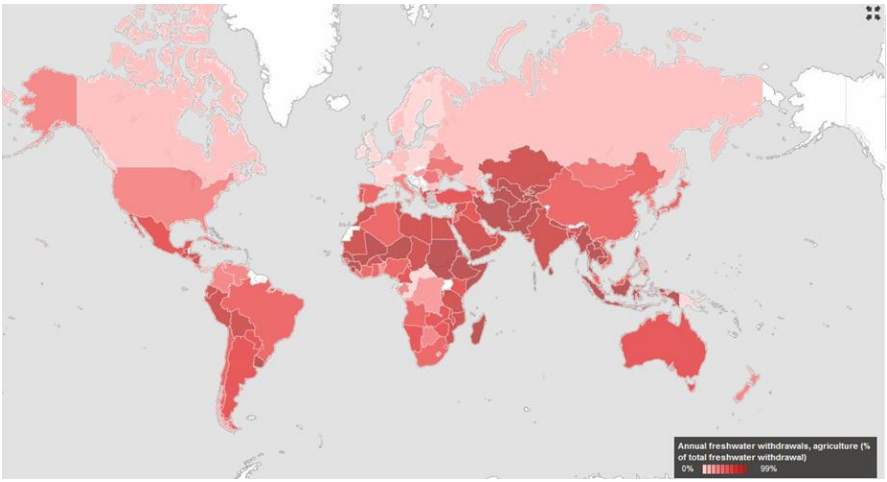


Fonte: Water Footprint Network

Gran parte delle risorse idriche mondiali vengono utilizzate in agricoltura prevalentemente per irrigare, laddove le precipitazioni locali non forniscano abbastanza acqua alle colture. L'acqua ha costituito la chiave per lo sviluppo in molti paesi, dove ha permesso di far fronte alla domanda di cibo di popolazioni in forte aumento. La Figura 5 rappresenta la percentuale di prelievi di acqua dolce per uso agricolo: si può osservare come la percentuale superi il 90% in molte aree dai climi aridi e semi-aridi e sia in generale soggetta a fortissima variabilità spaziale. Nel Regno Unito, ad esempio, i prelievi di acqua per agricoltura non superano l'1%[13].

13 WBCSD, Facts and Trends: Water Version 2, August 2005.

Figura 5: Mappa tematica:
percentuale della risorsa idrica utilizzata in agricoltura



Fonte: World Bank

La richiesta di acqua da parte del settore agricolo, dovrà, in futuro, fronteggiare il previsto incremento demografico globale ma anche la competizione con le crescenti richieste degli altri settori. Al momento, il settore industriale è il secondo consumatore di acqua, perlopiù utilizzata per gli impianti di raffreddamento delle centrali termoelettriche. Altri utilizzi nel settore industriale comprendono le acque di processo, utilizzate per generare vapore, o quelle utilizzate come ingrediente nel prodotto finito (industria farmaceutica e alimentare); inoltre, l'acqua può essere utilizzata come mezzo per il trattamento delle acque di rifiuto industriali e per la produzione di energia idroelettrica[14]. Infine, un'altra tipologia di prelievi d'acqua è quella ad uso domestico da parte dei singoli individui.

1.4 La scarsità idrica

Definire la scarsità idrica in maniera univoca non è semplice. In generale, si può affermare che un paese è in condizioni di stress idrico quando la richiesta di acqua non può essere soddisfatta.

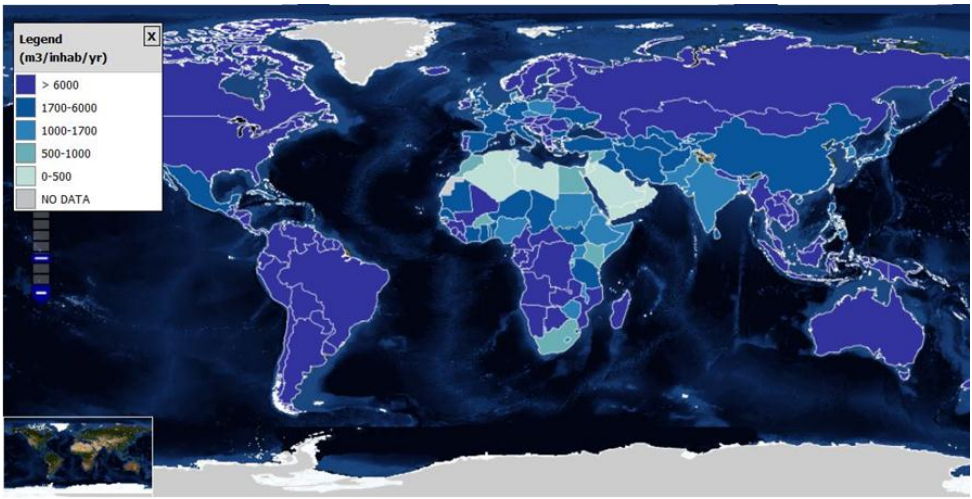
14 Ibidem.

La definizione più usata di scarsità idrica utilizza come indice il rapporto tra le risorse totali annuali disponibili in un paese e la popolazione totale, cioè la quantità annuale di acqua dolce rinnovabile pro-capite. In virtù di tale parametro, un'area è considerata:

- soggetta a stress idrico se tale valore è minore di 1700m^3/(ab·anno);
- soggetta a scarsità idrica se tale valore è minore di 1000 m^3/(ab·anno);
- soggetta a scarsità idrica assoluta se tale valore è minore di 500 m^3/(ab·anno)[15].

A titolo di esempio, si riporta in Figura 6 una mappa tematica che utilizza come indice il volume di acqua dolce rinnovabile per persona in un anno, calcolato a partire dai flussi dei corpi idrici superficiali e sotterranei a lungo termine, tenendo conto degli apporti meteorici endogeni e dei flussi in uscita e in entrata dai paesi per cui esistono trattati[16].

Figura 6: Acqua dolce rinnovabile pro-capite all'anno



Fonte: UN-Water Federated Water Monitoring System (FWMS)
& Key Water Indicator Portal (KWIP) Project, implementato da FAO – AQUASTAT

15 http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml

16 http://www.unwater.org/kwip

Non è tuttavia sempre possibile una misura univoca del fenomeno, poiché l'effettiva disponibilità di acqua per l'individuo non dipende esclusivamente dalle caratteristiche del territorio, ma da una combinazione di molteplici fattori:

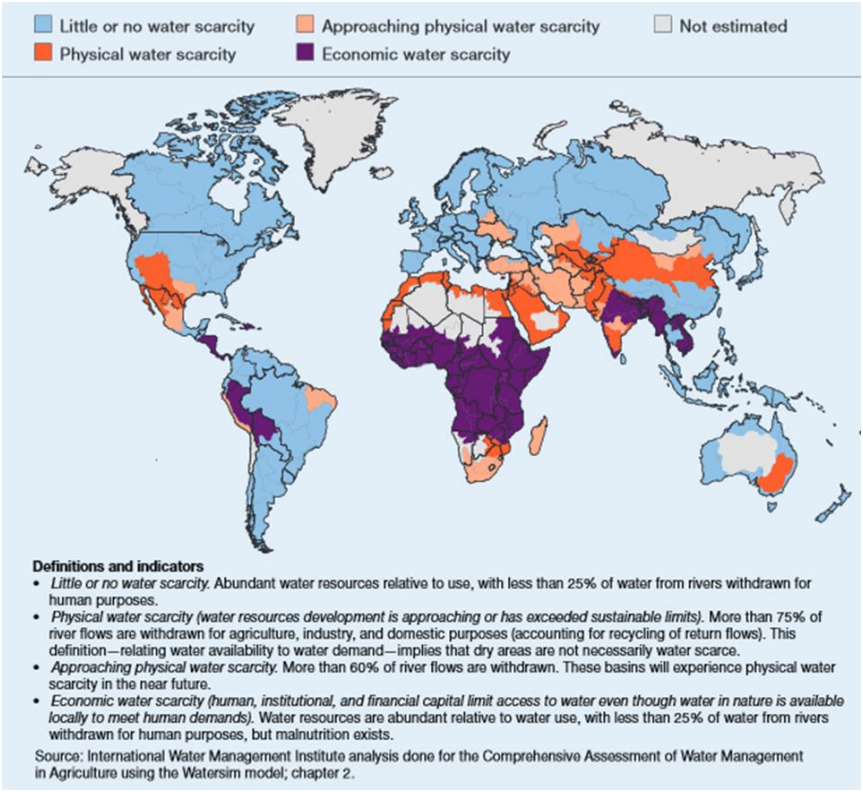
- scarsità fisica di risorsa naturale per aridità o semi aridità dell'area, e quindi scarsa disponibilità di volumi durante tutto l'anno o stagionalmente;
- carenza di infrastrutture, risorse umane ed economiche, dovuta a questioni finanziare e istituzionali, che possono sottoporre le popolazioni a stress idrico anche in casi in cui non vi sia effettiva carenza di volumi di acqua nella zona.

Per questo motivo, in letteratura esistono numerosi indici per quantificare il problema, sia dal punto di vista puramente fisico, che infrastrutturale, sociale, economico[17]; proprio per tener conto della presenza di cause non fisiche, si effettua spesso una distinzione tra scarsità idrica fisica e scarsità idrica economica. La scarsità idrica fisica consiste in un domanda elevata rispetto alla quantità di acqua disponibile (offerta). Si può notare, di conseguenza, come un'area arida non sia necessariamente soggetta a scarsità idrica, benché l'aridità sia un fattore predisponente alla scarsità. La scarsità idrica economica, invece, consiste in una carenza di risorse umane, economiche e politiche che impedisce all'individuo di godere di una quantità sufficiente di acqua; ne consegue che un paese ricco di risorse idriche naturali può essere affetto da scarsità idrica, se le risorse sono mal gestite. Un esempio risulta essere l'Africa Subsahariana (Figura 7)[18].

17 White C., *Understanding water scarcity: Definitions and measurements* in Global Water Forum, 7 maggio 2012.

18 Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

Figura 7: Scarsità idrica fisica ed economica



Fonte: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture 2007

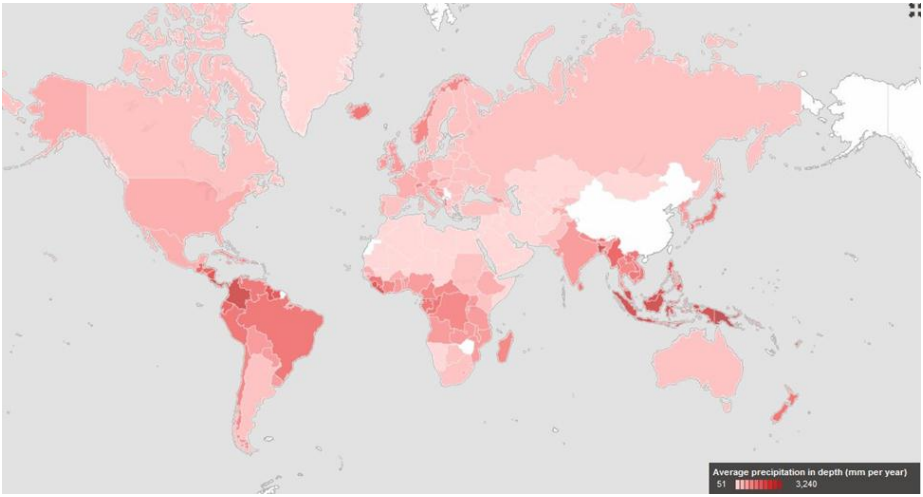
Nel seguito, si analizzano sistematicamente i principali fattori che intervengono nel quadro globale della scarsità idrica e dello stress idrico, nel tentativo di delineare il profilo generale di una tematica ampiamente trattata e studiata. In termini generali, le cause in gioco nel settore idrico possono determinare fenomeni di stress idrico dando luogo a una diminuzione dei volumi di acqua disponibili o incrementando la domanda.

1.4.1 Diminuzione dei volumi disponibili

Come già accennato, le naturali caratteristiche proprie di un'area geografica possono di per sé essere già un fattore predisponente alla scarsità idrica.

Le differenze orografiche e geografiche esistenti tra diverse aree del pianeta determinano anche differenze nel regime climatico e quindi nel regime delle piogge. Nella Figura 8 sono riportate le precipitazioni medie annuali su scala mondiale.

Figura 8: Distribuzione mondiale delle precipitazioni medie annuali



Fonte: World Bank

Si può notare come le precipitazioni medie varino geograficamente, apportando, di fatto, più acqua in alcune zone del pianeta e meno in altre; la precipitazione non è comunque l'unico fattore in gioco, in quanto la conformazione dei suoli e le caratteristiche orografiche, unite a quelle climatiche, possono influire sulla quantità di acqua effettivamente presente sul territorio. Si vedrà ad esempio come in Libano ad un regime pluviometrico piuttosto abbondante corrisponda, d'altra parte, una scarsa capacità dei suoli di stoccare l'acqua.

In generale, comunque, un basso livello di precipitazioni nel lungo periodo può dar luogo a fenomeni di *aridità* dei suoli, cioè ad un bilancio negativo dell'acqua nel suolo. L'aridità può essere causata da una scarsa piovosità ma anche da una forte evapotraspirazione dell'acqua nel suolo, la quale dipende a sua volta dall'umidità dell'aria. È quindi una caratteristica legata alle proprietà climatiche dell'area, ed influisce, ad esempio, sulla lunghezza del periodo dell'anno in cui è possibile coltivare (*growing season*).

L'aridità non è da confondere con la *siccità*: con questo termine ci si riferisce ad

un fenomeno a breve termine dovuto perlopiù a scarse precipitazioni per un ristretto periodo di tempo, con conseguente minore disponibilità idrica rispetto alla media a lungo termine, che si manifesta con minori deflussi fluviali e impoverimento delle falde; la siccità è un tratto tipico del clima dei paesi Mediterranei, soprattutto di quelli nordafricani e del Vicino Oriente.

Infine, è bene distinguere le succitate aridità e siccità dalla *desertificazione*. Quest'ultima è definita, dalla UNCCD (*United Nations Convention to Combat Desertification*)[19] come degradazione dei suoli, cioè perdita di produttività, dovuta a vari fattori che possono comprendere anche le attività umane[20].

1.4.2 Cambiamenti climatici

Nella valutazione dei fattori che influiscono sulla disponibilità di risorsa, non si può prescindere dal cambiamento climatico, fenomeno che incide sulla temperatura dell'aria e del suolo e sul bilancio energetico della terra e quindi sulla quantità e distribuzione della risorsa idrica.

Benché sussista una piccola parte del mondo scientifico ancora scettica sulle evidenze sperimentali del cambiamento climatico globale, esso risulta essere ormai una realtà scientifica accettata pressoché universalmente in quanto basata su misurazioni di svariati parametri[21]. In particolare, si è calcolato che il 97% della comunità scientifica è ormai concorde nell'attribuire tali processi all'intervento umano[22].

L'analisi degli effetti del cambiamento climatico sul sistema terrestre è complessa. L'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)[23], forum scientifico fondato dall'UNEP (*United Nations Environmental Programme*[24]) e dall'OMM (Organizzazione

19 Convenzione delle Nazioni Unite contro la Desertificazione.

20 UN General Assembly, *Elaboration of an international convention to combat desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa,* 12 settembre 1994.

21 http://climate.nasa.gov/evidence/

22 Nuccitelli D., *Survey finds 97% of climate science papers agree warming is man-made*, in "The Guardian", 16 Maggio 2013.

23 Pannello Intergovernativo sul Cambiamento Climatico.

24 Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente.

Meteorologica Mondiale) si occupa di revisionare e riordinare periodicamente le conoscenze scientifiche in tema di cambiamenti climatici, pubblicando Rapporti aggiornati. L'IPCC ha definito il cambiamento climatico come:

> "Un cambiamento dello stato del clima che può essere identificato (ad esempio mediante studi statistici) in cambiamenti dei valori medi e/o della variabilità delle sue proprietà, e che persiste per periodi lunghi, tipicamente per decadi o più. Ci si riferisce al cambiamento causato sia per variabilità naturale che come risultato di attività umana" [25].

Secondo il Quinto Rapporto di Valutazione (*Fifth Assessment Report*), del 2013, il cambiamento climatico genererà dei cambiamenti nel ciclo idrologico, ma i risultati di questi effetti sulla piccola scala sono molto variabili da zona a zona. Il riscaldamento globale sarà causa di effetti diretti a scala mondiale, come la maggiore velocità di scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello degli oceani e maggiore velocità di evaporazione dell'acqua in atmosfera. È inoltre previsto, per la fine del ventunesimo secolo, per le zone tropicali, un aumento della precipitazione media annua. Tale aumento, che in alcuni casi supera il 50%, sarà causato probabilmente da un aumento di concentrazione di vapore acqueo nell'aria e dai conseguenti cambiamenti delle correnti d'aria. L'aumento di concentrazione di vapore acqueo causa, d'altra parte, anche un aumento dell'evapotraspirazione; quest'ultimo contrasta gli effetti dell'aumento di precipitazione sull'umidità del suolo. Per le zone subtropicali è invece prevista una diminuzione delle precipitazioni fino al 30%. Le zone subtropicali, sede di gran parte dei deserti del globo, potrebbero pertanto andare incontro ad un incremento di aridità. Oltre ad una variazione in termini di quantità, i modelli prevedono una variazione anche in termini di carattere delle precipitazioni, che tenderanno ad essere più intense e meno frequenti. Ne consegue che diminuirà il tempo di ritorno delle precipitazioni più intense a fronte di un aumento dei periodi senza eventi meteorici, favorendo da una parte esondazioni e alluvioni, dall'altra i fenomeni di siccità[26].

---

25 http://www.preventionweb.net/english/professional/terminology/v.php?id=471

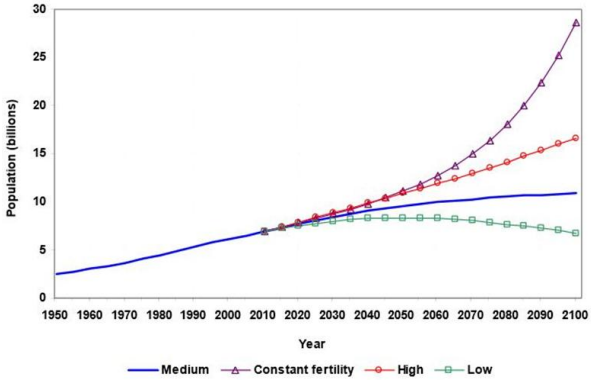
26 IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, *Working Group I Contribution to the Fifth*

1.4.3 Aumento della domanda

Oltre alle cause naturali, che determinano scarsa disponibilità di volumi nelle aree interessate, un inefficiente uso delle risorse idriche associato a povertà, scarso intervento istituzionale nonché ad una domanda crescente può rendere l'acqua indisponibile alla popolazione e alle attività produttive. Come conseguenza, la mancanza di acqua aggrava a sua volta le condizioni della popolazione, impedendo lo sviluppo umano, sociale ed economico. Ne risulta un quadro articolato e composto da fattori fra loro interconnessi.

L'aumento della domanda può essere dovuto innanzitutto ad un incremento della **popolazione**. La domanda di acqua sta crescendo ad un tasso doppio rispetto a quello di incremento della popolazione mondiale[27]. Quest'ultima è destinata ad aumentare ulteriormente, secondo le stime del 2012 di UNDESA (*United Nations Department of Economic and Social Affairs)*[28], raggiungendo circa 10 miliardi di persone nel 2100 (risultato medio tra i vari scenari ipotizzati) (Figura 9).

Figura 9: Andamento futuro della popolazione mondiale



Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013), *World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume II, Demographic Profiles (ST/ESA/SER.A/345*)

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp..

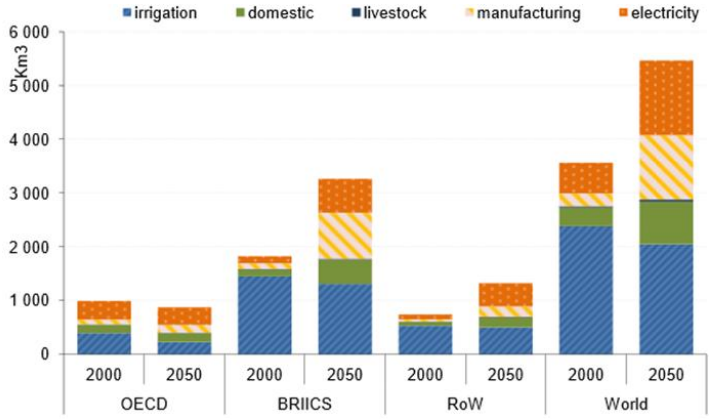
27 Gorbaciov M., Il nostro futuro sta in un patto sull'acqua in "La Stampa Opinioni", 17 Luglio 2014.

28 Dipartimento degli Affari Economici e Sociali delle Nazioni Unite.

Tale aumento sarà concentrato, sempre secondo UNDESA, nei PVS, che vedranno incrementare la loro popolazione da 5,9 miliardi nel 2013 a 9,6 miliardi nel 2100. Al contrario, la popolazione dei paesi sviluppati crescerà in maniera pressoché impercettibile[29].

Parallelamente, come rappresentato sinteticamente in Figura 10 le stime segnalano una variazione nella richiesta di acqua da parte dei settori (agricolo, industriale, domestico); in particolare, l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) prevede, al 2050, un incremento del 55% della domanda, con fortissimo aumento nei settori manifatturiero (+400%), per la produzione di elettricità (+140%) e per l'uso domestico (+130%)[30]. Questo scenario preannuncia una situazione futura di forte competitività tra i settori, che lascia poco spazio all'agricoltura.

Figura 10: Domanda di acqua a livello mondiale per settore (BRIICS: Brasile, Russia, India, Indonesia, Cina e Sud Africa; RoW: Resto del Mondo; OECD: paesi OCSE)



Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013), *World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume II, Demographic Profiles* (ST/ESA/SER.A/345)

29 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013), *World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume II, Demographic Profiles* (ST/ESA/SER.A/345).

30 OECD, *Environmental Outlook to 2050: The consequences of Inaction. Key Findings on Water*, marzo 2012.

È bene precisare, malgrado ciò, che le proiezioni risultano essere fortemente dipendenti dallo scenario futuro e dall'evolversi della gestione delle acque in campo agricolo; per esempio, secondo *UN-Water*[31], il consumo di acqua in agricoltura è destinato ad aumentare del 20% a meno che non si verifichi un aumento delle efficienze d'uso dell'acqua[32].

Oltre alla crescita demografica, anche la **crescita economica** implica maggiori richieste di acqua da parte delle popolazioni, dovute alla maggiore produzione di beni nonché al graduale passaggio da una dieta a base di cereali ad una più ricca di carne. Quest'ultima ha infatti un'impronta idrica nettamente maggiore rispetto a quella dei prodotti coltivati[33].

Le condizioni succitate di forte crescita economica e demografica, unite al trasferimento dalle zone rurali alle città, si verificano principalmente nei **PVS**, molti dei quali già localizzati in aree aride e semi-aride, e quindi in un ambiente già di per sé favorevole al verificarsi di fenomeni di scarsità, dove convivono condizioni sfavorevoli allo svilupparsi di un sistema di gestione integrata e sostenibile dell'acqua. Le istituzioni devono infatti far fronte con risorse finanziarie spesso limitate ad una sempre crescente richiesta di acqua e cibo per soddisfare i bisogni di una popolazione in rapido incremento. A queste difficoltà si aggiunge il fenomeno di urbanizzazione, che rende più complessa la sfida di adattamento e costruzione di infrastrutture per il trasporto dell'acqua. UNDP (*United Nations Development Programme)*[34] nel rapporto del 2006 "*Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*" ha evidenziato come le zone e le popolazioni più povere siano quelle più colpite dalle difficoltà di accesso all'acqua: nel 2002, circa un terzo della popolazione priva di accesso all'acqua viveva con meno di 1 dollaro al giorno (Figura 11) oltre a pagare tariffe più alte per l'accesso all'acqua (Figura 12)[35].

---

31 È il meccanismo di coordinamento tra le agenzie delle Nazioni Unite per tutte le questioni legate al tema delle risorse idriche.

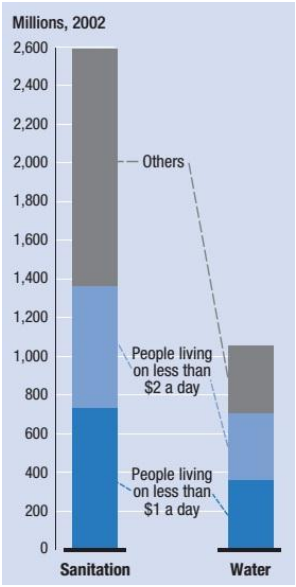
32 http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/246663/

33 WWAP, *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*, Paris UNESCO, 2012.

34 Programma delle Nazioni Unite per lo Sviluppo.

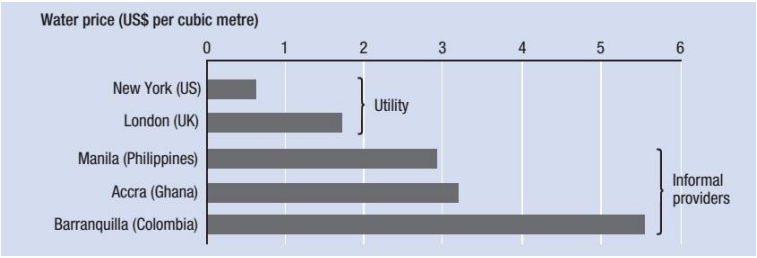
35 UNDP, *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis 2006*.

Figura 11: Popolazione che non ha accesso all'acqua e ai servizi sanitari



Fonte: UNDP 2006

Figura 12: Tariffe dell'acqua in paesi a diversi livelli di sviluppo



Fonte: UNDP 2006

1.5 Affrontare la scarsità idrica

La scarsità idrica non è un problema di immediata o semplice soluzione. Alla luce di quanto esposto, emerge un contesto complesso, in cui la carenza fisica d'acqua in un'area costituisce solo uno dei fattori influenti sull'effettiva disponibilità di acqua per l'individuo. Le istituzioni, le strategie internazionali, nazionali e locali, le comunità e gli interessi economici giocano il loro ruolo nel modo in cui l'acqua viene

distribuita, trattata, utilizzata; perciò, per risolvere il problema della scarsità idrica, l'approccio «ingegneristico» e propriamente tecnico non basta: è necessario interpellare gli attori istituzionali ed economici coinvolti. Le strategie per affrontare il problema devono inserirsi in uno scenario di precario equilibrio, in cui le peculiarità locali dell'area di applicazione devono essere tenute in conto.

Le nuove strategie di gestione dell'acqua stanno man mano deviando da quello che è stato definito "*hard path*"[36]: l'approccio finora più utilizzato, nella gestione delle acque, è stato quello dell'intervento infrastrutturale centralizzato per l'approvvigionamento, la distribuzione, l'allontanamento e il trattamento delle acque. Oggi, si ritiene che l'effettivo sviluppo di una sostenibile gestione delle acque debba seguire un "*soft path*"[37]: interventi decentralizzati, coadiuvati dal contributo dell'intervento istituzionale, atti a gestire la domanda più che ad aumentare l'offerta. Proprio in questa nuova concezione di gestione della risorsa si inserisce il concetto di Gestione Integrata della Risorsa Idrica (IWRM – *Integrated Water Resource Management*). Si tratta di un'idea introdotta e definita in ambiente internazionale a partire dalla Conferenza di Rio de Janeiro su Ambiente e Sviluppo del 1992, nota come Earth Summit[38]. La definizione universalmente riconosciuta di IWRM è quella fornita dal *Global Water Partnership* (GWP)[39]:

> "L'IRWM è un processo che promuove lo sviluppo coordinato e la gestione di acqua, suolo e risorse correlate allo scopo di massimizzare il benessere economico e sociale in maniera equa, senza compromettere la sostenibilità degli ecosistemi vitali."[40]

L'IRWM è stato ormai accettato come strategia vincente verso una gestione dell'acqua più equa, efficiente e sostenibile.

---

36 "percorso rigido".

37 "percorso morbido".

38 *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED), Rio de Janeiro 1992.

39 Partnership internazionale fondata nel 1996 dalla Banca Mondiale, dall'UNDP e dalla *Swedish International Development Cooperation Agency* (SIDA).

40 http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/

In termini pratici, gli **interventi** per mitigare gli effetti della scarsità idrica possono agire sulla offerta di risorsa o sulla domanda della stessa. Si propongono di seguito solo alcune delle possibili strategie da attuare.

L'aumento dell'offerta di acqua può essere attuato mediante infrastrutture o limitati interventi ingegneristici di **raccolta di acqua**. La seconda parte del XX secolo ha visto un significativo aumento di progetti di costruzione di bacini di raccolta delle acque superficiali, come le grandi dighe. Tuttavia negli ultimi decenni tale approccio è stato sempre più frenato, una volta emersi gli effetti collaterali delle opere di grandi dimensioni: si pensi agli impatti sulle dinamiche di bacino e sugli ecosistemi causati dalla costruzione di una diga. Anche dal punto di vista economico, gli investimenti per infrastrutture di tali dimensioni appaiono sempre meno sostenibili. A livello locale, le tecniche di raccolta di acqua sono da sempre utilizzate dagli agricoltori e dalle comunità come riserva di acqua nei periodi di siccità.

Le falde acquifere sono tra le fonti di acqua più sfruttate del pianeta: la facilità con cui è possibile scavare pozzi, spesso illegali, ha condotto all'utilizzo incontrollato e non sostenibile delle risorse d'acqua sotterranee, soprattutto da parte del settore agricolo. Il tasso di prelievo di acqua da falda, in molti casi di gran lunga superiore rispetto alla velocità di ricarica della stessa, ha portato, oltre che all'impoverimento qualitativo della risorsa, a fenomeni di inquinamento e intrusione marina. La **ricarica artificiale delle falde** può essere una soluzione: tuttavia, la scelta può rivelarsi poco conveniente. È opportuno valutare l'efficacia e l'economicità dell'intervento artificiale rispetto alla ricarica naturale.

È già stato citato il legame tra impoverimento qualitativo e impoverimento quantitativo dell'acqua. Porre un freno ai **fenomeni di inquinamento** dell'acqua può giocare un ruolo importante nella preservazione della risorsa idrica: si pensi alle perdite irreversibili che fenomeni di contaminazione possono causare (e.g. contaminazione di una falda utilizzata per l'approvvigionamento di acqua potabile), nonché all'impatto economico dei trattamenti depurativi.

L'uso di fonti non convenzionali, infine, può costituire un'opportunità non trascurabile, specialmente laddove sussista una situazione di grave scarsità fisica di acqua. Le acque derivanti dal trattamento di **desalinizzazione** di acque salate costituiscono al momento, solo una piccola percentuale della risorsa idrica utilizzata globalmente. I principali limiti di questa fonte non convenzionale sono gli alti costi in termini di energia necessaria per il procedimento di desalinizzazione e di smaltimento

del sottoprodotto ad altissima salinità che deriva dal processo. Tuttavia esistono nel mondo casi di utilizzo virtuoso dei processi di desalinizzazione: il 35% delle acque utilizzate da Israele a scopo potabile provengono da impianti di desalinizzazione ed entro il 2050 si è progettato un aumento della percentuale fino al 70%[41]. Un'altra fonte non convenzionale è costituita dai **reflui**. Un corretto riutilizzo di questi costituisce un'ottima opportunità, in quanto:

- il loro smaltimento comporta un impegno economico, infrastrutturale e sociale;
- il loro riutilizzo in agricoltura può essere vantaggioso per la naturale presenza di nutrienti (Paragrafo 1.3).

Le strategie di **gestione della domanda** comprendono la redistribuzione dell'uso dell'acqua verso attività più produttive e l'aumento dell'efficienza. La redistribuzione dell'acqua da attività a bassa produttività ad attività ad alta produttività è una delle strategie utilizzabili. Uno strumento individuato per l'ottenimento di tale efficienza è quello del *water trading*. Questo sistema si basa sulla commercializzazione dei diritti dell'acqua[42]. Il costo dell'acqua viene considerato come un incentivo al raggiungimento dell'efficienza dell'utilizzo dell'acqua. E' necessario puntualizzare che dal punto di vista pratico questa corrispondenza non è assolutamente immediata e che in realtà esistono diversi sistemi di *water trading*, tutti con caratteristiche diverse e diversi *outcomes*.

Non è neanche possibile considerare l'efficienza allocativa come unico criterio di valutazione di un'attività. Infatti, dal punto di vista dell'efficienza, l'utilizzo agricolo è, rispetto a quello industriale o terziario, quello a minore valore aggiunto per unità di acqua. Tuttavia non è pensabile di convertire tutto il settore agricolo, in quanto nelle dinamiche intervengono anche fattori sociali e culturali, oltre alla necessità da parte delle istituzioni di garantire sussistenza alle popolazioni.

Intervenire sull'efficienza dell'uso dell'acqua influisce sulla domanda di acqua di una popolazione, di un prodotto o di un appezzamento agricolo. Un classico esempio è costituito dalle perdite dei sistemi idraulici per l'approvvigionamento di un agglomerato urbano, che possono raggiungere percentuali allarmanti; tuttavia, è da

41 Lamorgese S,. Israele beve l'acqua del mare, in "Rainews", 30 maggio 2014.

42 Un esempio di *water trading* è il caso australiano: http://www.nationalwatermarket.gov.au/how-to-trade/

tenere in conto che le perdite e la bassa efficienza di un sistema non implicano necessariamente che la risorsa sia definitivamente persa: in virtù del fatto che l'acqua è soggetta ad un ciclo, le perdite sono spesso semplicemente riallocazioni dell'acqua in altre forme o a beneficio di altri utenti. Per questo motivo, attuare pratiche di riabilitazione di reti urbane o irrigue, spesso costosi e insostenibili economicamente, non è sempre la soluzione più efficace e dal rapporto costi/benefici conveniente[43].

1.6 L'acqua in agricoltura: le tecniche di uso sostenibile della risorsa

Utilizzando mediamente circa il 70% delle risorse idriche disponibili, il settore produttivo più influenzato dalla scarsità di risorsa è quello agricolo. A livello mondiale, ciò costituisce un problema non solo ambientale ma anche sociale ed economico, poiché influisce sulla sicurezza alimentare (*food security*)[44] e quindi sul sostentamento delle popolazioni, nonché sul settore economico, specialmente nei paesi in cui l'agricoltura costituisce la primaria fonte di reddito. L'agricoltura, d'altra parte, contribuisce anche al degrado qualitativo della risorsa, soprattutto a causa dell'uso di composti chimici e dell'eventuale infiltrazione di questi negli acquiferi.

Il primario utilizzo dell'acqua in agricoltura è quello irriguo. L'irrigazione è infatti necessaria in tutte le zone del pianeta in cui le acque meteoriche non forniscono la quantità necessaria di acqua alla pianta, o con la necessaria continuità; l'irrigazione è dunque una pratica agricola che serve, principalmente, a fornire alla coltura, e in particolare al suo apparato radicale, l'acqua necessaria allo sviluppo della stessa nel caso in cui le precipitazioni non soddisfino tale bisogno. Questo tipo di funzione dell'irrigazione è detta umettante. Esistono poi anche altri scopi per cui praticare l'irrigazione di una coltura, come la termoregolazione (cioè la regolazione delle condizioni termiche della coltura), il dilavamento (cioè l'asporto dei sali eccessivamente presenti sul terreno attraverso l'impiego di una quantità d'acqua superiore al necessario) o per fertilizzare la coltura. L'irrigazione fertilizzante può essere:

---

43 http://www.fao.org/ag/magazine/0704sp4.htm

44 "*Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life*." World Summit on Food Security, *Declaration of the World Summit on Food Security,* Rome, 16-18 novembre 2009.

- correttiva, se ha lo scopo di migliorare le caratteristiche fisico-chimiche del terreno;
- ammendante, se ha lo scopo di migliorarne le caratteristiche fisico-meccaniche;
- concimante, se ha lo scopo di apportare alla pianta sostanze concimanti, o anticrittogamiche o antiparassitarie. L'irrigazione concimante è anche detta *fertirrigazione*.

L'acqua fornita alla pianta va incontro ad un doppio processo detto **evapotraspirazione**. Si tratta di un fenomeno naturale dato dalla combinazione di due processi tra loro correlati. Il primo di essi è la traspirazione vegetale: l'acqua assorbita dalle radici viene in parte persa in atmosfera sotto forma di vapore attraverso, principalmente, l'apparato fogliare. La traspirazione dipende da vari fattori: climatici, caratteristiche del terreno, tipo di coltura. L'evaporazione, invece, riguarda l'acqua contenuta nel suolo, che è persa sotto forma di vapore; anche su questo processo influiscono fattori vari: caratteristiche del terreno e del clima, copertura fogliare, etc. A causa della difficoltà nel distinguere l'acqua persa per evaporazione dall'acqua persa per traspirazione, i due fenomeni, che avvengono simultaneamente ma con intensità diversa a seconda, ad esempio, della fase della stagione agricola, vengono spesso unificati sotto il nome di evapotraspirazione (ET).

L'evapotraspirazione si misura in mm (volume di acqua/superficie analizzata) e si inserisce in un quadro fenomenologico più ampio: essa contribuisce infatti al **bilancio idrologico** del suolo, cioè all'equilibro tra gli apporti e le perdite che caratterizzano il terreno:

$$Irr + Apporti\ naturali = ETR + Perdite$$

Tale equazione esprime in maniera fortemente semplificata l'uguaglianza tra i volumi di acqua affluenti al suolo e l'acqua che il suolo "perde" a causa dei processi meccanici, chimici e fisici di interazione tra acqua, suolo e atmosfera. I singoli termini, relativi ad un dato periodo di tempo e misurati in mm, rappresentano:

- Irr è l'acqua somministrata per irrigazione (dotazione irrigua);
- gli Apporti naturali comprendono:
  - le precipitazioni;
  - la risalita della falda e acqua trattenuta dal terreno;

- ETR è la suddetta evapotraspirazione reale[45];
- le Perdite comprendono:
    - l'acqua infiltratasi nel terreno e percolata in falda o comunque allontanatasi dall'area in analisi;
    - l'acqua defluita in superficie (*runoff*) non infiltratasi.

Il fabbisogno irriguo di una coltura è, quindi, pari alla differenza tra l'evapotraspirazione reale e quella quota parte degli apporti naturali che non si allontana dal suolo. Supponendo, per semplicità, che gli unici apporti siano forniti dalle piogge, l'apporto irriguo corrisponderà alla differenza tra l'evapotraspirazione e la pioggia cosiddetta *efficace*, cioè la quantità di pioggia che rimane a disposizione nel suolo non essendosi allontanata.

In realtà, a causa delle perdite che si verificano durante l'erogazione, deve essere considerato anche il fattore η_a, cioè l'efficienza di adacquamento, che si può considerare, semplificando, come il rapporto tra l'acqua effettivamente utilizzata dalla coltura e quella erogata (volume di adacquamento specifico lordo).

L'efficienza di adacquamento varia a seconda del metodo irriguo in uso. Sinteticamente, i **metodi** irrigui più diffusi possono essere classificati nel modo seguente:

- irrigazione per espansione superficiale (Figura 13), che a sua volta si divide in:
    - irrigazione per scorrimento, in cui una lama d'acqua viene fatta scorrere sul terreno;
    - irrigazione per sommersione, in cui l'acqua sommerge il terreno ed è in quiete o in lieve movimento;
    - infiltrazione: solo una parte del terreno da irrigare è ricoperta da acqua in moto.

45 Detta anche evapotraspirazione attuale, è il risultato della interazione suolo vegetazione-atmosfera che si verifica realmente. Si distingue dall'evapotraspirazione potenziale (ETp), che invece avviene quando il contenuto idrico del suolo non costituisce fattore limitante per essa. La disponibilità d'acqua nel suolo è almeno pari alla quantità d'acqua che il sistema suolo-vegetazione-atmosfera è in grado di fare evaporare.

Figura 13: Irrigazione superficiale

Fonte: Alfredobi, Wikimedia Commons

- irrigazione localizzata o a goccia (Figura 14): la somministrazione avviene per erogazione di acqua in prossimità della pianta mediante tubazioni forate, spruzzatori o gocciolatori;

Figura 14: Irrigazione localizzata di un vigneto (2002)

Fonte: Jeff Vanuga, USDA Natural Resources Conservation Service

- irrigazione per aspersione o a pioggia (Figura 15): la somministrazione avviene per mezzo di erogatori sotto forma di pioggia;

Figura 15: Irrigatore a pioggia

Fonte: By JJ Harrison (Own work)

- irrigazione per espansione sotterranea: si procede innalzando la falda o attraverso condotti sotterranei disperdenti.

In generale, l'efficienza di adacquamento per i metodi a sommersione è molto bassa, attestandosi anche al di sotto di 0,45. Quella relativa all'irrigazione per aspersione è compresa tra 0,60 e 0,90. Infine, quella localizzata o a goccia è quella più efficiente e può raggiungere un valore di 0,95[46].

È necessario far presente che l'efficienza di uno schema irriguo non è determinata esclusivamente dall'efficienza dell'adacquamento e quindi dalla scelta del metodo di somministrazione; esistono vari coefficienti che permettono di valutare, da diversi punti di vista, l'efficacia di uno schema irriguo. Si può ad esempio, calcolare l'efficienza nel trasporto dell'acqua, tenendo conto delle perdite nel sistema di trasporto (*efficienza di trasporto*). Inoltre, un campo irrigato in maniera efficiente dal punto di vista del metodo usato può essere, per vari motivi, irrigato in maniera non uniforme (*coefficiente di uniformità*); infine, può essere più opportuno considerare anche gli altri usi dell'acqua che vengono fatti in un appezzamento agricolo, come il

46 Riva P. A. e Guadagni A. (a cura di), Manuale dell'Ingegnere Civile e Ambientale, Milano, Hoepli, 2010

fabbisogno di lisciviazione[47] o la protezione dalle gelate (*efficienza dell'irrigazione*)[48].

Tra i vari metodi per determinare quanto l'irrigazione sia efficiente, si ricorda il concetto di **Water Use Efficiency** (WUE), che esprime in generale la produzione per unità di acqua utilizzata, traspirata o evapotraspirata; la produzione può essere espressa in termini puramente economici utilizzando i prezzi di mercato della coltura utilizzata o come massa prodotta[49]. Questo tipo di definizione, però, si allontana fortemente dal concetto ingegneristico classico di efficienza, inteso come rapporto variabile tra un *output* e un *input* omogenei e variabile tra 0 e 1 (o tra 0 e 100%), assumendo a seconda dei contesti (ingegneristico, agronomico, idrologico, etc.) forme diverse. Proprio in virtù delle suddette problematiche e per sottolineare la multidisciplinarietà dell'approccio, di recente si è proposta una denominazione alternativa della WUE: **Water Productivity** (WP), definita come:

$$WP = \frac{\text{Ritorno}}{\text{Unità di acqua}}$$

Il *Ritorno* può essere la quantificazione di uno qualsiasi dei benefici apportati in agricoltura dall'utilizzo dell'acqua (massa di raccolto prodotta, misurata in kg; profitto economico; benefici sociali, come l'occupazione generata, etc.). Il denominatore può fare riferimento all'acqua evapotraspirata, quella contenuta nella pianta e gli effetti del peggioramento della qualità dell'acqua ed escludere perciò le perdite recuperabili (come il *runoff* o la percolazione profonda), oppure fare riferimento all'acqua fornita[50].

I metodi per un uso sostenibile della risorsa in agricoltura, che agiscano sulla quantità di risorsa disponibile o su quella necessaria, preservandone allo stesso tempo

---

47 Il fabbisogno di lisciviazione è la quantità aggiuntiva di acqua da somministrare alla coltura per diluire i sali presenti in maniera eccessiva nel suolo.

48 Rogers D. H, Lamm F. R. et al., *Efficiencies and losses of irrigation systems*, Kansas State University, Research and Extension Engineers, Manhattan 1997.

49 Sadras V. O., Grassini P. e Steduto P., *Status of water use efficiency in main crops - SOLAW Background Thematic Report - TR07*, FAO.

50 Hamdan I., Oweis T. e Hamdallah G. (eds.). *AARINENA Water Use Efficiency Network: Proceedings of the Expert Consultation Meeting.* Aleppo, Syria : ICARDA, Aleppo, Syria, 26-27 November 2006. p. iv + 244.

la qualità, sono vari. Le società e le culture del globo hanno parzialmente sviluppato una capacità di adattamento all'aggravarsi della crisi idrica (verificatasi anche alla luce degli effetti dei cambiamenti climatici) che ha permesso loro di sfruttare, quando possibile, le risorse disponibili mediante sia interventi locali che istituzionali, sia tecnologici che economici. Tuttavia, allo stato attuale vi è un ampio margine di miglioramento. Queste considerazioni hanno condotto alle cosiddette **Good Agricultural Practices** (GAP). Si tratta di una serie di codici, norme, standard, sviluppate da organizzazioni internazionali, governative, ONG, centri di ricerca, relative al settore agricolo e aventi lo scopo di garantire la sostenibilità ambientale, economica e sociale della produzione e della post-produzione agricola. Esse comprendono un'ampia varietà di indicazioni in merito, ad esempio, alla gestione delle acque, del suolo, della catena alimentare, del consumo energetico, della sicurezza. A titolo di esempio si ricordano i principi delle GAP definite dalla FAO (*Food and Agriculture Organization*)[51] in fatto di acqua. La FAO identifica come GAP, tra le altre, quelle che garantiscono:

- corretta gestione della risorsa, con minimizzazione delle perdite improduttive;
- corretta gestione dei livelli di falda;
- tecniche di monitoraggio dei suoli e delle colture;
- tecniche di programmazione dell'irrigazione e di prevenzione della salinizzazione dei suoli, etc.[52].

Si riportano nel seguito, per sommi capi, soltanto alcune delle strategie attuabili in agricoltura in regimi di scarsità idrica. Esse comprendono sia interventi infrastrutturali e tecnologici, sia cambiamenti nelle politiche a grande scala e nelle strategie nazionali.

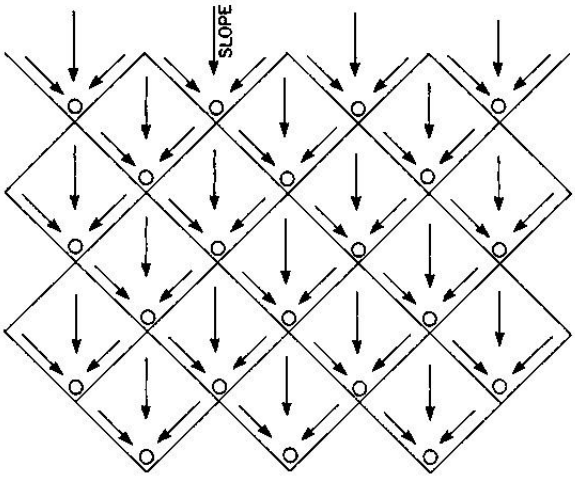
A. L'aumento di acqua disponibile per irrigazione può essere effettuato a grande scala, mediante la costruzione di **dighe**, o a scala di singola azienda/appezzamento, mediante tecniche decentralizzate di raccolta di acqua di fiume (**water harvesting**) mediante piccoli sbarramenti. Il *water harvesting* può contribuire sostanzialmente all'aumento di offerta di acqua, rendendo disponibili risorse che andrebbero altrimenti perse per *runoff*, causando, peraltro, erosione dei suoli. Le tecniche di *water harvesting*

51 Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura.

52 http://www.fao.org/prods/GAP/home/principles_2_en.htm

consistono nella raccolta in aree concentrate delle acque di precipitazione. Tecniche di accumulo di acqua erano usate già nell'antichità, agli albori dello sviluppo agricolo, quando, in Medio Oriente, l'acqua degli *uidian*[53] veniva deviata sui campi. Esistono diversi tipi di tecniche per il *water harvesting*, che possono prevedere la formazione di microbacini all'interno del campo, oppure bacini di dimensioni maggiori; la scelta della tecnica dipende da svariati fattori, tra cui la pendenza del terreno dell'area di studio, il tipo di suolo e di coltivazione. L'esempio più noto di tecnica di *water harvesting* è quella di tipo Negarim (*Nagarim microcatchment*), sviluppatasi nel deserto del Negev (Israele) ed ampliamente utilizzata nelle zone soprattutto dell'Africa subsahariana e settentrionale. Impiegata prevalentemente nelle colture arboree, ogni bacino di raccolta di tipo Negarim consiste in un area quadrata di raccolta delle acque, le quali confluiscono in una fossa in corrispondenza dell'area coltivata e quindi della pianta. Globalmente, il campo assume una conformazione simile a quella in Figura 16.

Figura 16: Layout in pianta della tecnica di water harvesting di tipo Negarim



Fonte: FAO

53 Gli *uidian* (singolare: *uàdi*) sono i letti dei corsi d'acqua tipici delle zone sahariane e subsahariane, percorsi da effettive portate d'acqua solo in caso di pioggia. Definizione tratta da www.sapere.it

Le tecniche di *water harvesting* possono costituire uno strumento semplice quanto produttivo per aree in cui vi è scarsità di acqua per l'agricoltura. Tuttavia è bene ricordare che l'efficacia di questi interventi deve essere valutata rapportandone i benefici ai costi per mantenere l'opera[54].

B. È possibile intervenire aumentando l'efficienza nell'uso dell'acqua, attraverso interventi ingegneristici, modifiche negli impianti e nelle tecniche irrigue come:
   - l'utilizzo di sistemi di **irrigazione localizzata**, più efficienti rispetto ad altre pratiche irrigue come l'irrigazione a sommersione; in generale, l'utilizzo di impianti a pressione piuttosto che a pelo libero permette una maggiore flessibilità dell'impianto e maggiori possibilità di controllo sull'uso dell'acqua, con evidenti vantaggi sulla gestione oculata della risorsa idrica;
   - il recupero dei canali irrigui attraverso il **rivestimento** in materiale cementizio, che permette di ridurre le perdite per infiltrazione; tale intervento deve però essere eseguito qualora i vantaggi nella diminuzione delle perdite risultino maggiori rispetto ai vantaggi derivanti dalla ricarica delle falde acquifere per infiltrazione di acqua irrigua;
   - l'aumento della **Water Productivity (WP)** attraverso un più favorevole bilancio di utilizzo dell'acqua da parte delle piante, massimizzando la quantità di acqua utilizzata in maniera produttiva dalla pianta e minimizzando quella persa per evaporazione; questo obiettivo viene raggiunto attraverso una combinazione di oculate strategie, controllo dell'uso dell'acqua ed, eventualmente, utilizzo di biotecnologie e delle tecniche di miglioramento genetico delle specie vegetali;
   - la messa in pratica di **strategie di gestione** dell'irrigazione come la *deficit irrigation* (DI), che permette la massimizzazione dell'efficienza nell'uso dell'acqua di irrigazione, eliminando le quantità di acqua fornita alla coltivazione che non forniscono apporto sostanziale, permettendo - a fronte di una lieve riduzione della resa del raccolto - l'utilizzo dell'acqua risparmiata per altre colture deficitarie[55].

---

54 FAO, Committee of Agriculture, *Agriculture and Water Scarcity: a Programmatic Approach to Water Use Efficiency and Agriculture Productivity*, Roma 25-28 aprile 2007.

55 FAO, *Deficit Irrigation Practices*, 2002.

C. I grandi impianti irrigui, spesso pensati e finanziati dalle istituzioni nei decenni scorsi per favorire l'occupazione e diminuire la povertà, risultano inadeguati alla luce del nuovo rapporto offerta/domanda, a causa della maggiore competizione tra gli utilizzatori della risorsa; è necessario quindi ripensare la **progettazione dei grandi impianti**, focalizzando l'attenzione non solo sugli effetti sul raccolto, ma anche sulle accresciute necessità dei contadini e sui benefici che un sistema irriguo apporta al sistema naturale, essendo parte integrante del bilancio idrologico (si pensi, ad esempio, ai benefici che un uso oculato della risorsa acqua a grande scala può avere sulla ricarica degli acquiferi sovrasfruttati)[56].

D. Le **politiche nazionali** sono fondamentali nello sviluppo di tecnologie più adeguate. Gli Enti nazionali per l'Agricoltura devono fornire informazioni precise sull'utilizzo delle acque in agricoltura, concertando il proprio operato con quello di altre agenzie, come quelle ambientali. Inoltre, l'approccio delle misure attuate deve essere orientato alla gestione della domanda più che dell'offerta, mediante sistemi flessibili che tendano a soddisfare i bisogni dell'utente piuttosto che tentare di massimizzare l'offerta[57]. Altri interventi a grande scala comprendono:
   - utilizzo di colture economicamente più redditizie per unità di acqua irrigata;
   - investire nell'agricoltura alimentata dalle precipitazioni; questa soluzione non è sempre attuabile nelle aree semi-aride, in cui i periodi di siccità possono avere effetti devastanti sulla produzione;
   - intervenire sull'impronta idrica del paese, attraverso la riduzione delle perdite durante il processo di raccolta, trasporto, imballaggio etc. cui sono soggetti i raccolti.

Infine, le tecniche sostenibili per ovviare ai problemi di scarsità idrica comprendono anche quelle di aumento della disponibilità di acqua facendo uso anche delle cosiddette **fonti "non convenzionali"**, cioè acque di drenaggio, acque reflue trattate e acque saline.

---

56 FAO, Committee of Agriculture, *Agriculture and Water Scarcity: a Programmatic Approach to Water Use Efficiency and Agriculture Productivity*, Roma 25-28 aprile 2007.

57 Ibidem.

1.6.1 L'utilizzo di acque reflue in agricoltura

La produzione di **acque reflue** da parte degli insediamenti umani, agglomerati urbani ed industriali costituisce, come già accennato, una questione sanitaria ed ecologica, specialmente nelle grandi città dei PVS. Considerate le proiezioni di aumento della popolazione dei PVS, di incremento del consumo pro-capite di acqua, e i processi di urbanizzazione che accresceranno le dimensioni e le pressioni esercitate dai grandi agglomerati urbani, la situazione è destinata a peggiorare nel prossimo futuro. Tuttavia, sotto determinate condizioni, le acque reflue opportunamente trattate possono costituire una risorsa e un'opportunità: in agricoltura, in particolare, la presenza di nutrienti (fosforo, potassio e azoto) nei reflui le rende particolarmente adatte all'utilizzo sui campi, per la naturale capacità fertilizzante dei nutrienti stessi.

Esse sono infatti ampiamente utilizzate soprattutto nei PVS in cui la scarsità idrica dell'area si combina con la crescente richiesta di cibo da parte degli agglomerati urbani in espansione a carico delle zone agricole urbane e periurbane; tuttavia esistono, al momento, pochi dati sull'effettivo uso di acque reflue in agricoltura a livello mondiale. In particolare, esistono poche informazioni sull'utilizzo di reflui parzialmente o non trattati, che secondo le stime irrigano il 7% delle terre arabili sul globo[58]; tale utilizzo, benché diffuso, viene nella maggior parte dei casi attuato a livello «informale», non ufficialmente riportato.

L'utilizzo di tali liquami, però, non deve prescindere da un contesto normativo: l'utilizzo in agricoltura di acque con le caratteristiche dei reflui non può essere praticato in maniera incontrollata, a causa dei **rischi** che esso comporta. *In primis*, esistono rischi per la salute umana, dovuti all'alta concentrazione di organismi patogeni, oltre alla presenza di metalli pesanti, che possono introdursi nella catena alimentare, e residui farmaceutici. Nonostante la positiva presenza di fertilizzanti naturali, inoltre, le acque reflue possono risultare dannose per il raccolto: in taluni casi possono portare ad una riduzione della produzione o a fenomeni di tossicità sulle piante. Analogamente, in caso di maggiore salinità, le acque reflue possono modificare la struttura dei suoli, diminuendone la produttività; anche gli acquiferi, a

58 Liebe J., Ardakanian R., Sewilam H., UNW-DPC, cordianti da UN-Water Decade Programme on Capacity Development, *Proceedings of the UN-Water project on the Safe Use of Wastewater in Agriculture*, 2013.

lungo termine, possono risentire dell'eccessiva salinità e della presenza dei nutrienti. Dal punto di vista ecologico, se drenanti in corpi idrici chiusi, le acque reflue di irrigazione possono causare fenomeni di eutrofizzazione[59] nel corpo idrico ricevente[60].

Per definire i limiti e le modalità entro le quali il riuso delle acque reflue non costituisce rischio per la salute umana, l'OMS ha realizzato delle linee guida. In queste, si propongono le seguenti misure preventive per il controllo del rischio sanitario:

1) restrizioni sul tipo di coltura (**restricted irrigation**): consiste nell'utilizzo di reflui soltanto per determinate categorie di piante:
   a) piante non destinate al consumo (e.g. cotone, piante per la produzione di biodiesel);
   b) piante che verranno sottoposte a trattamento (e.g. grano);
   c) piante da consumare previa cottura (e.g. riso).
2) scelta del **metodo irriguo**: alcuni metodi, come quelli a sommersione, presentano il massimo rischio per gli agricoltori e le loro famiglie; l'irrigazione localizzata minimizza tali rischi. Una ulteriore accortezza può essere quella di cessare l'irrigazione una-due settimane prima del raccolto per favorire l'eliminazione dei microorganismi; essi infatti, nel periodo tra l'ultima irrigazione e il consumo, si disperdono diminuendo il rischio di contaminazione per l'utente.
3) **lavaggio** del raccolto: effettuato vigorosamente con acqua, soluzioni disinfettanti o con detergenti, permette l'allontanamento dei patogeni, in quantità dipendenti dal tipo di coltura. Tali pratiche devono essere promosse attraverso programmi di educazione all'igiene per informare l'utente o chi si occuperà di lavare e pelare il prodotto.

---

59 Il termine «eutrofizzazione» indica l'eccesso di sostanze nutrienti in un corpo idrico, che può dare origine a proliferazione di alghe, che ricoprono superficie dello stesso; queste impediscono l'ingresso della luce e l'ossigenazione delle acque, determinando condizioni sfavorevoli per la vita della flora e della fauna acquatiche.

60 Hussain I.; L. Raschid; M. A. Hanjra; F. Marikar; W. van der Hoek. 2002. *Wastewater use in agriculture: Review of impacts and methodological issues in valuing impacts. (With an extended list of bibliographical references)*. Working Paper 37. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

4) **pratiche igieniche** e protezione dei lavoratori: gli agricoltori devono essere dotati di indumenti protettivi e deve essere permesso loro l'accesso ad acqua pulita; anche ai consumatori finali sono consigliate pratiche igieniche domestiche rigorose. Devono essere previsti programmi di informazione ed eventuali interventi di immunizzazione.
5) **trattamento** delle acque reflue: le acque da utilizzare possono essere sottoposte a vari tipi di trattamenti. Si possono utilizzare metodi a lunghi tempi di ritenzione come vasche di stabilizzazione, bacini di ritenzione e trattamento e zone umide artificiali; in alternativa, si può optare per metodi ingegneristici tradizionali, a minori tempi di ritenzione, che effettuano un trattamento primario con eliminazione dei solidi per sedimentazione, un trattamento secondario per la biodegradazione della sostanza organica, ed eventualmente trattamento terziario, se necessario. Per semplicità di utilizzo e costi minori, la prima opzione è quella più opportuna nei PVS, nonostante comporti maggiori tempi di ritenzione. L'utilizzo di acque reflue non trattate è tuttora praticato in molte regioni del mondo, laddove vi sono carenze infrastrutturali od economiche; è consigliato effettuare almeno un trattamento minimo mediante vasche anaerobiche e facoltative o trattamento primario avanzato con filtrazione granulare atto a raggiungere gli standard di qualità minimi[61].

61 WHO, *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture*, 2006.

2. IL BACINO DEL MEDITERRANEO: AMBIENTE E RISORSE IDRICHE

Il bacino del Mediterraneo è stato, sin dagli albori della civiltà, culla di sviluppo tecnologico, sociale ed economico. Alla naturale complessità della sua struttura, alla varietà di ecosistemi che caratterizzano le coste e le acque del Mare Nostrum, si aggiunge l'impatto umano: nel corso dei secoli la pressione demografica e l'utilizzo intensivo delle risorse ne hanno plasmato i territori.

Il Mar Mediterraneo è un mare intercontinentale, semichiuso, su cui si affacciano territori appartenenti ai continenti europeo, asiatico e africano (Figura 17). A nord, il Mar Mediterraneo è delimitato dalle penisole iberica, italiana e balcanica; ad est dall'Anatolia e a sud dal Maghreb. Esso è inoltre collegato:

- all'Oceano Atlantico, attraverso lo Stretto di Gibilterra;
- al Mar Rosso, attraverso il Canale di Suez;
- al Mar Nero, attraverso lo stretto dei Dardanelli, il Bosforo e il Mar di Marmara.

Il bacino del Mediterraneo è diviso dal canale di Sicilia in un Bacino Orientale, che comprende il Mare Egeo, il Mar Ionio e il Mar di Levante, e un Bacino Occidentale, che comprende il Mar Ligure, il Mar Tirreno, il Mare delle Baleari e il Mare di Alborán.

Figura 17: Mar Mediterraneo

Fonte: Google Earth

Dal punto di vista della sua storia geologica, il bacino del Mediterraneo si è originato per interazione delle placche Euroasiatica e Africana. Le due placche, incontrandosi, hanno dato luogo ad un complesso sistema di bacini che ha dato poi forma al Mar Mediterraneo. I moti tettonici dell'area hanno creato un complesso sistema geografico, le cui coste sono costituite perlopiù da formazioni rocciose, ad esclusione delle pianure costiere e delle foci dei grandi fiumi.

Sul Mediterraneo si affacciano in totale i seguenti paesi: Albania, Algeria, Bosnia e Erzegovina, Cipro, Croazia, Egitto, Francia, Gibilterra, Grecia, Israele, Italia, Libano, Libia, Malta, Marocco, Monaco, Montenegro, Spagna, Palestina, Siria, Slovenia, Tunisia e Turchia. Al 2010, la **popolazione** dei paesi del Mediterraneo si attesta attorno ai 276 milioni. Le stime dell'UNDESA prevedono un aumento fino a 529 milioni di individui nel 2025, di cui ben 174 milioni residenti sulla costa. Le maggiori densità di popolazione sono ravvisabili nella zona sud del Mediterraneo, dove raggiungono i 1000 individui per km^2 della zona al delta del Nilo. Oltre ad un generale aumento demografico, si è verificato negli ultimi decenni un forte fenomeno di urbanizzazione, particolarmente evidente nelle zone orientali. La percentuale di urbanizzazione nel bacino del Mediterraneo è aumentata dal 45% al 66% tra il 1970 al 2010[62]. Questo scenario denota, allo stato attuale, forti impatti antropici concentrati soprattutto sulle coste, a causa della densità di popolazione residente e turistica e dell'antropizzazione del territorio conseguente, nonché dell'urbanizzazione. Tale situazione, considerate le stime, è destinata a peggiorare, aggravando le problematiche ambientali, sociali ed economiche dell'area.

Per quanto riguarda il **clima**, gran parte delle coste del bacino Mediterraneo è caratterizzata dal clima omonimo. Il clima mediterraneo caratterizza anche altre zone del globo (come la California) e nella classificazione di Köppen[63] corrisponde ai climi *Cs*, cioè climi temperati delle medie latitudini con inverni umidi ed estati calde e secche.

---

62 UNEP/MAP: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012.

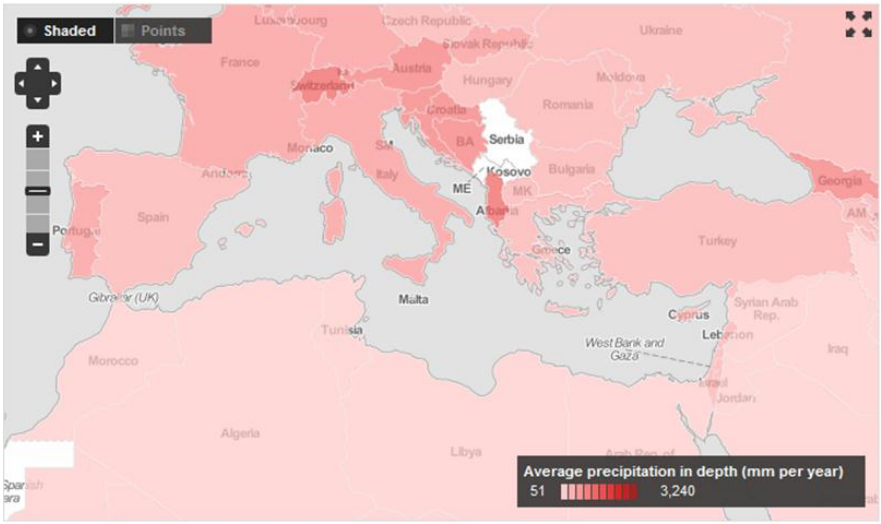
63 Classificazione elaborata dallo scienziato tedesco Wladimir Köppen; consiste nella suddivisione delle terre del globo in 5 macro-tipologie climatiche definite da una lettera maiuscola; a loro volta esse si suddividono in ulteriori sottocategorie definite, solitamente, da una seconda ed eventualmente terza lettera, minuscole. Per ulteriori dettagli consultare il sito http://www.britannica.com/EBchecked/topic/322068/Koppen-climate-classification.

Il clima Cs può essere a sua volta suddiviso in due sottotipi:

- *Csa*, caratterizzato da estati molto calde, e che caratterizza gran parte delle coste che si affacciano sul Mediterraneo;
- *Csb*, caratterizzato da estati più tiepide.

Nonostante le caratteristiche comuni, sussiste una differenza in termini di temperatura e precipitazione (Figura 18) tra i paesi della sponda nord e quelli della sponda sud-est del Mar Mediterraneo.

Figura 18: Precipitazioni medie annuali nel bacino del Mediterraneo

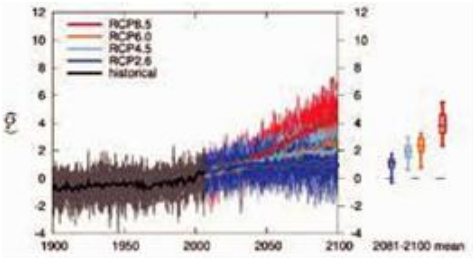


Fonte: World Bank

Il bacino del Mediterraneo è stato soggetto e, alla luce degli studi recenti, continuerà ad esserlo, agli effetti dei **cambiamenti climatici**. Le figure seguenti, riportate nell'Atlante delle proiezioni climatiche globali e regionali del Quinto Rapporto di Valutazione (AR5) del 2013[64], a cura dell'IPCC, sintetizzano l'andamento nel corso del XX secolo e le stime future secondo più modelli delle temperature e delle precipitazioni nella zona del Sud Europa e Mediterraneo.

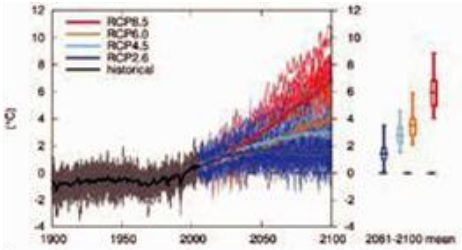
64 IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp..

Figura 19: Variazioni di temperatura Sud Europa/Mediterraneo (dicembre-febbraio)



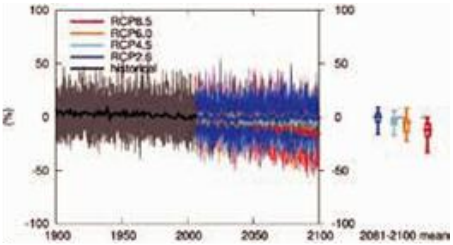
Fonte: IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Figura 20: Variazioni di temperatura Sud Europa/Mediterraneo (giugno-agosto)



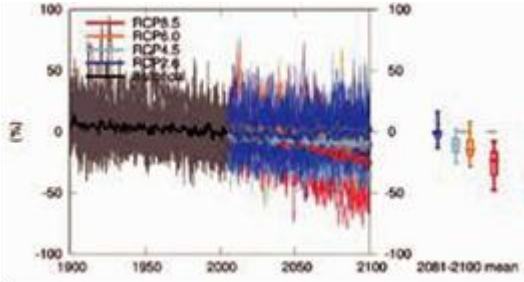
Fonte: IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Figura 21: Variazioni delle precipitazioni (%) Sud Europa/Mediterraneo, (ottobre-marzo)



Fonte: IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Figura 22: Variazioni delle precipitazioni (%) Sud Europa/Mediterraneo, aprile-settembre



Fonte: Fonte: IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group Ito the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Osservando le Figure 19-22, si può notare:

- un incremento di temperatura e una diminuzione delle precipitazioni basata su dati storici (linea nera);
- un incremento di temperatura e una diminuzione delle precipitazioni prevista dai modelli climatici regionali (RCM, *Regional Climate Models*).

Tra gli impatti che il cambiamento climatico avrà sulla disponibilità di risorsa idrica, l'IPCC prevede per le zone subtropicali, ed in particolare per il Mediterraneo, una diminuzione delle piogge. Presume inoltre un aggravarsi dei fenomeni di siccità in termini di intensità e frequenza e un aumento delle giornate calde[65].

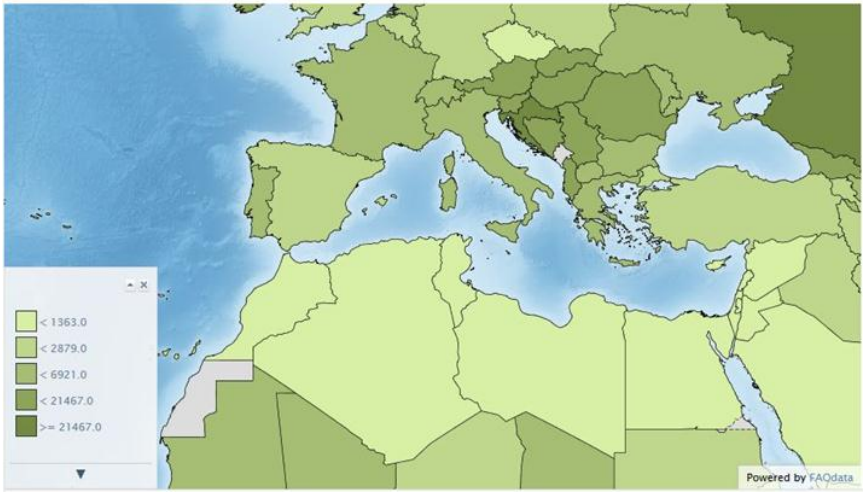
Secondo uno studio di UNEP/MAP (*United Nations Environmental Programme/Mediterranean Plan Action*)[66] del 2004, l'area mediterranea dispone del 3% delle **risorse idriche** del pianeta, pur ospitando più del 7% della popolazione. Della risorsa totale, inoltre, solo una parte è disponibile in maniera continua ed è

65 Ibidem.

66 L'UNEP è il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente, mentre il MAP è un organismo di cooperazione regionale che coinvolge 21 paesi che si affacciano sul Mediterraneo, oltre all'Unione Europea, con l'obiettivo di realizzare il "Piano di Azione per la Tutela Ambientale del Mediterraneo" redatto nel 1976. Attraverso il MAP, gli Stati firmatari della Convenzione di Barcellona e i suoi Protocolli si impegnano a fare quanto è nelle loro possibilità per la protezione dell'ambiente marino mediterraneo, favorendo la realizzazione di piani regionali e nazionali di sviluppo eco-sostenibile. Per maggiori dettagli sull'argomento si rimanda al sito ufficiale http://www.unepmap.org/.

effettivamente sfruttabile. Mediamente, le risorse ammontano a più di 1000 km^3 di acqua dolce per anno (per i 2/3 superficiale e per il resto sotterranea), ma sussiste una fortissima differenza tra paese e paese[67], ed in particolare, tra i paesi a nord del bacino Mediterraneo e quelli a sud-est dello stesso, che riflette la disparità in termini di precipitazioni; i paesi della costa nord forniscono il 71% circa delle risorse rinnovabili, a fronte del 20% e 9% del Vicino Oriente e Nord Africa. Per esempio, i paesi balcanici dispongono di risorse svariate volte superiori a quelle delle coste del Vicino Oriente o del Nord Africa[68]. Dall'osservazione della mappa tematica (Figura 23) si nota come la maggiore disponibilità di risorse idriche dei bacini dei paesi a nord del Mediterraneo si rifletta anche sulle disponibilità pro-capite: la disponibilità idrica di acqua rinnovabile pro-capite annuale varia dai circa 24000m^3/(ab·anno) della Croazia ai 108 m^3/(ab·anno) circa della Libia[69].

Figura 23: Disponibilità di acqua rinnovabile per abitante (m3/(ab*anno))



Fonte: FAO-AQUASTAT

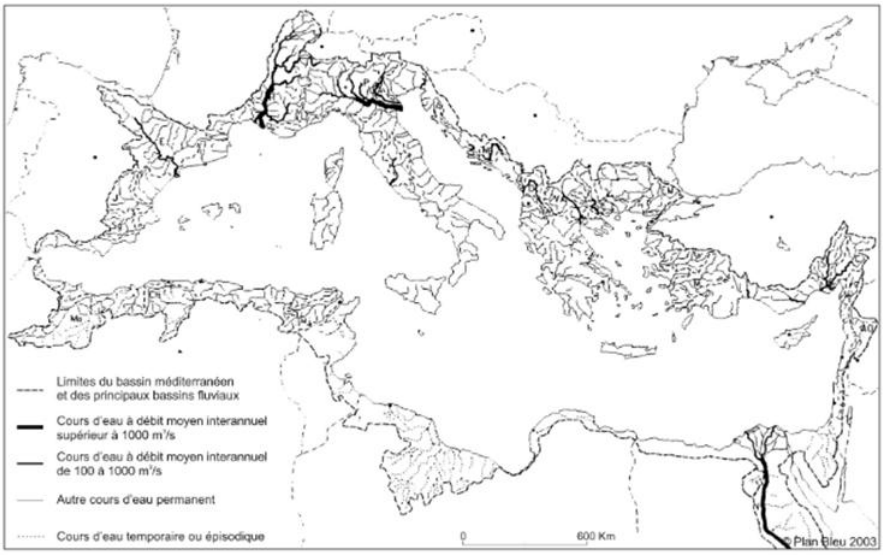
67 I paesi considerati sono: Spagna, Italia, Francia, Monaco, Albania, Cipro, Malta, Tunisia, Marocco, Algeria, Grecia, Turchia, Croazia, Israele, Siria, Libano, Territori Palestinesi, Egitto, Libia, Slovenia, Bosnia-Erzegovina, Montenegro.

68 PNUE/PAM/PLAN BLEU: *L'eau des Méditerranéens: situation et perspectives*. No. 158 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE/PAM, Athènes, 2004.

69 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/globalmaps/World-Map.TRWR.cap_eng.htm

Per quanto riguarda il **reticolo idrografico**, costituito dai fiumi che apportano contributo al Mar Mediterraneo e dai loro affluenti, esso è costituito perlopiù da piccoli e frammentati corsi d'acqua. I sei fiumi che apportano maggiore portata annuale media sono l'Ebro, il Rodano, il Po, il Drin (insieme al Boiana), la Narenta e il Nilo (Figura 24). A proposito di quest'ultimo è bene fare una precisazione. Idrograficamente parlando, il bacino del Nilo è parte del bacino del Mediterraneo; tuttavia, nella pratica, si tende a considerarne solo la parte compresa nei territori egiziani (praticamente a nord della diga di Assuan), essendo molto limitati e quindi trascurabili, a fronte di un'area di drenaggio totale molto estesa. Esso viene quindi, almeno in parte, considerato indipendente dal Mediterraneo[70].

Figura 24: Corsi d'acqua afferenti al Mediterraneo



Fonte: PNUE/PAM/PLAN BLEU: *L'eau des Méditerranéens: situation et perspectives* 2004

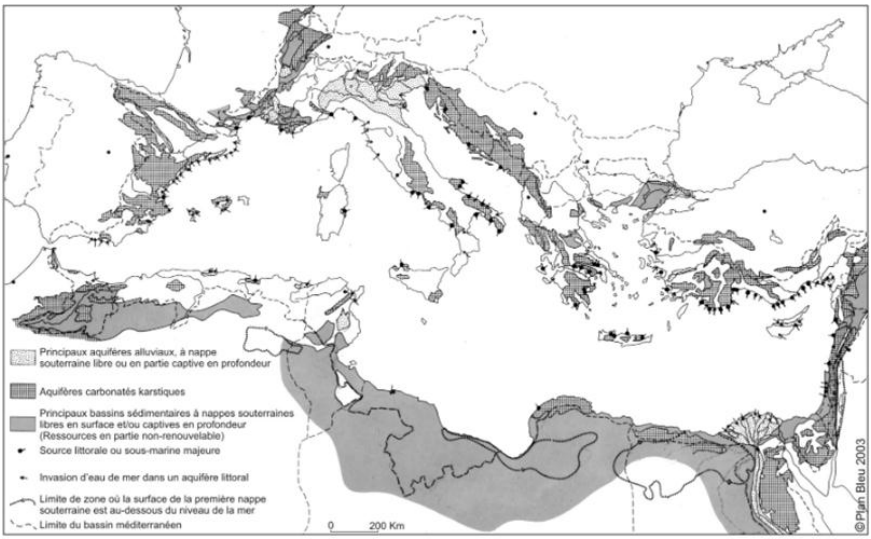
I corsi d'acqua sono anche soggetti a forti variabilità temporali. Infatti, per le caratteristiche del territorio, le portate di magra sono spesso solo una minima frazione di quelle dei mesi più piovosi, eccezion fatta per alcuni casi particolari come le zone alpine o il Nilo. Nelle zone aride del sud, si formano corsi d'acqua tipici detti

70 Ibidem.

uidian, interessati dal flusso d'acqua solo in caso di precipitazione. Sussiste inoltre una differenza tra anni più o meno piovosi, che aggrava ulteriormente la tendenza dei bacini mediterranei alla siccità.

Per quanto riguarda le risorse sotterrane, gli acquiferi, specialmente al nord, contribuiscono al deflusso di base dei fiumi, garantendone la perennità (continuità del flusso durante le stagioni); nelle zone aride e semi-aride le falde sono alimentate da fenomeni di inondazione di corsi d'acqua soprattutto temporanei. Nel bacino del Mediterraneo sono diffuse tre tipologie principali di acquiferi: acquiferi carsici[71], acquiferi alluvionali[72] e acquiferi da formazioni sedimentarie; questi ultimi comprendono i cosiddetti «acquiferi fossili», cioè acquiferi poco o non collegati con l'esterno, in cui le acque possono rimanere "intrappolate" per ere geologiche (Figura 25).

Figura 25: Acquiferi del bacino del Mediterraneo



Fonte: PNUE/PAM/PLAN BLEU: *L'eau des Méditerranéens: situation et perspectives* 2004

71 Il carsismo è il fenomeno di dissoluzione di rocce, perlopiù carbonatiche, ad opera dell'acqua; quest'ultima scava cavità e condotti nel suolo, dando luogo ad acquiferi.

72 Gli acquiferi alluvionali sono acquiferi generati dal deposito di materiale trasportato dai fiumi.

Alla luce di quanto sinteticamente esposto, emergono le peculiarità che caratterizzano il bacino del Mediterraneo e che lo rendono una zona di particolare interesse nello studio delle problematiche legate all'acqua. Non è tuttavia semplice trattare la tematica. L'area Mediterranea, infatti, seppur occupando una superficie relativamente ristretta, è caratterizzata da complessità e variabilità sia dal punto di vista geografico, che climatico, che idrologico, nonché da diversissime situazioni sociali, politiche, ed economiche. Esso è un territorio variegato, che si inserisce come "tramite" tra aree fra loro diversissime da tutti i punti di vista (il Nord Europa, l'Africa Sahariana e Subsahariana e l'Oriente).

È stata evidenziata innanzitutto, la tendenza del bacino Mediterraneo a fenomeni di siccità, o, più in generale, a forti differenze tra le stagioni piovose e quelle secche. Ovviamente tale condizione rende la risorsa idrica non disponibile in maniera continua. In più, la situazione risulta ancor più difficile in alcune zone, perlopiù appartenenti alla regione MENA (*Middle East and North Africa*)[73], laddove la precipitazione, oltre che incostante, è generalmente poco intensa. Ciò è confermato dalla mappa in Figura 26 con leggenda in Figura 27, che rappresenta la situazione di sfruttamento della risorsa nel bacino del Mediterraneo. È infatti rappresentato in gradazioni di giallo/ocra il *Water Exploitation Index*, pari al rapporto percentuale tra il volume di risorsa idrica estratta e il volume di risorsa idrica disponibile, relativo al decennio 2000-2010[74].

Osservando la figura, si può notare come esso sia fortemente variabile geograficamente, oscillando tra valori molto bassi nei paesi balcanici e raggiungendo valori superiori all'80% specialmente nell'area MENA, dove si verificano anche fenomeni di grave desertificazione.

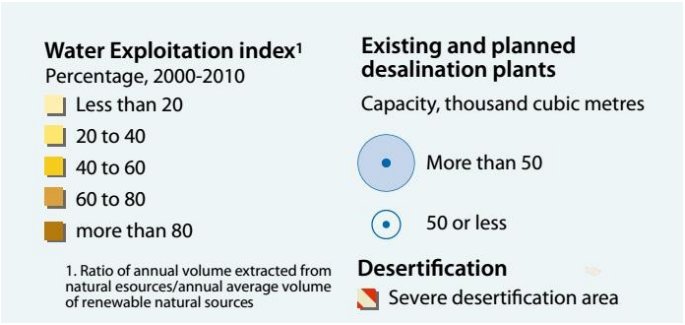
73 Medio Oriente e Nord Africa.

74 UNEP/MAP: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012.

Figura 26: Mappatura del Water Exploitation Index nel bacino del Mediterraneo

Fonte: UNEP/MAP: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012

Figura 27: Leggenda relativa a Figura 26



Fonte: UNEP/MAP: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012

Infine, sono stati delineati i tratti generali dell'evoluzione futura della situazione odierna: il cambiamento climatico e l'incremento di popolazione saranno i fattori che peggioreranno le attuali condizioni di disponibilità e sfruttamento della risorsa nel bacino del Mediterraneo, favorendo la siccità e l'aridità e incrementando le pressioni

antropiche sulla risorsa. Come preannunciato da numerosi studi, la situazione si prospetta molto grave, in particolare, per i paesi MENA. Si riporta, a titolo di esempio, uno dei risultati di uno studio commissionato dalla Banca Mondiale sul futuro dell'acqua su tutta la regione MENA (Figura 28) [75].

Figura 28: Variazione delle risorse idriche rinnovabili totali annuali tra il 2010 e il 2050 (%)

Fonte: Immerzeel W. et al., commissionato dalla World Bank, (World Bank Task Leader: Bekele Debele Negewo), *Middle East and North Africa Water Outlook*. s.l., aprile 2011

2.1 Tunisia

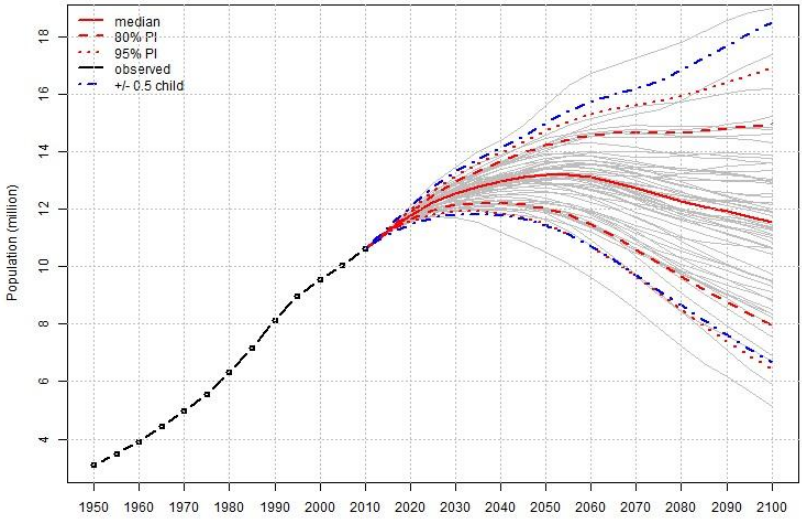
La Tunisia è uno Stato nordafricano che si affaccia sul Mediterraneo a nord e confina con l'Algeria ad ovest e con la Libia a sud ed est. Si estende per un area pari a 164000 km^2 tra i 30° e i 38°N di latitudine e tra i 7° e i 12° E di longitudine, presentando uno sviluppo costiero di circa 1200 km.

In Figura 29 si riporta l'andamento dei dati storici e delle proiezioni relative alla popolazione tunisina. Si denota un incremento demografico previsto almeno fino al 2050, seppur con tasso minore rispetto a quello degli scorsi decenni[76].

75 Immerzeel W. et al., commissionato dalla World Bank, (World Bank Task Leader: Bekele Debele Negewo), *Middle East and North Africa Water Outlook*. s.l., aprile 2011.

76 http://esa.un.org/unpd/ppp/Figures-Output/Population/PPP_Total-Population.htm

Figura 29: Popolazione tunisina. Dati storici e proiezioni



Fonte: Probabilistic Population Projections
basati sulle World Population Prospects: The 2012 Revision

Le zone a nord-ovest comprendono parte della formazione montuosa dell'Atlante, che si estende poi verso ovest nei territori marocchini e algerini. A nord-est, il territorio è pianeggiante, caratterizzato da pianure costiere. A sud si trovano pianure desertiche afferenti alla fascia nord del deserto del Sahara (Figura 30). Secondo dati del 2012, le zone arabili ammontano a 2839000 ettari e il 32% circa del territorio è coltivato[77].

77 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

Figura 30: Immagine satellitare dei territori tunisini

Fonte: Google Earth

Dal **punto di vista climatico**, la zona nord ha un clima di tipo mediterraneo, nelle zone centrali e meridionali predominano il clima semi-arido e arido[78]. Per quanto riguarda le precipitazioni e le temperature medie, i risultati dell'analisi delle serie storiche sono riportati nelle Figure 31-34. Si possono notare delle variazioni in termini sia di temperatura, con innalzamento delle temperature medie, sia di precipitazione, con variazioni nel regime pluviometrico[79].

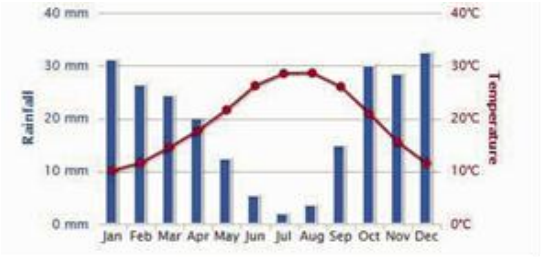
Figura 31: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1900-1930

Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

78 http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/field/Wheat/africa/tunisia/tunisiaagec.htm

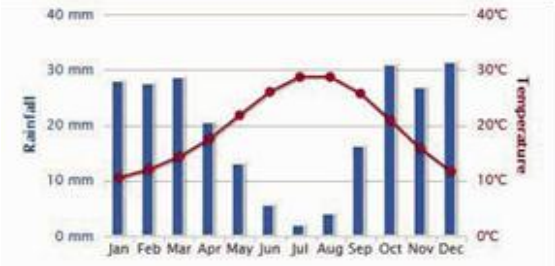
79http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Africa&ThisCCode=TUN#

Figura 32: Temperature e precipitazioni mensili sul periodo 1930-1960



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Figura 33: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1960-1990



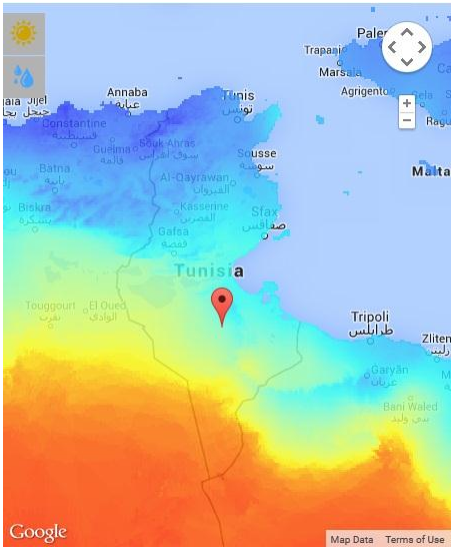
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Figura 34: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1990-2009

Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Data la presenza di più regimi climatici sui territori tunisini, è bene tenere in considerazione non solo i valori mediati sul territorio, ma anche la loro distribuzione spaziale. Come evidente in Figura 35, in cui è riportata la mappa che rappresenta la distribuzione delle piogge medie annuali in Tunisia, il regime pluviometrico, almeno in termini di volumi annuali, è molto variabile a seconda della latitudine considerata, riflettendo il passaggio da clima mediterraneo nelle zone costiere a clima desertico nelle zone più interne[80].

Figura 35: Distribuzione delle piogge medie annue sul territorio tunisino



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

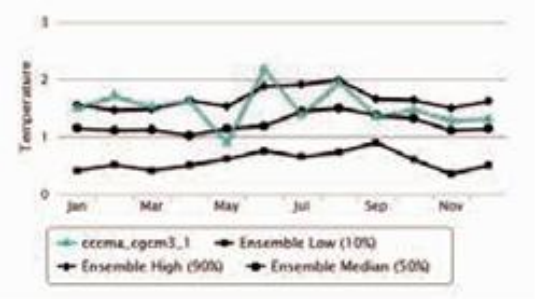
Per quanto riguarda le prospettive future, sono riportati nelle Figure 36 e 37 i risultati medi, massimi e minimi di vari modelli GCMs (*Global Climate Models*) rispettivamente per i periodi 2020-2039 e 2040-2059 in termini di variazione di temperatura (°C) rispetto al periodo di controllo 1960-1999. I dati fanno riferimento ad uno scenario di emissioni di tipo A2[81]. A titolo di esempio, sono riportate nei

80http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Africa&ThisCCode=TUN#

81 Gli scenari di emissioni sono ipotesi sull'andamento delle emissioni future di gas serra e altri

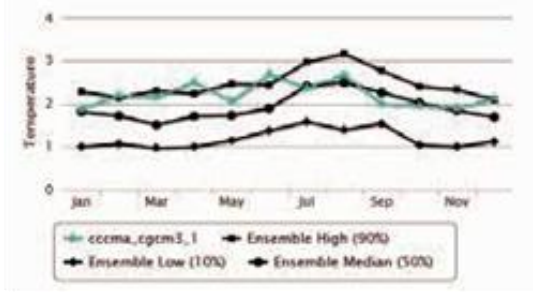
grafici anche le previsioni del GCM del *Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis* (CCMa). Il cambiamento rispetto alle serie storiche denota in tutti i casi un aumento delle temperature.

Figura 36: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2020-2039)



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 37: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2040-2059)



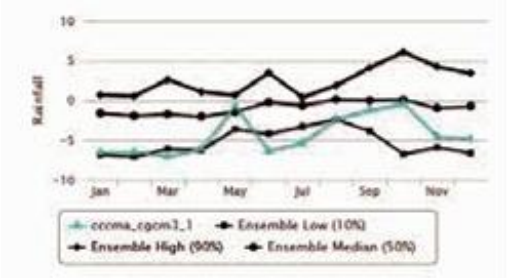
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Analisi di tipo analogo in termini di precipitazione risultano essere di meno facile lettura, poiché non presentano una decisa variazione dell'afflusso meteorico mensile (Figure 38-39).

---

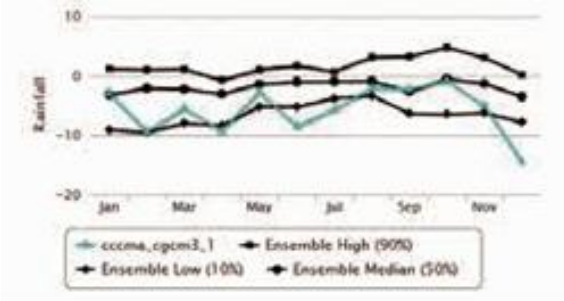
inquinanti, sulla base di assunzioni relative alla crescita della popolazione, allo sviluppo di tecnologie, etc.. Lo scenario A2 è uno dei possibili scenari utilizzati dall'IPCC, che prevede un mondo eterogeneo, con sviluppo delle identità e delle economie locali.Per ulteriori dettagli consultare il sito http://www.wmo.int/pages/themes/climate/emission_scenarios.php

Figura 38: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2020-2039



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 39: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2040-2059



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

La zona nord della Tunisia è quella che presenta il **reticolo idrografico** più ricco, che contribuisce per l'82% all'ammontare di risorse idriche superficiali del paese[82]. Essa comprende il più grande dei fiumi nazionali, il Megerda, la cui sorgente si trova in Algeria e che sfocia nel Mediterraneo. Le zone centrali presentano risorse idriche superficiali a portata irregolare. Le zone aride a sud contribuiscono in maniera minima al bilancio idrico superficiale e presentano grandi e profondi acquiferi dai

82 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/TUN/index.stm

tempi di ricarica molto lunghi. Nelle zone aride si trovano terreni desertici caratterizzati da accumuli di acqua e conseguente evaporazione della stessa con deposito di sali (*sciott* e *sabkha*). Il più grande tra questi è lo Chott el-Jerid. Le stime hanno riportato un potenziale idrico annuale di 4.8 miliardi di m^3, di cui metà formato da acque sotterranee e circa 0,8 miliardi di m^3 dovuti al Megerda[83]. Secondo i più recenti dati della FAO, le risorse idriche prodotte internamente (cioè da precipitazioni endogene, IRWR – *Internal Renewable Water Resources*) ammontano a 3,1 km^3 per anno per quanto riguarda le acque superficiali e 1.495 m^3 per anno per le acque sotterranee; tenendo conto anche delle acque transfrontaliere e in generale delle acque in ingresso e in uscita dal territorio, si ottiene un totale di 4,615 km^3 per anno. Ne consegue una quantità di acqua pro-capite di 419,7 m^3/ab·anno. Quest'ultimo risulta essere un dato particolarmente significativo per designare le condizioni di scarsità idrica del paese, soprattutto se confrontato, ad esempio, con la disponibilità di acqua dolce pro-capite in Italia, pari a 3137m^3/ab·anno[84]. Al 2013, il 76% dell'acqua dolce prelevata (3 milioni di m^3) era utilizzata per agricoltura, il 13% per uso domestico e il 4% per uso industriale[85].

Le politiche del governo tunisino hanno tentato di contenere il sovrasfruttamento delle risorse (soprattutto degli acquiferi) già dagli anni '70, con l'adozione nel 1975 del Codice dell'Acqua. Quest'ultimo ha sancito il carattere dell'acqua come bene comune da proteggere per ovviare ai problemi di scarsità; contestualmente, sono anche state favorite politiche economiche ed organizzative per favorire il risparmio idrico e il riuso della risorsa. Tra le altre, si annoverano l'utilizzo di piccoli bacini collinari per l'invaso temporaneo di acque meteoriche, avviato all'inizio degli anni '90[86] e il riutilizzo di acque reflue trattate.

Il **settore agricolo** in Tunisia produce l'8,6% de PIL nazionale (dati del 2013) e coinvolge il 18,3% della forza lavoro (2009); le principali colture impiantate

---

83 World Water Assessment Programme. 2009. *The United Nations World Water Development Report 3, Case Study Volume: Facing The Challenges*.

84 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

85 http://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.FWAG.ZS/countries/TN?display=graph

86 Hentati, A, Kawamura A. e Amaguchi H., *Regional geomorphological characteristics of small hillside basins in semiarid region of Tunisia*, Annual Journal of Hydraulics Engineering, JSCE 2009.

comprendono l'olivo, il grano, gli agrumi, i pomodori, il dattero, le mandorle e la barbabietola da zucchero[87]. Secondo le stime del 2012, circa il 32% del territorio è coltivato, con un utilizzo dell'acqua pari al 76% circa valutato nel 2001; delle aree coltivate, al 2006 solo l'8% circa era attrezzato per l'irrigazione[88]. In questo paese si possono ritrovare principalmente due modalità di coltivazione e irrigazione: piccoli appezzamenti caratterizzati da una irrigazione di tipo informale che utilizzano perlopiù pozzi privati o pompaggio da *uidian* e grandi appezzamenti con schemi irrigui finanziati con fondi pubblici irrigati con acqua proveniente da bacini o da pozzi profondi[89]. Gran parte delle aree coltivate, circa il 60%, è attrezzata per l'utilizzo di acque sotterranee per irrigazione (2006); al 2006, circa l'1,8% dell'irrigazione era effettuata con acque reflue cittadine trattate[90]. Già dagli anni '80, il governo tunisino ha promulgato politiche per il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura, raggiungendo il 29% di reflui trattati riutilizzati in aree coltivate e per irrigare campi da golf e spazi verdi[91].

2.2 Libano

Il Libano è uno Stato asiatico del Vicino Oriente che si affaccia sul settore orientale del Mediterraneo. Esso confina con la Siria ad est e a nord, e con Israele a sud.

Come riportato in Figura 40, la popolazione libanese è stata e sarà soggetta, globalmente, ad un aumento[92].

87 https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ts.html

88 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

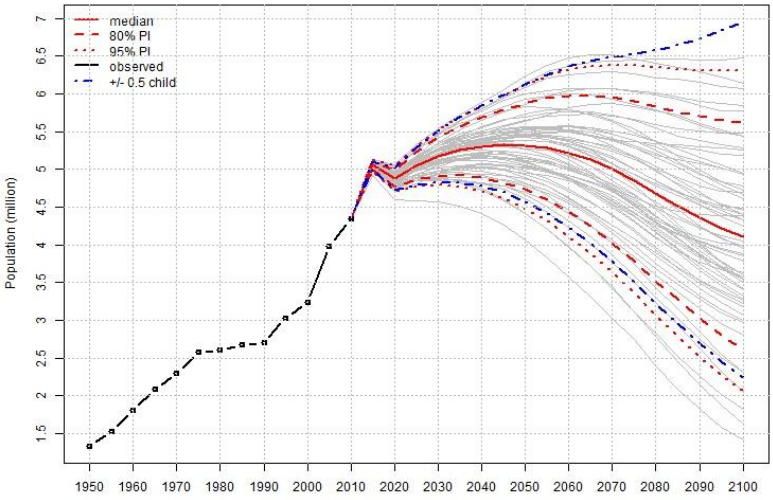
89 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/TUN/index.stm

90 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

91 Jemai, I, et al., *Effects of Municipal Reclaimed Wastewater Irrigation on Organic and Inorganic Composition of Soil and Groundwater in Souhil Wadi Area (Nabeul, Tunisia)*, Hydrology Current Research, 2013.

92 http://esa.un.org/unpd/ppp/Figures-Output/Population/PPP_Total-Population.htm

Figura 40: Popolazione libanese. Dati storici e proiezioni



Fonte: Probabilistic Population Projections
basata sulle World Population Prospects: The 2012 Revision

Al momento, la principale problematica di interesse mondiale nei confronti del paese è il forte afflusso di rifugiati siriani che ha caratterizzato gli ultimi anni. A seguito della guerra civile in corso in Siria, si rilevano 1150000 siriani rifugiati in Libano e registrati presso l'UNHCR (22 Gennaio 2015)[93] e l'impatto di un fenomeno di immigrazione di tale portata sta avendo conseguenze di instabilità economica, politica e sociale, costituendo inoltre una ulteriore pressione sulle infrastrutture libanesi, già danneggiate dalla guerra civile 1975-1990.

La sua area, pari a 1045000 ha (di cui 207000 ha arabili) è coltivata per il 32% ed è geograficamente così suddivisa (Figura 41):

- la fascia costiera affacciata sul Mediterraneo, caratterizzata da forti precipitazioni;
- la catena del Monte Libano, subito ad est della fascia costiera;
- le zone interne, o pianura della Beqā, compresa tra la catena del Monte Libano e quella dell'Antilibano; quest'ultima si sviluppa all'incirca lungo il confine con la Siria[94].

93 http://data.unhcr.org/syrianrefugees/country.php?id=122

94 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/LBN/index.stm

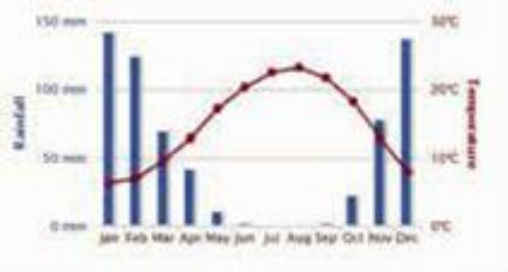
Figura 41: Vista del Libano da satellite

Fonte: Google Earth

Le zona costiera e quella della catena del Monte Libano sono caratterizzate da alta piovosità nel periodo invernale, mentre le precipitazioni sono meno intense nella Valle della Bekaa, che presenta un **clima** più secco: semi-arido nella parte centrale, da quasi arido a continentale nella parte settentrionale e sub-umido, mediterraneo nella zona sud.

Le Figure 42-45 rappresentano le temperature e le precipitazioni medie mensili nei periodi 1900-1930, 1930-1960, 1960-1990, 1990-2009[95].

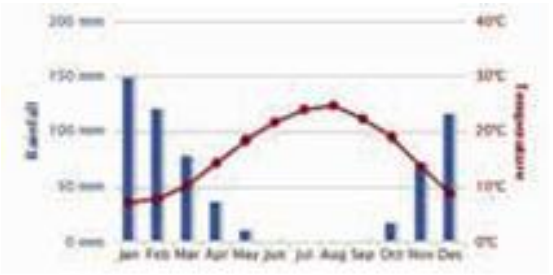
Figura 42: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1900-1930



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

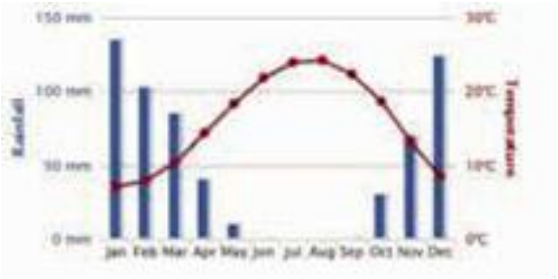
95http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Middle%20East&ThisCCode=LBN

Figura 43: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1930-1960



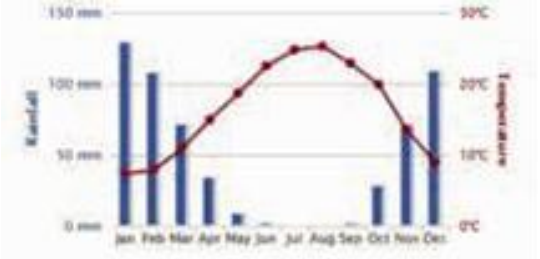
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Figura 44: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1960-1990



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Figura 45: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1990-2009

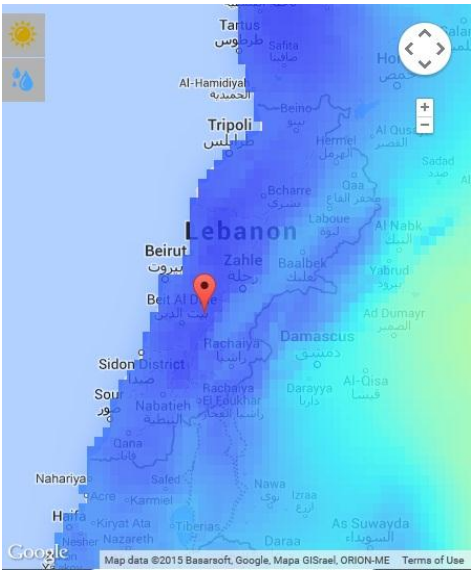


Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Si nota un *trend* di crescita delle temperature e di forte diminuzione delle piogge, particolarmente evidente nel periodo 1990-2009.

In Figura 46 è riportata l'altezza di precipitazione media annuale sul territorio libanese. Si può notare come il regime pluviometrico sia meno intenso nella Valle della Bekaa. Il regime pluviometrico libanese è più intenso rispetto a quello dei paesi limitrofi: le altezze di precipitazione mediate sul lungo termine sono pari a 661mm all'anno e i volumi precipitati sono pari a 6907 km^3 annuali, calcolati come media a lungo termine su tutto il territorio; tali valori risultano infatti maggiori rispetto a quelli relativi dei vicini Siria e Israele, le cui altezze medie di precipitazione ammontano rispettivamente a 435mm e 252mm[96].

Figura 46: Distribuzione delle piogge medie annue sul territorio libanese



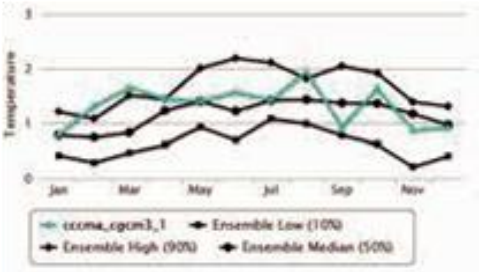
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Per quanto riguarda le proiezioni future, si riportano le previsioni di variazione delle temperature medie mensili e delle precipitazioni per i periodi 2020-2039 e 2040-2059 relativi a vari GCMs secondo lo scenario di emissione A2. In celeste si riporta, a

96 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

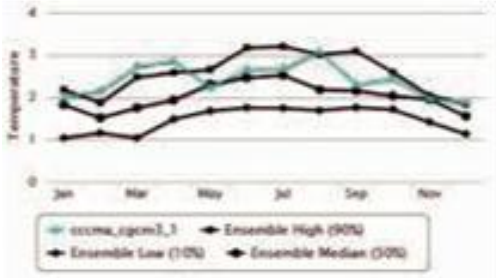
titolo di esempio, la previsione del CCMa (Figure 47-50)[97]. Dall'osservazione delle figure si prospetta un futuro aumento di temperature medie, in accordo con le previsioni di cambiamento climatico, pari a 2°C secondo le stime al 2050.

Figura 47: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2020-2039)



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

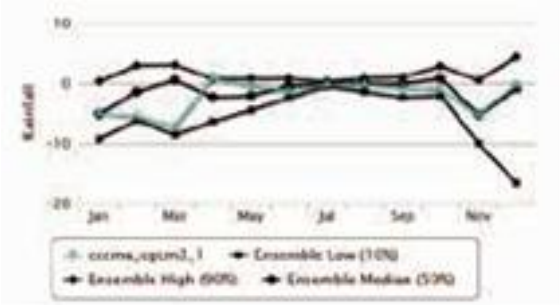
Figura 48: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2040-2059)



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

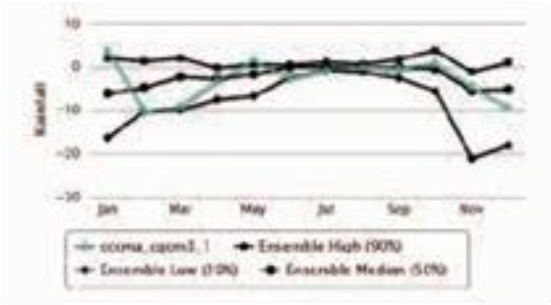
97http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_future_climate&ThisRegion=Middle%20East&ThisCcode=LBN

Figura 49: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2020-2039



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 50: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2040-2059



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Il **reticolo idrografico** è alimentato da 40 bacini principali, di cui 17 generano deflusso perenne; si distinguono 8 acquiferi principali, ed un gran numero di sorgenti, la cui presenza è dovuta alle rocce fratturate che costituiscono il suolo. Alcune di queste sono collocate in prossimità della costa, ma non sono sfruttabili per l'uso umano: data la loro vicinanza al mare, risulta essere pressoché impossibile il prelievo di acqua da tali sorgenti prima che essa raggiunga il Mediterraneo[98]. Le risorse idriche rinnovabili interne totali (IRWR) ammontano a 4.8 miliardi di m^3, di

98 http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8f/c/Lebanon.asp

cui 3,2 dovuti a ricarica della falda. Di questi, 2,5 miliardi di m^3 costituiscono il deflusso di base dei fiumi. Le risorse rinnovabili interne pro-capite ammontano a 995,4m^3/ab anno[99].

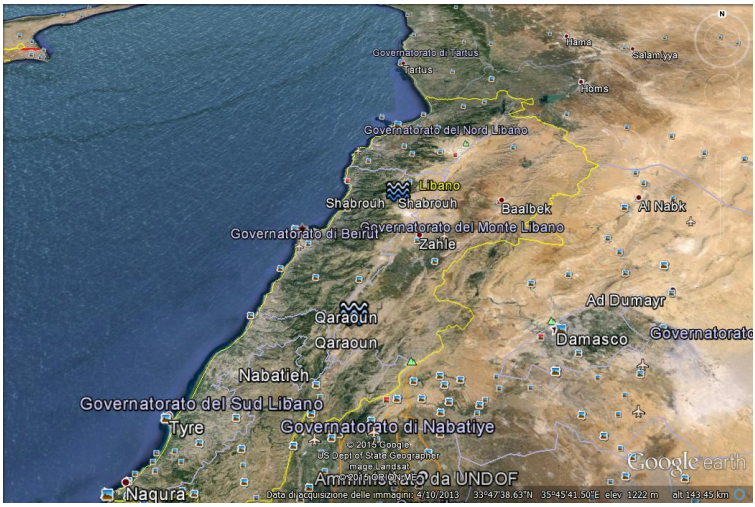
Nonostante il regime pluviometrico risulti favorevole su base annuale, esso è concentrato nei mesi da ottobre ad aprile. Date le caratteristiche geomorfologiche del territorio libanese, le capacità di trattenere i volumi d'acqua precipitati nei mesi invernali è molto bassa; quest'ultima, grazie anche alle forti pendenze che l'orografia libanese presenta, defluisce velocemente verso il mare o si infiltra nei suoli carsici. Alle naturali caratteristiche del sistema di drenaggio si aggiungono le perdite di distribuzione e sistemi di irrigazione spesso antiquati. Ciò può dar luogo ad un *deficit* idrico nei mesi estivi, con conseguenze, in particolare, sulle aree che necessitano di irrigazione. Per questo motivo, già dagli anni '60 sono state progettate e costruite dighe e bacini per permettere l'invaso delle acque, poi riutilizzate per irrigazione, ad uso domestico o per la produzione di energia idroelettrica (Figura 51). Tra le dighe costruite, si ricorda il bacino artificiale Qaraoun sul fiume Litani, avente capacità massima di 220 milioni di m^3, e la diga Faraya-Chabrouh sul Wadi Chabrouh, avente una capacità di 8 milioni di m^3. Inoltre, il progetto *The Green Plan*, operativo dal 1965, ha permesso la costruzione di circa 650 bacini in cemento o terreno compattato, con l'eventuale aggiunta di strati di plastica, ad uso prevalentemente irriguo. Anche le ONG e il settore privato hanno contribuito con la costruzione di bacini a capacità limitata[100]. Più di recente, sono state pianificate le costruzioni di numerose altre dighe, ma il processo ha subito una battuta d'arresto, a causa delle difficoltà nella progettazione e nella valutazione degli impatti, nonché della resistenza delle comunità locali[101].

99 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

100 http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8f/c/Lebanon.asp

101 Dockery S., *Lack of dams holding back Lebanon's water, energy sectors*, in The Daily Star, 2 marzo 2013.

Figura 51: Principali dighe in Libano
Dati ottenuti dal database georeferenziato delle dighe FAO Aquastat mediante file .kmz importato in Google Earth



Fonte: Google Earth

In Libano, **l'agricoltura** contribuisce per il 5% circa al PIL[102] e i prelievi di acqua per questo settore ammontano al 60% circa del totale (dati relativi al 2005)[103]. La percentuale di area coltivata al 2012 è pari al 32%[104], ed è perlopiù concentrata nella zona della Beqā. Le colture prevalenti comprendono olivo, agrumi, verdure, e uva.[105]

Già dagli anni '70 il Libano ha promulgato politiche nazionali che permettessero il risparmio idrico e la gestione intelligente della risorsa acqua. Nel 2011, 4 milioni di m^3 di acque reflue trattate sono state riutilizzate in agricoltura[106]. Il percorso verso il raggiungimento degli obiettivi è stato, ed è ancora, piuttosto complesso, anche a causa delle instabilità interne[107]; in particolare, studi riportano come il riuso di acque

102 https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/le.html
103 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html
104 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html
105 IDAL - *Investment Development Authority in* Lebanon, Agriculture Fact book, disponibile sul sito www.investinlebanon.gov.lb
106 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html
107 Chelabi A., Tafe U., *Wastewater Reuse Policy in Lebanon: The role of actors in policy implementation for agriculture*, University of Massachusetts Boston, 2014.

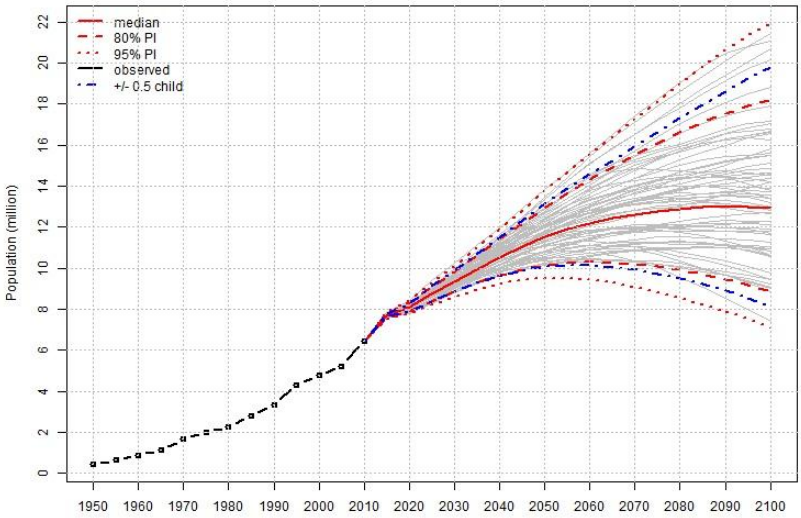
reflue a scopo irriguo negli scorsi anni sia stato poco controllato, dando luogo anche all'uso illegale di acqua non trattata[108].

2.3 Giordania

La Giordania (Regno Hascemita di Giordania) è uno Stato del Medio Oriente. È bagnata a sud dal Mar Rosso e confina a sud-est con l'Arabia Saudita, a nord-est con l'Iraq, a nord con la Siria e ad est con Israele e con la Cisgiordania (Territori Palestinesi).

Come riportato in Figura 52, la Giordania è stata soggetta ad un forte incremento demografico, che si protrarrà almeno fino al 2050[109].

Figura 52: Popolazione giordana. Dati storici e proiezioni



Fonte: Probabilistic Population Projections
basata sulle World Population Prospects: The 2012 Revision

108 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/LBN/index.stm

109 http://esa.un.org/unpd/ppp/Figures-Output/Population/PPP_Total-Population.htm

In anni recenti, anche la Giordania ha subito l'ingresso nei suoi territori di numerosi rifugiati a seguito del conflitto in Siria; accoglie inoltre rifugiati iracheni e di altre nazionalità, che insieme ai siriani esercitano ulteriore pressione sul sistema economico, sociale e sulle infrastrutture della Giordania, già colpita dalla crisi finanziaria globale[110].

I territori della Giordania, che occupano un'area di circa 8932000ha[111], possono essere geograficamente suddivisi nelle seguenti zone (Figura 53):

- parte della *Jordan Rift Valley*; quest'ultima si estende dal Lago Tiberiade lungo il fiume Giordano e il confine tra Giordania e Israele fino al Mar Rosso;
- gli Altipiani ad est della *Jordan Rift Valley*;
- le pianure e le zone desertiche ad est;
- la regione del deserto di Al-Badiah nella parte orientale[112].

Figura 53: Giordania

Fonte: Google Earth

Il **clima** in Giordania è considerato prevalentemente arido e semi-arido, con influenze continentali nelle zone orientali (inverni freddi ed estati calde). Nelle Figure

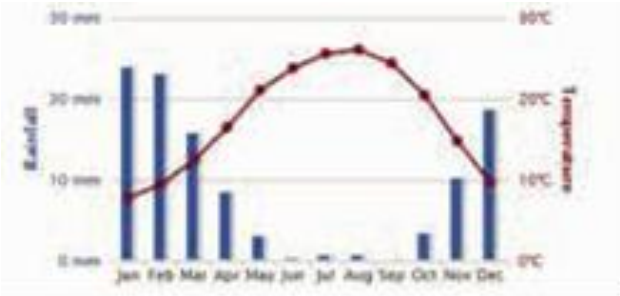
110 http://www.unhcr.org/pages/49e486566.html

111 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

112 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/jordan/index.stm

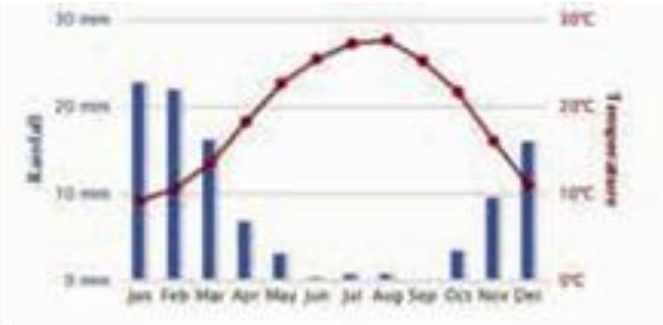
54-57 sono riportate le medie mensili di precipitazione e temperatura dal 1900 al 2009[113]; i grafici denotano un aumento delle temperature medie e variazioni nelle altezze di pioggia, che rimangono comunque molto basse, superando i 20mm solo nei mesi di gennaio e febbraio.

Figura 54: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1900-1930



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

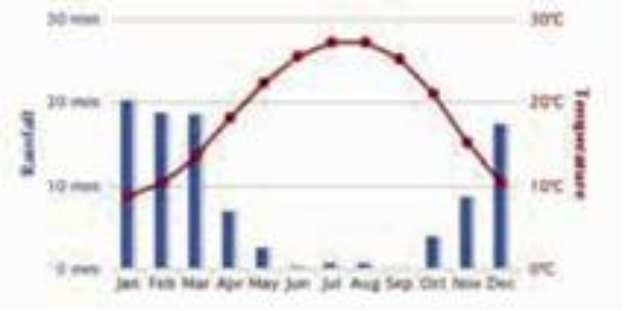
Figura 55: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1930-1960



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

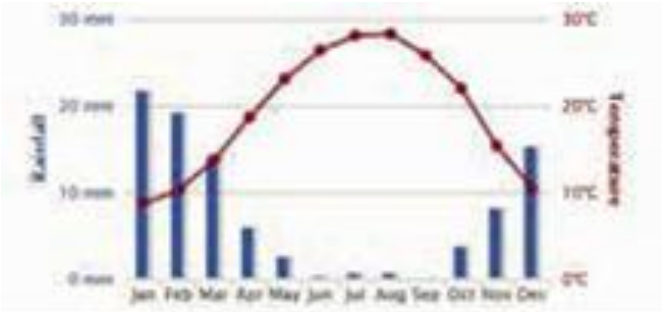
113http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Middle%20East&ThisCCode=JOR

Figura 56: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1960-1990



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

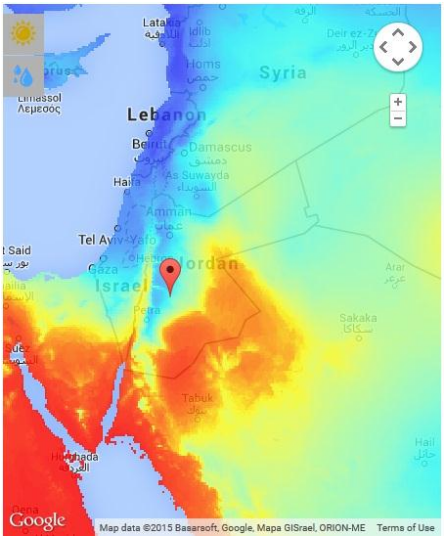
Figura 57: Temperature e precipitazioni mensili medie sul periodo 1990-2009



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

Come evidenziato in Figura 58, le precipitazioni, seppur più consistenti nella zona a nord-est, risultano essere molto basse nelle zone Orientali e Meridionali del paese.

Figura 58: Distribuzione delle piogge medie annue sul territorio giordano



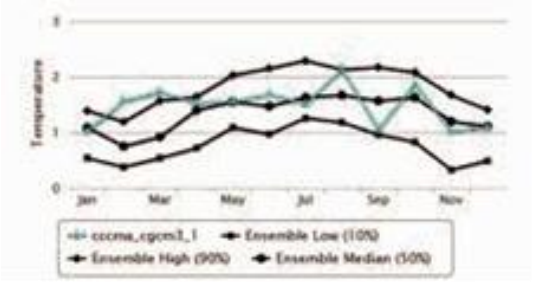
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal
(dati prodotti dal Climatic Research Unit (CRU) della University of East Anglia (UEA))

In totale, le precipitazioni annuali mediate su lungo periodo ammontano a 111mm all'anno, pari a 9915 km^3 per anno in termini di volume precipitato[114].

Il *trend* di aumento delle temperature è confermato dalle proiezioni dei GCM. Nelle Figure 59-62 sono indicate le variazioni in fatto di temperatura e precipitazione media mensile relative ai periodi 2020-2039 e 2040-2059 secondo vari GCM. Si riportano, a titolo di esempio, le previsioni del GCM del CCMa.

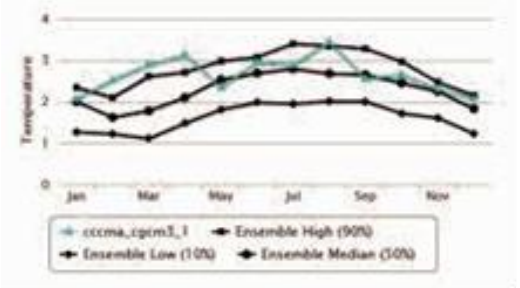
114 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

Figura 59: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2020-2039)



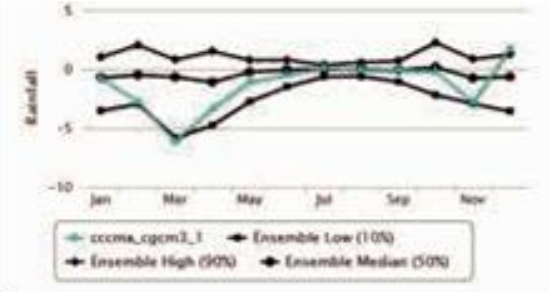
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 60: Variazione di temperatura media mensile in °C (periodo 2040-2059)



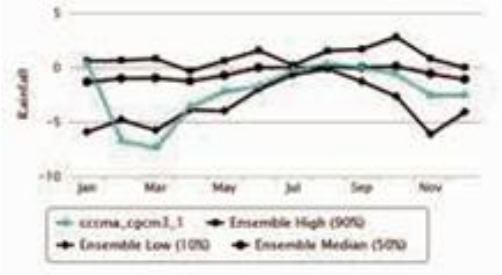
Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 61: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2020-2039



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Figura 62: Variazione della precipitazione media mensile (mm) prevista nel periodo 2040-2059



Fonte: The World Bank - Climate Change Knowledge Portal

Il **reticolo idrografico** è tale da non distribuire le acque superficiali in maniera equa. Il territorio giordano comprende il 40% del bacino del fiume Giordano, corso d'acqua di grande rilevanza storico-religiosa e geopolitica. Esso si origina a sud del confine nord di Israele dai fiumi Dan, Banias e Hasbani, fino a sfociare nel Lago Tiberiade; oltre quest'ultimo, proseguendo verso sud, nel Giordano affluisce il fiume Yarmouk, che si origina in Giordania e coincide con parte dei confini giordano-siriano e giordano-israeliano. Il Giordano si sviluppa poi verso sud lungo il confine tra Israele e Giordania, sfociando infine nel Mar Morto (Figura 63). Oltre allo Yarmouk, che fornisce circa 400 milioni di m^3 all'anno (in parte prelevati da Israele), il Giordano ha altri affluenti come lo Zarqa e vari *uidian* che si originano nelle zone montuose. Per quanto riguarda le risorse d'acqua sotterranee, in Giordania sono presenti 12 grandi acquiferi, di cui 2 fossili. La richiesta di acqua per agricoltura ha condotto, nei decenni passati, al sovrasfruttamento delle acque sotterranee, mediante pompaggi di portate ben maggiori del margine di sicurezza di ricarica della falda[115].

115 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/jordan/index.stm

Figura 63: Fiume Giordano

Fonte: Own work [Public domain], via Wikimedia Commons

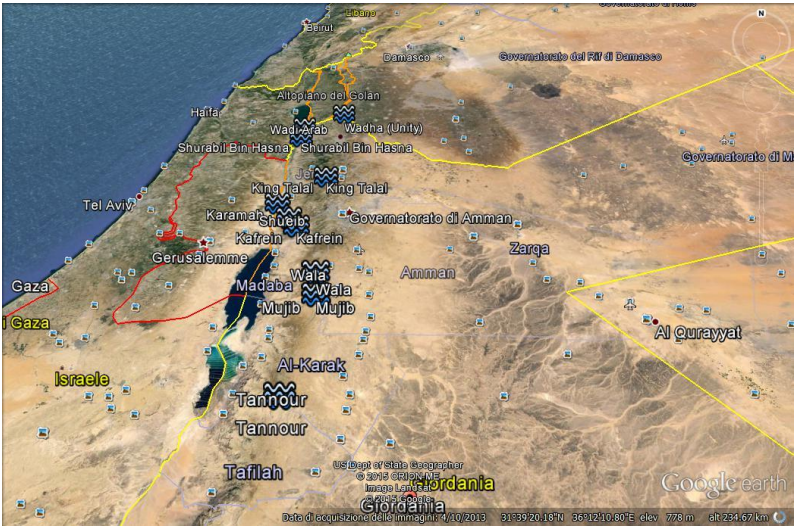
Le risorse idriche prodotte internamente ammontano a 681 milioni di m^3. Considerando i flussi in ingresso e in uscita nel paese, la risorsa idrica pro-capite ammonta a 128 m^3/ab·anno, indice di condizioni di scarsità idrica molto grave[116]. La Giordania è infatti uno dei paesi più colpiti dalla scarsità idrica al mondo.

Per quanto riguarda la **capacità di invaso** artificiale (Figura 64), il database FAO riporta un totale di 10 invasi, di cui il maggiore è la diga King Talal sul fiume Zarqa, avente capacità di invaso di 75 milioni di m^3 e attiva dal 1987. Più recente è la Unity o Wadha o Al-Wehda, attiva dal 2007 sul fiume Yarmouk. Molti invasi a capacità minore sono stati costruiti sugli *uidian*[117].

116 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

117 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

Figura 64: Principali dighe in Giordania.
Dati ottenuti dal database georeferenziato delle dighe FAO Aquastat mediante file .kmz importato in Google Earth



Fonte: Google Earth

Nel 2012, il totale prelievo di acqua è ammontato a 940 milioni di m^3; gli ultimi dati sulle modalità di utilizzo dell'acqua risalgono al 2005, in cui il 65% circa dei prelievi è stato destinato ad uso agricolo, il 4% ad uso industriale e il 31% ad uso municipale[118]. Il governo giordano ha definito gli standard per il riuso di acque reflue trattate in agricoltura; secondo il Rapporto Annuale del Ministero per l'Acqua e l'Agricoltura giordano, nel 2012 gli impianti di trattamento dei reflui hanno fornito 115m^3 di acque di rifiuto trattate per uso agricolo[119].

118 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html

119 MWI, Ministry of Agriculture and Irrigation. *Annual Report.* 2012.

3. LA COOPERAZIONE E LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE NEI PVS

3.1 La Cooperazione Italiana

La Cooperazione Italiana si occupa di progetti di cooperazione allo sviluppo nel settore della sostenibilità ambientale e in particolare in quello idrico, inserendosi nel contesto internazionale di accordi e piani di settore.

La Direzione Generale Cooperazione allo Sviluppo (DGCS)[120] supporta infatti *l'Open Working Group* (OWG)[121] sul tema "*Water and sanitation*" all'interno dei nuovi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals, SDGs*), che definiranno le rinnovate strategie di sviluppo della comunità internazionale, sulla base dei MDGs (*Millennium Development Goals)*[122] e della Agenda di Sviluppo post-2015. Inoltre ha sottoscritto e partecipato attivamente all'attuazione dell'*Evian Water Action Plan*[123], concorrendo al raggiungimento degli obiettivi riportati nel *G8 Accountability Report* del 2013[124].

Tra l'altro, la Cooperazione italiana allo sviluppo sostiene quanto esposto nella Dichiarazione Ministeriale di Marsiglia, documento sottoscritto contestualmente allo svolgimento del VI Forum Mondiale sull'Acqua nel 2012[125], nella quale i

120 La DGCS è responsabile delle attività di cooperazione allo sviluppo all'interno del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI).

121 È un gruppo di lavoro composto da 30 Stati membri delle Nazioni Unite incaricato di elaborare una proposta sui *Sustainable Development Goals* (SDGs). Sarà oggetto di approfondimento nel paragrafo 3.2.

122 Gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio sono otto obiettivi che gli stati membri delle Nazioni Unite hanno adottato nel 2000 e che si sono impegnati a raggiungere per il 2015.

123 È il piano di azione sull'acqua, adottato nel 2003 dal G8 a Evian, come contributo per raggiungere gli MDGs e gli altri obiettivi concordati a livello internazionale in materia di acqua e di servizi igienico-sanitari.

124 Il report valuta i progressi dei singoli paesi del G8 alla luce degli impegni concordati ai vertici di Evian del 2003 e de L'Aquila del 2009. G8 UK, *Lough Erne Accountability Report - Keeping our promises*, 2013.

125 I Forum Mondiali sull'Acqua si tengono ogni tre anni, a partire dal 1997, per affrontare i problemi locali, regionali e globali legati alle risorse idriche, individuando strategie comuni, buone pratiche e soluzioni concrete. Il I Forum Mondiale sull'Acqua si è tenuto a Marrakech nel 1997; sono seguiti

rappresentanti dei paesi partecipanti espongono e ribadiscono i principi alla base della strategia internazionale di sviluppo nel settore idrico[126].

Gli obiettivi, alla base delle Linee Guida e Indirizzi di Programmazione settoriali presentati per il triennio 2014-2016[127], comprendono lo sfruttamento delle potenzialità dell'acqua come leva dello sviluppo economico e di genere, nonché la garanzia di accesso all'acqua potabile per il soddisfacimento dei bisogni primari delle comunità; tra di essi si annovera, inoltre, la salvaguardia della risorsa idrica. A tale scopo, la DGCS interviene nella definizione degli investimenti, nella creazione di partenariati e reti e nel coordinamento dei vari livelli coinvolti. Le strategie messe in atto comprendono la promozione di tecniche sostenibili, che permettano un uso efficiente delle acque e la salvaguardia delle risorse, e la formazione di sinergie tra settore pubblico e privato che favoriscano la costruzione di nuove infrastrutture idrauliche.

Negli ultimi anni la Cooperazione italiana allo sviluppo è stata molto attiva nel settore, finanziando interventi volti sia ad accrescere la disponibilità di risorse idriche nei paesi del Mediterraneo e del Medio Oriente, ma anche a realizzare programmi di "*capacity building*" nella gestione di questa risorsa. Da un'analisi delle iniziative nel settore Acqua, emerge che tra il 2009 e il 2012 sono stati stanziati per esso il 46% dell'Aiuto Pubblico allo Sviluppo (APS) e che a partire dal 1997 sono stati avviati 161 progetti in 45 paesi. Attualmente, la DGCS porta avanti progetti nel settore idrico per un budget totale di circa 420 milioni di euro. L'approccio attuato, esplicitato nelle Linee Guida Acqua Dgcs, è di tipo *twin-track*; esso prevede infatti di attuare parallelamente:

- azioni specifiche per l'abbattimento delle barriere di accesso all'acqua;
- azioni più ampie di monitoraggio e di gestione della risorsa[128].

The Hague (2000), Kyoto (2003), Città del Messico (2006), Istanbul (2009) e infine Marsiglia (2012).

126 World Water Council, *The Ministerial Declaration of the 6th World Water Forum*, 13 March 2012.

127 Si tratta di un documento di indirizzo e di supporto alla visione strategica unitaria e condivisa della cooperazione italiana, in cui vengono individuate priorità geografiche e tematiche in una prospettiva triennale. MAECI- Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo, Linee guida e indirizzi di programmazione, Aggiornamento: marzo 2014.

128http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/Speciali/Speciale%20Acqua/DgcsAcqua.htm

3.1.1 Tunisia

I rapporti Italia-Tunisia sono definiti nelle periodiche Grandi Commissioni Miste Italo-Tunisine (GCM). Si sono tenute, finora, 6 GCM; la settima, prevista per il 2011, è stata rinviata a causa della rivoluzione politico-sociale che ha caratterizzato il paese. Proprio per gli sconvolgimenti e le instabilità conseguite alla "Primavera Araba", la Tunisia è uno dei 20 paesi definiti «prioritari» dalla DGCS nelle Linee Guida 2014-2016, a conferma di quanto già definito in quelle relative al triennio 2013-2015[129].

Le **priorità** della DGCS in Tunisia per il triennio 2014-2016 sono definite a partire da quelle decise nella VI GCM (2007) e sono coerenti con l'XI Piano di Sviluppo del governo tunisino. Tale piano è l'ultimo tra i piani quinquennali di sviluppo adottati dalla Tunisia, e ha come obiettivo primario quello dello sviluppo "avanzato" del paese. Le suddette priorità saranno: l'ambiente; lo sviluppo del settore privato e quello delle piccole e medie imprese (PMI); lo sviluppo socio-sanitario; la valorizzazione del patrimonio umano e culturale. In particolare, riguardo l'ambiente, si prevede un aiuto al governo tunisino nell'attuazione di azioni e politiche nel campo della protezione ambientale. I risultati attesi comprendono il rafforzamento dei sistemi di allerta nella gestione dei rischi causati dai cambiamenti climatici e dagli eventi meteorici estremi[130].

L'Italia è membro non-regionale del Consiglio di Amministrazione dell'Osservatorio del Sahara e del Sahel (**OSS** – *Observatoire du Sahara et du Sahel*), organizzazione internazionale che opera nella zona dei deserti del Sahara e Sahel che coinvolge 22 paesi africani (tra cui la Tunisia), i membri non-regionali e altre organizzazioni esterne nello studio e nella gestione delle acque transfrontaliere e nell'adozione di Accordi Ambientali Multilaterali nei settori della desertificazione, del cambiamento climatico e della biodiversità[131]. Inoltre, l'Italia è partner della Tunisia di cooperazione del *National Action Programme* di attuazione della UNCCCD. Proprio in collaborazione con l'OSS, l'Italia ha partecipato ad un progetto per la definizione di un sistema di valutazione del *National Action Programme* per combattere la

129 Le Linee Guida per il triennio 2013-2015 sono consultabili sul sito del MAECI http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/LineeGuida/LineeGuida.html

130 http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/Speciali/Utl1/Tunisi_2.htm

131 Sito ufficiale http://www.oss-online.org

desertificazione (**PAN/LCD**)[132].

Per quanto riguarda il settore infrastrutturale, la Cooperazione italiana ha implementato, all'interno del Programma integrato per la valorizzazione delle regioni del Sahara e del sud della Tunisia – **Programma Sahara Sud**[133], un progetto di costruzione di due dighe sugli uidian Chaffar e Sidi Salah nel Governatorato di Sfax (sulla costa orientale)[134]. Sono stati previsti anche interventi di riforestazione e opere per favorire la ricarica delle falde acquifere. Sempre all'interno del Programma Sahara Sud, la Cooperazione italiana è intervenuta nell'area Rjim Maatoug[135], a sud dello Chott Eljerid in un progetto di riabilitazione di palmeti di datteri, atto anche a diminuire la pressione sulle oasi vicine[136]. Sempre nel sud della Tunisia, si è provveduto al rimboschimento delle montagne nell'area di Tatouine e alla conservazione delle acque e dei suoli.

La Cooperazione italiana è intervenuta anche nell'Oasi di Chenini[137], nel sud della Tunisia, in cui ha promosso la **divulgazione di conoscenze** all'interno delle comunità locali e enti istituzionali sull'uso sostenibile delle risorse e sulla cultura ambientale dell'area; nelle zone a nord-est (Tabarka) ha finanziato progetti che hanno promosso la sensibilizzazione delle istituzioni locali sulla valorizzazione e gestione delle risorse idriche.

Nel **settore irriguo**, è stata portata avanti una iniziativa, conclusasi nel 2012, atta a ottimizzare l'uso delle risorse nel settore agricolo mediante *workshop* di formazione

---

132 Per ulteriori dettagli sull'implementazione del *National Action Plan* in Tunisia, consultare il sito http://www.environnement.nat.tn/envir/sid/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=42

133 Il programma consiste nella fornitura di beni e servizi di origine italiana nell'ambito di progetti di sviluppo in diversi settori prioritari come l'agricoltura, lo sviluppo rurale, la conservazione delle risorse naturali, le infrastrutture, lo sviluppo sociale.

134 http://www.ambtunisi.esteri.it/NR/rdonlyres/148FA659-D683-4C8E-AB3C-3326A76FDE17/69354/1CostruzionediduedighecollinarinellaregionediSfax.pdf

135 http://www.starttunisie.com/projet/creation-et-rehabilitation-des-palmeraies-dans-la-region-de-rjim-maatoug/

136 Per ulteriori dettagli sullo sviluppo dell'area di Rjim Maatoug, consultare il sito del Ministero della Difesa Nazionale tunisino http://www.defense.tn/fr/index.php?option=com_content&task=view&id=70

137 http://www.equobio.info/index.php?option=com_content&view=article&id=73:cospe-oasi-di-chenini-gestione-sostenibile-delle-risorse-naturali&catid=54:tunisia&Itemid=56

e il miglioramento dell'efficienza irrigua in un comprensorio dimostrativo.

Infine, nel Programma di Cooperazione Tecnica, Settore Ambiente, la DGCS si impegna a aiutare la Tunisia nel processo di adattamento ai **cambiamenti climatici**, favorendo lo sviluppo di sistemi di allerta precoce relativi ad eventi climatici estremi[138].

3.1.2 Libano

L'intervento italiano in Libano si muove su due binari paralleli: un programma di sviluppo e iniziative di gestione delle emergenze[139].

Negli ultimi anni, a causa del conflitto siriano, il Libano è stato meta di un forte afflusso di sfollati siriani, aggiuntisi alla già forte presenza di sfollati palestinesi nel paese. L'Italia ha quindi operato nel garantire i servizi sanitari, sociali ed educativi di base nelle aree soggette all'emergenza, nel tentativo di migliorare le condizioni dei campi dei rifugiati.

Dal punto di vista del programma di sviluppo, l'Italia prevede di intervenire su quattro settori:

- patrimonio culturale;
- sviluppo sociale;
- ambiente, intervenendo in svariati settori, tra cui quello dell'uso sostenibile dei suoli, delle fonti di energia rinnovabili e dei rifiuti;
- acqua e infrastrutture, prevalentemente favorendo e proseguendo nella costruzione di impianti di trattamento dei reflui e di approvvigionamento di acqua.

Nel settore dell'uso del suolo e della riqualificazione delle **aree irrigue**, tra gli interventi della Cooperazione italiana si distingue quello svolto nella piana della città di Baalbek. Nell'area, posizionata nella fertile Valle della Bekaa e in particolare nella zona della città monumentale di Baalbek e caratterizzata da comunità locali in condizioni di disagio e sfruttata solo per colture a bassa produttività economica, si è effettuata una riqualificazione dei canali e delle pratiche irrigue. Ne è risultata una

138 Per ulteriori dettagli sugli interventi in corso finanziati in Tunisia dal MAECI consultare il sito http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/iniziative/paese.asp?id=95

139 Programma Ross - sostegno alla riabilitazione, occupazione, servizi e sviluppo promosso all'indomani del conflitto libano-israeliano del 2006.

forte diminuzione delle perdite nel sistema di irrigazione; sono ora in uso metodi di irrigazione moderne a maggiore efficienza. Ciò ha permesso un forte aumento di produttività dei raccolti, fattore imprescindibile per lo sviluppo socio-economico dell'area.

L'Italia ha collaborato ad ampliare le **conoscenze** sul territorio libanese e sulle sue risorse sia contribuendo alla mappatura delle risorse idrologiche del Libano effettuata da UNDP, sia lavorando in sinergia con il Ministero libanese dell'Energia e dell'Acqua nella creazione di un sistema informatico che permetta il monitoraggio e la gestione delle risorse, con particolare attenzione ai bacini idrici transfrontalieri.

Nel settore **infrastrutturale**, sono stati avviati numerosi progetti per la costruzione e/o l'ampliamento di impianti sia di approvvigionamento delle acque che di trattamento dei reflui, concentrati in particolare su città e villaggi della zona nord del Libano[140].

3.1.3 Giordania

La Giordania non è un paese prioritario secondo le più recenti Linee Guida della Cooperazione italiana[141]. L'impegno italiano sul territorio giordano è ultimamente focalizzato sulle problematiche umanitarie dovute all'afflusso di rifugiati palestinesi e a quello, più recente, di profughi siriani. In questo ambito, l'Italia ha collaborato a progetti di emergenza per la fornitura dei beni e dei servizi di prima necessità alle popolazioni nei campi profughi.

Le altre principali attività della Cooperazione italiana in Giordania riguardano l'approvvigionamento idrico, lo sviluppo delle piccole e medie imprese, il settore sanitario, il patrimonio culturale e il settore agricolo/ambientale[142]. In particolare, nel settore di **sviluppo delle infrastrutture idrauliche**, l'Italia ha partecipato al *Community Infrastructure Programme* (CIP), programma portato avanti dal governo giordano per lo sviluppo delle infrastrutture necessarie nei campi profughi palestinesi

140http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/iniziative/SchedaIniziativa.asp?id_paese=101&id_temi=21 Per ulteriori dettagli sugli interventi in corso finanziati in Libano dal MAECI consultare il sito http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/iniziative/paese.asp?id=101

141 MAECI- Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo, Linee guida e indirizzi di programmazione, Aggiornamento: marzo 2014.

142 http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/iniziative/paese.asp?id=7

di Talbieh, Jerash e Sukhna[143].

Per quanto riguarda la **gestione della risorsa idrica**, l'Italia ha co-finanziato, insieme a Stati Uniti, paesi Bassi, Svezia, Francia, Giappone, Grecia e Sud Corea lo studio di fattibilità pubblicato nel 2012 relativo al Canale di collegamento Mar Rosso – Mar Morto (*Red Sea Dead Sea Water Conveyor* - RSDSWC). La proposta di un canale di collegamento tra il Mar Rosso e il Mar Morto si inserisce nella storia geopolitica dell'area come soluzione alle problematiche relative al Mar Morto nonché ai contenziosi tra Territori Palestinesi, Giordania e Israele. Nel Dicembre 2013 l'Autorità Palestinese, la Giordania e Israele hanno firmato un accordo per la costruzione dell'opera, benché ridotta rispetto al progetto originale.

Il progetto prevede:

- il pompaggio di acque dal Mar Rosso (200 milioni di m^3 all'anno);
- impianto di desalinizzazione nella città di Aqaba, in Giordania; l'acqua dolce risultante sarà utilizzata da Israele e Giordania;
- il sottoprodotto del processo di desalinizzazione, ad alta salinità, sarà ripompato nel Mar Morto, il quale ha visto il suo livello idrico scendere vertiginosamente a causa degli scarsi afflussi provenienti dal suo principale affluente, il Giordano; gran parte delle sue acque di quest'ultimo vengono infatti trattenute;
- Israele pomperà 50 milioni di m^3 di acqua dal Lago di Tiberiade per le zone settentrionali della Giordania e 30 milioni di m^3 per la Cisgiordania[144].

143http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/iniziative/SchedaIniziativa.asp?id_paese=7&id_temi=21

144 Winer S., *Israel, Jordan, Palestinians to finally build Red-Dead pipeline,* in The Times of Israel. 9 Dicembre 2013. Per ulteriori dettagli sul progetto si può consultare la pagina della Banca Mondiale http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT/EXTREDSEADEADSEA/0,,contentMDK:21827416~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:5174617,00.html

3.2 La cooperazione internazionale nel Mediterraneo

3.2.1 Le Nazioni Unite

Nel settore idrico, l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) è impegnata su diversi fronti: molte Agenzie al suo interno indirizzano i loro sforzi nella salvaguardia della risorsa idrica e nel favorire la disponibilità della stessa in maniera equa e coerente con i bisogni della popolazione mondiale.

L'acqua gioca infatti un ruolo fondamentale nel raggiungimento degli *MDGs*, in quanto a essa viene riconosciuto un ruolo di rilievo per il raggiungimento del più generale obiettivo dello sviluppo umano. L'obiettivo specifico relativo all'acqua è uno dei target dell'obiettivo 7 (*Environmental Sustainability*): "Dimezzare entro il 2015 la proporzione di persone non avente accesso sostenibile ad acqua potabile e ai servizi sanitari di base". Risulta evidente l'impatto che la gestione oculata delle risorse idriche può avere sull'ambiente, o quanto i sistemi di approvvigionamento idrico e sanitari possano essere la chiave per l'eliminazione di malattie. Innumerevoli sono inoltre i vantaggi apportati dal bilancio equilibrato tra domanda ed offerta di acqua nei settori produttivi – *in primis* quello agricolo - e quindi all'economia.

UN-Water, meccanismo di coordinamento tra le Agenzie dell'ONU fondato nel 2003, si occupa di promuovere le sinergie tra gli attori in gioco e di unire gli sforzi per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo[145]. Il decennio 2005-2015, coordinato proprio da *UN-Water*, è stato proclamato il Decennio Internazionale per l'azione "*Water for life*"[146], con inizio nella Giornata Mondiale dell'Acqua, il 22 Marzo 2005. Il Decennio Internazionale si concentra sulla realizzazione di programmi e progetti sull'acqua e sul rafforzamento della cooperazione sulle questioni idriche a tutti i livelli. Le priorità riconosciute sono: la scarsità dell'acqua, l'accesso ai servizi igienico-sanitari, la prevenzione delle calamità, l'inquinamento, le questioni idriche transfrontaliere, il finanziamento e lo sviluppo delle competenze, la gestione integrata delle risorse idriche, l'Africa come regione d'azione principale[147].

Un'altra data importante, che rappresenta un passo storico fondamentale è il 28 luglio del 2010, quando le Nazioni Unite hanno dichiarato l'acqua potabile sicura e

145 http://www.unwater.org/home/en/

146 Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (A/RES/58/217).

147 http://www.un.org/waterforlifedecade/

pulita un diritto umano essenziale al pieno godimento della vita e a tutti gli altri diritti umani[148]. In linea con quanto affermato, segue nel 2013 l'Anno Internazionale della Cooperazione sull'Acqua[149]. L'obiettivo di questo Anno Internazionale è quello di aumentare la consapevolezza, sia sul potenziale di una cooperazione rafforzata, sia sulle sfide che attendono la gestione dell'acqua alla luce della crescita della domanda per l'accesso all'acqua, la sua allocazione e i servizi[150]. È proprio in sintonia con questo impegno rilanciato dalle Nazioni Unite che il Progetto WSWC è stato ideato dall'ICU nel 2013.

Il tema dell'acqua mantiene la sua centralità anche nell'Agenda dello Sviluppo post-2015, in quanto strettamente correlato ad altre sfide globali come quelle della sicurezza alimentare, del cambiamento climatico, della crescente domanda di energia, della sanità. È infatti inserito tra i 17 obiettivi da realizzare entro il 2030 che costituiscono i nuovi obiettivi di sviluppo sostenibile (S*DGs)*[151]. In particolare il target 6.a dell'obiettivo 6 relativo all'acqua ("*Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all*") pone l'accento sull'importanza della cooperazione internazionale per supportare i programmi nei PVS relativi al settore idrico, tra cui la raccolta di acqua (*water harvesting*), la desalinizzazione, l'efficienza idrica, il trattamento delle acque reflue[152].

Proprio per la multidisciplinarietà che sottende la gestione della risorsa idrica e le sue problematiche, il tema della scarsità idrica è trattato, oltre che da UN-Water, anche da varie Agenzie e Programmi ONU come la FAO e l'OMS, e da strategie e programmi come l'UNEP, l'UNDP e UNISDR (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction*)[153].

La scarsità idrica nel bacino del Mediterraneo è uno dei temi toccati nella *Mediterranean Strategy for Sustainable Development* (MSSD). La MSSD è una strategia

148 Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (A/RES/64/292).

149 Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (A/RES/65/154).

150 http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/en/

151 Gli SDGs sono nati dalla Conferenza sullo Sviluppo Sostenibile Rio+20 che si è tenuta nel giugno 2012 e sostituiranno gli MDGs a partire dal settembre 2015.

152 Per consultare nel dettaglio i *Sustainable Development Goals* (SDGs) consultare il sito ufficiale https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal

153 Strategia Internazionale delle Nazioni Unite per la riduzione dei disastri.

quadro adottata nel 2005 dalla Commissione del Mediterraneo per lo Sviluppo Sostenibile (Mcsd)[154] del Piano di Azione Mediterraneo (MAP) nell'ambito dell'UNEP[155]. Tra le priorità fissate nel 2005 dalla Strategia, compaiono una migliore gestione della risorsa idrica e della sua domanda e un'agricoltura più sostenibile. Vengono evidenziate le difficoltà dei paesi affacciati sul Mediterraneo nel contrastare il deterioramento dei territori, degli acquiferi, la scarsità di risorsa, le tensioni politiche generatesi nella gestione dei bacini transfrontalieri e nell'assicurare sistemi di approvvigionamento di acqua alle popolazioni. Per ovviare alle difficoltà, la strategia si propone di intervenire sulle politiche di gestione della domanda, sulla promozione di fonti idriche non convenzionali per stabilizzare la domanda e impedire il deterioramento della risorsa e dei territori[156].

3.2.2 L'Unione Europea

Nel campo della cooperazione, l'Unione Europea interviene nel Mediterraneo sia attraverso la cooperazione transnazionale, sia attraverso politiche di cooperazione internazionale.

I *programmi transnazionali* dell'UE coprono aree estese dell'Europa, coinvolgendo più stati membri caratterizzati da problematiche comuni e sono atti a promuovere la cooperazione e l'unione degli sforzi nel raggiungimento degli obiettivi condivisi. Tra questi, di particolare rilevanza è stato il Programma Operativo Transnazionale "Mediterraneo" (2007-2013), cofinanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), cui partecipano i paesi membri dell'UE che si affacciano sul Mediterraneo[157]. Tra le priorità del programma, vi sono quelle di proteggere l'ambiente e di garantire lo sviluppo territoriale sostenibile dell'area[158].

---

154 La Mcsd è stata istituita nel 1996 dalle parti contraenti della Convenzione di Barcellona per la protezione del Mar Mediterraneo.

155 http://www.unepmap.org/

156 UNEP/MAP, *Mediterranean Strategy for Sustainable Development, A Framework for Environmental Sustainability and Shared Prosperity,* Athens, 2005.

157 I paesi europei coinvolti sono Cipro, Francia, Regno Unito, Grecia, Italia, Malta, Portogallo, Slovenia e Spagna, con la partecipazione di Croazia e Montenegro.

158 Per maggiori dettagli sul progetto consultare il sito http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-08-316_it.htm

I rapporti dell'UE con i paesi del bacino del Mediterraneo non-UE si inseriscono nel quadro della *cooperazione internazionale* dell'Unione in quanto parte della Politica Europea di Vicinato - **PEV**[159], sviluppata nel 2004 per rafforzare i rapporti con i paesi vicini ai paesi membri, in una visione comune di prosperità, stabilità e sicurezza per tutti. Si tratta di una politica bilaterale tra l'UE e ognuno degli stati partner; questi ultimi comprendono gran parte degli stati dell'area MENA, nonché paesi dell'ex Unione Sovietica (Figura 65).

Figura 65: paesi coinvolti nella Politica Europea di Vicinato

Fonte: EU- European External Action Service (EEAS)

Riguardo ai rapporti con i paesi del bacino Mediterraneo, la PEV è rafforzata dall'**Unione per il Mediterraneo (UpM)**, partnership multilaterale che rilancia EUROMED (*Euro-Mediterranean Partnership*)[160] e che promuove l'integrazione tra 15 paesi MENA e gli Stati Membri dell'UE. L'UE ha assunto la co-presidenza della sezione nord dell'UpM; nel 2012, la Giordania ha assunto la presidenza della sezione sud. Le iniziative dell'UpM comprendono progetti nei campi dell'ambiente, della

159 *European Neighbourhood Policy*, ENP.

160 http://eeas.europa.eu/euromed/index_en.htm

sostenibilità, dell'energia, dell'economia, della sanità e della cultura[161].

Nel periodo 2007-2013, il principale strumento finanziatore di progetti di cooperazione nei paesi del bacino del Mediterraneo è stato **ENPI** (*European Neighbourhood and Partnership Instrument*), strumento europeo di vicinato e partenariato. ENPI ha portato avanti numerosi progetti nell'area MENA nel settore dell'ambiente e del cambiamento climatico; gli obiettivi dei progetti comprendono, tra gli altri, l'adattamento dei settori produttivi ai cambiamenti climatici, la prevenzione dall'inquinamento e il passaggio a tecnologie di produzione più sostenibili. I progetti sono stati attuati soprattutto grazie ad accordi bilaterali con i paesi interessati e mediante il coinvolgimento delle comunità e degli attori locali, nonché collaborazioni con le Direzioni Generali della Commissione Europea. Nel 2014 ENPI è stato sostituito da ENI (*European Neighbourhood Instrument*), strumento più flessibile e più veloce per il finanziamento delle politiche PEV[162].

ENPI CBC- Med *Programme* 2007-2013 (*European Neighbourhood and Partnership Instrument Cross-Border Cooperation in the Mediterranean)* è un programma che ha contribuito alla promozione della cooperazione nel bacino del Mediterraneo, con lo scopo di favorire lo sviluppo sostenibile e di accrescere il potenziale di sviluppo dei paesi coinvolti. Tra le priorità di ENPI CBC-Med, vi è anche la promozione della sostenibilità a scala di bacino, utilizzando misure atte a preservare il patrimonio naturale. Esso si impegna a favorire, contestualmente, interventi nell'ambito della gestione dell'acqua nei paesi interessati[163].

Dal punto di vista della ricerca, si ricorda il gruppo di progetti di ricerca "CLIWASEC" (*Climate induced changes on water and security*)[164] formato dai tre progetti integrati CLICO (*Climate Change, Hydro-Conf icts and Human Security*)[165], WASSERMed (*Water Availability and Security in Southern Europe and the Mediterranean*)[166] e CLIMB

161 http://ufmsecretariat.org/

162 http://eeas.europa.eu/enp/how-is-it-financed/index_en.htm

163 Per maggiori dettagli sulle priorità CBC-Med, consultare il sito ufficiale http://www.enpicbcmed.eu/programme/about-the-programme/priorities-and-measures

164 Impatti del Cambiamento Climatico sull'Acqua e sulla Sicurezza.

165 Cambiamento Climatico, "Idro-conflitti" e Sicurezza Umana.

166 Scarsità di Acqua e Sicurezza nell'Europa Meridionale e nella Regione del Mediterraneo.

(*Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins*)[167], finanziati dal Settimo Programma Quadro dell'UE. I suddetti progetti si occupano della determinazione delle conseguenze del cambiamento climatico e delle capacità di adattamento dei paesi in studio[168]. Più specifica del settore agricolo è ARIMNet 2.0 *(Agricultural Research In the Mediterranean Network)*[169], rete internazionale di ricerca e collaborazione nel campo delle tecnologie agricole e delle sfide che l'agricoltura mediterranea deve affrontare[170].

167 Cambiamenti Indotti dal Clima sui Bacini Idrici del Mediterraneo.

168 http://www.cliwasec.eu/home/home.php

169 ARIMNet è un progetto ERA-Net (*Networking the European Research Area*) sostenuto e finanziato dal 7° Programma Quadro dell'UE a partire dal 2008. L'attuale seconda fase copre il periodo 2014-2017.

170 http://arimnet2.net/

4. L'ICU E LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE NEL MEDITERRANEO

4.1 IRWA[171]

Il progetto IRWA (*Improvement of Irrigation Water Management in Lebanon and Jordan*)[172] è stato un progetto attivo in Libano e Giordania da Giugno 2003 a Settembre 2008.

Esso è stato portato avanti dall'ICU, capofila del progetto, con i partner NCARE (*National Center for Agricultural Research and Extension*, Giordania), AVSI (Associazione dei Volontari per il Servizio Internazionale, Italia), LRA (*Litani River Authority*, Libano), CESAL (*Centro de Estudios y Solidaridad con America Latina*, Spagna).

Esso è stato parte di **MEDA Water** (*Euro-Mediterranean Regional Water Programme for Local Water Management*)[173], programma settoriale relativo all'acqua facente parte della politica MEDA dell'Unione Europea. Il programma è stato avviato nel 2002, e si è concluso nel 2008; ha utilizzato un budget di 40 milioni di euro per finanziare organizzazioni *no-profit* (ONG, Università, Agenzie governative) nello sviluppo di 9 progetti attuati tra il 2003 e il 2008 nei paesi coinvolti. L'obiettivo principale di MEDA Water è stato quello di migliorare la gestione della risorsa idrica attraverso la cooperazione di organizzazioni *no-profit* nei paesi dell'UE coinvolti e in quelli della zona MENA, favorire il *capacity building*, trasferire le conoscenze e la consapevolezza, costruire impianti dimostrativi. Si è focalizzato in particolare sulla gestione integrata dell'offerta d'acqua potabile e sulle infrastrutture sanitarie, nonché sulla mitigazione e gestione della scarsità idrica e della siccità, sulla gestione delle acque di irrigazione e sull'uso di risorse idriche non convenzionali[174].

---

171 Tutte le informazioni contenute nel paragrafo sono consultabili sul sito del progetto IRWA http://www.irwaproject.com/ e sul sito MEDA Water http://www.ime-medawater-rmsu.org/archive/projects/IRWA%20project/

172 Miglioramento della gestione dell'acqua di irrigazione in Libano e Giordania.

173 Programma Regionale Euro-Mediterraneo per la Gestione dell'Acqua.

174 http://www.enpi-info.eu/mainmed.php?id=30&id_type=10

4.1.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto

L'obiettivo generale di IRWA è stato quello di aumentare la produzione agricola e il profitto degli agricoltori in Giordania e Libano, agendo sull'efficienza dell'irrigazione nelle zone target.

Innanzitutto, IRWA si è focalizzato sulla soluzione di problemi **a livello di bacino fluviale**, sia in Libano che in Giordania.

In **Libano**, il progetto è intervenuto lungo il fiume Litani, tra il lago Qaraoun e Bar Elias, nella zona meridionale della fertile Valle della Bekaa.

Il fiume Litani costituisce la fonte primaria di irrigazione per l'area; tuttavia esso è sottoposto a scarsa manutenzione: le inondazioni (si ricordi che il regime delle piogge in Libano è relativamente abbondante rispetto a quello dei paesi limitrofi) e le conseguenti stagnazioni di acqua sui terreni argillosi dell'area rendono inutilizzabili i terreni per parecchi mesi all'anno, costringendo gli agricoltori a ridurre la stagione di crescita. Ne consegue una diminuzione della produttività agricola dell'area. In più, la costruzione di sbarramenti per raccogliere l'acqua da parte degli agricoltori ha ulteriormente aggravato le condizioni del letto del fiume, appiattendolo, causando stagnazioni di acqua in talune aree e rendendo non coltivabili le altre. Per ovviare al problema, si è diffusa la pratica di utilizzo incontrollato dei pozzi artesiani per il prelievo di acqua da falda freatica, che ha causato la depauperazione dell'acquifero e l'intrusione delle acque marine con conseguente salinizzazione dell'acqua prelevata[175].

In **Giordania**, il progetto si è occupato della situazione nell'area centrale e meridionale della Valle del Fiume Giordano, fertile, ma soggetta alla scarsa disponibilità di risorse che caratterizza tutto il paese. Negli anni '60 fu costruito il Canale King Abdullah (KAC, *King Abdullah Canal*, precedentemente noto come canale East Ghor). Tale infrastruttura, che preleva le acque principalmente dal Fiume Yarmouk, è attualmente lunga circa 110 km, ed è parallela al corso del Giordano; ha costituito per decenni la principale fonte di acqua irrigua della Valle del Giordano. Le acque del KAC sono però torbide, determinando spesso ostruzioni nei filtri e nei dispositivi di irrigazione a goccia. Ciò determina distribuzione non uniforme dell'acqua con conseguenti difficoltà nel somministrare i fertilizzanti (che vengono disciolti nell'acqua di irrigazione) e nel combattere la salinizzazione dei suoli.

A livello di **azienda agricola**, invece, il progetto ha voluto anche affrontare

175 ICU – AVSI - Cooperazione Italiana, Litani - Fiume della convivenza, ottobre 2008.

alcune problematiche comuni ad entrambi i paesi. Innanzitutto, sia in Libano che Giordania la gestione delle acque irrigue è inefficiente, caratterizzata da cattiva qualità della risorsa, alti sprechi ed alti costi; ciò rende la produzione agricola spesso insostenibile dal punto di vista economico ed ambientale. A ciò si aggiunge la scarsa conoscenza, da parte degli agricoltori, delle buone pratiche agricole che possono migliorare l'efficienza d'irrigazione e quindi la produttività del raccolto.

Le problematiche a **livello istituzionale**, infine, comprendono la mancanza di laboratori per le analisi su acqua e suolo e la scarsa partecipazione e assistenza agli agricoltori da parte delle istituzioni locali.

Alla luce delle problematiche esposte, il progetto prevedeva il raggiungimento di alcuni **obiettivi-chiave**:

- recupero di parte del fiume Litani;
- controllo delle piene, con conseguente aumento di suolo disponibile per la coltivazione;
- miglioramento dell'efficienza di irrigazione nelle zone centrali e meridionali della Valle del fiume Giordano;
- aumento di consapevolezza sulle problematiche di gestione della risorsa idrica;
- perfezionamento del *know how* tecnico degli agricoltori;
- rafforzamento della cooperazione a livello regionale sul tema delle problematiche dell'acqua in agricoltura.

Al fine di realizzare gli obiettivi succitati, il piano d'azione del progetto ha previsto **interventi** sia in Libano che in Giordania che investono sia il settore infrastrutturale e costruttivo, sia quello della collaborazione con gli attori locali per il trasferimento del *know how* e della consapevolezza nella gestione dell'irrigazione.

In **Libano**, il piano d'azione si è focalizzato su tre interventi principali:

a. la riqualificazione parziale del Fiume Litani;
b. il rafforzamento della presenza della LRA;
c. attività di formazione degli agricoltori.

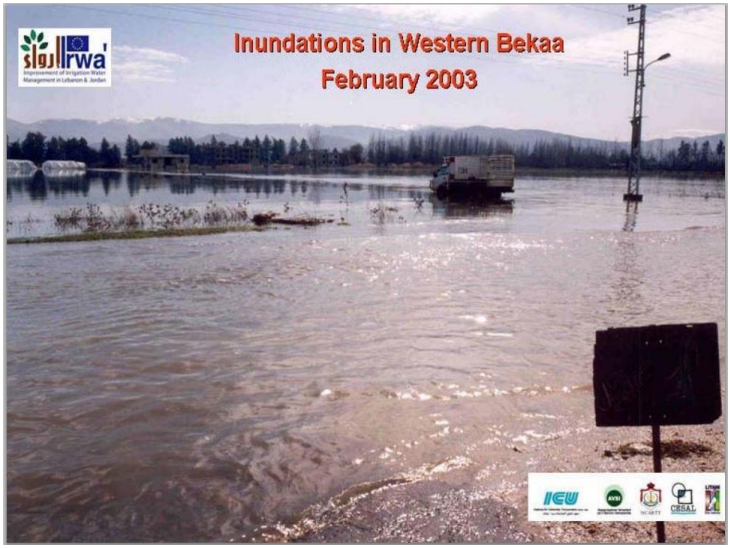
In **Giordania**, la strategia di intervento ha previsto:

a. il miglioramento del sistema di irrigazione nella Ghor centrale e meridionale;
b. il rafforzamento di NCARTT (*National Centre for Agricultural Research and Technological Transfer*);
c. attività di formazione per gli agricoltori.

4.1.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari

Per quanto riguarda gli interventi sui **bacini fluviali**, in **Libano** IRWA si è occupato della ricalibrazione di un tratto del fiume **Litani**. Lo scopo di tale operazione è stato quello di favorire il corretto deflusso delle acque: in molti punti, infatti, la morfologia fluviale è risultata inadeguata rispetto alle portate di piena, generando, specialmente in alcuni punti critici (punti di immissione degli affluenti, attraversamenti stradali, sezioni ostruite da rifiuti, etc.) allagamenti a danno delle infrastrutture, delle proprietà e degli appezzamenti, nonché erosione delle sponde fluviali (Figura 66).

Figura 66: Inondazione di aree della Bekaa occidentale, febbraio 2003



Fonte: Archivio MEDA Water - IRWA Project

La riqualificazione del Litani ha previsto innanzitutto uno studio preliminare dell'area e del regime idraulico del corso d'acqua. A tale scopo, sono state utilizzate foto aeree e dati relativi ad analisi sul terreno. L'analisi numerica del comportamento idraulico del fiume ha permesso di individuare i punti critici d'intervento. L'intervento di riqualificazione vero e proprio, effettuato da parte di tecnici formati in loco, è stato effettuato mediante dragaggio di 10 km del letto del fiume e ricalibrazione dei punti critici (Figura 67). Per la riqualificazione delle 11 sezioni critiche, sono state attuate una o più delle seguenti soluzioni tecniche:

- allargamento della sezione, a seconda dei risultati delle simulazioni numeriche idrauliche;
- protezione delle sponde soggette a erosione mediante l'utilizzo di gabbioni, materassi e materiali geocompositi[176];
- rimozione di ostruzioni dovute a depositi sul letto del fiume.

Figura 67: Esempio di riqualificazione di una sezione fluviale del Fiume Litani. Utilizzo di muri a gabbioni per la protezione della sponda soggetta a erosione

Fonte: Archivio MEDA Water - IRWA Project

L'operazione ha permesso il recupero di terreno arabile: rispetto all'inondazione del 2004, si è verificata una riduzione del 60% delle aree inondabili nel 2007 (373.8 ha rispetto ai 925 ha del 2004).

In **Giordania**, il miglioramento dell'efficienza di irrigazione è stato effettuato innanzitutto mediante l'installazione di unità filtranti nel **KAC**. Quest'ultimo infatti, alimentato dalle acque di pioggia ma anche da acque di rifiuto, trasporta sia galleggianti di varia provenienza (vegetazione, rami, alghe) che materiali più pesanti, come fanghi, che causano la torbidità dell'acqua del canale nei tratti turbolenti.

Il progetto IRWA è intervenuto sulla torbidità per preservare l'acqua di

176 I gabbioni e i materassi sono reti metalliche chiuse riempite con pietre. I materiali geocompositi sono combinazioni di materiali naturali e sintetici utilizzati nell'ingegneria civile prevalentemente geotecnica per svariati interventi (rinforzo, drenaggio, etc.).

irrigazione attraverso l'installazione di griglie autopulenti poste in quattro punti di prelevamento d'acqua dal canale principale. Le griglie in questione hanno la funzione di filtrare l'acqua in arrivo alla stazione di pompaggio e di trattenere il materiale e i rifiuti superficiali trasportati dall'acqua del canale.

Per quanto riguarda gli interventi sulla efficienza di irrigazione nelle **aziende agricole** delle aree interessate, sono stati effettuati degli studi di valutazione dello stato e delle modalità di utilizzo della rete di irrigazione e delle operazioni di fertilizzazione. Sono stati innanzitutto valutati: le fonti di provenienza dell'acqua irrigua, le caratteristiche del sistema irriguo e i metodi applicati (tecniche irrigue, programmazione dell'irrigazione, tecniche di filtrazione, etc.). Le operazioni di fertilizzazione sono state analizzate focalizzandosi su 5 colture in particolare per ognuno dei due paesi interessati. Gli studi hanno evidenziato molteplici difetti nelle reti irrigue e nella loro gestione: bassa efficienza, pressioni troppo basse nella rete, sistemi di filtrazione impropri, eccessivo uso di fertilizzanti.

Noti i punti deboli delle reti irrigue studiate, sono state installate **reti irrigue ottimizzate** in 30 aziende e sono state fornite a più di 600 agricoltori indicazioni, anche attraverso lotti dimostrativi e distribuzione di opuscoli informativi, sulla corretta gestione dei fertilizzanti e l'utilizzo di tecniche a risparmio idrico. Contestualmente, sono stati avviati da parte di NCARE e LRA gli *Extension Services* a favore degli agricoltori.

Gli interventi per il miglioramento della cooperazione tra le **istituzioni** e gli agricoltori e il *capacity building* hanno previsto innanzitutto interventi infrastrutturali:

- la costruzione e l'equipaggiamento di un Centro Servizi per l'agricoltura della LRA a **Khirbet Kanafaar** (Libano). Tale Centro comprende un laboratorio per le analisi del terreno e dell'acqua, una stazione meteorologica e macchinari per gli interventi sul letto del fiume;
- la riabilitazione del laboratorio per le analisi su suolo e acqua NCARE a **Deir Alla** (Giordania).

Inoltre, come già accennato, sono state avviate attività di informazione per permettere la diffusione e trasmissione del *know how* alle popolazioni locali e alle istituzioni e per favorire la collaborazione tra gli attori locali. Sono stati istruiti dipendenti di LRA e NCARE (*Extension Agents* e staff dei laboratori) e gli agricoltori (attraverso esperimenti pratici e lotti dimostrativi). Infine, la collaborazione a livello locale è stata promossa grazie a visite ai Centri Servizi da parte degli *Extension Agents*

di LRA e NCARE e all'organizzazione di *workshop* cui hanno partecipato le due istituzioni.

Riassumendo, il progetto ha avuto risultati positivi, che comprendono:

- la riduzione degli allagamenti nelle aree in prossimità del Fiume Litani e conseguenti maggiore produttività dell'area e diminuzione del rischio da inondazione;
- il miglioramento della qualità dell'acqua di irrigazione fornita dal *King Abdullah Canal*, con conseguente aumento dell'efficienza irrigua e quindi della produttività;
- l'applicazione di migliori tecniche irrigue in loco;
- l'aumento di consapevolezza da parte degli agricoltori e delle istituzioni;
- la diffusione del *know how* relativo alle più avanzate tecniche di irrigazione, filtrazione, gestione della risorsa;
- la cooperazione tra istituzioni e comunità di agricoltori e tra istituzioni locali.

4.2 ENSIAP[177]

ENSIAP (*Environmental Sustainability of Irrigated Agricultural Production in Lebanon and Jordan*[178]) è un progetto standard del programma ENPI CBC-Med, co-finanziato dalla Commissione Europea, che interviene in Libano e in Giordania. In particolare, ENSIAP si inserisce nel quadro di intervento definito da ENPI CBC-Med perseguendo gli obiettivi relativi alla priorità 2: promozione della sostenibilità ambientale a livello di bacino. A tale scopo, ENSIAP attua misure di riduzione dei fattori di rischio per l'ambiente e valorizza il patrimonio comune naturale (misura 2.1 della strategia ENPI CBC-Med).

Capofila del progetto è l'ICU, che si avvale della collaborazione del Ministero dell'Agricoltura della Repubblica del Libano (MoA), del *National Centre for Agricultural Research and Extension* del Regno Hascemita di Giordania (NCARE) e del *Centre for Renewable Energy Sources and Saving* della Repubblica Greca (CRES, partner tecnico).

177 Tutte le informazioni contenute nel paragrafo sono consultabili sul sito del progetto ENSIAP http://ensiap.org/en/index.html

178 Miglioramento della sostenibilità ambientale della produzione agricola in Libano e Giordania.

ENSIAP gode di forti sinergie con altri progetti nel bacino del Mediterraneo, tra cui IRWA e ACCBAT, con cui condivide il settore di intervento, l'approccio e i paesi target.

4.2.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto

Le aree di intervento sono quelle rappresentate in Figura 68.

In **Giordania**, le aree target sono localizzate nella Valle del fiume Giordano, tra il Lago di Tiberiade e il Mar Morto; in **Libano**, ENSIAP si occupa dell'area della Valle della Bekaa denominata West Bekaa.

Figura 68: Aree di progetto ENSIAP

Fonte: ENSIAP

Queste aree sono caratterizzate da svariate **problematiche** relative al settore agricolo. Innanzitutto, è stato registrato l'utilizzo di sistemi irrigui a bassa efficienza (come l'irrigazione di superficie) o comunque caratterizzati da sprechi di acqua. I metodi utilizzati non garantiscono la tutela della risorsa idrica. Inoltre, l'energia utilizzata per i sistemi di pompaggio utilizza fonti di energia non rinnovabili, poco sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico.

Relativamente alle conoscenze delle comunità locali, esse risultano essere insufficienti: la consapevolezza e la sensibilità nei confronti delle problematiche

relative alla scarsità idrica sono relativamente basse in Libano e Giordania; in più, gli agricoltori mancano del *know how* necessario per modernizzare il sistema irriguo e gestire l'acqua in maniera efficiente.

Infine, le capacità di intervento delle istituzioni interessate (NCARE e il Ministero dell'Agricoltura) sono deboli nel settore dell'*Extension Service* e delle *best practices* agricole.

Il progetto risponde alle necessità delle comunità locali ponendosi come **obiettivo** quello di contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale negativo dell'agricoltura irrigata sulle risorse idriche e sul suolo e del cambiamento climatico. Agisce innanzitutto sulle attività agricole svolte nei paesi target, migliorando l'efficienza idrica attraverso le buone pratiche irrigue a risparmio idrico e l'introduzione di metodi di produzione sostenibili. Si prefigge inoltre l'obiettivo di diffondere l'uso di fonti di energia rinnovabile al posto di fonti fossili per alimentare gli impianti di pompaggio, per aumentare la sostenibilità del settore agricolo dell'area. Infine, agisce dal punto di vista della formazione, rafforzando le istituzioni locali partner e promuovendo la diffusione di conoscenze e consapevolezza tra gli agricoltori e le comunità.

I **risultati** attesi comprendono:

- miglioramento della consapevolezza delle comunità;
- rafforzamento e potenziamento delle capacità delle istituzioni locali;
- miglioramento della collaborazione tra gli *stakeholder* locali coinvolti;
- incremento dei profitti degli agricoltori in Libano e Giordania, attraverso l'aumento della produttività delle colture;
- minimizzazione dei costi di manutenzione e gestione;
- aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua;
- riduzione degli impatti dell'attività agricola sulle risorse naturali.

4.2.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari

ENSIAP prevede di intervenire in questo quadro portando avanti diverse **attività**.

Si propone infatti l'installazione di lotti dimostrativi dotati di sistemi di irrigazione efficienti e che prevedano l'utilizzo di pratiche di fertilizzazione integrata e protezione delle piante. In Giordania, è portata avanti l'installazione di terreni

dimostrativi dotati di sistema di pompaggio alimentato da pannelli fotovoltaici; anche in Libano è stata effettuata l'installazione, in lotti selezionati, di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia da utilizzare nell'appezzamento.

Specificatamente, tra le attività di progetto vi è la costituzione di 20 aziende pilota per paese, con sistemi di irrigazione innovativi ed efficienti per un totale di **40 equipaggiamenti** (20 in Giordania e 20 in Libano). Tali sistemi sono costituiti da pompe per l'irrigazione alimentate a energia elettrica o fotovoltaica fornita da pannelli solari; un filtro a sabbia verticale – costituito da mezzo filtrante adeguato e dotato di misuratori di pressione e valvola per il controlavaggio; un iniettore di fertilizzante volumetrico (Dosatron) - per l'iniezione di una quantità di fertilizzante precisa e dosata; filtri a disco addizionali - per ridurre ulteriormente il rischio di ostruzioni - e infine una rete di irrigazione a goccia ottimizzata.

Questo equipaggiamento è il risultato degli *output* tecnologici derivanti dai progetti IRWA e AFD-MREA (*Agence Française de Développement – Mission Régionale pour l'Eau et l'Agricolture*) e fornisce un sistema di irrigazione e fertilizzazione valido dal punto di vista economico e ambientale.

Oltre alle 40 aziende pilota, sistemi analoghi sono previsti nei centri di ricerca di NCARE e del Ministero dell'Agricoltura libanese; i risultati delle sperimentazioni nei centri di ricerca costituiranno le basi per le prove sul campo. In particolare, nel centro di ricerca di Deir Alla (NCARE) sono già stati portati avanti esperimenti di confronto tra sistemi di irrigazione classici e ottimizzati (Figura 69). In particolare, sono stati attrezzati 3 dunum[179], equipaggiati con:

- 1 dunum irrigato con irrigazione superficiale;
- 1 dunum irrigato con irrigazione ottimizzata servito da pompaggio alimentato da fotovoltaico senza batteria;
- 1 dunum irrigato con irrigazione ottimizzata e servito da pompaggio alimentato da fotovoltaico con batteria.

Il test è stato finora svolto in tre fasi, atte ad analizzare gli effetti comparati dei tre metodi su vari tipi di coltura: cipolla, molukhiya (*Corchorus sp.*), mais dolce ibrido (*Zea mays L.*). I risultati sono in fase di analisi, e le conclusioni verranno pubblicate, per poter dare luce alle differenze emerse tra le tecniche ottimizzate e quelle tradizionali.

179 1 dunum = 1 du = 1000 m^2

Figura 69: Terreno dimostrativo a Deir Allah

Fonte: ENSIAP

Parallelamente, è stata eseguita la selezione degli agricoltori che beneficeranno del sistema di irrigazione ottimizzato suddetto; la prima fase del progetto si è conclusa con l'installazione del sistema di irrigazione, filtrazione e fertirrigazione in 20 terreni pilota in Giordania, che vengono monitorati.

Un'ulteriore attività atta a ottimizzare la gestione delle risorse nelle zone target si concentra, in particolare, sull'installazione di **impianti fotovoltaici** in 18 terreni selezionati che consentiranno agli agricoltori dell'area di ridurre la dipendenza da fonti non rinnovabili per la conduzione dell'azienda agricola. Nella Valle del Giordano sono state istallate 16 pompe solari (*Photo-Voltaic Pumping Systems*) con due diversi sistemi di pompaggio di acqua irrigua (con e senza batteria) in 16 aziende pilota con diversi sistemi colturali (pieno campo, serre, frutteti).

In Libano, l'installazione è stata effettuata in 2 terreni-pilota, i quali sono stati dotati di impianto fotovoltaico (5 kW) per il soddisfacimento dei bisogni energetici irrigui e dell'appezzamento agricolo.

Come già accennato, ENSIAP ha come obiettivo non solo quello di intervenire direttamente sulle tecniche agricole in uso, ma anche sulle capacità locali delle istituzioni e degli agricoltori.

È stata svolta la formazione di oltre 200 membri dello staff di NCARE e del

Ministero dell'Agricoltura libanese attraverso 20 eventi di formazione sulle *Best Agricultural Practices*, sull'uso di fonti di energia rinnovabile in agricoltura (*Renewable Energy Sources* – RES), sulla gestione dell'irrigazione e della fertirrigazione, sui fabbisogni idrici delle colture, sulla gestione del suolo, sulla gestione integrata delle colture e la formazione di due punti focali sulle RES all'interno di ogni istituto partner.

Parallelamente sono state effettuate attività di formazione di oltre 1200 agricoltori (214 in Libano e più di mille in Giordania) sugli stessi temi, mediante seminari, *workshop*, visite in sito. Le attività di formazione sia per lo staff delle istituzioni che per gli agricoltori sono già state avviate e sono già stati svolti *field days* (Figura 70).

Figura 70: Visite al campo di Deir Allah

Fonte: ENSIAP

Oltre alle attività di formazione è prevista la creazione, all'interno delle istituzioni locali partner, di *focal points*[180] sulle energie rinnovabili; i membri dei *focal points* saranno selezionati e poi formati presso il CRES.

Per diffondere e favorire la cooperazione sulle problematiche affrontate nei tre

180 Si tratta di personale selezionato per favorire l'instaurazione di un dialogo tra gli specialisti, installatori di RES e gli agricoltori locali.

paesi, sarà creata una rete regionale e internazionale sulle RES tra le istituzioni interessate e saranno avviate conferenze, seminari e *workshop* per dare visibilità al progetto e ai suoi obiettivi. Infine, allo scopo di aumentare la sensibilità della comunità, sono previste visite sul campo e la distribuzione di materiale sui risultati del progetto. Sono già in corso le attività di divulgazione di informazioni sulle problematiche trattate e di sensibilizzazione del grande pubblico. Oltre alla creazione del sito web del progetto, online e aggiornato, sono state avviate attività di diffusione delle tematiche trattate da ENSIAP. Tra queste, si menziona il *Workshop* Internazionale organizzato da ENSIAP e svoltosi ad Amman ad agosto 2014[181] (Figura 71) in collaborazione con ClimaSouth (progetto finanziato dall'UE) e l'*International Union for the Conservation of Nature* (IUCN) con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente giordano. In questa occasione, si è discusso delle politiche nazionali più appropriate per la mitigazione nell'emissione dei gas serra (NAMAs – *National Appropriate Mitigation Actions*). È previsto, oltre al materiale divulgativo e la pubblicazione dei risultati del progetto, un report finale da fornire agli *stakeholder* interessati.

Figura 71: Il progetto ENSIAP all'*International Workshop on the Identification & Formulation of the Jordan NAMA on Solar Water Pumping*, Amman, agosto 2014

Fonte: ENSIAP

181 *International Workshop on the Identification & Formulation of the Jordan NAMA on Solar Water Pumping.*

4.3 ACCBAT[182]

ACCBAT (*Adaptation to Climate Change through improved water demand management in irrigated agriculture by introduction of new technologies and best agricultural practices*[183]) è un progetto avviato dall'ICU nel 2012 e co-finanziato da ENPI come progetto strategico del programma ENPI CBC-Med.

I partner del progetto sono NCARE, il Ministero dell'Agricoltura libanese, il Ministero dell'Agricoltura tunisino, e l'ADBPo (Autorità di Bacino del fiume Po).

ACCBAT si inserisce nella strategia generale di ENPI CBC-Med agendo sulla priorità di quest'ultimo di promuovere la sostenibilità a scala di bacino fluviale (priorità 2); in particolare, il progetto si concentra sulla gestione della risorsa idrica (obiettivo 2.1).

4.3.1 Problematiche dei paesi target e obiettivi del progetto

La necessità di un intervento nei paesi target in questo settore è emersa di fronte alle difficoltà incontrate dalle istituzioni partner nella messa in pratica di attività per il miglioramento dell'efficienza irrigua e per il riutilizzo di reflui in agricoltura.

Nei tre paesi, infatti, l'utilizzo di **acque reflue** per l'agricoltura è un obiettivo delle strategie nazionali e sono stati stanziati investimenti per la costruzione di impianti di trattamento dei reflui (WWTP - *wastewater treatment plant*); tuttavia l'effettiva diffusione di tale pratica irrigua è ancora scarsa, a causa dell'incapacità delle istituzioni locali di trasmettere agli agricoltori il *know how* necessario. In più, le reti irrigue sono in generale caratterizzate da metodi poco efficienti e da alte perdite, anche a causa di scarsa conoscenza delle *Best Agricultural Practices* da parte degli agricoltori, che si sommano alla diffuse condizioni di scarsità d'acqua e siccità che caratterizzano i territori. A livello istituzionale, infine, non esiste attualmente cooperazione a livello di bacino del Mediterraneo nel settore del riuso delle acque reflue a scopo irriguo.

---

182 Tutte le informazioni contenute nel paragrafo sono consultabili sul sito del progetto ACCBAT http://accbat.eu/

183 Adattamento al cambiamento climatico attraverso il miglioramento della gestione della domanda d'acqua nell'agricoltura irrigata grazie all'introduzione di tecnologie innovative e al trasferimento di buone pratiche agricole.

Nello specifico, l'obiettivo di ACCBAT è quello di migliorare la gestione della domanda di acqua da parte del settore agricolo nei tre paesi. A tale scopo, il progetto si propone di migliorare l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua, ridurre l'impatto negativo sull'ambiente dell'agricoltura e incrementare l'uso delle acque reflue trattate come fonte di approvvigionamento idrico per l'irrigazione, basandosi su strategie di trasferimento delle conoscenze e formazione sulle *Best Agricultural Practices*.

Per fare ciò, il progetto agisce localmente con un **approccio** *top-down* e *bottom up*:

- *top-down*: il progetto si propone come collegamento tra gli *Extension Services* e gli agricoltori, allo scopo di migliorare le capacità delle istituzioni di sviluppare politiche nel settore agricolo e del risparmio idrico;
- *bottom-up*: gli agricoltori, diretti beneficiari del progetto, partecipano direttamente alle attività, collaborando con le istituzioni di settore; l'obiettivo è quello di creare un rapporto di fiducia e di collaborazione, imprescindibile requisito nei processi di sviluppo delle comunità rurali e di elaborazione di strategie da parte delle istituzioni di settore.

Seguendo questo approccio, si prevede di raggiungere i seguenti risultati:

- trasferimento della tecnologia nei tre paesi target, con aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua e sostituzione delle fonti idriche tradizionali con acque reflue trattate in lotti dimostrativi;
- rafforzamento delle capacità istituzionali nell'introduzione di tecnologie innovative, negli *Extension Services*, e nello sviluppo di strategie di risposta all'impoverimento della risorsa idrica nei paesi partner; rafforzamento delle reti istituzionali;
- aumento del profitto delle aziende agricole coinvolte, con conseguente miglioramento delle condizioni socio-economiche;
- miglioramento della cooperazione regionale e internazionale tra i paesi target e gli altri paesi del Mediterraneo sull'uso di acque reflue trattate per l'irrigazione, con l'utilizzo di un indicatore di qualità comune;
- diffusione della consapevolezza sulle problematiche relative all'acqua e alla sostenibilità in agricoltura; accettazione da parte del pubblico dell'uso di reflui trattati in agricoltura.

4.3.2 Attività, risultati ottenuti e beneficiari

Il progetto interviene sul miglioramento delle pratiche agricole, allo scopo di incrementare l'efficienza nell'uso dell'acqua e di promuovere ulteriormente l'utilizzo di fonti non convenzionali, quali le acque reflue trattate provenienti da impianti di depurazione, nei paesi di progetto. A tale scopo sono stati selezionati aree e impianti di trattamento:

- In Libano, l'impianto di trattamento dei reflui di Ablah, Distretto di Zahleh, nella Valle della Bekaa (Figura 72);
- In Giordania, impianti di trattamento di Ramtha (nella zona della Irdid), di As Salt (Balqa Region) e di Madaba (Regione di Madaba), situati nella zona ovest-nordovest del paese (Figura 73);
- In Tunisia nella regione di Nabeul ed in particolare impianti di trattamento dei reflui di Beni Khiar e Merjada nella zona del Capo Bon (Figura 74).

Figura 72: Area di intervento di ACCBAT in Libano

Fonte: Google Earth

Figura 73: Aree di intervento di ACCBAT in Giordania

Fonte: Google Earth

Figura 74: Aree di intervento in Tunisia

Fonte: Google Earth

Sono stati predisposti **campi dimostrativi** presso i centri dei tre partner locali: NCARE, Ministeri dell'Agricoltura libanese e Ministero dell'Agricoltura tunisino. I campi dimostrativi costituiranno i prototipi per l'avvio delle implementazioni di sistemi efficienti sul terreno e saranno uno strumento di valutazione e dimostrazione dei vantaggi delle soluzioni tecnologiche introdotte. Sono inoltre state avviate le procedure per l'installazione di **stazioni meteorologiche** nelle aree target: esse permetteranno la messa in pratica di tecniche irrigue che tengano conto dell'effettiva domanda di acqua da parte della coltura considerando, fra l'altro, il regime pluviometrico dell'area.

Il terreno dimostrativo presso il centro di ricerca di NCARE a Ramtha, Giordania, sarà dotato di un sistema di stoccaggio dell'acqua costituito da una struttura di acciaio ondulato inossidabile e plastica, che sarà coperto di tessuto per minimizzare le perdite per evaporazione e la proliferazione di alghe.

Il terreno dimostrativo in Tunisia è stato inaugurato presso la stazione sperimentale di INRGREF[184] a Oued Souhil. Esso consiste di 5 acri di alberi da frutto, dotati di sistema di irrigazione localizzata, dispositivi di pre-filtrazione, iniezioni di fertilizzante e due vasche di stoccaggio e sedimentazione da 500 m^3 l'una. E' stata pianificata la creazione di due stazioni meteorologiche in due zone target del progetto. Attualmente è in atto la loro costruzione.

In Libano verrà utilizzata la stazione meteorologica messa a disposizione dal LARI (*Lebanese Agricultural Research Institute*), apportando le migliorie necessarie per raggiungere un ottimo funzionamento della stessa. Il campo dimostrativo verrà invece realizzato presso un agricoltore in possesso di conoscenze pregresse riguardo la *drip irrigation* e interessato a utilizzare sia acque reflue trattate che acque da pozzo per evidenziare eventuali differenze sulla produzione, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

Si prospetta, inoltre, in **terreni pilota selezionati** l'installazione di sistemi di irrigazione localizzata con dispositivi di fertirrigazione e utilizzo di fonti convenzionali, nonché l'installazione di reti di irrigazione localizzata nelle aree solitamente irrigate con acque reflue trattate. A tale scopo, sono stati selezionati, nei tre paesi, degli impianti di depurazione e appezzamenti agricoli in cui implementare l'attività.

184 *Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts* (Tunisia).

In **Giordania**, i tre impianti per l'implementazione del progetto sono stati selezionati dopo indagini sul campo. Essi si trovano in un'area della Giordania densamente popolata, in cui il suolo è adatto ad attività agricole e la produzione di reflui depurati è costante durante tutto l'anno. Successivamente, attraverso questionari, sono stati selezionati gli agricoltori beneficiari del progetto.

L'impianto di Al Salt, posto in vicinanza dello Ouadi Shuaeb, è un impianto di trattamento a fanghi attivi posto 25 km ad est di Amman. Nell'area di Salt (Figura 75) sono stati selezionati 9 agricoltori; i loro appezzamenti, dalle dimensioni medie di 10-20 du, sono situati lungo lo Ouadi Shuaeb. In tali terreni si coltivano prevalentemente alberi da frutto (olivo, limone, uva, drupe) con la tecnica dell'irrigazione superficiale per gravità. Nell'area non è possibile costruire stagni di stoccaggio dell'acqua e non vi è accesso alla rete elettrica. Si pensa di intervenire in questi appezzamenti con vasche di stoccaggio d'acqua chiuse poste nel punto più alto del terreno, in modo da poter sfruttare la gravità.

Figura 75: Impianto di depurazione di Al Salt

Fonte: ACCBAT

L'impianto di Ramtha è posizionato a 70 km a nord di Amman ed utilizza un trattamento a fanghi attivi con rimozione di fosforo e azoto. Secondo le stime, potrebbe alimentare l'irrigazione di 1500 du nell'area circostante. Questa è caratterizzata da appezzamenti delle dimensioni medie di 50-100 du e utilizzati per la produzione di piante da foraggio quali *Trifolium alexandrinum*, orzo, mais. Nell'area sono stati selezionati 5 agricoltori per l'implementazione del progetto in 7 appezzamenti. L'area è alimentata in maniera discontinua dall'impianto di Ramtha (2 volte a settimana) e soffre di carenza d'acqua durante la stagione estiva. Si propone

quindi di intervenire con una vasca per lo stoccaggio dell'acqua e un impianto di pompaggio non alimentato dalla rete elettrica (non vi è accesso alla rete elettrica disponibile) ma da altre fonti quali diesel o impianti fotovoltaici (Figura 76).

Figura 76: Impianto di depurazione di Ramtha

Fonte: ACCBAT

Nell'area servita dall'impianto di Madaba (Figura 77), posto 50 km a sud di Amman e che utilizza trattamento a fanghi attivi con rimozione di azoto e fosforo, sono stati selezionati 8 agricoltori. Nella zona si producono piante da foraggio in appezzamenti di circa 20-50 du. Anche in questo caso l'intervento di ACCBAT vedrà l'installazione di una vasca di stoccaggio e di un sistema di pompaggio alimentato in maniera indipendente dalla rete elettrica.

Figura 77: Impianto di depurazione di Madaba

Fonte: ACCBAT

In **Libano**, sono stati selezionati 30 agricoltori. Di questi, 28 riceveranno le acque trattate dall'impianto di Ablah, mentre 2 continueranno ad utilizzare fonti di approvvigionamento idrico tradizionale, ma con sistemi di irrigazione a piu elevata efficienza di utilizzo dell'acqua. Presso i 30 appezzamenti, in cui si coltiva vite per uva da tavola, verranno installati sistemi di irrigazione a goccia e sistemi di fertirrigazione.

In **Tunisia**, è stata selezionato un terreno pilota di 4 ha**,** da irrigare con acqua reflua trattata, in cui saranno installati un sistema di irrigazione a goccia e un dispositivo per la fertirrigazione.

Il progetto prevede inoltre l'installazione di **bacini** presso i singoli agricoltori che permettano lo stoccaggio dell'acqua e quindi una migliore gestione dell'acqua in base alle esigenze della coltura.

Oltre ai due già predisposti presso il lotto dimostrativo di Oued Souhil in Tunisia, la progettazione e la fattibilità di altri invasi è in fase di studio in Giordania.

In Libano è prevista la costruzione di un bacino di stoccaggio delle acque trattate presso un terreno di proprietà del Comune di Ablah. Il bacino, con un volume previsto di circa 20.000 m^3, consentirà di irrigare un elevato numero di appezzamenti e di migliorare, presso gli agricoltori e l'amministrazione comunale, la cooperazione e la gestione dei beni comuni. Gli agricoltori, a conferma del fatto che l'acqua è un bene di fondamentale importanza, hanno dato la propria adesione alla gestione comune del bacino e sono disposti a pagare una quota annuale che consentirà alla municipalità di sostenere i costi di manutenzione e agli agricoltori stessi di beneficiare delle acque trattate presso la WWTP di Ablah.

Parallelamente agli interventi infrastrutturali sul campo, il progetto ambisce, come già accennato, a **rafforzare le istituzioni** locali migliorando, *in primis*, le loro conoscenze nel campo della gestione dell'irrigazione e delle *Best Agricultural Practices* e dell'uso di acqua reflua trattata in agricoltura. A tale scopo, ACCBAT si è rivolto allo staff di NCARE e dei Ministeri dell'Agricoltura libanese e tunisino e ha valutato le necessità degli *Extension Agent*, dei tecnici di laboratorio dei membri dello staff manageriale, anche lavorando in sinergia con altri progetti come ENSIAP e IRWA (Libano e Giordania). Ne sono risultati una strategia e un percorso formativo *ad hoc*: sono in fase di studio i moduli didattici che costituiranno la base della formazione dello staff; questa sarà coadiuvata da visite sul campo, *workshop*, conferenze e seminari. Si prevede inoltre la formazione di un *focal point* sull'uso delle acque reflue trattate per ognuna delle istituzioni partner.

A partire dai moduli sviluppati per lo staff delle istituzioni locali, saranno ideati moduli didattici anche per gli **agricoltori**, i quali, analogamente, beneficeranno di lezioni teoriche, visite sul campo, *workshop* e seminari incentrate sulle tematiche di gestione del sistema irriguo e della produzione agricola; particolare attenzione sarà rivolta, *inter alia*, all'uso di acque reflue trattate, *Best Agricultural Practices*, gestione dei

fertilizzanti, metodi di irrigazione e produzione specifici per la coltura e sugli aspetti ecologici dell'attività agricola.

Per creare un contesto il più possibile favorevole alla diffusione delle *Best Agricultural Practices*, il progetto ha come obiettivo anche quello di migliorare la **collaborazione** nei tre paesi coinvolti e negli altri paesi del Mediterraneo sulle tematiche ambientali in agricoltura. A tale scopo, verranno promosse conferenze internazionali, con la partecipazione degli *stakeholder* e di attori locali ed internazionali. Sono già state avviate collaborazioni con centri di ricerca e agenzie internazionali: ACCBAT è in già in contatto con organismi quali GIZ (*Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*[185]), SWIM-SM (**Sustainable Water Integrated Management** – *Support Mechanism*)[186], FAO e il suddetto INRGREF. Collabora inoltre con gli impianti di depurazione della regione tunisina del Nabeul e con LARI (*Lebanese Agricultural Research Institute)*[187]. È in fase di studio la collaborazione con l'Università Libanese.
Sussistono inoltre rapporti di collaborazione informale con JUST (*Jordan University of Science and Technology*) e con GWP in Tunisia.

Uno degli obiettivi del progetto è quello di valutare l'attuale contesto normativo nei tre paesi nel settore del riuso dei reflui in agricoltura, con lo scopo finale di conciliare e coniugare le leggi esistenti e istituire un Memorandum d'Intesa tra i partner locali che preveda l'utilizzo un **indice di qualità delle acque comune** ai tre paesi.

ACCBAT è attivo anche nell'ambito della **divulgazione** di materiale per promuovere la consapevolezza e la diffusione delle conoscenze relative alle problematiche affrontate. Oltre al sito web, avviato e aggiornato, sono stati preparate *brochures* informative sul progetto e libretti per gli agricoltori. Il progetto gode inoltre di buona visibilità in territorio italiano, dove è stato, assieme ad ENSIAP, oggetto di seminari nelle Università italiane contestualmente al progetto di educazione allo sviluppo WSWC – *Water Scarcity & Water Cooperation* coordinato dall'ICU. Inoltre, a

185 Società Tedesca per la Cooperazione Internazionale. Sito ufficiale http://www.giz.de/en/html/index.html.

186 Meccanismo di Supporto del Programma *Sustainable Water Integrated Management* (SWIM), programma avviato dall'EU per la implementazione e diffusione di pratiche e politiche di gestione dell'acqua nei paesi del Mediterraneo del Sud.

187 Organizzazione governativa libanese.

fine ottobre 2014 si è tenuta a Nabeul (Tunisia) la conferenza "Il progetto strategico ACCBAT, realizzazioni e prospettive". L'evento ha visto la partecipazione, oltre che dell'ICU e dei rappresentanti dei suoi partner, di attori locali ed è stata l'occasione per esporre i risultati raggiunti dal progetto. In particolare, è stato inaugurato nel quartiere di Oued Souhil un sito pilota per la dimostrazione di tecniche d'irrigazione con acque reflue trattate.

BIBLIOGRAFIA

Chelabi A., Tafe U., *Wastewater Reuse Policy in Lebanon: The role of actors in policy implementation for agriculture*, University of Massachusetts Boston, 2014

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

Corcoran, E., C. Nellemann, E. Baker, R. Bos, D. Osborn, H. Savelli (eds). 2010, *Sick Water? The central role of waste-water management in sustainable development*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. www.grida.no

Dockery S., *Lack of dams holding back Lebanon's water, energy sectors*, in The Daily Star, 2 marzo 2013

FAO, *Deficit Irrigation Practices*, 2002

FAO, Committee of Agriculture, *Agriculture and Water Scarcity: a Programmatic Approach to Water Use Efficiency and Agriculture Productivity*, Roma 25-28 aprile 2007

G8 UK, *Lough Erne Accountability Report - Keeping our promises*, 2013

Gorbaciov M., Il nostro futuro sta in un patto sull'acqua in "La Stampa Opinioni", 17 Luglio 2014

Hamdan I., Oweis T. e Hamdallah G. (eds.). *AARINENA Water Use Efficiency Network: Proceedings of the Expert Consultation Meeting.* Aleppo, Syria : ICARDA, Aleppo, Syria, 26-27 November 2006. p. iv + 244

Hentati, A, Kawamura A. e Amaguchi H., *Regional geomorphological characteristics of small hillside basins in semiarid region of Tunisia*, Annual Journal of Hydraulics Engineering, JSCE 2009

Hussain I.; L. Raschid; M. A. Hanjra; F. Marikar; W. van der Hoek. 2002. *Wastewater use in agriculture: Review of impacts and methodological issues in valuing impacts. (With an extended list of bibliographical references).* Working Paper 37. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute

ICU – AVSI - Cooperazione Italiana, Litani - Fiume della convivenza, ottobre 2008

IDAL - *Investment Development Authority in* Lebanon, Agriculture Fact book

Immerzeel W. et al., commissionato dalla World Bank, (World Bank Task Leader:

Bekele Debele Negewo), *Middle East and North Africa Water Outlook*. s.l., aprile 2011

IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, *Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Jemai, I, et al., *Effects of Municipal Reclaimed Wastewater Irrigation on Organic and Inorganic Composition of Soil and Groundwater in Souhil Wadi Area (Nabeul, Tunisia)*, Hydrology Current Research, 2013

Lamorgese S,. Israele beve l'acqua del mare, in "Rainews", 30 maggio 2014

Liebe J., Ardakanian R., Sewilam H., UNW-DPC, coordinated by the UN-Water Decade Programme on Capacity Development, *Proceedings of the UN-Water project on the Safe Use of Wastewater in Agriculture*, 2013

MAECI- Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo, Linee guida e indirizzi di programmazione, Aggiornamento: marzo 2014

MWI, Ministry of Agriculture and Irrigation. *Annual Report*. 2012

Nuccitelli D., *Survey finds 97% of climate science papers agree warming is man-made*, in "The Guardian", 16 Maggio 2013

OECD, *Environmental Outlook to 2050: The consequences of Inaction. Key Findings on Water*, marzo 2012

PNUE/PAM/PLAN BLEU: *L'eau des Méditerranéens: situation et perspectives*. No. 158 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE/PAM, Athènes, 2004

Riva P. A. e Guadagni A. (a cura di), Manuale dell'Ingegnere Civile e Ambientale, Milano, Hoepli, 2010

Rogers D. H, Lamm F. R. et al., *Efficiencies and losses of irrigation systems*, Kansas State University, Research and Extension Engineers, Manhattan 1997

Sadras V. O., Grassini P. e Steduto P., *Status of water use efficiency in main crops - SOLAW Background Thematic Report - TR07*, FAO

UNDP, *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis 2006*

UNEP/MAP, *Mediterranean Strategy for Sustainable Development, A Framework for*

Environmental Sustainability and Shared Prosperity, Athens, 2005

UNEP/MAP: *State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment*, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012

UN General Assembly, *Elaboration of an international convention to combat desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa,* 12 settembre 1994

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013), *World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume II, Demographic Profiles* (ST/ESA/SER.A/345)

WBCSD, Facts and *Trend*s: Water Version 2, August 2005

White C., *Understanding water scarcity: Definitions and measurements* in Global Water Forum, 7 maggio 2012

WHO, *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture*, 2006

Winer S., *Israel, Jordan, Palestinians to finally build Red-Dead pipeline,* in The Times of Israel. 9 Dicembre 2013

World Summit on Food Security, *Declaration of the World Summit on Food Security,* Rome, 16-18 novembre 2009

World Water Assessment Programme. 2009. *The United Nations World Water Development Report 3, Case Study Volume: Facing The Challenges*

World Water Council, *The Ministerial Declaration of the 6th World Water Forum*, 13 March 2012

WWAP, *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*, Paris UNESCO, 2012.

SITOGRAFIA

http://accbat.eu/

http://www.ambtunisi.esteri.it/NR/rdonlyres/148FA659-D683-4C8E-AB3C-3326A76FDE17/69354/1CostruzionediduedighecollinarinellaregionediSfax.pdf

http://arimnet2.net/

http://www.britannica.com/EBchecked/topic/322068/Koppen-climate-classification

https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/

http://climate.nasa.gov/evidence/

http://www.cliwasec.eu/home/home.php

http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it

http://data.unhcr.org/syrianrefugees/country.php?id=122

http://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.FWAG.ZS/countries/TN?display=graph

http://www.defense.tn/fr/index.php?option=com_content&task=view&id=70

http://eeas.europa.eu/euromed/index_en.htm

http://eeas.europa.eu/enp/index_en.htm

http://www.enpicbcmed.eu/

http://www.enpi-info.eu/

http://www.enpi-info.eu/mainmed.php?id=30&id_type=10

http://ensiap.org/en/index.html

http://www.equobio.info/index.php?option=com_content&view=article&id=73:cospe-oasi-di-chenini-gestione-sostenibile-delle-risorse-naturali&catid=54:tunisia&Itemid=56

http://esa.un.org/unpd/ppp/Figures-Output/Population/PPP_Total-Population.htm

http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-08-316_it.htm

http://www.fao.org/ag/magazine/0704sp4.htm

http://www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e03.htm

http://www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e07.htm#5.1.2%20basic%20technical%20criteria

http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm

http://www.giz.de/en/html/index.html

https://www.google.com/earth/

http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/

http://www.ime-medawater-rmsu.org/01/MedaWater%20Projects.htm

http://www.ime-medawater-rmsu.org/archive/projects/IRWA%20project/

www.investinlebanon.gov.lb

http://www.ipcc.ch/index.htm

http://www.irwaproject.com/

http://www.oss-online.org

http://www.preventionweb.net/english/professional/terminology/v.php?id=471

http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/

http://www.starttunisie.com/projet/creation-et-rehabilitation-des-palmeraies-dans-la-region-de-rjim-maatoug

https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal

http://ufmsecretariat.org/

http://www.swim-sm.eu/

http://water.org/water-crisis/water-facts/water/

http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html

http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT/EXTREDSEADEADSEA/0,,contentMDK:21827416~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:5174617,00.html

http://www.un.org/en/

http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml

http://www.unepmap.org/

http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8f/c/Lebanon.asp

http://www.unhcr.org/pages/49e486566.html
http://www.unwater.org/home/en/
http://www.unwater.org/kwip
http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/en/
http://www.unwater.org/worldwaterday/
http://www.waterfootprint.org
http://www.worldbank.org/