

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

INTERFACOLTA' DI AGRARIA, ECONOMIA, LETTERE E FILOSOFIA

TESI DI LAUREA IN SCIENZE E CULTURA DELLA GASTRONOMIA E
DELLA RISTORAZIONE

LA MADRE ACQUA: alcune riflessioni

Relatore:

Prof.ssa Anna Lante

Correlatore:

Dott. Giancarlo Andretta

Laureanda:

Giorgia Grasso

Matricola n.609853

ANNO ACCADEMICO 2012 – 2013

INDICE

Indice.....	3
Riassunto.....	5
Abstract.....	7
Introduzione.....	9
Capitolo 1: L'acqua da elemento primordiale ad economico.....	10
1.1 L'Origine dell'acqua.....	10
1.2 L'acqua nel nostro Pianeta.....	11
1.3 L'acqua come elemento economico: diminuzione della sua disponibilità.....	12
Capitolo 2: I Classici e l'acqua.....	14
2.1 I Greci.....	14
2.2 I Romani.....	15
2.3 Dal Medioevo al Rinascimento.....	16
Capitolo 3: La chimica dell'acqua.....	17
3.1 Struttura molecolare.....	17
3.2 Tensione superficiale.....	19
3.3 L'acqua come solvente.....	21
3.4 La ionizzazione dell'acqua.....	22
Capitolo 4: L'importanza biologica dell'acqua	23
4.1 Vivere senza acqua fa male.....	23
4.2 Fabbisogno idrico.....	24
4.3 L'effetto dell'acqua sul nostro corpo.....	26
4.4 L'acqua conserva il ricordo delle sostanze.....	28
Capitolo 5: Impieghi dell'acqua.....	29
5.1 L'uso civile.....	29
5.2 Il fabbisogno idrico dell'allevamento e dell'agricoltura.....	30
5.3 Il fabbisogno idrico dell'industria.....	41
Capitolo 6: Acque reflue.....	44
6.1 Introduzione.....	44
6.2 Trattamento acque reflue.....	44
6.2.1 Trattamenti a membrana.....	48
6.2.2 Trattamento fotocatalitico.....	51
6.2.3 Trattamento fanghi.....	52
6.3 Riutilizzo dei reflui trattati.....	52
6.4 Riutilizzo dei reflui nell'Industria alimentare.....	54
6.5 Riutilizzo dei reflui in Italia.....	58
Capitolo 7: Mutamenti climatici.....	60
7.1 Scioglimento dei ghiacciai.....	60
7.2 Innalzamento del livello delle acque e riscaldamento del mare.....	61
7.3 Precipitazioni.....	61
7.4 Ecosistemi Fluviali.....	61

Capitolo 8: Le acque trattate.....	62
8.1 Acqua potabile.....	62
8.1.1 Le fonti di acqua potabile in Italia.....	66
8.1.2 Componenti dell'acqua potabile.....	69
8.1.3 Caratteristiche organolettiche.....	71
8.1.4 L'acqua per uso igienico.....	72
8.2 Acqua purificata.....	73
8.3 Acqua filtrata.....	73
Capitolo 9: Le acque non trattate.....	74
9.1 L'acqua di sorgente.....	74
9.2 L'acqua minerale.....	74
9.2.1 Diversi tipi di acqua minerale.....	75
9.2.2 Captazione, adduzione e stoccaggio.....	78
9.2.3 L'imbottigliamento.....	79
9.2.4 L'etichettatura.....	81
9.2.5 Obblighi.....	83
9.2.6 Novità normative.....	85
9.2.7 Il consumo di acqua minerale in Italia.....	85
9.2.8 Degustare l'acqua minerale.....	89
9.2.9 L'acqua minerale nella ristorazione.....	91
9.2.10 Gastronomia.....	91
Capitolo 10: L'acqua negli alimenti.....	93
10.1 L'attività dell'acqua (aW).....	93
10.2 La conservazione degli alimenti.....	99
10.2.1 La salagione.....	100
10.2.2 Il congelamento.....	102
10.2.3 La concentrazione.....	104
10.2.4 L'essiccazione.....	106
10.2.5 La liofilizzazione.....	108
Conclusione.....	111
Bibliografia e Webgrafia.....	113

Riassunto

L'importanza dell'acqua per la nostra esistenza è nota a tutti, anche se non tutti usano lo stesso metro di valutazione. Tutti gli organismi viventi dipendono dall'acqua e, ne contengono quantità elevate; il nostro corpo è composto da acqua, almeno più della metà, anche se non distribuita uniformemente. Si può davvero dire che senza acqua non c'è vita e che dalla qualità dell'acqua dipende la qualità della vita!

L'argomento è senz'altro molto vasto e, questo elaborato non ha avuto sicuramente l'ambizione di trattarlo in modo completo, ma si è prefisso l'obiettivo di esporlo esaurientemente, toccando gli aspetti più significativi. Si è partiti dalle origini dell'acqua, per continuare poi con la sua distribuzione sul nostro pianeta, introducendo il concetto, molto importante, della crescente scarsità dell'acqua dovuta, sia al suo eccessivo utilizzo nei vari settori che all'aumento demografico. Si è proseguito trattando della struttura chimica dell'acqua, delle caratteristiche e della sua importanza biologica, che la rendono un elemento unico ed indispensabile per la vita. Dopo aver trattato l'acqua dai Greci ai nostri giorni, si è evidenziato il suo impiego nell'agricoltura, nell'allevamento e nell'industria, sottolineando il problema del conseguente inquinamento che, insieme ad altre cause, contribuisce ai mutamenti climatici come lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello delle acque e il riscaldamento del mare, siccità ecc.. Si è parlato poi del trattamento delle acque reflue e del loro riutilizzo, in particolare nell'industria alimentare, come rimedio allo spreco di acqua potabile. Buona parte dell'elaborato è stata dedicata ai vari tipi di acqua, dalla potabile alla minerale, e di quest'ultima si è anche trattato del suo abbinamento con il cibo nella ristorazione moderna. E' stato indispensabile, visto il corso di studi, parlare dell'acqua negli alimenti, in particolar modo dell' a_w , della sua influenza sui microrganismi e delle varie tecniche di conservazione degli alimenti, che permettono di eliminare buona parte dell'acqua libera, così che gli stessi possano essere conservati più a lungo evitandone il deterioramento.

Infine nella conclusione, ribadendo l'importanza dell'acqua, si è voluto evidenziare che l'ONU ha istituito il 22 Marzo, "la giornata mondiale dell'acqua", celebrata ogni anno a partire dal 1992 con l'obiettivo di sensibilizzare la popolazione sulla sua importanza; e ha, inoltre, dichiarato il decennio 2005-2015 "Decennio Internazionale dell'Acqua".

Abstract

The importance of water for our existence is known to all, though not all use the same yardstick. All living organisms depend on water and contain high amounts; our body is composed of water, at least more than half, although not uniformly distributed. You can really say that without water there is no life and that the water quality depends on the quality of life! The argument is certainly very broad and, this paper did not have the ambition to definitely treat it completely, but it is a stated aim to expose fully, touching the most significant aspects. We started from the origins of water, and then continue with its distribution on our planet, by introducing the concept, very important, the increasing scarcity of water due both to its excessive usage in the various areas with incrising population. He continued treating the chemical structure of water, the characteristics and its biological importance, that make it a unique and indispensable element for life. After treating the water from the Greeks to the present day, there was evidence of its use in agriculture, breeding and industry, highlighting the problem of the resulting pollution. It fact, along with other causes, contributes to climate change such as melting glaciers, rising sea levels and the warming of the sea, drought etc...There was talk then of wastewater treatment and reuse, particularly in the food industry, as a remedy to the waste of drinking water. Much of this work was devoted to the various types of water, from drinking to the mineral, and the latter has also been its pairing with food in modern catering. It was essential, given the course of study, talk of water in foods, especially of a_w , its influence on the microorganisms and the various techniques of food preservation, which can eliminate most of free water, so that they can be stored longer avoiding their deterioration. Finally, in the conclusion, stressing the importance of water, we wanted to highlight that the ONU has set March 22, "World Water Day", celebrated every year since 1992 with the aim to sensitize the population on its importance; and further stated, the decade 2005-2015, "International Decade of Water".

Introduzione

Parole sull'acqua di Erri De Luca. (Martinelli L. 2011a)

“Maledetto il suolo”, dice la divinità ad Adàm nel giardino d'infanzia.

Non è condanna ma constatazione: Adàm non si contenterà del frutto spontaneo del suolo, ma si accanirà su di esso per estrarne più vantaggio, profitto, prodotto; maledetto sarà il suolo dallo sfruttamento. Da quel momento in poi la specie umana sarà una tossina del pianeta; “effetto serra” è la specie umana sopra il suolo, non l'anidride carbonica sospesa.

L'acqua, maggioranza del pianeta e del corpo umano, è un trattato di pace tra l'ossigeno, socio di minoranza dell'aria, e l'idrogeno, elemento di maggioranza dell'universo. Se accostati esplodono, intolleranti al contatto, ma in circostanza speciali, formano acqua. L'idrogeno ci mette due parti, l'ossigeno una e oplà, bella e perfetta scocca la forma della goccia. Non c'è formula di geometria che ne calcoli il volume, come l'uovo, anche la goccia, si sottrae al computo della sua massa.

L'acqua è il prodigio della Terra, insieme alla luce e al loro primogenito, l'albero.

I popoli ne onorarono la divinità, insieme al fuoco, finché non venne un Dio a reclamare per sua, tutta la fabbrica dell'Universo, la vita, la materia, il vuoto, il tempo. I popoli videro i cieli chiudersi a catenaccio e non versare goccia per stagioni, poi narrarono di un diluvio che disfece il mondo riunendo le acque dei cieli a quelle della Terra. Videro il mare e vollero solcarlo, sfruttando la più strepitosa qualità dell'albero, non quella di bruciare, ma di navigare. L'acqua è stata il romanzo della Terra. L'Antichità volle conoscere l'astronomia e le onde, imparò il cielo e il mare meglio della Terra.

L'acqua; ognuno dovrebbe sapere almeno sette parole con cui l'acqua viene nominata sulle lingue del mondo. Sfruttata la sua corsa in discesa per avviare ruote di segherie e mulini, l'acqua va in cerca del suo capolinea a livello del mare; lì scioglie la sua alleanza di gocce e se ne sale in cielo a svaporare, più leggera dell'aria, lì si riabbraccia in nuvole.

Ho imparato a dosarla. Trenta anni fa vennero due anziani raddomanti a dirmi dove scavare l'acqua per il mio campo; passeggiarono stringendo rametti scortecciati sul posto, dissero il punto e la profondità. Una trivella lenta la raggiunse dopo molti giorni, la via di uscita verso l'alto, la fece risalire a zampillo e fu sorgente nuova.

Non si può indovinare la felicità di chi mette alla luce un'acqua che non c'era; fu mestiere di Abramo e Isacco, fu estro di Mosè, i più felici in Terra, i benedetti. Chi trivella un pozzo di petrolio fa festa, è diventato ricco; chi scava una sorgente, trova la felicità diversa di chi ha arricchito il mondo, non se stesso. L'acqua da lui trovata si va ad aggiungere alla famiglia delle fonti, si sparge, diventa neve, nuvola, fiume, lago, stagno, ghiaccio, diventerà

marea e obbedirà alla luna, diventerà vapore in ubbidienza al sole, poi sarà pioggia in ubbidienza al vento. Così fu in Tanzania montata sopra un pozzo, la prima pala a vento forzò l'acqua a risalire in superficie con spinta di risucchio. Sputata, sparsa in Terra, era vita affiorata, un largo di sorrisi e denti bianchi in bocca a pelli scure, bianco di ruscelletto sopra terre secche. I bambini inseguivano la corsa di quell'acqua; appena al mondo è già pronta al lavoro. Ho imparato a dosarla, per la pasta oggi non c'è più bisogno di riempire la pentola, ne basta metà e anche meno, non rischia più di incollarsi. Scolata, è buona per le piante, per la doccia me ne faccio bastare 3 litri, per costruire la casa usammo quella piovana per gli impasti, raccolta da grondaie. Mi piace credere che ho tenuto conto delle gocce.

Capitolo 1: L'acqua da elemento primordiale ad economico

1.1 L'Origine dell'acqua

Dopo alcune decine di milioni d'anni dal Big Bang l'Universo già conteneva l'idrogeno che rappresentava il 75% della materia e l'ossigeno era presente solo in tracce. Non è improbabile che proprio in questo periodo si siano formate le prime rarissime molecole d'acqua. Circa quattro miliardi d'anni fa, tutta l'acqua della Terra era dispersa nell'atmosfera sotto forma di vapore. Quando la temperatura raggiunse un valore sufficientemente basso per rendere possibile la condensazione dell'acqua, nubi enormi si ammassarono e interi oceani piovvero dal cielo per una decina di milioni di anni; un vero diluvio universale. La temperatura media superficiale, a causa dell'anidride carbonica che creava un forte effetto serra, si aggirava sui 250 °C e il mare rimaneva liquido solo grazie alla forte pressione. Fortunatamente, intorno ai 4,3 miliardi d'anni fa, e secondo modalità non ancora definite nel dettaglio, la concentrazione dell'anidride carbonica si ridusse, in meno di 30 milioni d'anni, dal 30% al 5%. Ciò permise alla temperatura di stabilizzarsi sotto il punto di fusione dell'acqua, ma sopra di quello di congelamento. Sulla Terra si creò così un clima eccezionalmente mite. La dinamica geologica intanto, fu più attiva che mai tanto che, intorno a 4,2 miliardi d'anni fa, si ebbe la formazione delle prime terre emerse. In seguito, con i continenti, s'instaurò il ciclo idrologico dell'acqua, non molto diverso dall'attuale. (Picciulin M. 2007a)

1.2 L'acqua nel nostro Pianeta

L'acqua è piuttosto diffusa anche su comete e meteoriti. Le prime, pezzi di roccia e polvere che ruotano intorno al Sole, sono intrise di acqua ghiacciata. Nelle seconde, e in particolare in quelle che gli astrofisici chiamano "condriti carbonacee", l'acqua costituisce ben il 20% della massa. Si tratta di veri e propri serbatoi d'acqua, che in tempi remoti la scaricarono sulla giovane Terra, così come possono aver fatto sulla Luna o altri pianeti, rendendola un pianeta blu. Come abbiamo visto, l'acqua non è una sostanza estremamente rara nell'universo, ma il nostro è l'unico pianeta prossimo al Sole ad esserne così ricco, tanto da poterlo definire Acqua. Il volume d'acqua presente sulla Terra è stimato pari ad un miliardo e quattrocento milioni di chilometri cubici; di questo il 98% è allo stato liquido occupando qualcosa come il 71% della superficie terrestre. La maggioranza di quest'enorme quantità d'acqua, è salata (97,47%) e si trova confinata negli oceani (Pacifico, Atlantico, Indiano, Antartico) e in moltissimi mari (Mediterraneo, Mar del Nord, Mar Rosso, Mare Arabico, ecc). (Picciulin M. 2007b). Esistono poi acque salate superficiali come quelle del Mar Morto o del Mar Caspio, che a dispetto del nome, sono i più grandi laghi del mondo. L'acqua che noi definiamo dolce costituisce invece solo il 2,53% del totale, per un volume complessivo di 35 milioni di chilometri cubici. In realtà la distinzione tra acque salate e dolci è un artificio, poiché tutte le acque presenti sul nostro pianeta contengono una quantità più o meno piccola di sali disciolti; tuttavia il grado di salinità delle acque varia enormemente. In ogni litro d'acqua di mare si trovano in media 35 grammi di sali, per un totale di circa 50 milioni di miliardi di tonnellate di sali disciolti. Il 98% di questi è composto, in ordine decrescente, da cloro, sodio, solfato, magnesio, calcio, ma sono presenti anche gas disciolti provenienti dall'atmosfera come l'anidride carbonica e l'ossigeno; meno presente è l'azoto nonostante sia il gas predominante dell'atmosfera, poiché è scarsamente solubile, a differenza dell'anidride carbonica, presente in tracce nell'atmosfera, ma altamente solubile. L'uomo definisce "salata" questo tipo d'acqua, che non può bere o utilizzare per i bisogni primari; definisce "dolce" quella che può ingerire e sfruttare nella vita quotidiana. La maggior parte di essa è congelata nei grandi ghiacciai permanenti della Groenlandia e dell'Antartide e quest'ultimo da solo contiene il 91,6% di tutta l'acqua dolce ghiacciata del pianeta; solo una piccola quantità (0,5%) è confinata nei ghiacciai d'alta montagna presenti in Nord America, Asia ed Europa. (Picciulin.M. 2007c)

Il sottosuolo del pianeta Terra ospita invece, a profondità variabili, una quantità d'acqua dolce e salata superiore a 23 milioni di Km³ e la distribuzione è abbastanza omogenea; le

maggiori riserve sono in Asia e Africa, ma anche in Europa e in Australia, anche se in quantità inferiori.

La maggior parte di quest'acqua è assorbita nelle capillarità delle rocce porose, perciò difficilmente estraibile (acqua fossile); è quindi una risorsa non rinnovabile. Nell'insieme, il 99,97% delle acque del pianeta Terra è concentrato in tre soli luoghi: gli oceani, il sottosuolo e i ghiacciai permanenti. Tutte le acque del pianeta, quelle degli oceani e dei fiumi, del sottosuolo e dell'atmosfera, sono connesse tra loro dal "ciclo idrologico"; il motore di questo ciclo è il Sole che sottrae ogni anno 577.000 Km³ d'acqua liquida che, evaporando, raggiunge l'atmosfera. L'evaporazione riguarda soprattutto l'acqua degli oceani, ma una parte cospicua evapora dalla terraferma. Di tutta quest'acqua, il 79,3% ricade, sotto forma di pioggia, negli oceani mentre il 20,7% ritorna, sotto forma di pioggia o neve, sulla Terra. Il ciclo si chiude quando circa il 10% delle acque cadute sulla Terra ritornano ai mari attraverso il dilavamento.(Picciulin.M. 2007d)

1.3 L'acqua come elemento economico: diminuzione della sua disponibilità

La dissertazione di Erri De Luca ci dà lo spunto per introdurre questo concetto.

Negli ultimi decenni l'attenzione verso alcune risorse globali, l'acqua fra queste, ha acquisito un'importanza crescente nel panorama delle questioni internazionali e, in prospettiva, è probabile che tali beni possano mutare interessi, equilibri e alleanze sul piano delle relazioni globali. Molti dei conflitti sulle materie prime e sui beni naturali, rispecchiano anche contrasti culturali e sociali, sui diversi modi di concepire un bene quale l'acqua e il rapporto di una comunità con esso. L'acqua può essere trattata, a seconda dei contesti, come merce, come risorsa, come elemento vitale, come principio sacro, come bene comune.

L'acqua, in altre parole, può essere vista differentemente a seconda che lo sguardo sia quello di un cittadino o di un nomade, di un agricoltore o di un allevatore, di un imprenditore o di un biologo, di un capo di Stato o di un ambientalista. Dal diverso modo di guardare ad essa, di rappresentarla, di utilizzarla, di gestirla e controllarla, dipendono in maniera più o meno visibile, i conflitti che si determinano. Spesso l'interesse, l'egoismo, la competizione e il rifiuto di pensare a soluzioni collettive ed ecologicamente sostenibili spingono a radicalizzare il confronto e a guardare l'acqua come una risorsa di cui è fondamentale appropriarsi anche a danno degli altri, o dell'ambiente stesso. In altre parole manca una cultura del bene comune e, dove c'è, essa viene duramente messa alla prova

dall'imposizione di logiche di mercato e di profitto privato. Il rischio è che, nel momento in cui l'acqua diventa una merce come le altre, il suo valore economico finisca per imporsi su quello biologico e vitale nell'assicurare le condizioni di riproduzione per ogni forma di vita umana, animale e vegetale.

E' difficile spiegare come quella che percepiamo come scarsità sia un effetto di quello che siamo abituati a chiamare sviluppo; ma, nei fatti, proprio questo è il problema.

Dal 1960 ad oggi, nel mondo si è consumata più acqua che nei tre secoli precedenti.

All'inizio del '900 il prelievo complessivo d'acqua era di 500 Km³ l'anno, attualmente è di 5000 Km³; il trend attuale registra un raddoppio della domanda d'acqua ogni 21 anni. (Deriù M. 2007a) Si può pensare che alla base di questo fenomeno vi sia il crescere della popolazione, e certamente fra i due aspetti vi è una correlazione. Infatti si calcola che la disponibilità media d'acqua pro capite sia diminuita negli ultimi cinquanta anni soprattutto a causa dell'aumento demografico. Tuttavia non è la crescita demografica il maggior problema; durante l'ultimo secolo il tasso di diminuzione d'acqua ha superato quello della crescita della popolazione di 2,5 volte. Per comprendere questo fenomeno si deve notare come la maggior parte del consumo d'acqua, pari a circa il 70% del prelievo, avvenga nei paesi del Nord del mondo. Nei fatti questo prelievo risponde sostanzialmente ai bisogni dell'11% della popolazione mondiale più ricca ma gran parte del prelievo d'acqua è destinato ad usi agricoli ed industriali. Per esempio negli Stati Uniti il 20% è utilizzato per uso industriale e il 10% per uso domestico, mentre solamente l'1% riguarda il consumo di acqua da bere. Dunque il consumo d'acqua aumenta soprattutto in relazione alle performance agricole ed industriali dei paesi più ricchi o dei paesi emergenti. In generale si può sottolineare come, negli ultimi quarant'anni, la superficie di terreno irrigata sia aumentata al ritmo del 2,7% annuo. Bisogna domandarsi se l'utopia, coltivata esplicitamente da paesi come l'Israele o l'Arabia Saudita di far fiorire il deserto, sia sostenibile nel lungo periodo; la risposta è sostanzialmente negativa. Come ha notato la direttrice del "Global Water Policy Project" Sandra Postel nel suo libro "sulle illusioni dei moderni sistemi d'irrigazione", (Deriù M. 2007b) le due decadi di esperimenti massicci dei Sauditi con l'agricoltura nel deserto hanno lasciato la nazione molto più povera di acqua. La Postel ha sottolineato nei fatti che lo sfruttamento delle acque è tale che alcuni dei più grandi fiumi del mondo - Fiume Giallo, il Fiume Azzurro (Cina), il Gange e l'Indo (Asia del Sud), il Nilo (Africa), il Colorado e il Rio Grande (Usa e in Messico)- in certi periodi dell'anno non raggiungono più il mare. Il fiume Colorado, cui attingono gli abitanti di Tucson, non raggiunge più il mare e il suo delta si è trasformato in un deserto di sabbia.

Anche il Rio Grande, una volta tra i fiumi più lunghi del mondo, attualmente si ferma dopo 1300 Km a El Paso in Texas.(Deriù M.2007c) L'acqua viene drenata dal bacino dei fiume per l'irrigazione (circa l'80%) ma sempre più anche per le necessità delle aree urbane. La realtà attuale è che circa la metà dei 500 maggiori fiumi del mondo è stata sottoposta a un fenomeno di progressivo prosciugamento.

Questo fatto ha determinato uno sconvolgimento enorme degli ecosistemi nei delta e in generale nelle zone più a valle dei fiumi comportando anche conseguenze sociali e mettendo in difficoltà le popolazioni il cui mantenimento dipende da quello della biodiversità. A volte l'acqua viene prelevata non solo per necessità agricole ma anche per sostenere il sistema industriale; è il caso del Mekong, minacciato da tre dighe progettate per sostenere l'enorme fabbisogno di energia elettrica del colosso cinese.

Capitolo 2: I Classici e l'acqua

2.1 I Greci

Per secoli l'acqua è stata considerata un elemento unico, anzi "l'elemento" per antonomasia.

Il primo a pensarla così, almeno per quanto ne sappiamo, è Talete di Mileto, (un filosofo greco vissuto tra il 624-545 circa a.C.) (Andretta G. 2012a). Talete giunge alla conclusione che tutta la realtà derivi dall'acqua; non solo l'acqua è il principio di tutto, ma è anche l'elemento che sostiene la Terra. La Terra galleggia sull'acqua e questo basta per giustificare l'esistenza dei fiumi. Anassimandro (610-546 a.C) e Anassimene (586-528 a.C) di Mileto successori di Talete, capo della scuola ionica, ritengono che la pioggia sia dovuta all'umidità che si innalza dalla Terra per il calore del Sole; si parla, quindi, per la prima volta di evaporazione cioè, per l'antichità, la trasformazione dell'acqua in aria (trasformazione della composizione chimica e non cambiamento di stato da acqua liquida a gassosa), che, condensando forma le nuvole dalle quali scaturiscono la pioggia, la grandine quando l'acqua che cade gela e la neve quando un po' d'aria è racchiusa nell'umidità. Anassagora di Clozumene (499- 428 circa a.C) riconosce un primo modello di ciclo idrologico, molto simile, pur nella sua estrema schematicità, a quello oggi conosciuto. Egli fa originare il mare dalle acque sotterranee e dai fiumi: il mare, secondo lui, si formò dalle acque presenti sulla superficie della Terra che, dopo essere evaporate, ricadono sotto forma di pioggia infiltrandosi nel terreno e raccogliendosi nelle sue cavità, e dai fiumi anch'essi alimentati dalla pioggia. A conferma che l'acqua del mare viene creata dai fiumi sotterranei è la sua salinità, creata dal passaggio degli stessi attraverso le rocce ricche di

sali minerali. La sostanziale correttezza del ciclo concepito da Anassagora risulta accresciuta se al concetto di acque contenute nelle cavità terrestri, si sostituisce quello moderno di falda sotterranea. A questo filosofo viene riconosciuto il merito di aver trattato per primo l'argomento in termini fisici, considerando le quattro fasi del ciclo idrologico. Rispetto ad Anassagora, un indubbio passo indietro viene fatto, con Platone (427- 347 a.C), che, condizionato dalla metafisica, entra in polemica con i naturalisti del V secolo. Egli rifiuta l'idea che tende a spiegare i fatti naturali sulla base di considerazioni esclusivamente scientifiche. Questo filosofo afferma che le acque che formano mari, fiumi, laghi e sorgenti provengono dalla caverna infernale, il Tartaro, e che ad esso ritornano attraverso vari percorsi sotterranei. In questo baratro confluiscono tutti i fiumi, per poi nuovamente defluire, e ciascuno di essi prende il proprio aspetto a seconda della natura del terreno che attraversa; lo stesso avviene per l'aria e il vapore che lo circonda.

Diversa è l'idea di Aristotele (384- 322 a.C), discepolo di Platone, che riconosce due processi concomitanti: il primo, che si basa sulle idee di Anassagora, è spiegato come un coordinato susseguirsi dei fenomeni che rappresentano praticamente il ciclo idrologico oggi conosciuto, cioè la trasformazione dell'acqua in aria ad opera del calore solare (solo nel '700 si chiarirà che l'acqua, evaporando, cambia di stato fisico e non di composizione chimica), riconversione dell'aria in acqua per raffreddamento, precipitazione sulla superficie terrestre, infiltrazione e accumulo nelle cavità profonde, e, infine, alimentazione di sorgenti e corsi d'acqua; il secondo processo integrativo ipotizza che l'acqua sorgiva possa essere originata anche da un processo di condensazione sotterranea, concetto che viene anch'esso sostenuto da Anassagora ed altri. Gli autori ritengono che se sopra la superficie della Terra l'aria che evapora si condensa in acqua per il freddo, bisogna ritenere che lo stesso fenomeno si verifichi sotto terra ad opera del freddo contenuto in essa. Quindi l'acqua che si trova nelle viscere della Terra non solo vi scorre, ma anche vi si genera continuamente.

2.2 I Romani

Gli studiosi romani riprendono sostanzialmente le idee dei filosofi greci, improntate soprattutto a criteri di concretezza, in contrasto con quelli di natura prettamente speculativa della filosofia greca. Tito Lucrezio Caro (98-55circa a.C) abbraccia sostanzialmente la teoria di Aristotele, sull'evaporazione dell'acqua dalla superficie terrestre e sulla successiva condensazione in pioggia, abbinandola alla teoria di Platone, che attribuiva l'alimentazione delle sorgenti alle acque sotterranee provenienti dalle profondità marine.

Lucio Ameno Seneca (50 a.C - 40 d.C circa) dedica l'intero III libro de "Le Questioni Naturali" allo studio della circolazione dell'acqua in natura, con particolare attenzione all'origine dei fiumi. Egli sostiene, a differenza della teoria di Aristotele, che l'acqua di cui si alimentano i fiumi deriva direttamente da una trasformazione del terreno piuttosto che da quella originata dalla infiltrazione delle piogge.

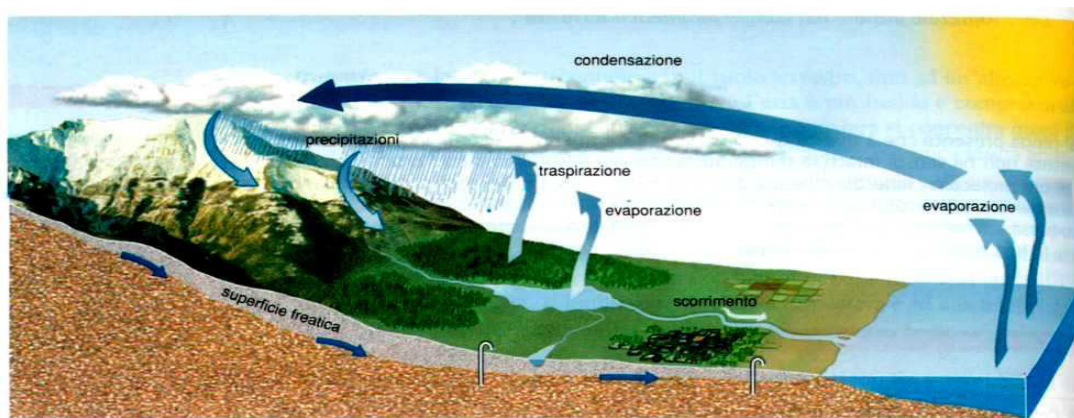
Per spiegare il motivo per cui il livello dei mari non aumenta con il continuo apporto dei fiumi, Seneca parla di un equilibrio tra gli elementi primordiali (aria, acqua, terra e fuoco) cioè il continuo trasformarsi di un elemento in un altro. Per rafforzare ulteriormente la sua tesi sulla trasformazione degli elementi si rifà alla vecchia proposizione di Talete, che vede nell'acqua l'elemento primordiale da cui si genera tutto. In sostanza Seneca accetta la teoria di Aristotele sulla generazione spontanea dell'acqua accostandola con il concetto di trasmutabilità reciproca degli elementi primordiali. Vitruvio Pollione (I sec d.C), nei suoi trattati, parla sostanzialmente dell'acqua dal punto di vista pratico, riferito alla sua ricerca ed utilizzazione. Ma, nonostante non sia interessato allo studio del ciclo idrologico, anche se ne accenna, si avvicina ancora più approfonditamente di Anassagora alla verità dei fatti. Egli ci dà uno schema più preciso del ciclo idrologico, usando termini molto attuali per indicare il susseguirsi dei fenomeni coinvolti: evaporazione, raffreddamento adiabatico, condensazione, precipitazione, infiltrazione nel terreno, percolazione in falda, sbocco alla sorgente (Andretta G. 2012b).

2.3 Dal Medioevo al Rinascimento

Dalla caduta dell'Impero Romano (476 d.C) non si sviluppò nessun'altra teoria sull'origine dell'acqua, perché furono privilegiati gli studi teologici a scapito di quelli scientifici. Tutto il patrimonio intellettuale greco-romano fu preservato dai monaci dall'assalto dei barbari; gli stessi provvidero a riprodurre e a sintetizzare i manoscritti originali, evitandone così la dispersione. Gli studi sulla circolazione dell'acqua in natura riprendono dal punto in cui gli antichi li avevano lasciati. Leonardo da Vinci (1452-1519 d.C), nonostante le sue capacità scientifiche, si allontana dalla verità affermata precedentemente da Anassagora e confermata anche da Vitruvio e abbraccia, invece, le teorie di Platone sui movimenti dell'acqua tellurica.

Nel codice Leicester, Leonardo da Vinci afferma che il corpo della Terra, simile a quello degli animali, è attraversato da vene nelle quali scorre l'acqua proveniente dalle profondità del mare e che, dopo molti passaggi, ritornano al mare, per mezzo di fiumi, creati dalla rottura di qualche vena. Nel XVI e XVII secolo, studiosi francesi, tedeschi, inglesi e

italiani si occuparono prevalentemente di problemi idraulici (ma anche meteorologici), riservando lo studio dell'acqua solo all'origine delle acque sorgive e fluviali, trascurando lo studio dei processi di formazione dell'acqua, inteso come l'attuale modello del ciclo idrologico. Solo a metà del XVII secolo, per merito degli studi sulle misure di tipo quantitativo avviati da alcuni studiosi, viene riconosciuto e accettato il sistema idrologico naturale nelle sue linee essenziali con un approfondimento successivo delle conoscenze a un ritmo incessante, che sbocca in campi di ricerca diversi, come la moderna meteorologia, la geologia, la pedologia, l'idraulica e l'idrologia (Andretta G.2012c).

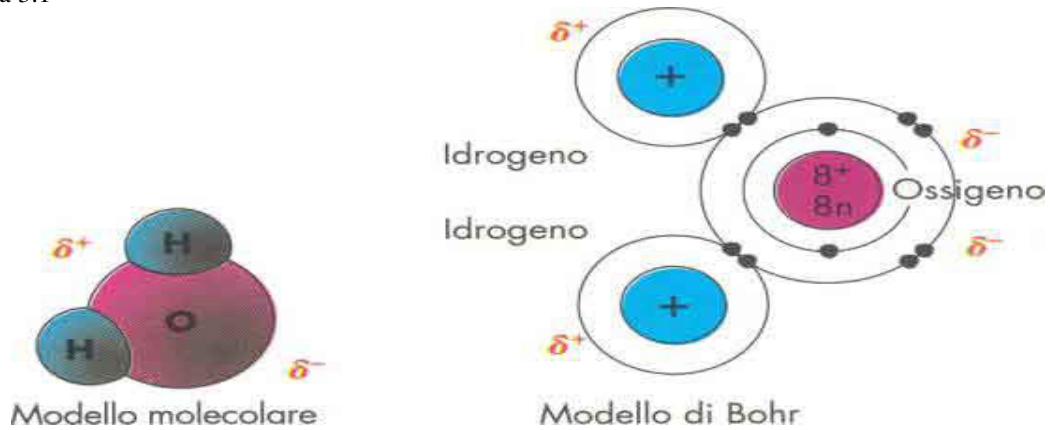


Capitolo 3: La chimica dell'acqua

3.1 Struttura molecolare

L'acqua è il liquido più comune sulla Terra: tre quarti della superficie terrestre sono ricoperti di acqua. Grazie al suo ciclo da solido a liquido a vapore, l'acqua è costantemente disponibile per gli organismi viventi. Per comprendere perché l'acqua abbia un ruolo unico e fondamentale nei sistemi viventi dobbiamo esaminare la sua struttura molecolare. Ogni molecola di acqua è costituita da due atomi di idrogeno (H) e un atomo di ossigeno (O); ogni atomo di idrogeno è unito a quello di ossigeno da un legame covalente, cioè l'unico elettrone di ogni atomo di H è messo in comune con un atomo di O che, a sua volta, partecipa con un elettrone al legame. (figura 3.1)

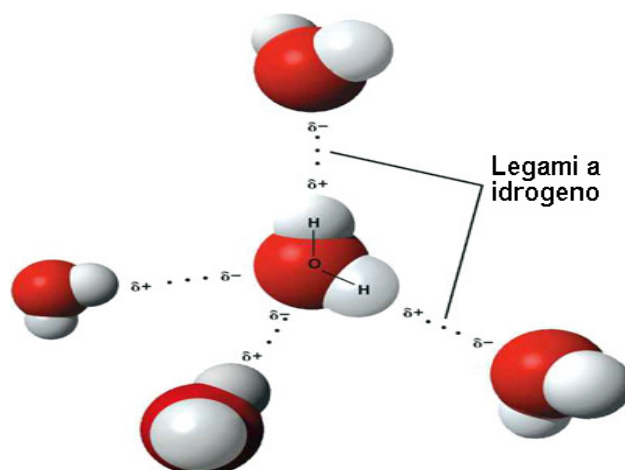
Figura 3.1



La molecola d'acqua è complessivamente neutra perché possiede un uguale numero di elettroni e protoni; tuttavia la molecola d'acqua è polare.

A causa della forte attrazione del nucleo dell'ossigeno per gli elettroni, quelli messi in comune nei legami covalenti passano più tempo intorno al nucleo dell'ossigeno che intorno ai nuclei dell'idrogeno. Di conseguenza, la regione che si trova vicina ad ogni nucleo di idrogeno è debolmente positiva; inoltre, l'atomo di ossigeno ha quattro elettroni nel suo livello più esterno che non partecipano al legame covalente e che si trovano a coppie nei due orbitali; ognuno ha una carica debolmente negativa. Perciò la molecola dell'acqua, in termini di polarità, ha quattro "vertici", due carichi positivamente e due carichi negativamente. Quando una di queste regioni dotate di carica si avvicina ad una regione con carica opposta di un'altra molecola d'acqua la forza di attrazione forma un legame tra molecole che è detto "legame a idrogeno". (figura 3.2)

Figura 3.2



Un legame a idrogeno può stabilirsi solo fra un atomo di H che sia legato con legame covalente a un atomo che possiede una forte attrazione per gli elettroni e l'atomo di O o N di un'altra molecola. Nell'acqua, il legame a idrogeno si forma tra un "vertice" negativo di una molecola d'acqua e un "vertice" positivo di un'altra; quindi, ogni molecola d'acqua può formare legami a idrogeno con altre quattro molecole d'acqua. Ogni singolo legame a idrogeno è molto più debole di un legame covalente o ionico, però i legami a idrogeno hanno una forza considerevole e comunque riescono a tenere unite le molecole d'acqua in condizioni normali di temperatura e pressione. (Atkins P. e Jones L. 2006a)

3.2 Tensione superficiale

Se ci soffermiamo sul bordo di uno stagno in primavera o estate, possiamo vedere idrometre e altri insetti che camminano sul pelo dell'acqua, quasi come se fosse solida.

Questo fenomeno è la conseguenza della tensione superficiale, una specie di "pellicola" elastica stesa sulla superficie dell'acqua. La tensione superficiale è prodotta dall'attrazione reciproca delle molecole d'acqua, conseguenza dei loro legami a idrogeno. Questa attrazione tra molecole della stessa sostanza è detta coesione, mentre l'attrazione tra molecole di sostanze differenti è detta adesione. All'adesione è dovuta la capacità di "bagnare" dell'acqua, cioè la sua capacità di aderire ad una superficie; anche questa proprietà è una conseguenza della sua struttura polare. L'acqua è anche capace di attraversare spazi sottilissimi, e questo movimento è detto capillarità; questa proprietà è il risultato dell'azione combinata della coesione tra le molecole dell'acqua e dell'adesione ad una superficie. Per capillarità l'acqua tende a salire lungo un tubo sottilissimo di vetro o un foglio di carta assorbente e a diffondersi lentamente attraverso i micropori del terreno, rendendosi disponibile alle radici delle piante. In un caldo giorno estivo, è facile notare la notevole differenza tra la temperatura dell'aria e quella dell'acqua. Questa differenza è dovuta alla maggiore quantità di energia necessaria per aumentare la temperatura dell'acqua rispetto a quella dell'aria. La quantità di calore richiesta da una sostanza perché si verifichi un determinato aumento di temperatura è detta calore specifico (o capacità termica). Si definisce caloria (cal), la quantità di calore necessaria per aumentare di 1°C la temperatura di 1g di acqua (pari a un cm³); il calore specifico dell'acqua è quattro volte superiore a quello dell'aria. Le molecole di ogni sostanza sono in continuo movimento: vibrano, ruotano e cambiano posizione rispetto ad altre molecole. Il calore, che è misurato in calorie, rappresenta l'energia cinetica totale contenuta in un certo quantitativo di molecole. L'elevato calore specifico dell'acqua è una conseguenza dei legami a idrogeno

fra le sue molecole; perché l'energia cinetica delle molecole aumenti per elevare la temperatura di 1°C, è necessario, per prima cosa, rompere i legami a idrogeno che tengono unite tutte le molecole. Quando scaldiamo una pentola d'acqua, gran parte dell'energia termica somministrata serve a spezzare i legami a idrogeno; soltanto una quantità relativamente piccola di energia termica è perciò disponibile per fare accelerare il movimento delle molecole. In termini biologici, questa tendenza dell'acqua a resistere ai cambiamenti di temperatura, fa sì che gli organismi che vivono nel mare o in grandi bacini di acqua dolce si trovino in un ambiente la cui temperatura è relativamente costante. Analogamente, l'alto contenuto d'acqua presente nelle piante e animali terrestri, contribuisce a mantenere la loro temperatura interna relativamente costante. L'evaporazione è il passaggio dallo stato liquido a quello gassoso; l'acqua ha un elevato calore di evaporazione. Al punto di ebollizione dell'acqua (100°C a livello del mare), occorrono 540 cal per far passare 1g di acqua dallo stato liquido a quello di vapore, 60 volte le calorie che occorrono per l'etere e quasi il doppio di quelle necessarie per l'ammoniaca. Il responsabile dell'elevato calore di evaporazione dell'acqua è il legame a idrogeno; difatti perché una molecola d'acqua evapori, i legami a idrogeno devono essere spezzati; questo richiede energia termica. Ne risulta che, quando l'acqua evapora, per esempio, dalla superficie della pelle o di una foglia, le molecole che sfuggono portano via con sé una grande quantità di calore.

L'acqua presenta anche un'altra caratteristica quando subisce il passaggio dallo stato liquido a quello solido (ghiaccio). Nella maggior parte dei liquidi la densità, cioè la massa di sostanza in un dato volume, aumenta con il diminuire della temperatura; la maggiore densità dipende dal fatto che le molecole si muovono più lentamente e quindi diminuiscono gli spazi tra esse; ciò comporta che vi siano più molecole in uno stesso volume. Anche la densità dell'acqua aumenta al diminuire della temperatura fino a 4°C. Al di sotto di tale temperatura, le molecole d'acqua sono così ravvicinate e si muovono così lentamente che ognuna può formare legami a idrogeno con altre quattro molecole d'acqua, cosa che non potrebbe avvenire a temperature più alte. Tuttavia, la geometria della molecola dell'acqua (il cui angolo tra O e H è di 104,5° anziché 109,5° come un tetraedro perfetto), è tale che, quando la temperatura scende al di sotto dei 4°C, le molecole devono allontanarsi leggermente l'una dall'altra per cercare di mantenere il maggior numero possibile di legami a idrogeno all'interno di una struttura stabile. A 0°C, cioè al punto di congelamento dell'acqua, si forma un reticolo cristallino aperto che crea tra le molecole d'acqua contigue uno spazio vuoto tra una e l'altra. Perciò l'acqua, allo stato solido,

occupa un volume maggiore che allo stato liquido; il ghiaccio è meno denso dell'acqua liquida e perciò galleggia su di essa. Questa caratteristica comporta le seguenti conseguenze: quando il ghiaccio si liquefa sottrae calore all'ambiente circostante; per esempio, dei cubetti di ghiaccio posti in un bicchiere d'acqua tendono lentamente a sciogliersi e durante questo processo raffreddano l'acqua. L'energia termica assorbita dal ghiaccio rompe i legami a idrogeno del reticolo cristallino raffreddando l'ambiente esterno. Quando l'acqua solidifica, libera la stessa quantità di calore nell'ambiente circostante che si scalda. In questo modo, anche la neve e il ghiaccio servono come stabilizzatori della temperatura, specialmente durante i periodi di transizione dell'autunno e della primavera. I cambiamenti di temperatura sono di conseguenza più moderati e gli organismi hanno la possibilità di adattarsi alle stagioni, fattore essenziale per la loro sopravvivenza. (Atkins P. e Jones L. 2006b)

3.3 L'acqua come solvente

Nei sistemi viventi molte sostanze si trovano in soluzione acquosa. Una soluzione è una miscela uniforme di molecole di due o più sostanze. La sostanza presente in maggiore quantità, generalmente un liquido, è detta solvente e le sostanze presenti in quantità minore sono dette soluti. La polarità delle sue molecole è responsabile della capacità dell'acqua di comportarsi da solvente. Le molecole polari dell'acqua tendono a scindere le sostanze ioniche, come il cloruro di sodio (NaCl), negli ioni che le compongono; le molecole d'acqua si raggruppano attorno a questi ioni e li separano circondandoli (solvatazione); questo tipo di reazione è definita idrolisi. Molte molecole importanti per i sistemi viventi, come gli zuccheri, sono polari, cioè hanno zone di carica parziale positiva e negativa. A causa della loro polarità queste molecole attraggono le molecole d'acqua e si scompongono in essa; le molecole polari che si sciolgono facilmente in acqua sono spesso dette idrofile "amanti dell'acqua". Tali molecole passano facilmente in soluzione perché le loro regioni, dotate di carica parziale, attraggono le molecole d'acqua quanto o più di quanto si attraggano tra loro: le molecole polari dell'acqua entrano, perciò, in competizione con l'attrazione presente tra le stesse molecole di soluto. Le molecole come i grassi, che non hanno regioni polari, tendono ad essere insolubili in acqua. I legami a idrogeno tra molecole d'acqua agiscono come una forza che esclude le molecole non polari. Come risultato di questa esclusione, le molecole non polari tendono ad ammassarsi nell'acqua, proprio come fanno le goccioline di grasso che tendono ad agglomerarsi sulla superficie di un brodo di pollo; tali molecole sono dette idrofobe "che temono l'acqua" e interagiscono

tra loro mediante deboli forze. I legami a idrogeno e le interazioni idrofobe svolgono ruoli molto importanti nel determinare la forma delle grosse molecole biologicamente importanti e, di conseguenza, nel determinare le loro proprietà. L'acqua, infatti, partecipa direttamente a quasi tutte le reazioni del metabolismo; è il solvente in cui avvengono quasi tutte le reazioni biochimiche, determinando, per mezzo del pH, la velocità con cui tali reazioni avvengono. Essa è il mezzo di trasporto delle molecole biologiche per spostarsi dentro e fuori la cellula. Inoltre mantiene minime le fluttuazioni termiche all'interno delle cellule, a prescindere dalle condizioni ambientali esterne, garantendo così l'efficienza delle reazioni biochimiche che possono avvenire solamente in un ristretto intervallo di temperatura. Il patrimonio genetico di una specie può essere conservato in forma stabile e trasmesso alla progenie, con la massima fedeltà, solamente grazie alla natura dei legami a idrogeno dell'acqua. Sono questi ultimi, infatti, a permettere l'appaiamento tra le due eliche del Dna e a garantire perciò la fedeltà del processo di replicazione (duplicazione dei geni di ogni cellula in divisione), della trascrizione (sintesi delle molecole di Rna che dirigeranno poi la sintesi delle proteine) e della traduzione (sintesi delle proteine stesse), ovvero la fedeltà dei processi fondamentali che governano la costituzione di un essere vivente. Sono infatti le interazioni intermolecolari, dovute ai legami a idrogeno, a fare in modo che le macromolecole biologiche, circondate dall'acqua, aggregino le loro porzioni idrofobe (elettricamente neutre), ricoprendole con quelle idrofile (dotate di carica elettrica), assumendo una struttura tridimensionale specifica.

Alla stessa maniera l'acqua "stabilisce" quali molecole possano essere accettate nei siti reattivi delle proteine. Una cellula è un luogo molto affollato e una proteina potrebbe facilmente accogliere la molecola sbagliata se il suo reattivo non fosse finemente regolato. Non dimentichiamo, infine, che l'interazione tra le molecole d'acqua e i composti idrofobi è stata cruciale anche per l'origine dei primi organismi viventi unicellulari, in quanto ha permesso la formazione di quelle membrane biologiche a doppio strato che oggi circondano tutte le cellule, e separano i vari compartimenti cellulari. (Curtis. H. 2003a)

3.4 La ionizzazione dell'acqua

La capacità d'idrolisi dell'acqua è tale da dissociare anche se stessa, formando, da due molecole, uno ione idronio (H_3O^+) e uno ione idrossido (OH^-). In un dato volume d'acqua pura, un piccolo ma costante numero di molecole sarà ionizzato in questo modo. Il numero è costante perché la tendenza dell'acqua a ionizzarsi è bilanciata dalla tendenza degli ioni a riassociarsi; perciò, anche se alcune molecole si ionizzano, altrettante si formeranno a

partire dagli ioni in soluzione. Questa situazione, nella quale si verificano contemporaneamente due processi uguali e opposti, è detta equilibrio dinamico. Nell'acqua pura il numero di ioni idronio (H_3O^+), di solito rappresentato per convenzione come uno ione idrogeno (H^+), è esattamente uguale al numero di ioni ossidrili (OH^-). Deve essere necessariamente così, dal momento che nessuno dei due ioni può formarsi senza l'altro, quando siano presenti soltanto molecole d'acqua. Tuttavia, il disciogliersi in acqua di una sostanza ionica o di una sostanza polare, può modificare il numero relativo di ioni (H^+) e (OH^-). La concentrazione di ioni idronio in una soluzione è detta pH; l'acqua pura ha un pH uguale a 7, cioè la concentrazione di ioni (H^+) è uguale a quella di ioni (OH^-). Quando questo equilibrio viene alterato, la soluzione diventa acida, $\text{pH} < 7$ (maggiore concentrazione di ioni H^+) o basica, $\text{pH} > 7$ (maggiore concentrazione di ioni OH^-). L'intervallo del pH varia da 1 a 14; la maggior parte delle reazioni chimiche che avvengono nei sistemi viventi, hanno luogo all'interno di un ristretto intervallo di pH, che è prossimo alla neutralità. (Curtis. H. 2003b)

Capitolo 4: L'importanza biologica dell'acqua

4.1 Vivere senza acqua fa male

Secondo le statistiche, un malato su due nel mondo è tale per cause associate alla mancanza di acqua potabile o utilizzabile in maniera sicura. Nei paesi in via di sviluppo, l'80% delle malattie è ascrivibile all'uso di acqua contaminata; la disponibilità di acqua è diventata il parametro per valutare le condizioni di vita di una popolazione. Oggi un miliardo e 200 milioni di persone non ha accesso all'acqua potabile. Le Nazioni Unite prevedono una carenza idrica a livello mondiale attorno al 2020, quando il numero delle persone prive di disponibilità potrebbero raggiungere i 3,5 miliardi, la metà della popolazione mondiale.

Il vero sogno per soddisfare la sete d'acqua sarebbe espandere la sua fornitura.

Dove trovare l'acqua necessaria? Alcuni risponderebbero "in mare". In effetti il mare è una riserva idrica infinita e accessibile a quasi tutti i paesi: desalinizzarla non è difficile, poiché è sufficiente distillarla, riscaldarla fino a farla evaporare, ed eliminare il residuo salino. Purtroppo, però, questo processo richiede molta energia ed è molto costoso e solo stati come il Kuwait possono permettersi di farlo. La soluzione più attuabile è dunque il risparmio di questa risorsa così preziosa. I risparmi maggiori possono essere realizzati in

agricoltura, ricorrendo a forme mirate di irrigazione; altri possono essere ottenuti anche nell'industria e negli usi domestici. Importante sarebbe, ad esempio, riciclare le acque reflue; in agricoltura l'uso dei liquami come fertilizzanti si è, in linea teorica, ben affermato, ma in realtà è poco praticato perché ritenuto non sicuro. C'è infine chi sostiene che il modo migliore di preservare l'acqua in quanto risorsa, sia renderla un bene di consumo secondo l'assunto che solo chi paga l'acqua farà uno sforzo per usarla con parsimonia. A questo approccio aderiscono sostanzialmente molti paesi ricchi; di conseguenza oggi solo pochissime aziende al mondo controllano il mercato dell'acqua, dagli acquedotti alle fognature. Lasciar fare al mercato significa, però, dimenticare che l'acqua è un diritto essenziale per la vita umana, come cita la Dichiarazione Universale dei diritti umani. Questo conflitto tra l'impostazione di "mercato" e quella che considera l'acqua un "bene pubblico" non è ancora stato risolto. In Italia, il 12 e 13 giugno 2011, si è votato per il referendum contro la privatizzazione forzata del servizio idrico integrato, imposta dal governo Berlusconi con l'art 15 della legge 166 del novembre 2009, il cosiddetto Decreto Ronchi. Il risultato elettorale ha fatto decadere questo decreto, così che l'acqua rimane un bene pubblico gestito prevalentemente dagli enti locali. (Martinelli L. 2011b)

4.2 Fabbisogno idrico

Il nostro corpo è composto da acqua, almeno per più della metà, anche se questa è distribuita in modo non uniforme. Tutti gli organismi dipendono dall'acqua e ne contengono in quantità elevate. Quanta acqua c'è nel nostro corpo?

Siamo soggetti a differenze notevoli secondo l'età, la costituzione e il tipo di alimentazione. Inoltre, i nostri organi e tessuti, sono "bagnati" in modo diverso. Da giovani, siamo decisamente più ricchi di "acqua" soprattutto nei tessuti molli, nella pelle e nei tessuti connettivi e sottocutanei. In seguito, il tenore d'acqua si riduce progressivamente da una media dell' 80% nel neonato, al 60-70% nell'adulto, ad un 45-50% nell'anziano. Del resto lo si vede bene: negli adulti e negli anziani la pelle si presenta più secca e meno elastica, i tessuti sono meno lisci e tesi, il segno di una pressione esercitata con il pollice sulla pelle rimane visibile più a lungo. L'età biologica della pelle, anzi di tutto l'organismo, si determina facilmente dal suo stato di idratazione. Anche se in misura minore rispetto ai tessuti molli, come il corpo vitreo dell'occhio (95%), il plasma (91%), cuore e polmoni (79%) anche le ossa contengono acqua. Dal 40 al 50% della nostra acqua corporea è contenuta all'interno delle cellule e costituisce il cosiddetto

“liquido intracellulare” e circa il 20% si trova negli interstizi tra le cellule, il cosiddetto “liquido extracellulare”. L’acqua per sua natura è un solvente. Inoltre, essa ha la funzione di trasportare i principi nutritivi in tutte le cellule, di promuovere la digestione, di garantire la termoregolazione (mediante la sudorazione, anche impercettibile), di trasportare le scorie fuori dal nostro organismo per mezzo degli organi emuntori ed escretori. L’acqua svolge una certa funzione di “ammortizzatore” nei confronti degli organi più delicati quali l’occhio, l’orecchio interno e il cervello; questi infatti, sono ricchi di acqua o circondati da essa, o posati su un cuscinetto d’acqua. Probabilmente, tutte le funzioni indispensabili vitali elencate non rappresentano la totalità, anzi, pare che la funzione più importante dell’acqua sia quella di fare da antenna e da trasmettitore di informazioni (secondo alcune ipotesi persino da serbatoio di memorie e da pila che ricarica le nostre energie). Quindi, l’acqua che beviamo non deve solo dissetarci e rinfrescarci ma svolgere un grande numero di funzioni insostituibili. (Dalla Via G.2003a)

L’acqua si può, quindi, considerare il nostro alimento principale, infatti tutti i cibi che consumiamo contengono per la maggior parte acqua. Nelle tabelle nutrizionali si mettono le proteine, i carboidrati e i lipidi al primo posto senza citare, o semmai mettendola all’ultimo posto, l’acqua, dandola per scontata, quasi fosse di valore ed importanza inferiore. Eppure gli alimenti più preziosi, più importanti per la nostra salute, sono quelli ricchi d’acqua. Dopo anni di semplici calcoli di calorie, di distinzione tra macronutrienti e micronutrienti e di studi sul nostro fabbisogno quotidiano, l’OMS diffonde pressanti appelli per un’alimentazione più vitale che metta al riparo dalle malattie della civilizzazione (tumori, diabete, osteoporosi, problemi cardiovascolari). Al primo posto la raccomandazione di consumare ogni giorno almeno 5 porzioni di frutta e verdura fresca, notoriamente i cibi più ricchi di acqua.

Tra l’altro, frutta ed ortaggi ci offrono acqua di altissima qualità: filtrata, purissima, arricchita di enzimi, sali minerali, oligoelementi e vitamine. Tutti i giorni dobbiamo bere mediamente 2,5 litri di acqua. Ovviamente si beve di più quando fa caldo, si fa un lavoro fisico impegnativo o dello sport. Almeno il 50% di acqua va introdotto come liquido, il resto come cibo, soprattutto frutta e ortaggi. L’essenziale è mantenere il bilancio idrico sempre in equilibrio, tanta acqua esce, tanta acqua deve entrare.

Come calcolare il fabbisogno idrico giornaliero?

E’ sufficiente applicare una semplice formula: peso corporeo x 0,03. (Zanasi A. 2012a)

Per esempio una persona di 60 Kg dovrà bere ogni giorno almeno 1,80 litri di acqua. E’ possibile vivere settimane senza cibo, ma dopo 5-6 giorni senza liquidi, la funzionalità di

diversi organi e la stessa sopravvivenza sono seriamente compromessi. La disidratazione consiste nella perdita di acqua e sali e insorge quando la quantità di liquidi persi supera quella dei liquidi assunti; la soglia di disidratazione è determinata da una carenza del 3% di acqua. La forma più lieve è rappresentata dal sintomo della sete, bocca secca, urine concentrate. Il quadro si aggrava quando il deficit di acqua arriva al 5%: compaiono, cioè, ipotensione, mal di testa, crampi muscolari. Si aggrava maggiormente quando la perdita d'acqua arriva al 10%: il polso diviene rapido e debole, insorge anuria ed è incompatibile con la vita. Infine è importante bere ad intervalli regolari durante tutta la giornata, questo evita all'intestino di estrarre fino all'ultima molecola d'acqua dal cibo ingerito e ai reni di super concentrare le urine.(Dalla Via G. 2003b)

4.3 L'effetto dell'acqua sul nostro corpo

In un bicchiere d'acqua possiamo vedere se si formano spontaneamente delle bollicine, come in un'acqua di sorgente riccamente ossigenata. Inoltre, essa può darci un senso di "freschezza" indipendentemente dalla temperatura, ciò dipende pure dalle sue caratteristiche fisiche, come per esempio dall'ossigenazione. L'acqua può dissetarci in modo più o meno marcato e anche questo dipende dalle caratteristiche fisiche, come per esempio la viscosità e la tensione superficiale, cioè la capacità dell'acqua di "bagnare" i tessuti, di idratarci. Infine, la caratteristica più importante: l'acqua se è di ottima qualità, può essere "vitalizzante", può darci un maggiore senso di energia che le persone sensibili avvertono anche immediatamente e che è comunque misurabile con un test chinesilogico. Per comprendere l'importanza dell'ossigenazione dell'acqua osserviamo una cascata d'acqua. Respirare l'aria vicino alla cascata è molto salutare, addirittura terapeutico, perché essa si arricchisce di ioni negativi con un effetto decisamente positivo sul nostro organismo. Allo stesso modo il movimento e il mescolarsi con l'aria è molto benefico per l'acqua, la sua struttura si apre e si arricchisce di ossigeno e ciò la rende salutare per l'uomo, poiché in queste condizioni possono sopravvivere solo pochissimi microrganismi, che comunque non si moltiplicano. Nell'acqua ferma, invece, questi si riproducono con grande velocità; ad ogni ora che passa, essi possono raddoppiare, come si può verificare negli stagni fermi e nelle pozzanghere in cui l'acqua non viene mossa, e in poco tempo la stessa intorpidisce perché pullula di vita. Questa vita non è, però, necessariamente benefica per noi: infatti la presenza di batteri, virus e altri microrganismi patogeni può essere molto elevata.

Se l'acqua è stata ferma per giorni, settimane o mesi in una bottiglia, la presenza di un certo numero di microrganismi diventa sempre più probabile. Soprattutto quest'acqua manca della vitalità che acquisisce solo con il movimento, quindi un buon rimedio è quello di travasarla ripetutamente da un recipiente all'altro. Maggiore è la distanza della caduta, migliore è l'effetto di ossigenazione e di vitalizzazione. Oppure, lo stesso risultato si può ottenere mescolando l'acqua energicamente in senso orario fino a veder comparire un "vortice" in essa. Se osserviamo l'acqua quando scende da una certa altezza, notiamo che non forma un semplice tubo diritto, essa si avvolge invece in modo spiraliforme, anzi, in spirale doppia, come il DNA la forma che dà origine alla vita. L'interruzione del movimento ordinato dell'elica, nel DNA, è causa di malattia; così dovremmo cercare di ripristinare sempre questo movimento nell'acqua prima di berla. Il movimento nelle tubature, diritte e sotto pressione, non corrisponde per nulla a quanto avviene in natura, ma costituisce uno stress per l'acqua, quindi prima di berla dovremmo travasarla come descritto per l'acqua ferma. Esistono comunque dei congegni, applicabili al rubinetto, che riescono ad imprimere al getto un movimento vorticoso simile a quello presente in natura; questi possono avere un certo effetto rivitalizzante sull'acqua, migliorandone le qualità energetiche. Un modo semplice, poco costoso e abbastanza diffuso di trasferire nell'acqua delle informazioni di struttura ordinata ed energizzarla, è quello di immergervi dei cristalli, per esempio di rocca, di quarzo rosa o di ametista per una notte. Una soluzione tecnologica (brevettata, a norma ISO e con riconoscimento ufficiale per l'aspetto innovativo) che coglie e ripropone gli aspetti migliori delle acque più vitali e vitalizzanti esistenti in natura è l'applicazione esterna alla condotta dell'acqua di un SOP-WAS. (Dalla Via G. 2003c)

Questa è una tecnologia innovativa basata su un procedimento brevettato. Un congegno a forma di sfera può essere montato su un tubo dell'acqua di casa, nei condomini, negli allevamenti ecc., per trasmettere all'acqua che scorre all'interno del tubo (senza diretto contatto di questa con il WAS) delle microinformazioni benefiche. L'acqua è molto più buona dal punto di vista organolettico, più ossigenata, con caratteristiche igieniche migliori. L'esame organolettico da solo sarebbe sufficiente per convincere anche i palati più esigenti, ma ulteriori esami microbiologici dei laboratori di analisi ne fanno uno strumento affidabile. Un oggetto per uso quotidiano, la vacanza, il posto di lavoro ecc. è la caraffa che, grazie ad una tecnologia brevettata, aumenta l'ossigeno disciolto, migliora notevolmente il gusto (odore e gusto di cloro, metallo ecc. vengono annullate) e rende l'acqua fresca e vitale come quella di fonte, decisamente piacevole da bere. All'acqua trattata come quella ottenuta per osmosi inversa o distillata, essendo depauperata di ioni,

quindi elettricamente neutra e potenzialmente decalcificante, per migliorarla, si può aggiungere una piccola quantità di argilla ventilata. Il componente più importante delle argille è la silice (solitamente costituisce metà o più del totale) che è ricca di “carica elettrica negativa” e che, inoltre, svolge una funzione antiossidante e depurativa. Anche gli altri minerali di argilla contribuiscono al riequilibrio, soprattutto grazie alla loro forma colloidale, una struttura che li rende solubili e molto biodisponibili.

4.4 L’acqua conserva il ricordo delle sostanze

Molti istituti di ricerca e scienziati indipendenti hanno scoperto che l’acqua ha la capacità di assumere, immagazzinare e inoltrare delle informazioni. Il dottor Wolfgang Ludwig (1999) ricercatore tedesco e fondatore dell’Istituto di Biofisica di Horb, ha potuto dimostrare che l’acqua, perfettamente purificata sotto il profilo chimico, conserva tuttavia l’impronta energetica delle sostanze con le quali è venuta a contatto. Quindi la plastica, i fitofarmaci o le sostanze ormonali, lasciano una sorta di segnale che, viene percepito dal nostro organismo. Cancellare questo segnale non è possibile con mezzi chimici, ma soltanto con misure fisiche o energetiche riportando l’acqua a uno stato molto simile a quello ideale, originario o sovrapponendo delle informazioni utili, benefiche, riconoscibili dal nostro organismo.

Due fisici dell’università di Milano, i Professori Giuliano Preparata (1995) ed Emilio Del Giudice (1995), hanno sviluppato la “Teoria QED” (Quantum Electro Dynamics) che ha reso possibile una nuova comprensione dell’acqua. Basandosi su queste nuove conoscenze della fisica quantistica, un ricercatore indipendente italiano, Alberto Tedeschi di Milano (2009), ha ideato dei congegni con circuiti luminosi e frequenze ben precise le quali entrano in risonanza con l’acqua e agiscono sulla sua struttura. Il sistema si chiama “luce WHITE”, in cui white è l’acronimo di “Wide Holographic Intensified Transferred Energy”, cioè “trasferimento di energia amplificata ad ampio spettro”. La luce White agisce sull’acqua come se rimettesse in moto un circuito che si era interrotto: questa diventa più vitale e capace di assorbire e ritrasmettere nuovamente delle informazioni, attraverso la propria struttura molecolare. Il concetto si basa sulla “biorisonanza olografica”: entrando in risonanza con le frequenze armoniche della vita si riesce a comunicare frequenze armonizzanti a tutto l’organismo con l’assunzione anche solo di piccole quantità di acqua opportunamente “illuminata”. La luce viene emessa da un congegno dall’aspetto semplice, simile a una penna stilografica, ma la tecnologia è decisamente complessa e innovativa. (Ball P. 2000)

Capitolo 5: Impieghi dell'acqua

5.1 L'uso civile

Rifornirsi d'acqua è stata un'esigenza particolarmente sentita anche dall'uomo primitivo, sia che vivesse allo stato nomade, sia che avesse scelto sistemi di vita sedentaria. Egli infatti, cercò sempre di tenersi vicino all'acqua, lungo fiumi e torrenti o presso fonti e laghi, sentendo la necessità di provvedere alla costruzione di rozze condutture idrauliche. In Egitto la necessità di costruire un vasto e complesso insieme di dighe e canali per il rifornimento e il deflusso delle acque richiese la costituzione di un potere statale per assicurare la stabilità delle istituzioni e l'opera di capaci progettisti, di esperti meccanici, matematici e geometri.

In generale, la soluzione del problema relativo al rifornimento idrico risentì, nell'antichità come del resto oggi, delle condizioni del terreno su cui viveva la comunità da approvvigionare. In montagna si sfruttavano le acque sorgive, nelle zone basse e pianeggianti prevaleva invece il sistema dell'impiego diretto o indiretto delle acque fluviali. Solo là, dove nessuna di queste due possibilità era realizzabile, si faceva ricorso alle acque piovane o alla costruzione di pozzi e cisterne o ad un vasto sistema di canalizzazione destinato a convogliare verso i centri urbani sempre maggiori quantità d'acqua tratta da fiumi o sorgenti. Un'altra preoccupazione delle antiche popolazioni era quella di conservare l'acqua per i periodi di siccità o contenerla durante le piene per evitare inondazioni. Da qui la costruzione di sbarramenti attraverso il corso di fiumi o torrenti e la conseguente creazione di serbatoi di riserva appositamente preparati. Ne furono egregi costruttori sia gli Egiziani nella valle del Nilo sia gli Assiro-Babilonesi nel bacino del Tigri ed Eufrate. Con il sorgere dei primi centri abitati il problema del rifornimento idrico si accentuò poiché l'acqua fornita da pozzi e cisterne locali divenne insufficiente. Si rese necessario attingerla direttamente da fiumi e da canali o da sorgenti esistenti nei pressi delle città. Si cominciarono allora a costruire le prime condutture, inizialmente scoperte ma successivamente anche sotterranee, per proteggerle dagli attacchi nemici. La necessità di trasportare l'acqua a notevole distanza diede origine alla costruzione dei primi acquedotti a pressione. Con il passare del tempo, oltre al tipo di conduttura costruita in pendenza e destinata ad essere utilizzata solo da quelli che vivevano in località più basse dei bacini di raccolta, si ebbero anche condutture a sifone; esse erano basate sul principio dei vasi comunicanti, principio molto sfruttato in Asia Minore, Sicilia e Magna Grecia. I Romani preferirono costruire canali scoperti e acquedotti in muratura a pendenza costante che si

distinguevano oltre che per l'imponenza della costruzione anche per la forte quantità di acqua trasportata. Questo permise di convogliare presso centri abitati, enormi quantità di acqua. (Brancati A. 1970)

5.2 Il fabbisogno idrico dell'allevamento e dell'agricoltura

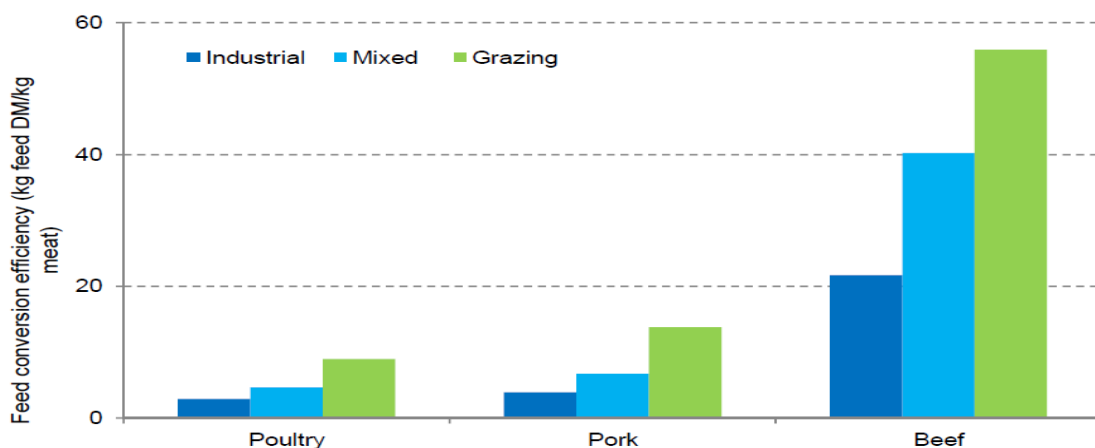
Per descrivere il fabbisogno idrico dell'agricoltura, in particolare dell'allevamento, si è ritenuto utile utilizzare i dati derivanti dallo studio di due ricercatori, M.M Mekonnen e A.Y. Hoekstra, riportati nel manoscritto "Water Resources and Industry" di Elsevier del 19/10/2012 ed accettato per la pubblicazione il 12/03/2013. La produzione di cibo rappresenta una quota importante dell'utilizzo totale delle risorse naturali come l'acqua (Bruinsma, 2003; Hoekstra e Chapagain, 2008). I prodotti di origine animale hanno un fabbisogno di acqua particolarmente elevato per unità di energia nutrizionale rispetto agli alimenti di origine vegetale. Ad esempio, l'impronta idrica totale (WF; water footprint) di carne di maiale (espresso in litri per kcal) è due volte più grande della WF dei legumi e quattro volte più grande della WF dei cereali (Mekonnen e Hoekstra, 2012). Oggi la WF globale della produzione animale costituisce quasi un terzo della WF della produzione agricola totale (Hoekstra e Mekonnen, 2012) e questa frazione è destinata ad aumentare (Liu et al., 2008). A livello mondiale, è in corso un cambiamento nutrizionale verso cui molte persone si stanno spostando seguendo modelli più ricchi di consumo alimentare contenenti altri prodotti di origine animale. (Grigg, 1995; Popkin, 2002; Liu e Savenije, 2008) La maggior parte delle aree del mondo mostrano uno sviluppo economico che si traduce in un aumento del potere d'acquisto, causando non solo la domanda di maggior cibo, ma anche un cambiamento nel tipo di alimentazione (Latham, 2000). Negli ultimi decenni la domanda di prodotti di origine animale, come carne, latte e uova, è aumentata a causa dei cambiamenti nei modelli di consumo alimentare (Bruinsma, 2003; FAO, 2011). Nei paesi ricchi, l'assunzione di proteine è generalmente maggiore del necessario in particolare a causa del consumo eccessivo di prodotti animali. In generale, il consumo pro capite di carne e di altri prodotti di origine animale aumenta con l'aumentare del reddito medio pro capite, fino a raggiungere un certo livello di soddisfazione (Gerbens-Leenes et al., 2010). Se nei paesi in via di sviluppo le popolazioni continuano ad aumentare, soprattutto in combinazione con la crescita economica, come è previsto in paesi come il Brasile e la Cina (FMI, 2010; Bruinsma, 2003), la domanda di prodotti di origine animale dovrebbe aumentare; ciò richiederebbe più acqua. Il consumo di acqua e l'inquinamento possono essere valutati utilizzando il concetto di impronta idrica (Hoekstra et al., 2010),

che distingue una WF verde (consumo di acqua piovana), una WF blu (consumo di acque superficiali e sotterranee) e di una WF grigia (inquinamento di acque di superficie o sotterranee). La produzione di carne richiede ed inquina grandi quantità di acqua, in particolare per la produzione di mangimi animali (Chapagain e Hoekstra, 2003; Pimentel et al, 2004; Steinfeld et al, 2006; De Fraiture et al, 2007; Hoekstra, 2010, 2012; Mekonnen e Hoekstra, 2012; Ridoutt et al., 2010, 2012). A livello globale, l'agricoltura rappresenta il 92 per cento dell'impronta idrica globale di acqua dolce; il 29 per cento di acqua in agricoltura è direttamente o indirettamente utilizzata per la produzione animale (Hoekstra e Mekonnen, 2012). In cima alle esigenze di acqua per la coltivazione di mangimi, c'è l'acqua necessaria per miscelarli, per il mantenimento della fattoria, e per l'abbeveraggio degli animali. Nel periodo 1996-2005, la WF globale annua per la produzione animale era 2.422 Gm³ (di cui 2.112 Gm³ verde, 151 Gm³ blu e 159 Gm³ grigio). Di questi, 0,6 Gm³ di acqua blu (0,03%) è stato necessario per la miscelazione dei mangimi, 27,1 Gm³ (1,1%) è stata l'acqua per l'abbeveraggio degli animali e 18,2 Gm³ (0,75%) è stato necessario per il mantenimento degli allevamenti (Mekonnen e Hoekstra, 2012). L'acqua per i prodotti di origine animale, quindi, si riferisce principalmente all'acqua consumata o inquinata per produrre mangimi animali. Questo studio ha considerato otto categorie di animali e tre sistemi di produzione di bestiame per il periodo 1996-2005. I sistemi di produzione considerati sono il pascolo, il misto e l'industriale. I risultati sono stati utili per trovare i principali fattori esplicativi che determinano il WF di carne e prendere in considerazione le differenze tra il pollame, la carne di maiale e di manzo, tra paesi sviluppati, paesi in via di sviluppo e tra i diversi sistemi di produzione. Si utilizzano le definizioni e la metodologia dell'impronta idrica come enunciate da Hoekstra et al. (2011). Due domande prese in considerazione sono: quali fattori determinano le differenze tra la WF di diversi sistemi di produzione per lo stesso tipo di carne?, e quali fattori determinano le differenze tra la WF di diversi tipi di carne? La WF fornisce un numero complessivo utile per determinare il volume di acqua dolce necessaria e consente, pertanto, il raffronto delle richieste di acqua di diversi prodotti o il confronto delle richieste di acqua per un prodotto particolare proveniente da diversi paesi o sistemi di produzione. Lo studio mostra le tendenze generali della WF dei diversi sistemi di produzione di carne e fornisce informazioni per migliorarla e per diminuire l'impatto ambientale dell'incremento marginale della produzione di carne. Si analizzano ora i tre fattori principali che guidano la WF di carne: l'efficienza di conversione dei mangimi (quantità di mangimi utilizzate per unità di carni ottenute), la composizione e la provenienza dei mangimi. L'efficienza migliora dal pascolo al misto ai

sistemi industriali perché gli animali nei sistemi industriali consumano mangime più concentrato, si muovono meno, sono allevati per crescere più velocemente e macellati più giovani. Questo fattore contribuisce ad una generale diminuzione della WF dal pascolo al misto ai sistemi industriali. Il secondo fattore è la composizione dei mangimi, in particolare il rapporto tra i mangimi concentrati e foraggi naturali, che aumenta dal pascolo al misto ai sistemi industriali. I mangimi concentrati hanno una grande WF rispetto ai foraggi naturali, e questo fattore contribuisce ad un aumento della stessa, soprattutto di quella blu e grigia. Il terzo fattore, l'origine dei mangimi, è importante perché l'utilizzo di acqua varia ed è correlata alla coltivazione del mangime nelle diverse regioni. La risultante WF complessiva di carne dipende dall'importanza relativa di questi tre fattori. In generale, il manzo ha una WF totale maggiore di quella del maiale, che a sua volta ha una WF maggiore di quella del pollame, ma la media globale della WF blu e grigia è simile in tutti e tre i prodotti a base di carne. Quando consideriamo il pascolo, le impronte idriche blu e grigia di pollame e carne di maiale sono maggiori di quelle delle carni bovine. Dei tre sistemi di allevamento precedentemente citati vengono descritti di seguito le principali caratteristiche per coglierne le differenze. I sistemi di pascolo hanno bassa densità percentuale per ettaro di animali, e possono essere trovati in tutto il mondo, ma costituiscono il sistema di allevamento dominante solo nei paesi in via di sviluppo con un basso reddito nazionale lordo pro capite. (Chapagain e Hoekstra, 2003); questi sistemi forniscono circa il 9 per cento della produzione mondiale di carne (Seré e Steinfeld, 1996). In generale, i sistemi di pascolo hanno rendimenti più bassi in termini di peso vivo degli animali al momento della macellazione, del latte e della produzione di uova (WUR, 2002; USDA, 2002). In contrasto con ciò che il termine pascolo suggerisce, gli animali non utilizzano solo il pascolo, essi sono anche alimentati, tra le altre cose, con cereali, piselli e impasti di semi da oli (Chapagain e Hoekstra, 2003). In particolare i polli consumano grandi quantità di granaglie in questo sistema di pascolo (Mekonnen e Hoekstra, 2012). I sistemi misti combinano bestiame e coltivazioni, producendo la maggior parte dei mangimi in azienda stessa. Questi sistemi sono molto comuni e presenti in tutto il mondo; i sistemi misti di bovini sono quelli dominanti per esempio in Brasile, Cina, Etiopia, India, Nuova Zelanda e Stati Uniti. I sistemi agricoli misti forniscono circa il 54 per cento della produzione mondiale di carne e il 90 per cento di latte al mondo (Seré e Steinfeld, 1996). I sistemi industriali hanno alte percentuali di animali per ettaro e meno del 10 per cento del mangime animale è prodotto presso l'azienda agricola stessa. Per i bovini, i sistemi industriali sono i sistemi di allevamento dominante per esempio in Giappone e nei paesi

europei occidentali. Per i suini e il pollame, i sistemi industriali sono diventati il sistema principale per la maggior parte dei paesi del mondo. Nello studio è stata analizzata la WF verde, blu e grigia per i tre tipi di carne (manzo, maiale e pollame), per i tre tipi di sistemi di produzione (pascolo, misto e industriali) e per i quattro paesi: Brasile, Cina, Paesi Bassi e Stati Uniti. La WF di un pezzo di carne è determinato dal consumo di acqua e dall'inquinamento, in ogni fase del processo di fornitura del prodotto finale. Dal punto di vista del consumo di acqua e dell'inquinamento, i più importanti aspetti sono: la coltivazione del mangime, l'abbeveraggio degli animali, l'uso di acqua per la pulizia dell'azienda zootecnica e del macello. Tra i tre utilizzi appena descritti, il primo è il principale. Relativamente al primo punto, è determinante il sistema di produzione della carne in quanto influenza l'efficienza di conversione del mangime. In generale, l'efficienza migliora dal pascolo ai sistemi misti ai sistemi industriali. Inoltre, la conversione dei mangimi è più favorevole per il pollame e la carne di maiale rispetto alle carni bovine, ed è anche influenzata dal livello di attività fisica degli animali, dall'età alla macellazione e dalla razza. La (figura 5.1) mostra l'efficienza di conversione media del mangime, in Cina, Brasile, Paesi Bassi e Stati Uniti per i tre tipi di carne. Un altro fattore relativo al mangime, che influenza la WF di carne, è la composizione e la provenienza dello stesso. In generale, i sistemi di produzione industriale utilizzano una frazione relativamente grande di mangimi concentrati e, i sistemi di pascolo una frazione relativamente piccola di essi.

Figura 5.1

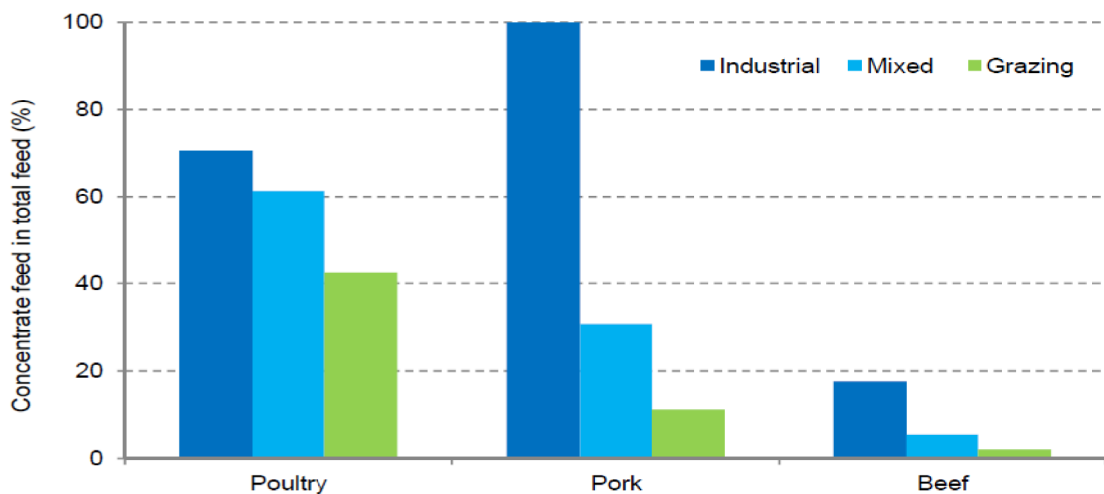


Feed conversion efficiencies for poultry, pork and beef averaged for China, Brazil, the Netherlands and the US. Data from Mekonnen and Hoekstra (2010). DM = dry mass.

La (figura 5.2) mostra la percentuale di mangimi concentrati della media dei mangimi totali per la Cina, il Brasile, l'Olanda e Stati Uniti. Indipendentemente dal tipo di sistema di produzione, polli e maiali utilizzano maggiormente mangimi concentrati rispetto ai bovini da carne. Nei sistemi industriali di allevamento di maiali, i mangimi concentrati compongono il 100 per cento del mangime.

La composizione del mangime è un fattore importante poiché la WF della carne dipende principalmente dalla WF del mangime animale.

Figura 5.2



Share of concentrate feed in total feed for poultry, pork and beef averaged for Brazil, China, the Netherlands and the US. Data from Mekonnen and Hoekstra (2010).

La (tabella 5.1) fornisce i componenti principali contenuti nei mangimi concentrati e nei foraggi naturali. La tabella 5.2 mostra che ci sono grandi differenze tra la WF (m³ di acqua per tonnellata di mangime) dei mangimi concentrati e quella dei foraggi naturali. La somministrazione di mangimi concentrati ha un grande utilizzo di WF, mentre i naturali ne hanno uno minore. In media, la WF dei mangimi concentrati è cinque volte più grande della WF dei foraggi naturali; inoltre i naturali sono principalmente irrigati dalla pioggia, mentre le colture per i concentrati spesso sono irrigate e fertilizzate; le WF blu e grigia dei concentrati sono rispettivamente 43 e 61 volte maggiori di quelle dei foraggi naturali.

Tabella 5.1 e Tabella 5.2

Overview of the main sorts of components contained in concentrates and roughages (Mekonnen and Hoekstra, 2010)

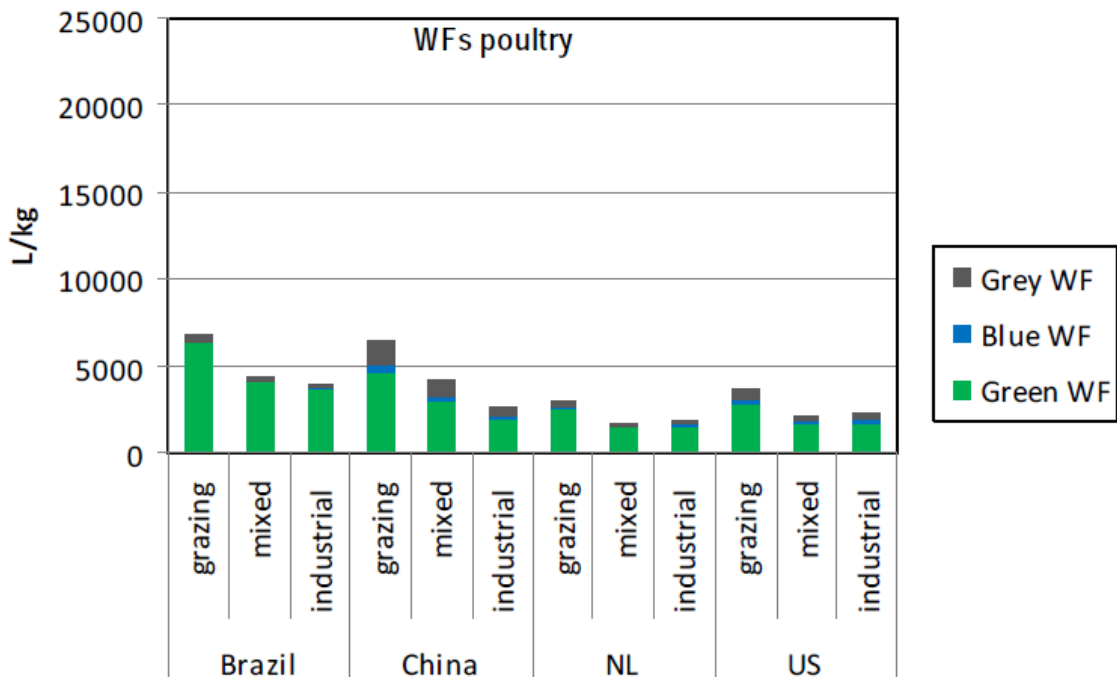
Concentrates	Roughages
Cereals	Pastures
Roots and tubers	Forage (green) cereals
Oil crops and oil meals	High yielding grasses for silage
Brans	Fodder crops
Molasses	Other roughages (e.g. by-products such as straw)
Pulses	
Sugar crops	
Fruits and vegetables	

Average water footprint (m^3 /tonne) of concentrates versus roughages (Mekonnen and Hoekstra, 2010)

	Green WF	Blue WF	Grey WF	Total WF
Concentrates	849	78	122	1048
Roughages	199	1.8	2	203
WF concentrates compared to WF roughages	4.3×	43×	61×	5.2×

La (figura 5.3) riporta la WF verde, blu e grigia del pollame per il Brasile, la Cina, i Paesi Bassi e Stati Uniti per il pascolo, i sistemi di produzione misti e industriali. Per il pollame, i sistemi industriali utilizzano 3,2 volte meno mangime (massa secca) per unità di prodotto rispetto ai sistemi di pascolo. I sistemi di produzione di pascolo utilizzano un pacchetto alimentare che contiene il 40 per cento di concentrati (la media dei quattro paesi considerati), mentre i sistemi industriali hanno un pacchetto alimentare con il 70 per cento dei concentrati; i sistemi misti utilizzano pacchetti di alimentazione con le frazioni di concentrati di entrambi i sistemi. Per i quattro paesi considerati, la WF del pollame è determinata principalmente dall'efficienza di conversione del mangime. Ciò si traduce in una più piccola WF verde, blu e grigia per il sistema industriale rispetto al pascolo. Per gli Stati Uniti e l'Olanda i sistemi misti e industriali hanno simili WF.

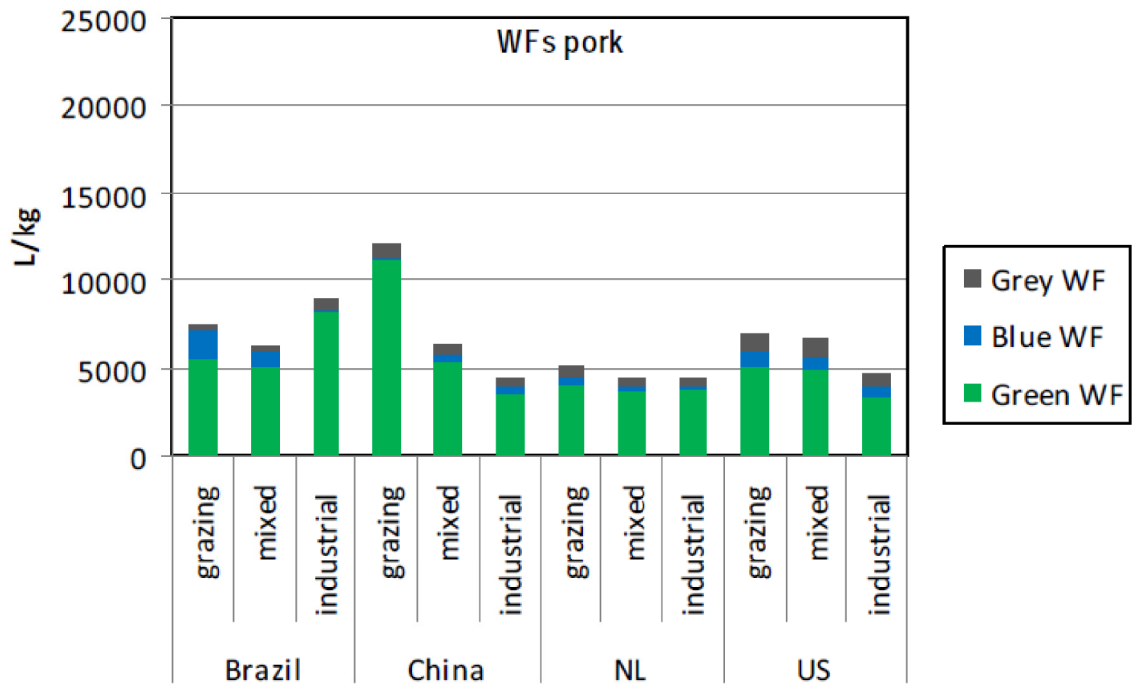
Figura 5.3



Green, blue and grey WFs of poultry for Brazil, China, the Netherlands and the US for the grazing, mixed and industrial production systems. Data from Mekonnen and Hoekstra (2010).

La (figura 5.4) mostra la WF verde, blu e il grigio della carne di maiale per il Brasile, la Cina, i Paesi Bassi e Stati Uniti per il pascolo, e i sistemi misto e industriale. L'efficienza di conversione dei mangimi migliora dal pascolo al misto ai sistemi industriali. I sistemi industriali utilizzano mangimi in media 2,9 volte in meno rispetto ai sistemi di pascolo per produrre la stessa quantità di carne di maiale. I sistemi industriali utilizzano solo mangime concentrato, con una WF relativamente grande. Le percentuali di concentrato sono molto più basse per i sistemi misti e il pascolo. L'effetto della quota di concentrati sul mangime totale, dovuta al fatto che un mangime concentrato ha una WF maggiore dei foraggi naturali, diventa visibile nella WF verde industriale in Brasile. Nei Paesi Bassi, la WF verde è simile per i tre sistemi di produzione; per il Brasile, i Paesi Bassi e gli Stati Uniti, si ha una diminuzione della WF blu dal pascolo al misto, ai sistemi industriali. I dati per la Cina, mostrano una WF blu più piccola nel pascolo rispetto al misto e una più grande WF blu nei sistemi industriali.

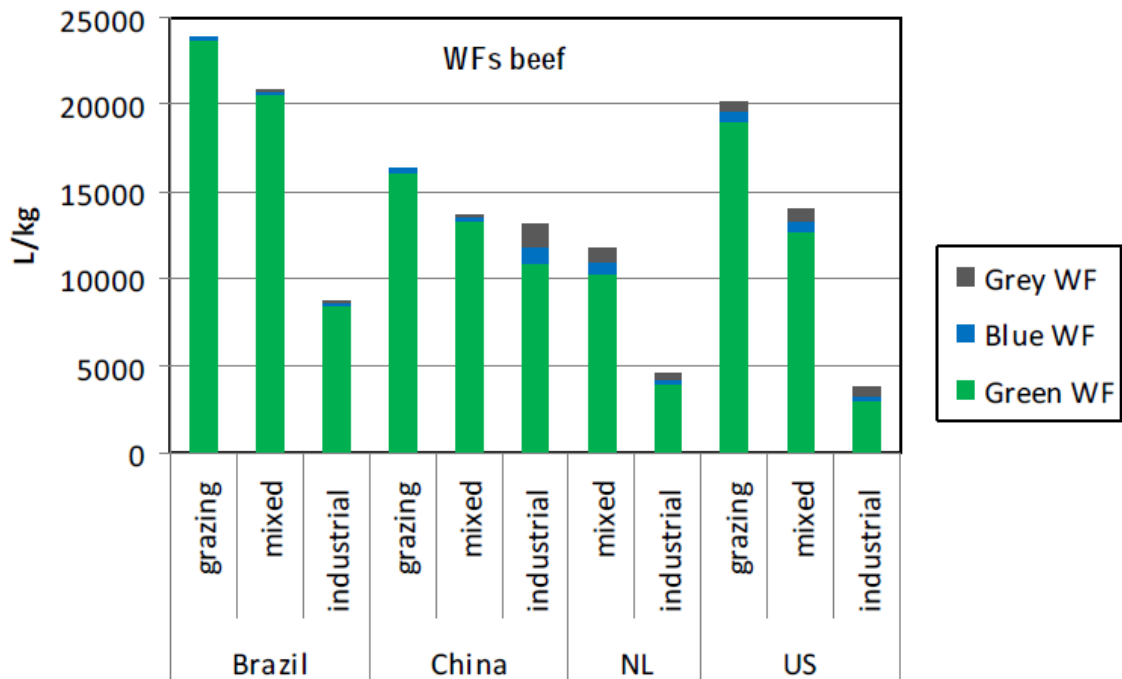
Figura 5.4



Green, blue and grey WFs of pork for Brazil, China, the Netherlands and the US for the grazing, mixed and industrial production systems. Data from Mekonnen and Hoekstra (2010)

La (figura 5.5) mostra la WF per le carni bovine. L'efficienza di conversione dei mangimi per la produzione di carne bovina migliora dal pascolo ai misti, a quelli industriali. I Sistemi industriali utilizzano 3,7 volte meno mangimi rispetto ai sistemi di pascolo per produrre la stessa quantità di carne. La frazione di concentrati nella miscela totale del mangime, però, è maggiore per i sistemi industriali che per i sistemi misti e di pascolo. Le percentuali di concentrato, vanno dal 2 per cento per i sistemi di pascolo, al 4 per cento per i sistemi misti al 18 per cento per i sistemi industriali. L'effetto combinato di questi due fattori determina una diminuzione della WF verde, passando dal pascolo, ai sistemi misto per sistemi industriali. Nei Paesi Bassi e negli Stati Uniti, i sistemi misti mostrano la più grande WF blu. La minor WF blu e grigia nel pascolo e nei sistemi misti in Brasile e in Cina, ci mostrano che in questi sistemi il bestiame si alimenta nei pascoli che non sono concimati e inoltre sono alimentati con residui colturali. Questo non è il caso nei Paesi Bassi e gli Stati Uniti, dove il bestiame è alimentato con concentrati (soprattutto in inverno).

Figura 5.5



Green, blue and grey water footprints of beef for Brazil, China, the Netherlands and the US for the grazing, mixed and industrial production systems. Note: there is no grazing system for beef in the Netherlands. Data from Mekonnen and Hoekstra (2010)

Ridurre l'impronta idrica della carne e lo spostamento al consumo sostenibile: In un recente rapporto, Burlingame e Dernini (2012) sottolineano la necessità di una produzione alimentare e un sistema di consumo più sostenibile. Uno dei requisiti di una dieta sostenibile è che va con l'uso delle risorse naturali e basso impatto ambientale. Da un punto di vista d'uso delle risorse, il consumo di un litro di acqua verde è equivalente al consumo di un litro di acqua blu, ma l'impatto di una WF verde sull'ambiente è generalmente molto più piccolo di quello di una WF blu. La WF grigia è una preoccupazione in quanto relativa all'inquinamento delle acque di superficie e di falda. Ciò significa che dal punto di vista del consumo sostenibile, in particolare i tipi di carne con una grande WF blu e grigia devono essere evitati. Le differenze tra i paesi indicano che ci sono possibilità per ridurre l'impronta idrica della produzione di carne, trovando il giusto equilibrio tra la composizione di alimentazione a bassa WF e un'alta efficienza di conversione dei mangimi. Soprattutto i due paesi in via di sviluppo hanno la potenzialità di diminuire la WF per unità di alimentazione e di aumentare l'efficienza di conversione alimentare, migliorando la sostenibilità del sistema. Secondo Hoekstra (2010), l'impronta idrica correlata al cibo di un consumatore in un paese industrializzato può essere ridotta del

36% passando da una dieta prevalentemente a base di carne, ad una vegetariana. L'impronta idrica degli alimenti in generale e della carne in particolare, può essere notevolmente ridotta con un cambiamento dei consumi, ma ciò richiederebbe un mutamento dell'attuale modello di alimentazione ed una riduzione degli sprechi alimentari, soprattutto nei paesi occidentali. Allo stato attuale, le scelte alimentari sono guidate da un aumento del benessere, perdendo così il collegamento con il patrimonio culturale locale e prestando poca attenzione per l'ambiente (Burlingame e Dernini,2012). (www.elsevier.com/locate/wri)

L'agricoltura, considerata sotto l'aspetto delle coltivazioni, assorbe la maggior parte delle risorse idriche. Si calcola che a livello mondiale circa il 70 per cento dell'acqua prelevata dai fiumi, dai laghi e dalle falde sotterranee sia destinato all'irrigazione. L'agricoltura irrigua ha avuto il suo massimo sviluppo nel secolo scorso, quando questa tecnica è stata applicata nei paesi del Sud del mondo, principalmente Cina, India, Pakistan. Attualmente il 30-40 per cento delle disponibilità di prodotti agricoli a livello mondiale derivano dal 16 per cento irrigato della superficie totale; inoltre viene stimato che nei prossimi 30 anni, l'80 per cento delle disponibilità alimentari deriveranno dall'agricoltura irrigua. L'irrigazione è praticata con modalità diverse secondo le aree geografiche e le zone climatiche, con vari gradi di sofisticazione e di tecnologia. Essa serve a stabilizzare la produttività delle colture per ettaro, e nei paesi tropicali a garantire più produzione nello stesso anno, nonché rese più elevate. L'irrigazione è importante anche in zone aride o semi-aride, che altrimenti sarebbero inadatte a sostenere alcune colture. Questo sistema permette di sfruttare al massimo la produttività dei terreni, aggiungendovi tutto ciò che la natura non riesce a fornire secondo i suoi cicli, appunto, naturali; il che significa grande uso di pesticidi e di fertilizzanti chimici. Da un lato quindi, l'irrigazione diventa uno strumento di sempre maggior rilevanza ai fini delle disponibilità alimentari, e dall'altro costituisce la principale forma di consumo delle risorse idriche utilizzate dall'uomo a livello planetario. Si pensi che la quantità d'acqua che basta normalmente ad irrigare un ettaro di risiera, è la stessa che serve ai bisogni di 100 nomadi con 450 capi di bestiame in tre anni, o a 100 famiglie urbane nell'arco di due anni. Inoltre nei Paesi del Sud del mondo l'acqua utilizzata per l'irrigazione rappresenta ben il 91 per cento del consumo idrico (rispetto al 39 per cento dei Paesi ad alto reddito), e a volte quella che resta è fortemente inquinata; ciò spiega perché questi Paesi si trovano spesso ad affrontare gravi situazioni di deficit idrico per uso alimentare e sanitario. (Ceci S. 2007a)

L'Italia dedica a scopi irrigui (agricoltura e allevamenti) circa il 60 per cento dei quasi 56 miliardi di m³ annui di acqua dolce consumati, cioè 33,6 miliardi di m³. L'Italia è al primo posto in Europa sia per i consumi di acqua per abitante, sia per la maggiore estensione agricola irrigata, pari a 4.500.000 ettari. Questa superficie se sfruttata appieno unitamente alla superficie agricola non irrigata dovrebbe dare sostentamento a circa 200 milioni di abitanti. Eppure il nostro Paese ha un cospicuo deficit commerciale nel campo alimentare. Allora dove finisce la gigantesca quantità di cibo prodotta dalla nostra agricoltura? La risposta è semplice: viene distrutta, perché i vincoli internazionali, primi fra tutti quelli della U.E., non ne consentono la commercializzazione. Quindi la nostra agricoltura consuma grandi quantità di acqua (ma anche concimi, pesticidi, carburanti) per produrre alimenti che non servono. E per fare questo si costruiscono dighe, si realizzano invasi e condutture, si cementificano i fiumi, e si sottrae acqua agli usi civili (il deficit idrico del sud ha anche questa spiegazione). Per fortuna negli ultimi anni l'Unione Europea sta lavorando nel senso della riduzione delle terre coltivate e sta incentivando la messa a riposo dei terreni.(Ceci S. 2007b) I Paesi in via di sviluppo, pur utilizzando circa il doppio d'acqua per ettaro rispetto ai paesi industrializzati, hanno una produzione agricola pari ad un terzo, poiché metà dell'acqua destinata all'irrigazione evapora durante la fase di stoccaggio o di derivazione a causa delle elevate temperature, o si perde a causa di reti d'adduzione vetuste o irregolari. Per risolvere il problema degli sprechi sarebbe sufficiente introdurre tecnologie più moderne come l'irrigazione a goccia e rinnovare le reti, ma spesso gravi problemi finanziari bloccano queste scelte. E' ormai evidente che i prelievi per usi irrigui superano in molte zone le capacità di apporto dei corsi d'acqua, delle piogge e quella di ricostituzione delle riserve naturali; pertanto ogni volta che le piogge tardano a venire, scoppiano immani carestie, come quella che ha colpito qualche anno fa alcune regioni dell'Africa sub-sahariana. Si calcola che in Giordania tra 35 anni le riserve acquifere sotterranee saranno completamente esaurite e, per ricostituirle, occorreranno migliaia d'anni. Coltivare in climi aridi, oltre ai problemi che derivano dalla necessità di reperire grandi quantità d'acqua (dighe, enormi invasi artificiali ecc. con altri problemi al seguito), ha portato l'uomo a scoprire la catastrofe della salinizzazione. Questo fenomeno naturale consiste nel progressivo aumento di sali nel terreno, fino a renderlo non più adatto alla coltivazione; ciò avviene in concomitanza di due situazioni: cattivo drenaggio del terreno e forte evaporazione delle aree irrigate. L'acqua che il terreno non è in grado di assorbire subito, evapora e cede al suolo il suo contenuto minerale. La salinizzazione

dell'acqua delle falde freatiche può avvenire anche a causa degli eccessivi prelievi che creano dissesti nella struttura idrogeologica del sottosuolo.

Se fiumi e laghi sono per lo più inquinati da scarichi civili e industriali (compresi allevamenti e laboratori artigiani), le falde acquifere sono in gran parte compromesse dalle attività agricole. I responsabili hanno un nome: si chiamano pesticidi e fertilizzanti chimici. I pesticidi sono sostanze chimiche create, a partire dagli anni '40, per sterminare insetti, funghi e malerbe che possono danneggiare o ridurre la quantità dei raccolti agricoli. Una serie di studi condotti da agenzie olandesi affermano che almeno il 65 per cento delle terre agricole europee supera abbondantemente il limite di contaminazione stabiliti dalla U.E., con gravi ripercussioni sulle acque che vi scorrono sopra e sotto il suolo. (Ceci S. 2007c)

La presenza di nitrati nelle falde acquifere (presenza che in molti casi supera i limiti imposti dalla legge) è il risultato dei massicci cambiamenti intercorsi dei sistemi agricoli nel secolo scorso e tuttora in atto. In particolare, l'impiego di concimi chimici azotati, reso massicciamente necessario dall'intensificazione delle pratiche agricole, i diversi assetti agrari e il conseguente cambiamento dei sistemi di dilavamento e altre cause legate alla meccanizzazione dell'agricoltura, hanno contribuito all'inquinamento delle falde acquifere delle aree più sviluppate dal punto di vista agricolo. In Italia l'area più colpita è la Pianura Padana; ma anche gli abitanti di altre zone dell'Italia centrale, come la media e bassa valle del Metauro, a causa dell'alta concentrazione di nitrati (sopra i 50 mg/lit) non possono bere l'acqua di falda, se non miscelata con altra acqua a più basso contenuto di nitrati (spesso acqua superficiale depurata). Non esiste tutt'oggi un metodo economicamente ragionevole per rimuovere i nitrati dall'acqua. Solo dopo anni di pratiche agricole sostenibili si può sperare di assistere ad un abbassamento dei valori dei nitrati.

5.3 Il fabbisogno idrico dell'industria

L'acqua è vita, ma è anche la componente fondamentale di molti prodotti industriali.

Basti dire che in Italia il 10 per cento dei consumi di acqua è per la produzione di energia elettrica. Serve acqua non solo per produrre il vapore che aziona le turbine, ma ancora di più per raffreddare tutto il sistema; serve acqua per produrre benzina, in un rapporto 18:1; serve acqua per la produzione di acciaio, in particolare nei processi di raffreddamento, nella cokeria, nell'altoforno che produce la ghisa e nei convertitori della ghisa in acciaio. La funzione può essere svolta anche dall'acqua salata, perciò molte acciaierie sono costruite in riva al mare. Sui consumi di acqua per l'acciaio, circolano dati discordanti. I minimalisti considerano solo l'acqua evaporata, ossia 10 m³ per tonnellata; i massimalisti,

tutta quella impiegata, ossia 250 m³ per tonnellata, considerando che l'acqua restituita è calda e inquinata. Anche l'alluminio si trova nella stessa condizione dell'acciaio; i dati sull'acqua utilizzata variano da 10 a 300 m³ per tonnellata. Ma l'acqua consumata dall'alluminio, non è solo quella per i processi di trasformazione, perché l'alluminio è uno dei prodotti industriali a più alto consumo energetico. Basti considerare che assorbe il 2 per cento di tutta l'energia elettrica prodotta a livello mondiale; per questo su molti fiumi che scorrono in prossimità delle miniere, sono state costruite delle dighe per produrre energia elettrica.

Serve acqua per produrre i computer; un solo microchip da 32 megabyte richiede 32 litri di acqua. Naturalmente l'acqua è un ingrediente fondamentale di tutti i prodotti industriali ottenuti con materie prime agricole. Un esempio è la carta che deriva dalla cellulosa di origine vegetale; il processo di trasformazione richiede 64 m³ di acqua, per ogni tonnellata di carta vergine prodotta, ma quella riciclata richiede solo 15 m³ per tonnellata. (Gesualdi F. 2007a)

Parlando di prodotti di origine industriale, non possiamo dimenticare il vestiario.

Prendiamo come esempio una t-shirt; la sua storia può cominciare in un campo di cotone dell'Africa, degli Stati Uniti o dell'Asia e subito capiamo che l'acqua svolge un ruolo irrinunciabile. In effetti per forzare la terra a rese produttive sempre più alte, si fa un uso sconsiderato di acqua, fertilizzanti e pesticidi. In molti casi i risultati sono: l'abbassamento delle falde acquifere, l'accumulo di sali nei terreni e la contaminazione ambientale. Nel suo percorso dal campo allo scaffale, il cotone subisce varie trasformazioni industriali e, ogni volta troviamo che la risorsa più penalizzata è l'acqua poiché se ne usa molta e perché viene restituita al territorio carica di sostanze chimiche; basti pensare al lavaggio, al candeggio, alla tintura. Anche in ambito calzaturiero, e in particolar modo nella fase di concia, l'acqua rappresenta la materia prima più sfruttata perché ce ne vuole tanta ed è ad alto rischio di inquinamento. Il processo consiste in vari trattamenti con sostanze chimiche, i passaggi sono una decina, e fra l'uno e l'altro, si effettuano abbondanti risciacqui per pulire le pelli da ogni residuo chimico prima della fase successiva. Prima i reflui conciari erano scaricati direttamente nei fiumi, con conseguenze disastrose, oggi le cose vanno un po' meglio perché la legge impone sistemi di depurazione più rigorosi ed efficienti. Per ridurre l'impatto dell'industria sull'acqua, è importante ridurre i nostri consumi e, orientarci sempre di più verso l'utilizzo di prodotti ottenuti con materiale riciclato. Un altro modo è obbligare le industrie a costruire cicli chiusi di acqua in modo da prelevarne il meno possibile dai fiumi e dalle falde. Negli Stati Uniti alcune acciaierie usano fino a 16

volte la stessa acqua, depurandola ogni volta in appositi serbatoi; lo stesso sta avvenendo in molte cartiere del mondo. L'inquinamento delle acque da uso industriale, è causato dallo scarico irrazionale di alcune sostanze che provengono dalla produzione. Alcuni composti chimici immessi nell'acqua, sono particolarmente dannosi per la salute dell'uomo e per la sopravvivenza di numerose specie. Sono ad esempio sostanze tossiche i cianuri delle industrie produttrici di antiparassitari e disinfestanti, il cromo residuo delle industrie di cromatura o di conceria, il cadmio delle industrie per la costruzione di pile e accumulatori. L'inquinamento industriale è dovuto dunque allo scarico nel terreno o direttamente in fiumi e mari, di acque contenenti sostanze tossiche e non biodegradabili, provenienti dalle varie lavorazioni. Un'altra forma di inquinamento è quello termico, che si verifica quando le industrie riversano nel mare o nei fiumi, tonnellate di acqua calda utilizzata per le loro lavorazioni. L'acqua più calda fa diminuire la solubilità dell'ossigeno in acqua, e porta a una variazione dei processi vitali e alla morte della flora batterica, causando anche moria di pesci e l'allontanamento di quelli che non sopportano temperature elevate. Infine l'emissione da impianti industriali di anidride solforosa e ossidi di azoto, provoca il fenomeno così detto delle "piogge acide", ossia la contaminazione dell'acqua piovana, che ha effetti devastanti sui laghi, fiumi e la flora in generale, determinando una riduzione dell'attività di fotosintesi e provocando gravi danni ai monumenti in pietra calcarea (che l'acido solforico trasforma in gesso).

Piuttosto che cercare nuove fonti sempre più costose e lontane è meglio sfruttare in modo più logico quelle esistenti tagliando gli sprechi, pianificando gli usi e razionalizzando le risorse idriche disponibili. Nello specifico sono importanti i seguenti interventi: uso di tecniche irrigue ad alta efficienza; uso di colture adatte alla specifica situazione meteorologica, sociale ed economica; riuso per l'irrigazione delle acque reflue depurate; sistemi di irrigazione di dimensioni ridotte; sistemi di drenaggio artificiale che permettano di evitare il fenomeno della salinizzazione; educazione e controlli sul corretto impiego di concimi e fitofarmaci; sostegno all'agricoltura biologica ed incentivi all'uso di fertilizzanti naturali ed insetti fitofagi; difesa delle terre più fertili da altri utilizzi (es. inurbamento). Infine, occorre sottolineare che il consumatore può fare molto per migliorare l'ambiente, semplicemente acquistando prodotti di stagione, di provenienza locale o nazionale, prodotti biologici oppure prodotti col marchio di qualità. (Gesualdi F. 2007b)

Capitolo 6: Acque reflue

6.1 Introduzione

Come già detto è importante, trattando delle acque reflue, ribadire il concetto che l'acqua non è una risorsa infinita con un'illimitata capacità rinnovabile (Beekman, 1998).

Il riutilizzo delle acque è sempre più considerato quale strumento necessario per la riduzione sostanziale dei bisogni di fornitura d'acqua e di risparmio dei costi connessi (Dean e Lund, 1981; Pagella et al, 2000). Carenze idriche gravi e periodi di siccità sono le principali forze trainanti per riutilizzare l'acqua in alcuni paesi, mentre altri paesi sono stati motivati da crescenti vincoli ambientali e dal fatto che i regolamenti per il riutilizzo delle acque reflue sono diventati più severi. Le pratiche di riutilizzo delle acque sono diventate più tecnicamente fattibili, grazie allo sviluppo di migliori processi di depurazione.

6.2 Trattamento acque reflue

Si definisce trattamento delle acque reflue (o depurazione delle acque reflue) il processo di rimozione dei contaminanti da un'acqua reflua di origine urbana o industriale, ovvero di un effluente che è stato contaminato da inquinanti organici e/o inorganici. Le acque reflue non possono essere reimmesse nell'ambiente tali e quali poiché i recapiti finali come il terreno, il mare, i fiumi ed i laghi non sono in grado di ricevere una quantità di sostanze inquinanti superiore alla propria capacità auto-depurativa. Per esempio, il trattamento di depurazione dei liquami urbani si sviluppa in una successione di più fasi (o processi) durante i quali, dall'acqua reflua vengono rimosse le sostanze indesiderate, che vengono concentrate sotto forma di fanghi. Si crea un effluente finale di qualità tale da risultare compatibile con la capacità auto-depurativa del corpo ricettore (terreno, lago, fiume o mare mediante condotta sottomarina o in battigia) prescelto per lo sversamento, senza che questo ne possa subire danni (ad esempio dal punto di vista dell'ecosistema ad esso afferente). Il ciclo depurativo è costituito da una combinazione di più processi di natura chimica, fisica e biologica. I fanghi provenienti dal ciclo di depurazione sono spesso contaminati con sostanze tossiche e pertanto devono subire anch'essi una serie di trattamenti necessari a renderli idonei allo smaltimento ad esempio in discariche speciali o al riutilizzo in agricoltura tali e quali o previo compostaggio.

Negli impianti di depurazione tradizionali, sono di norma trattate:

- le acque reflue urbane o scarichi civili: esse comprendono le acque di rifiuto domestiche e, se la fogna è di tipo unitario, anche le acque cosiddette di ruscellamento. Le acque di origine domestica sono quelle provenienti dalle attività domestiche e dalle deiezioni umane ricche di urea, grassi, proteine, cellulosa ecc. Le acque di ruscellamento sono quelle provenienti dal lavaggio delle strade e le acque pluviali; esse contengono, in concentrazione diversa, le stesse sostanze presenti nei reflui domestici ma inoltre possono presentare una serie di microinquinanti quali gli idrocarburi, pesticidi, detersivi, detriti di gomma ecc. Una delle principali caratteristiche dei reflui urbani è la biodegradabilità, che ne rende possibile la depurazione attraverso trattamenti biologici;
- alcune tipologie di acque di rifiuto industriale: gli scarichi industriali hanno una composizione variabile in base alla loro origine. Negli impianti di depurazione tradizionali possono essere trattati solo quei reflui industriali che possono ritenersi assimilabili dal punto di vista qualitativo a quelli domestici. Tali scarichi possono essere eventualmente sottoposti a pre-trattamenti in ambito aziendale, prima del loro scarico in fogna, per rimuovere le sostanze incompatibili con un processo di depurazione biologica. Infatti alcuni scarichi industriali possono contenere sostanze tossiche o suscettibili di turbare l'evoluzione biologica, e pertanto tali da compromettere il trattamento biologico, che è alla base del sistema depurativo tradizionale. Gli altri scarichi industriali possono avere una natura tale da essere insensibili ai trattamenti biologici pertanto devono essere trattati in maniera diversa direttamente nel luogo di produzione.

Solitamente in un impianto di trattamento delle acque reflue si distinguono due linee specifiche:

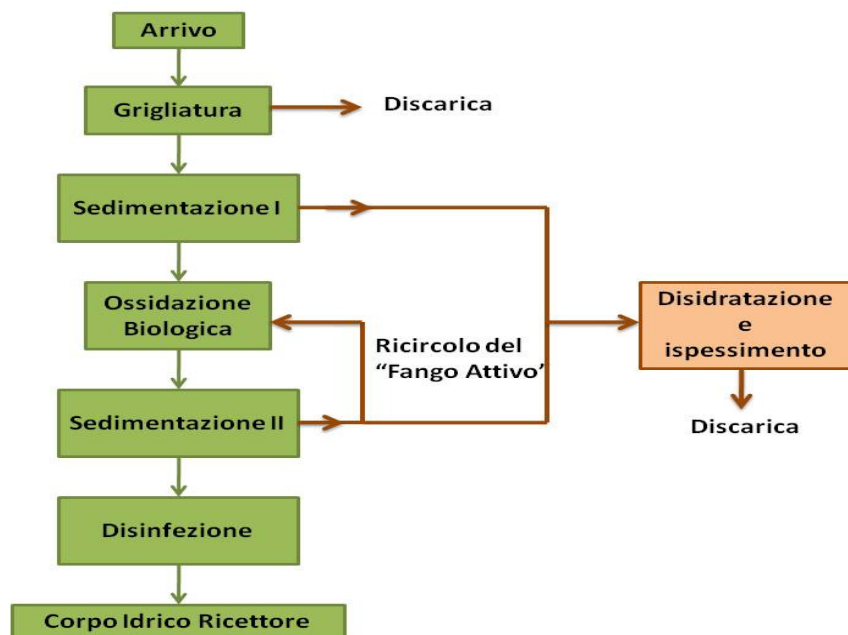
- la linea acque;
- la linea fanghi.

Nella linea acque vengono trattati i liquami grezzi provenienti dalle fognature e di regola comprende tre stadi, chiamati:

- pre-trattamento: un processo di tipo fisico utilizzato per la rimozione di parte delle sostanze organiche sedimentabili contenute nel liquame e comprende la grigliatura, la dissabbiatura, la disoleazione, l'equalizzazione ed omogenizzazione e la sedimentazione primaria;
- trattamento ossidativo biologico: un processo di tipo biologico utilizzato per la rimozione delle sostanze organiche sedimentabili e non sedimentabili contenute nel liquame. Comprende l'aerazione e la sedimentazione secondaria;
- trattamenti ulteriori: sono tutti quei trattamenti realizzati a monte o a valle dell'ossidazione biologica, che permettono di ottenere un ulteriore affinamento del grado di depurazione. Comprende trattamenti speciali per abbattere il contenuto di quelle sostanze che non vengono eliminate durante i primi due trattamenti ad es: trattamenti a membrana tradizionale, avanzate (bioreattore a membrana) e fotocatalitici. (Bonomo L. 2008a)

La (figura 6.1) mostra schematicamente le varie fasi del trattamento delle acque reflue.

Figura 6.1



www.leganerd.com

Nel pre-trattamento, la grigliatura costituisce un'operazione di filtrazione meccanica grossolana che ha l'obiettivo di trattenere solidi grossolani non sedimentabili (stracci, plastica, ecc.) e solidi grossolani sedimentabili. (ghiaia, ecc.) La dissabbiatura viene prevista principalmente nel caso di fogne unitarie (nera + pluviale) per l'allontanamento di terricci e degli altri materiali inorganici di diametro $> 0,2$ mm presenti in sospensione nelle acque di rifiuto (quali ad esempio pezzetti di vetro e di metallo, sassolini ed in genere tutti i materiali pesanti ed abrasivi) che vengono convogliati in fogna, attraverso le caditoie pluviali, insieme all'acqua meteorica. La disoleatura o sgrassatura viene introdotta nel ciclo depurativo, a valle delle griglie e dei dissabbiatori, quando sia accertato che oli e grassi siano presenti nei reflui in quantità tali da influenzare negativamente i trattamenti successivi soprattutto con riferimento ai trattamenti biologici. Infatti le sostanze oleose tendono a rivestire, con un sottile velo, le materie biologiche impedendo così il contatto di queste con l'O₂ limitandone l'ossidazione. L'equalizzazione e l'omogeneizzazione viene praticata qualora in ingresso all'impianto di depurazione si avesse una portata e/o un carico inquinante variabile, il quale può essere oggetto di un trattamento di:

- equalizzazione per livellare le punte di portata;
- omogeneizzazione per livellare le punte di inquinamento;

al fine di garantire ai successivi trattamenti di depurazione un liquame a portata e carico organico sufficientemente costanti, specialmente quando i processi biologici risultano sensibili alla variabilità della concentrazione del BOD (Biochemical Oxygen Demand cioè il contenuto di sostanza organica di un liquame). La sedimentazione primaria consiste in vasche nelle quali si attua la decantazione per la separazione dei solidi sospesi (SS) ottenendo una riduzione del BOD intorno al 30%, e la rimozione del restante 70% è demandato al successivo trattamento biologico. Il trattamento ossidativo biologico, è il trattamento più importante dell'intero ciclo di depurazione e consiste nella biodegradazione da parte di microrganismi, di tutte le sostanze organiche presenti nelle acque da depurare, fino a trasformarle in composti molto semplici ed innocui dal punto di vista ambientale. L'impianto a fanghi attivati (o biologici) attualmente è il sistema più utilizzato in virtù della sua alta efficienza ($>90\%$ di abbattimento del BOD). Per il trattamento viene utilizzata una vasca di ossidazione o aerazione o vasca a fanghi attivi; essa è fondamentale per la depurazione biologica, dove i microrganismi che ossidano e degradano la sostanza organica, sono presenti nei fiocchi di fango, i quali sono sospesi in questa soluzione continuamente ossigenata e mescolata dal flusso di aria od O₂ proveniente da erogatori

posti sul fondo della vasca. Più è alto il carico organico e maggiore sarà la richiesta di O_2 da parte dei batteri aerobi. Durante questa fase avvengono numerosissime reazioni di biodegradazione della materia organica biodegradabile, dove a partire da composti organici complessi si arriva a composti inorganici semplici: CO_2 , H_2O , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- . (Bonomo L. 2008b)

6.2.1 Trattamenti a membrana

I trattamenti a membrana realizzano, mediante l'applicazione di una forza motrice, una separazione tra due fluidi, attraverso una barriera selettiva (la membrana stessa), che viene attraversata solamente da alcune sostanze presenti nei fluidi mentre è poco, o per nulla, permeabile alle altre. Con questo termine vengono indicati diverse tipologie di processi di separazione caratterizzati dal seguente principio di funzionamento: la soluzione da trattare, attraversa la membrana che fungendo da filtro, si lascia attraversare dal permeato (o diluito) ma trattiene il retentato (o concentrato). In base ai materiali di cui queste sono costituite, le membrane possono essere:

- naturali organiche: derivano soprattutto da prodotti naturali cellulosici modificati come gli acetati di cellulosa, il nitrato di cellulosa, la cellulosa rigenerata;
- sintetiche organiche: sono costituite da materiali quali i poliammidi, polietilene, polipropilene, ecc;
- inorganiche: sono generalmente ceramiche o metalliche. Quelle metalliche vengono realizzate con processi simili a quelli di produzione delle ceramiche, facendo depositare gli ossidi (di alluminio, di titanio, di zirconio) su dei tubi metallici;
- solide o liquide. (www.albuw.ait.ac.th)

Le membrane commerciali utilizzate generalmente nel trattamento delle acque sono quelle costituite da materiali polimerici. Le membrane inorganiche sono più costose di quelle polimeriche e pertanto vengono utilizzate solo per dei trattamenti particolari. La porosità effettiva di una membrana rappresenta la sua capacità di trattenimento e può essere determinata attraverso tecniche porometriche. Tramite queste tecniche si cerca di stabilire in termini statistici una dimensione caratteristica dei pori medi della membrana, per poi risalire alla porosità attraverso la conoscenza della densità dei pori.

In funzione del grado di porosità le membrane si suddividono in:

- membrane porose
- membrane dense

Il meccanismo di separazione delle due tipologie di membrane è diverso, infatti le membrane porose agiscono come un setaccio cioè consentono il passaggio solo alle particelle di dimensione inferiore a quella dei pori - questo tipo di membrane è utilizzato per la microfiltrazione, ultrafiltrazione e nanofiltrazione - mentre le membrane dense (non porose) separano le sostanze in base alla differente solubilità e diffusione attraverso lo strato denso della membrana. In base alle dimensioni dei pori i processi di filtrazione vengono denominati:

- microfiltrazione o MF - porosità nominale compresa da 0 a 50 μm ; pressione operativa da 0,01 a 0,5 MPa - si possono rimuovere particelle sospese, lieviti, pigmenti, emulsioni e batteri;
- ultrafiltrazione o UF - porosità nominale compresa da 0,003 a 0,2 μm ; pressione operativa da 0,1 a 1 MPa - si possono rimuovere colloidi, batteri, virus, zuccheri e proteine;
- nanofiltrazione o NF; - porosità nominale da 0,001 a 0,003 μm ; pressione da 0,5 a 6 MPa - si possono rimuovere gli ioni bivalenti;
- iperfiltrazione o IF o osmosi inversa o RO porosità nominale da 0,0005 μm ; pressione operativa da 1 a 10 MPa - si possono rimuovere ioni. L'osmosi inversa può essere utilizzata ad esempio per la dissalazione a scopo potabile, per la depurazione di acqua a scopo industriale e farmaceutico. (www.albuw.ait.ac.th)

L'osmosi inversa (abbreviazione RO, dall'inglese Reverse Osmosis), detta anche iperfiltrazione (abbreviazione IF), è il processo in cui si forza il passaggio delle molecole di solvente dalla soluzione più concentrata alla soluzione meno concentrata, ottenuto applicando alla soluzione più concentrata una pressione maggiore della pressione osmotica. In pratica, l'osmosi inversa viene realizzata con una membrana che trattiene il soluto da una parte, impedendone il passaggio, permettendo di ricavare il solvente puro dall'altra. Questo fenomeno non è spontaneo e richiede il compimento di un lavoro meccanico pari a quello necessario per annullare l'effetto della pressione osmotica. Tale processo rappresenta la più fine tecnica di filtrazione dell'acqua, in quanto non consiste

semplicemente in un ostacolo fisico (determinato dalle dimensioni dei pori) al passaggio delle molecole, ma sfrutta la diversa affinità chimica delle specie con la membrana, permettendo infatti il passaggio delle molecole idrofile (o water-like), cioè chimicamente simili all'acqua (es. gli alcoli a catena corta). Dal punto di vista impiantistico il metodo sfrutta il principio della filtrazione tangenziale, come anche altre tecniche separative mediante membrane quali la microfiltrazione, l'ultrafiltrazione e la nanofiltrazione. L'osmosi inversa è utilizzata nel trattamento dell'acqua, sia per la rimozione di tracce di fosfati, calcio e metalli pesanti, nonché pesticidi, materiali radioattivi e di quasi tutte le molecole inquinanti, sia per la desalinizzazione che tratteremo nelle potabilizzazione delle acque. Nel processo di osmosi inversa vengono usate membrane composite di sottili pellicole (TFC o TFM, Thin Film Composite Membrane). (Bonomo L. 2008c). Tra i vari processi a membrana, i Bioreattori a Membrana o MBR (Membrane Biological Reactor) rappresentano una tecnologia di depurazione avanzata rispetto a quella tradizionale più diffusa a fanghi attivati. Il sistema MBR combina un tradizionale processo biologico a fanghi attivi, con il processo di separazione a membrana. Tali tecnologie consentono il reimpiego per uso civile (es. acqua di lavaggio delle strade), agricolo e industriale (es. acque di processo o raffreddamento) delle acque reflue depurate consentendo la conservazione delle altre acque ad elevata qualità ad esclusivo uso potabile, al fine di non intaccare le risorse idriche mondiali disponibili, oramai notevolmente sfruttate.

I principali vantaggi sono:

- elevata efficienza nella rimozione di solidi sospesi (SS) e di carica batterica;
- rimozione del BOD prossima al 100% ;
- elevata nitrificazione;
- riduzione dell'ingombro e dei costi di installazione;
- riduzione del 20-25% dei fanghi prodotti rispetto ai fanghi attivati convenzionali.

I principali svantaggi sono:

- maggior costo delle membrane;
- maggiori costi di manutenzione legati a frequenti lavaggi delle membrane per rimuovere il fouling (incrostazione dovuta al deposito di particolato sulla superficie). (Bonomo L. 2008d)

6.2.2 Trattamento fotocatalitico

La fotocatalisi delle acque reflue è un processo di degradazione principalmente di natura ossidativa, delle sostanze inquinanti e microbiche più diffuse nell'acqua, attuata da particolari fotocatalizzatori; l'agente attivante delle reazioni può essere la luce solare o la luce artificiale. I fotocatalizzatori più diffusi sono a base di biossido di titanio TiO_2 policristallino, nella forma cristallina detta anatasio. La particolarità del processo è il mantenimento da parte del biossido di titanio delle sue caratteristiche: il processo di fotocatalisi avviene senza che il supporto sia degradato, ed è garantita la sua continua e costante efficacia nel tempo. La molecola di TiO_2 infatti partecipa come fotocatalizzatore, e non direttamente ai processi di trasformazione chimica. Il processo chimico che sta alla sua base è infatti un'ossidazione che si avvia grazie all'azione combinata della luce (solare o artificiale) e dell'aria o acqua. I due elementi, a contatto con il rivestimento delle superfici, favoriscono infatti l'attivazione della reazione e la conseguente decomposizione delle sostanze organiche ed inorganiche (assimilabili a tutte le polveri sottili – PM10), dei microbi, degli ossidi di azoto, del benzene, dell'anidride solforosa, del monossido di carbonio, della formaldeide, del metanolo, dell'etanolo, ecc. Le sostanze inquinanti e tossiche, vengono trasformate, attraverso il processo di fotocatalisi, in nitrati di sodio (NaNO_3), carbonati di sodio (Na_2CO_3) e carbonati di calcio (CaCO_3), innocui e misurabili in ppb (parti per miliardo). I prodotti della scissione delle sostanze inquinanti organiche e inorganiche non costituiscono più un danno per l'ambiente, trattandosi, in ultima analisi, di sali solubili come carbonati e nitrati che si depositano sulle superfici ove hanno avuto luogo le reazioni sopra descritte. Tali sali sono facilmente rimovibili: nel caso di applicazione a pavimentazioni stradali, essi sono eliminati dal vento e dalle piogge senza conseguenze per l'ambiente. Sono state ampiamente dimostrate le capacità di disinfezione delle acque di scarico mediante processi fotocatalitici: irradiazioni di 30 minuti di acque contenenti elevate concentrazioni di coliformi hanno portato, in presenza di superfici fotocatalitiche di TiO_2 , alla completa inattivazione dei ceppi microbici. Oltre alle acque reflue, sono state analizzate alcune applicazioni dei processi fotocatalitici, tutte parimenti studiate e sperimentate a livello pre-industriale in impianti pilota, rivolte alla purificazione delle acque potabili da sostanze organiche inquinanti, naturali o prodotte da attività antropiche, fino a $\text{TOC} \leq 0,1$ ppm e alla produzione di acqua ultra-pura con TOC inferiore a 0,1 ppb. Questa nuova tecnologia presenta interesse non soltanto nelle regioni aride del mondo, che difettano di acqua, ma anche nelle regioni più ricche di risorse idriche. La filosofia del water reuse sta, quindi, divenendo il modo più idoneo per affrontare i problemi dello sviluppo industriale sostenibile. D'altra parte, il costo sempre crescente

delle risorse idriche, spinge indubbiamente verso questa direzione. (www.sciencedirect.com)

6.2.3 Trattamento fanghi

Nella linea fanghi vengono trattati i fanghi (separati dal refluo chiarificato) durante le fasi di sedimentazione previste nella linea acque. Lo scopo di tale linea è quello di eliminare l'elevata quantità di acqua contenuta nei fanghi e di ridurre il volume, nonché di stabilizzare (rendere imputrescibile) il materiale organico, e di distruggere gli organismi patogeni presenti, in modo tale, da rendere lo smaltimento finale meno costoso e meno dannoso per l'ambiente. L'effluente finale trattato o refluo chiarificato viene convogliato in una condotta detta emissario, con recapito finale le acque superficiali (corsi d'acqua, mare, ecc.), o lo strato superficiale del terreno (es. trincee drenanti). L'effluente finale se presenta determinate caratteristiche microbiologiche, può anche essere usato per l'irrigazione o nell'industria. (Bonomo L. 2008e)

6.3 Riutilizzo dei reflui trattati

Le acque reflue trattate negli impianti di depurazione possono essere riutilizzate per uso potabile, civile, industriale ed agricolo. Il riutilizzo delle acque per uso potabile (non attuabile in Italia) può essere:

- diretto (ciclo chiuso): prevede l'immissione diretta del refluo trattato nel sistema di distribuzione idrica. Viene adottato un processo completo che prevede oltre al pre-trattamento, al trattamento ossidativo biologico (trattamenti generici) e al processo a membrana, anche la chiariflocculazione, filtrazione, adsorbimento su carbone attivo e la disinfezione (questi trattamenti saranno spiegati nel capitolo che tratta dell'acqua potabile);
- indiretto: prevede lo stoccaggio intermedio del refluo trattato in un bacino o per la ricarica della falda. Viene adottato un processo semplificato che prevede tutte le fasi del sistema diretto, ad esclusione della chiariflocculazione.

All'estero esistono applicazioni sia a ciclo diretto (chiuso) come in Africa e Colorado, sia di riutilizzo indiretto come in California, Israele e Messico. Le acque trattate per uso industriale possono essere utilizzate per:

- servizi generali come nei circuiti di raffreddamento e nelle caldaie. Viene adottato un processo che prevede oltre ai trattamenti generici, la chiariflocculazione, filtrazione, disinfezione e demineralizzazione;
- riutilizzo specifico in diversi cicli tecnologici come il tessile, conciario, cartiere ed acciaierie.

Sono state impiegate nelle aziende tessili del comprensorio di Prato, nelle acciaierie di Piombino; in centrali nucleari, raffinerie, industrie chimiche in U.S.A., Israele, Sud-Africa. Infine in industrie conciarie e cartiere in Germania e in Turchia. (www.impegnocivile.it)

Il riutilizzo delle acque trattate nell'agricoltura può essere:

- diretto: vede il refluo più o meno affinato, direttamente impiegato a scopo irriguo;
- indiretto: dove il refluo è sversato in un corpo idrico destinato ad uso irriguo.

Per le acque destinate ad irrigare ortaggi, i trattamenti da effettuare sono oltre a quelli generici, la chiariflocculazione, filtrazione e disinfezione. Per le acque destinate all'irrigazione dei frutteti e al pascolo, i trattamenti da effettuare oltre a quelli generici, sono la chiariflocculazione e la disinfezione. In Italia si hanno applicazioni in agricoltura, in Puglia, Sicilia, Sardegna e in Emilia Romagna, mentre all'estero le applicazioni sono numerosissime con esempi in Messico, Giordania, Perù, Kuwait e Israele. Le acque trattate per uso civile (non potabile), possono essere utilizzate per l'irrigazione dei parchi, per usi ornamentali (fontane), per uso domestico in servizi igienici (uso duale), come per esempio in Olanda e Finlandia. (www.impegnocivile.it)

6.4 Riutilizzo dei reflui nell'Industria alimentare

L'acqua è ampiamente usata nell'industria alimentare (Poretti, 1990). Allo stato attuale, il riciclo dell'acqua e il riutilizzo nelle pratiche dell'industria alimentare si svolgono al fine di fornire acqua per il raffreddamento, per il lavaggio, lo sbiancamento, la scottatura, il riscaldamento, la pastorizzazione, come ingrediente per la pulizia generale, l'igiene e a scopo di disinfezione dopo i vari trattamenti; altre pratiche di riutilizzo dell'acqua sono limitate rispetto al suo potenziale (Palumbo et al 1997). Il potenziale riutilizzo dell'acqua riciclata nell'industria alimentare è stato dimostrato in diversi studi, come quello condotto nei Paesi Bassi che ha concluso che con il riciclaggio e la chiusura del ciclo dell'acqua nella industria alimentare, a seconda del settore, è stato possibile ridurre l'uso di acqua potabile dal 20 al 50% (Hiddink et al.1999). L'industria alimentare è caratterizzata da un elevato consumo di acqua per tonnellata di prodotto alimentare come esemplificato da alcuni dati provenienti dalla Germania, ad esempio la produzione di 30 m³ di acque reflue per tonnellata di carota congelata, 1,2 m³ per il succo di mela, 4,15 m³ per la produzione di birra, e 1,7 m³ per docce refrigeranti utilizzate nella lavorazione della carne (Chmiel et al 2000). Il consumo annuo totale di acqua per l'industria alimentare era 347,2 milioni di m³ in Canada nel 1991 (Dupont e Renzetti1998), 455 milioni di m³ in Germania nel 1995 (Fährnich et al1998) e 247 milioni di m³ nei Paesi Bassi nel 1996 (Statistiche Paesi Bassi1998). Il riutilizzo delle acque reflue nell'industria alimentare è stato limitato per molti anni a causa di norme rigorose; ora invece, ci sono linee guida e regolamenti vigenti in materia d'uso e riutilizzo delle acque reflue che ne riconoscono anche il loro impiego nell'industria alimentare, oltre a quello dell'acqua ad uso potabile (Direttiva 98/83/CE del Consiglio1998; Codex Alimentarius 2001). Ciò fornisce flessibilità, ma allo stesso tempo richiede un elevato grado di conoscenza multidisciplinare, e la documentazione necessaria da parte dell'industria e delle autorità di controllo. Purtroppo, in questo periodo, la ricerca e lo sviluppo sono stati in qualche modo ostacolati a causa del timore di abbassare gli standard igienici. Dal punto di vista economico, considerando che il vero costo dell'acqua nell'industria alimentare è dato dal costo di approvvigionamento al quale vanno aggiunti il costo di smaltimento e quello della perdita di ricavi per lo scarico degli effluenti (Hebblethwaite1980), le aziende potrebbero ridurre i costi per il consumo di acqua dolce, con la rigenerazione e il riuso delle acque reflue. Il riutilizzo dei reflui dell'industria alimentare viene spesso utilizzato per l'irrigazione, (Hrudey1981; Hamoda e Al-Awadi1996) tuttavia, è meglio e più efficace riutilizzare questi effluenti all'interno della stessa industria. Il riutilizzo delle acque di processo dell'industria alimentare, è stato in

primo luogo limitato ad usi non alimentari e di pulizia (esempio acqua recuperata dal latte prodotta mediante filtrazione , per l'estinzione di incendi e per funzioni di raffreddamento) (Katsuyama, 1979). Tuttavia, l'acqua di processo può essere recuperata, riciclata e riutilizzata direttamente o indirettamente, dopo il trattamento. Alcuni riutilizzi diretti attualmente accettati, sono ad esempio il lavaggio iniziale di verdure, la scottatura di carne e pollame (Rajkowski et al 1996) e il lavaggio in controcorrente (utilizzando l'acqua almeno per il lavaggio finale, che viene poi riutilizzata per il prossimo ultimo lavaggio e così via, esso infatti riduce significativamente il consumo complessivo di acqua), ma viene applicato soprattutto nelle operazioni continue, come ad esempio, nell'impianto di conserve di piselli (Rüffer, 1980). L'acqua riutilizzata dopo il trattamento, è una risorsa alternativa affidabile, nonostante ciò richieda il monitoraggio continuo dell'efficienza e dei parametri di qualità al fine di garantire un ottimale resa del trattamento. I criteri per la scelta corretta dei metodi di trattamento delle acque di processo nell' industria alimentare, necessari per la decontaminazione microbica, sono discussi in Casani e Knöchel (2002) e possono essere classificati in due gruppi: chimici e fisici. Per quanto riguarda i trattamenti chimici, l'acqua trattata con disinfettanti rimane protetta da ulteriori contaminazioni a seconda della restante concentrazione di disinfettante. Diversi studi sottolineano l'importanza di cloro residuo nella prevenzione della crescita di batteri nelle acque trattate; si è potuto verificare infatti, che l'acqua dell'impianto per il processo di lavorazione della carne di maiale e della carne in generale, trattata mediante clorurazione fa aumentare la crescita di vari batteri Gram-positivi e Gram-negativi quando il cloro residuo è stato neutralizzato (Palumbo et al 1996;. Rajkowski et al 1996;. Palombo et al 1999). Esempi di trattamenti fisici per l'acqua di processo nei vari tipi di industria alimentare, sono riportati nella (tabella 6.1)

Tabella 6.1

Examples of treatments for process water from the food industry to be reused

Food product/processing	Type of water	Water treatment method	Reference
Egg	Washing water	Alkaline detergent + Sanitizer	Leclair et al. (1994)
Fresh vegetables and salad	Waste water collected at the balance tank	Bioreactor+UF+RO+UV	Goodwin and Catley (2001)
Leafy vegetables	Washing water	Settling + Filtration	Wright et al. (1979)
Potato processing	Washing water	Sedimentation	Pfützmann (1983)
Pickling cucumbers	Hydrocooling water	Chlorine dioxide	Reina et al. (1995)
	Pickling brines	Addition of NaOH	Palnitkar and McFeeters (1975)
Sweet-cherry processing	Processing brines	Filtration + Treatment with activated carbon + Addition of SO ₂ and lime	Panasiuk et al. (1977)
Milk production	Bottle washing water	Sand filtration + Gas chlorine	Wallis (1979)
	Vapour condensate	Pre-filtration + NF + UV	Mavrov and Bélières (2000)
Fish processing	Refrigeration brines in fishing storing vessels	UF	Welsh and Zall (1983)
	Water recovered from filleting machine	RO	Matthiasson and Sivik (1978)
Shrimps processing	Water recovered from steamcooker ^a	UF	Senstad and Almas (1985)
Surimi production	First washing water	Centrifugation + UF	Pavia and Tyagi (1972)
	Wash water	UF	Lin et al. (1995)
Meat processing	Chiller shower water	Pre-filtration + NF + RO + UV	Mavrov and Bélières (2000)
Swine processing	Carcass scalding, dehairing and polishing water	Secondary treatment ^b + Chlorination	Miller et al. (1994)
Sausage production	Chiller spraying water	NF + UV + Chlorination	Fähnrich et al. (1998)
Frankfurter production	Chiller brine	MF	Hart et al. (1988)
Poultry processing	Carcass washing water	Screening ^c + Diatomaceous earth filtration + Ozonation	Chang and Sheldon (1989a)
	Prechiller, final carcass rinse and neck chiller waters	Screening ^c + Diatomaceous earth filtration + Ozonation	Chang and Sheldon (1989b)
	Scalder and chiller water	MF	Hart et al. (1988)
	Chiller water	Diatomaceous earth filtration + Chlorination	Lillard (1978a)
	Chiller water	Chlorine dioxide	Lillard (1980)
	Chiller water	Hydrogen peroxide	Lillard and Thomson (1983)
	Chiller water	Filtration ^c + Ozone	Sheldon and Brown (1986)
	Chiller water	Perlite filtration	Chang et al. (1989)
	Chill water	Ozonation	Waldroup et al. (1993)
Beer production	Press water from Brewer's spent grains	Centrifugation	Finley et al. (1976)
Ice manufacture	Sterilisation of water	Ozone	Anonymous (1995)
Food packaging (cans or jars)	Cooling water	Chlorine	Thompson and Griffith (1983)
	Retort cooling water	Drain tank + Filtration + chlorination	Bannar (1980)
Bottle washing	Wash water	Pre-filtration + NF + RO + UV	Mavrov and Bélières (2000)
Bottle cleaning machines	Washing water	RO + UV	Scharnagl et al. (2000)
Food production	Sterilisation of spring water	Ozonation	Franz and Gagnaux (1971)

MF: Microfiltration; NF: Nanofiltration; RO: Reverse Osmosis; UF: Ultrafiltration; UV: Ultraviolet radiation.

^aThe permeate had a strong shrimp aroma and could be applied in the brine of the shrimps after peeling.

^bFlocculation, dissolved air flotation, anaerobic denitrification, aerobic nitrification, clarification and sand filtration.

^cCheesecloth.

Generalmente, il trattamento è un processo complesso che coinvolge diversi metodi o passaggi delle acque reflue. In alcuni casi, è necessario il pre-trattamento per migliorare l'efficienza di quello finale, ad esempio l'acqua per la refrigerazione del pollame viene inizialmente filtrata attraverso cinque strati di teli per rimuovere le particelle più grandi, prima dell'ozonizzazione, al fine di raggiungere la qualità necessaria per il riciclaggio (Sheldon e Brown 1986). Dal punto di vista organolettico, i due ricercatori, Sheldon e

Brown, nel loro studio non hanno riscontrato differenze per quanto riguarda il colore, odore e sapore tra carcasse refrigerate con ghiaccio di acqua potabile e, quelle raffreddate con ghiaccio di acqua trattata con ozono. Dal punto di vista legislativo, sono state stabilite linee guida e normative locali o nazionali che dettano le condizioni di base per il riutilizzo sicuro delle acque reflue in paesi in cui l'acqua è scarsa, ad esempio in Israele, Francia, Tunisia, Sud Africa, Cipro, ed anche negli Stati Uniti e Australia (Angelakis et al 1999), tuttavia, questi riguardano principalmente il riutilizzo delle acque reflue industriali per l'irrigazione. Su scala mondiale, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), nelle "linee guida per la qualità dell'acqua potabile", stabilisce i requisiti per garantirne la sicurezza seguendo un approccio rischio-beneficio, e prendendo in considerazione sia la protezione della sanità pubblica, sia la disponibilità di risorse idriche (WHO 1996, 2003). Le linee guida e i principi del Codex Alimentarius (1999) invece, stabiliscono, non solo la qualità dell'acqua potabile, ma anche quella di acque con qualità diverse (reflue), quando non costituiscono un pericolo per la sicurezza e l'integrità del prodotto. Negli Stati Uniti, il trattamento e il riutilizzo delle acque nella produzione di alimenti, non sono operazioni standardizzate e le autorità statali e locali di regolamentazione stabiliscono i requisiti per l'attuazione del progetto di riuso, caso per caso (AWWA1996). All'interno dell'Unione Europea il riutilizzo e il riciclaggio delle acque reflue industriali è stato raccomandato per anni (UE direttiva 91/271/CEE del Consiglio1991;UE 1996). Tuttavia, questo è stato ostacolato dal fatto che l'acqua potabile era l'unica acqua permessa nelle industrie alimentari (direttiva 80/778/CEE del Consiglio1980). Maggiore flessibilità è stata fornita, dalla direttiva concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano (direttiva 98/83/CE del Consiglio, 1998), che autorizza l'uso di acque con diverse qualità, quando si possa stabilire che la stessa non influirà sulla salubrità del prodotto. Le autorità nazionali competenti sono incaricate della valutazione di tali questioni, al fine di tutelare la salute dei consumatori. In linea di principio, alcune modifiche alle direttive permettono alle industrie di ricercare nuove opzioni per ridurre il loro consumo di acqua potabile, cercando un'idonea sostituzione alle sorgenti. E' importante evidenziare che, quando il riutilizzo delle acque di processo nell'industria alimentare presenta rischi microbiologici, essi non possono essere ignorati; gli indicatori microbici che rientrano nei piani HACCP possono essere utilizzati, a scopo di verifica, per la valutazione dei metodi di efficienza del trattamento e disinfezione dell'acqua, indipendentemente dalla sua origine. I piani HACCP mirano a prevenire, eliminare o ridurre i rischi a valori accettabili e stabilire misure di controllo nelle diverse fasi di riutilizzo delle acque, vale a dire, il trattamento e la

distribuzione. Sotto questi aspetti, la rilevazione dei microrganismi normalmente presenti nelle feci di mammiferi ed altri animali a sangue caldo, è stata usata per molti anni come il principale criterio per valutare la qualità microbiologica dell'acqua potabile. I parametri indicatori della qualità microbiologica per l'acqua potabile sono l' *Escherichia coli* e gli enterococchi, ed il loro valore parametrico, al quale attenersi, è di 0 in 100 ml di campione d' acqua. Il conteggio delle colonie aerobiche a 22°C è impostato come un parametro indicatore aggiuntivo solo a scopo di monitoraggio (Direttiva 98/83/CE del Consiglio 1998). A volte però, la rilevazione degli indicatori classici potrebbe anche non riuscire ad evidenziare la presenza di microrganismi più persistenti in acqua dell' *E. coli*, come per esempio la *Yersinia enterocolitica* (Lund, 1996) o meno sensibili al cloro, come il *Cryptosporidium*, poiché l' *E. coli* e gli enterococchi lo sono molto di più. Anche i batteriofagi (virus che infettano una specifica cellula batterica ospite) sono stati proposti come indicatori della qualità dell'acqua a causa della loro somiglianza con gli enterovirus umani, per la facile e veloce rilevazione, e per la loro grande persistenza in acqua. Tuttavia, alcuni di questi batteri, possono riguadagnare il loro potenziale di crescita dopo un certo tempo e, tradursi in un possibile pericolo dopo il trattamento (Colwell et al., 1996), così che l'acqua potrebbe essere erroneamente giudicata priva di patogeni e sicura da usare. Pertanto per una sicura verifica, è necessario lo sviluppo di ulteriori e più affidabili metodi di controllo dei batteri dormienti o danneggiati. In conclusione si può affermare che, per facilitare le pratiche di attuazione del riutilizzo delle acque nell'industria alimentare, sono necessarie sia continue formulazione di linee guida che si occupino della ricerca e sviluppo di nuove tecniche di trattamento, sia la collaborazione tra il mondo accademico, le aziende alimentari e le autorità di regolamentazione. (www.aseanfood.info/scripts/count)

6.5 Riutilizzo dei reflui in Italia

In Italia, le acque reflue recuperate dopo la fase di depurazione possono essere riusate secondo le modalità e le caratteristiche di qualità stabilite dalle normative nazionali e regionali. Le norme di riferimento sono quelle dettate dal D.L. del 12 giugno 2003, n.185 regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 (GU n. 169 del 23 luglio 2003). Con il D.L. 185/2003 – denominato in seguito decreto – è stato disciplinato il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità.

Ai fini del corretto inquadramento delle problematiche connesse al riutilizzo diretto delle acque reflue occorre avere a riferimento i seguenti presupposti previsti dal decreto:

- a) il riutilizzo deve essere inteso come l'impiego di acqua reflua recuperata di determinata qualità per specifica destinazione d'uso, per mezzo di una rete di distribuzione, in parziale o totale sostituzione di acqua superficiale o sotterranea.
- b) il recupero deve intendersi come l'operazione di riqualificazione di un'acqua reflua, mediante adeguato trattamento depurativo, al fine di renderla adatta alla distribuzione per specifici riutilizzi.

Le destinazioni d'uso ammissibili delle acque reflue recuperate sono quelle di seguito richiamate:

- irriguo: per l'irrigazione di colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano e animale sia a fini non alimentari, nonché per l'irrigazione di aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive;
- civile: per il lavaggio delle strade nei centri urbani; per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento, per l'alimentazione di reti duali di adduzione separate da quelle delle acque potabili, con esclusione dell'utilizzazione diretta di tale acqua negli edifici a uso civile, ad eccezione degli impianti di scarico nei servizi igienici;
- industriale: come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, con l'esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici.

Riguardo ai requisiti di qualità per il riutilizzo irriguo o civile, il decreto prevede che le acque reflue recuperate debbano essere conformi ai valori limite dei parametri chimico-fisici e microbiologici riportati nella tabella allegata al decreto medesimo. In caso di riutilizzo industriale, le parti interessate concordano limiti specifici in relazione alle esigenze dei cicli produttivi nei quali avviene il riutilizzo. (www.arpa.emr.it)

A titolo indicativo, nella (tabella 6.2) si riporta un quadro di sintesi dei valori di riferimento di alcuni parametri analitici caratteristici previsti anche da organismi internazionali.

Tabella 6.2

Reflui da impianti di depurazione, principali parametri analitici e valori di riferimento						
Parametro	Unità di misura	DLgs 152/06	Decreto 185/03	FAO	WHO (2006)	
					Valore guida	Valore massimo
E. coli	UFC/100 ml	(5000)	10	-	100	1000
Salmonella	n/1000 ml	-	Assente	-	Assente	Assente
Ecw	µS/cm	-	3 000	0,7 (3 000)	2 000	4 000
TSS	mg/l	80	10	50 (100)	50	100
>pH	log H	5,5	6	6,5	6	5
<pH	log H	9,5	9,5	8	8	9,5
SAR	(meq/l) ^{0,5}	-	10	40	10	12
SAR/Ecw	adimensionale	-	-	-	4,3	9
Boro	mg/l	2	1	0,7 (3)	0,5	2
Cadmio	mg/l	0,02	0,005	0,01	0,01	0,05
Cromo VI	mg/l	0,2	0,005	0,1	0,1	0,5
Piombo	mg/l	0,2	0,1	5	2	5
Rame	mg/l	0,1	1	0,2	0,2	1
Zinco	mg/l	0,5	0,5	2	2	5
Arsenico	mg/l	0,5	0,02	0,1	0,1	0,5

www.arpa.emr.it

Capitolo 7: Mutamenti climatici

7.1 Scioglimento dei ghiacciai

I ghiacciai si stanno sciogliendo con una rapidità senza precedenti; il loro spessore negli ultimi 35 anni, è diminuito del 35%.

Questo fenomeno, oltre ad innalzare il livello medio degli oceani, avrà un forte impatto sulle risorse idriche in molte regioni del mondo, ad esempio per i 10 milioni di abitanti della città di Lima in Perù, le cui risorse idriche dipendono dal ghiacciaio Quecaya. In altre parti del mondo, invece, lo scioglimento dei ghiacciai provocherà gravi inondazioni con conseguenti danni sia all'agricoltura sia all'uomo. (De Villiers M. 2003a)

7.2 Innalzamento del livello delle acque e riscaldamento del mare

Il riscaldamento terrestre porterà all'espansione termica della massa oceanica che, insieme all'aumento della portata d'acqua derivante dallo scioglimento dei ghiacciai, contribuirà all'innalzamento del livello medio degli oceani, stimato tra i 9 e gli 88 cm entro i prossimi 100 anni. Questo innalzamento, potrebbe rappresentare una prospettiva catastrofica per molte località. Città come Venezia, Amsterdam, Londra e Trieste nazioni come il Bangladesh, l'Egitto ed isole come le Fiji, potrebbero venire parzialmente sommerse dalle acque. Inoltre la capacità di assorbimento di anidride carbonica degli oceani sta entrando in crisi con l'aumento delle temperature. Fino ad ora, la maggior parte dell'anidride carbonica presente nell'atmosfera in parte viene assorbita dalle foreste e in parte passa in soluzione accumulandosi negli oceani. Con l'aumentare della temperatura, si innescherebbero reazioni chimiche inverse che porterebbero ad un ulteriore rilascio di anidride carbonica.

(De Villiers M. 2003b)

7.3 Precipitazioni

Un ulteriore conseguenza degli attuali cambiamenti climatici che interessano il pianeta, potrebbe comportare un incremento delle precipitazioni nel Centro-Nord dell'Europa, e una riduzione delle precipitazioni nell'area mediterranea. In Italia, i modelli di simulazione prevedono una riduzione delle precipitazioni alle medie e basse latitudini che dovrebbero interessare le aree insulari e meridionali della penisola. (De Villiers M. 2003c)

7.4 Ecosistemi Fluviali

I modelli climatici prevedono che, entro il 2070, la frequenza e l'intensità delle siccità aumenteranno nelle regioni del Sud del pianeta (Africa, Sud-Est asiatico, Medioriente), aggravando la carenza idrica nelle zone già povere di acqua. Al contrario, nel Nord del pianeta, e soprattutto nella zona dell'arco alpino, si prevedono forti piogge sempre più persistenti soprattutto nei mesi invernali. In estate ed autunno, le magre dei fiumi e i lunghi periodi di secca saranno più frequenti. E' probabile che i cambiamenti siano in gran parte dovuti alle modificazioni delle precipitazioni, benché la portata sia anche influenzata da altri fattori quali il cambiamento della destinazione dei suoli o la rettificazione dei corsi d'acqua.

Fiumi e torrenti rispondono rapidamente ai cambiamenti della temperatura dell'aria in quanto sono poco profondi e ben mescolati, pertanto, ci si aspetta che il futuro

riscaldamento climatico porterà ad un diretto aumento delle temperature stagionali della maggior parte degli ecosistemi fluviali.

Si prevede che il cambiamento climatico altererà, in modo significativo, il regime di flusso come anche il volume totale dello scorrimento superficiale di un fiume a causa delle variazioni nell'intensità delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione.

(De Villiers M. 2003d)

Capitolo 8: Le acque trattate

8.1 Acqua potabile

Per definizione, è detta potabile l'acqua che può essere bevuta o impiegata nella preparazione degli alimenti senza pregiudizio alcuno per la salute. I danni alla salute possono derivare da contaminanti, di natura chimica o microbiologica, che l'acqua può raccogliere durante il suo ciclo; contaminanti che possono essere naturalmente presenti nell'ambiente o perché dispersi dalle attività umane. Un'acqua può essere dichiarata idonea all'uso potabile solo quando è stata analizzata sia sotto il profilo chimico, che microbiologico: nessun'altra indicazione (l'assenza di torbidità, il senso di gradevolezza, l'isolamento ambientale del corso idrico o della sorgente) costituisce un elemento sufficiente per dichiarare un'acqua "buona" o esente da rischi.

Il D.Lgl 31/2001, recependo la direttiva europea 98/83/CE, disciplina il campo delle acque potabili, definendo anche i criteri e i parametri analitici ai quali l'acqua deve sottostare per poter essere definita potabile:

- Essere inodore, incolore, insapore.
- Residuo secco tra 0,30 e 1,5 g/l.
- Batteriologicamente pura.
- Non deve contenere sostanze chimiche capaci di indurre danno all'equilibrio degli organismi superiori (uomo).
- Avere una temperatura di 12°C o comunque non superiore a 25°C.
- Avere un valore di pH compreso tra 6,5 e 8.
- Avere un livello di durezza, data dal contenuto di sali alcalino terrosi principalmente Calcio e Magnesio, di 15-50 ° F (gradi francesi).
- Avere un contenuto di nitrati inferiore a 50 mg/l.

Da dove viene l'acqua potabile?

Il D.P.R 515/52 classifica le risorse idriche nel modo seguente:

- convenzionali
- non convenzionali (marginali)

Le risorse idriche convenzionali si suddividono in:

- acque superficiali: prelevate con derivazioni o regolate con serbatoi (dighe), provengono da fiumi, torrenti e laghi.
- acque sotterranee: emunte da pozzi scavati o trivellati, o da gallerie drenanti; provengono da sorgenti e da falde superficiali o profonde.

Le risorse idriche non convenzionali si suddividono in:

- acque reflue depurate
- acque salate o salmastre dissalate
- precipitazioni artificiali
- iceberg

Il prelievo da falde sotterranee consente generalmente di derivare maggiori volumi di approvvigionamento rispetto alle sorgenti, anche se la qualità delle acque è talvolta inferiore (falda superficiale).

Si può distinguere tra:

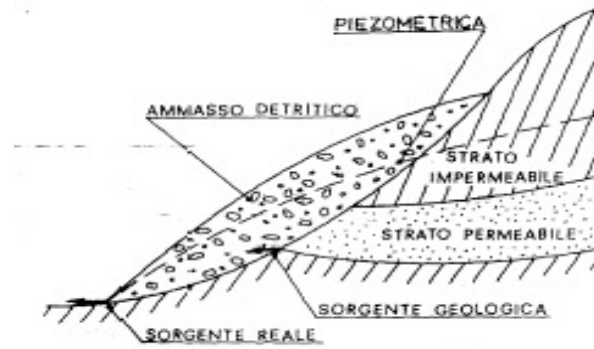
- falda artesianica: confinata tra strati di terreno impermeabile
- falda freatica: non confinata

La captazione dalle falde superficiali, può farsi per mezzo delle gallerie filtranti o pozzi ordinari a piccolo o grande diametro.

La captazione da falde profonde, si fa sempre per mezzo di pozzi profondi trivellati.

(www.dica.unict.it/users/costruzioni)

Figura 8.1 Sorgenti: affioramento naturale delle acque di falda



Sono acque che presentano le migliori caratteristiche dal punto di vista della potabilità, ma spesso le portate disponibili non sono sufficienti per l'approvvigionamento di grandi centri abitati.

Figura 8.2 Gallerie drenanti: per la captazione da falde superficiali

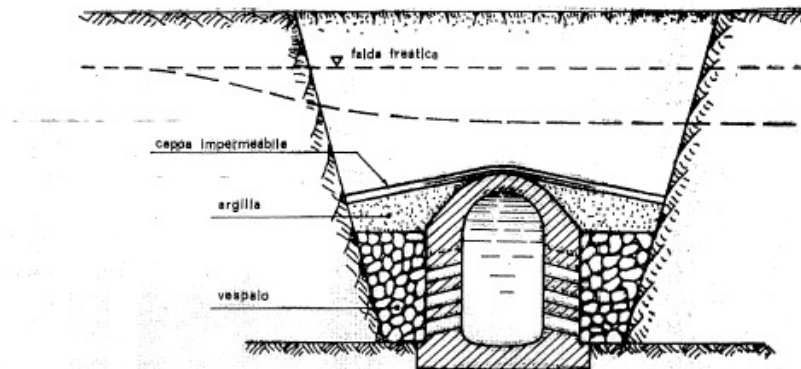
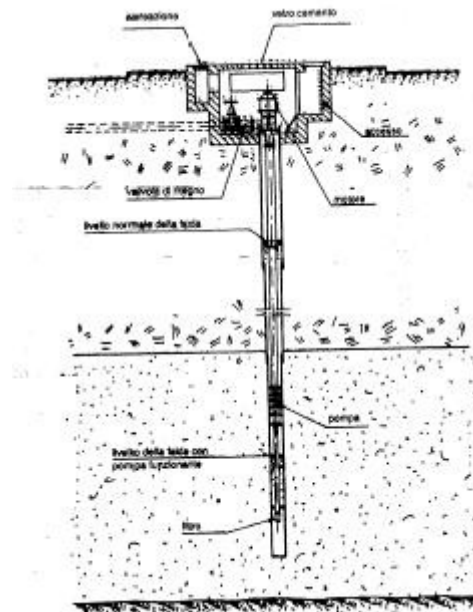


Figura 8.3 Pozzi con elettropompa: per la captazione da falde più profonde



L'acqua potabile può anche essere prelevata direttamente da sorgenti d'acqua superficiale, quali fiumi, laghi e corsi d'acqua. L'acqua di superficie solitamente deve subire molte più fasi di depurazione rispetto all'acqua freatica per divenire adatta ad essere bevuta. La potabilizzazione dell'acqua di superficie è molto più costosa proprio a causa di ciò. Tuttavia il 66% di tutta la popolazione è servita da un sistema di acqua che sfrutta quella superficiale. Le acque superficiali naturali o provenienti da invasi artificiali, per essere idonee all'uso umano, devono essere potabilizzate con diversi trattamenti come:

- Sedimentazione: durante la sedimentazione, l'acqua cola molto lentamente attraverso speciali bacini, depositando le particelle che non si trovano in soluzione
- Chiariflocculazione: le sostanze che non vengono trattenute con la sedimentazione, possono essere eliminate con la flocculazione: in presenza di sostanze come solfato di alluminio, cloruro di ferro o solfato di ferro, le particelle si agglomerano e possono quindi venire filtrate oppure, eliminate per mezzo di scambiatori ionici
- Filtrazione: La filtrazione è un trattamento impiegato per eliminare dalle acque i solidi sospesi non sedimentabili. Il trattamento di filtrazione consiste nel passaggio dell'acqua grezza attraverso un mezzo filtrante (letto/strato filtrante o telo filtrante). Nel caso di strato filtrante il materiale può essere costituito da sabbia quarzosa o antracite.
- Ossidazione: è utilizzata per ridurre la presenza di ferro e manganese; vengono utilizzati per questa operazione, cloro, biossido di cloro, perossido di idrogeno, permanganato di potassio od ozono. L'ossidazione provoca una reazione con le sostanze ancora presenti nell'acqua come il ferro e il manganese, che in seguito possono essere più facilmente eliminate.
- Addolcimento: Come è noto, si definisce durezza di un'acqua il suo contenuto di ioni metallici bivalenti, essenzialmente Ca^{2+} e Mg^{2+} . La durezza non crea problemi per l'uso potabile ma essendo all'origine della formazione di incrostazioni, può danneggiare tubazioni, lavatrici, caldaie, ecc. e può creare problemi per particolari applicazioni industriali; pertanto in alcuni casi è necessario rimuoverla. Il trattamento di rimozione della durezza si chiama addolcimento. L'eliminazione o la riduzione della durezza dell'acqua è indispensabile quando la durezza totale eccede i 50 ° F (gradi francesi).
- Adsorbimento su carbone attivo: si effettua mediante filtri a carbone attivo che permettono di eliminare dall'acqua sostanze microinquinanti organiche ed inorganiche (es. metalli pesanti, insetticidi, pesticidi, clorammine, triometani ,

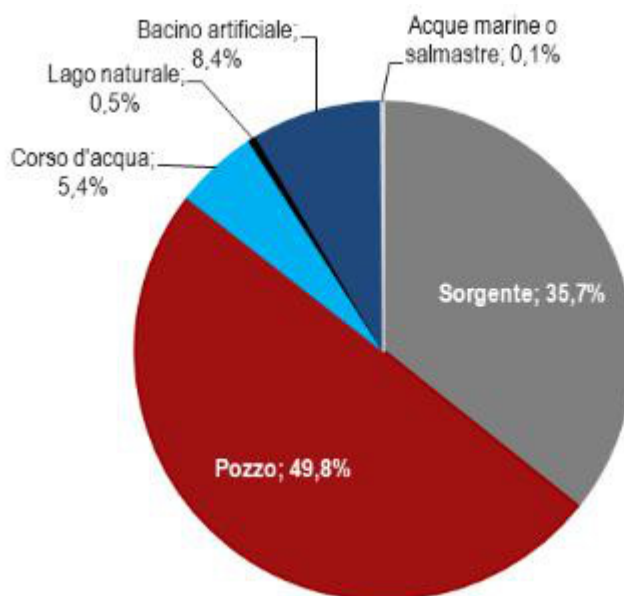
ecc.) che possono dare origine ad alterazione dell'odore e del sapore. Il carbone attivo possiede al suo interno una miriade di canalini, pori e tasche dove le sostanze gassose o disciolte presenti in una soluzione formano legami fisici con la superficie del carbone e pertanto vi aderiscono.

- **Disinfezione:** Il trattamento di disinfezione ha lo scopo di distruggere completamente i microrganismi patogeni. Questo trattamento è sempre presente nella potabilizzazione delle acque superficiali o trattate in apparecchiature all'aperto mentre per le acque profonde può essere presente se necessario. Di regola il trattamento di disinfezione è posto a valle di tutto il ciclo di potabilizzazione. I trattamenti usualmente impiegati sono la clorazione, la cloro-ammoniazione, l'ozonizzazione, l'irraggiamento con raggi ultravioletti. Non tutte le operazioni elencate sono applicate contemporaneamente, ma potranno essere assemblate in schemi diversi, secondo il grado d'inquinamento dell'acqua grezza. Un'acqua poco inquinata potrà subire un trattamento più semplice, consistente in una filtrazione su sabbia seguita da disinfezione. Un'acqua dolce superficiale mediamente inquinata, invece, subirà un trattamento più spinto che comprende per esempio le seguenti operazioni: sedimentazione, ossidazione con biossido di cloro, coagulazione, flocculazione, sedimentazione, filtrazione su sabbia, adsorbimento su carboni attivi e disinfezione finale. (Calza F. 2008)

8.1.1 Le fonti di acqua potabile in Italia

Si analizziamo ora le fonti di prelievo di acqua per uso potabile in Italia, dati fonte Istat 2008. Nel 2008 il prelievo d'acqua ad uso potabile è stato, a livello nazionale, di 9,11 miliardi di metri cubi, il 2,6% in più dal 1999. Sono stati utilizzati per l'approvvigionamento idro-potabile corpi idrici di diversi tipi, basati sulle caratteristiche idrogeologiche del territorio: acque sotterranee (sorgente e pozzo), acque superficiali (corso d'acqua, lago naturale, bacino artificiale), acque marine o salmastre. L'85,6% del prelievo nazionale di acqua a uso potabile è stato effettuato da acque sotterranee, il 14,3% da acque superficiali e lo 0,1% da acque marine o salmastre (figura 8.1)

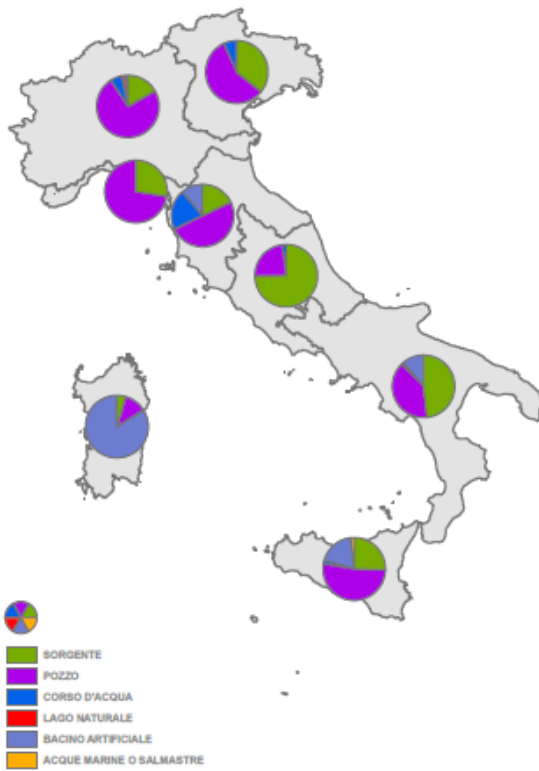
Figura 8.1 prelievi di acqua a uso potabile per tipologia di fonte



fonte Istat anno 2008, composizione percentuale.

Il lieve incremento registrato dal 1999 al 2008 non è riconducibile ai prelievi da sorgente, i cui volumi captati sono risultati in calo nei dieci anni considerati, ma piuttosto a quelli da pozzo e da acque superficiali, in particolare dai corsi d'acqua. Nello stesso decennio sono diminuiti, invece, i prelievi da acque marine o salmastre e da lago naturale. Le acque sotterranee hanno rappresentato, quindi, e rappresentano ancora oggi, la risorsa più grande e preziosa di acqua dolce, necessaria a soddisfare le richieste idro-potabili della popolazione. Le acque sotterranee, infatti, sono generalmente di migliore qualità, in quanto meno esposte ai fenomeni di inquinamento di origine antropica, costituendo quindi la fonte di acqua potabile più economica. Nel caso delle acque marine il processo di desalinizzazione, necessario all'uso potabile, comporta procedure tanto complesse quanto costose. L'analisi per distretto idrografico (figura 8.2) ha consentito una lettura territoriale più pertinente dello stato della risorsa idrica in Italia, perché non più riferita a delimitazioni amministrative (come le regioni e gli ambiti territoriali ottimali), bensì a limiti naturali (definiti in base a caratteristiche idrologiche e geomorfologiche). I dati sui prelievi e la tipologia di fonte sono stati diffusi per la prima volta per distretto idrografico, secondo quanto previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, recepita a livello nazionale dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni e integrazioni.

Figura 8.2



TIPOLOGIA DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA A USO POTABILE NEI DISTRETTI IDROGRAFICI. Anno 2008, composizione percentuale

Fonte: Istat, Rilevazione sui servizi idrici

Nella (tabella 8.1) sono state riportate le fonti di prelievo dell'acqua potabile per regione, per evidenziarne le differenze.

Tabella 8.1

PRELIEVI DI ACQUA A USO POTABILE PER TIPOLOGIA DI FONTE E REGIONE. Anno 2008, volumi in migliaia di metri cubi (a)

REGIONI	Sorgente	Pozzo	Corso d'acqua	Lago naturale	Bacino artificiale	Acque marine o salmastre	Volume totale prelevato
Piemonte	99.379	421.780	70.787	-	2.178	-	594.124
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	33.855	5.684	-	-	189	-	39.728
Liguria	32.768	129.525	47.217	-	47.798	251	257.558
Lombardia	237.534	1.171.352	2.323	40.016	352	-	1.451.578
Trentino-Alto Adige/Südtirol	168.257	42.477	3.580	44	-	-	214.358
<i>Bolzano/Bozen</i>	<i>55.391</i>	<i>21.502</i>	<i>1</i>	-	-	-	<i>76.894</i>
<i>Trento</i>	<i>112.866</i>	<i>20.975</i>	<i>3.579</i>	<i>44</i>	-	-	<i>137.464</i>
Veneto	219.410	436.774	72.407	1.182	-	-	729.773
Friuli-Venezia Giulia	37.087	178.833	7.840	-	-	-	223.761
Emilia-Romagna	31.594	325.205	100.570	231	59.885	-	517.484
Toscana	91.367	251.994	101.485	1.102	13.616	768	460.333
Umbria	47.981	67.772	-	-	-	-	115.753
Marche	116.417	45.656	16.577	-	23.713	-	202.364
Lazio	874.189	252.270	9.388	3.934	473	-	1.140.254
Abruzzo	199.870	71.429	19.363	-	-	-	290.662
Molise	114.550	35.722	-	-	11.083	-	161.355
Campania	415.293	456.740	-	-	-	-	872.032
Puglia	838	115.181	-	-	93.572	-	209.590
Basilicata	171.315	4.849	-	-	139.513	-	315.676
Calabria	189.170	165.207	27.813	-	6.044	-	388.234
Sicilia	159.386	326.906	10.472	-	116.433	12.600	625.797
Sardegna	13.380	34.292	1.214	-	249.012	-	297.898
ITALIA	3.253.640	4.539.648	491.036	46.509	763.861	13.619	9.108.313

Fonte: Istat, Rilevazione sui servizi idrici

(a) Per effetto degli arrotondamenti in migliaia può non verificarsi la quadratura verticale ed orizzontale della tavola.

8.1.2 Componenti dell'acqua potabile

Nelle (tabelle 8.2, 8.3 e 8.4), estrapolate dal D.Lsg 31/01, sono stati riportati i dati riguardanti rispettivamente, i componenti principali dell'acqua potabile, le forme dell'azoto presenti nell'acqua e i principali metalli pesanti presenti in essa.

Tabella 8.2 - D.Lgs.31/01

ione	formula chimica	valore limite mg/L
<i>sodio</i>	Na^+	200
<i>potassio</i>	K^+	nessun limite
<i>calcio</i>	Ca^{+2}	nessun limite
<i>magnesio</i>	Mg^{+2}	nessun limite
<i>cloruro</i>	Cl^-	200
<i>solfo</i>	SO_4^{-2}	250
<i>bicarbonato</i>	HCO_3^-	nessun limite
<i>residuo salino</i>	—	1500

Componenti principali dell'acqua potabile (valori espressi in milligrammi per litro, mg/L)

Tabella 8.3 - D.Lgs. 31/01

sostanza	formula chimica	valore limite in mg/L.
<i>ione ammonio</i>	NH_4^+	0.5
<i>ione nitrito</i>	NO_2^-	0.1
<i>ione nitrato</i>	NO_3^-	50

Forme dell'azoto che possono essere presenti nelle acque potabili

Tabella 8.4 - D.Lgs. 31/01

metallo	simbolo chimico	valore limite in μg/L. (microgrammi per litro)
<i>piombo</i>	<i>Pb</i>	25-10
<i>cadmio</i>	<i>Cd</i>	5
<i>cromo</i>	<i>Cr</i>	50
<i>arsenico</i>	<i>As</i>	10
<i>mercurio</i>	<i>Hg</i>	1
<i>nichel</i>	<i>Ni</i>	20
<i>rame</i>	<i>Cu</i>	1000
<i>zinco</i>	<i>Zn</i>	3000

Valori limite stabiliti dal D. Lgs. 31/01 per i principali metalli pesanti nelle acque potabili

8.1.3 Caratteristiche organolettiche

Non è vero che l'acqua sia insapore, esistono molti tipi di acqua e, ciascuna presenta caratteristiche organolettiche peculiari caratteristiche organolettiche peculiari, immediatamente avvertibili al palato. Tralasciando i sapori sgradevoli legati alla potabilizzazione, il gusto dell'acqua dipende essenzialmente dalla quantità e dal tipo di sali in essa disciolti, oltre che dalla percentuale di anidride carbonica.

Vediamo quali sali determinano aspetti organolettici particolari e tipici:

- a) Calcio: valore guida 100 mg/l; concentrazioni superiori a 100 mg/l influiscono sul sapore, "sapore molle".
- b) Magnesio: valore guida 30 mg/l; concentrazioni superiori a 100 mg/l possono dare sapore amaro.
- c) Cloro: valore guida 25 mg/l; concentrazioni superiori a 250 mg/l possono causare sapore salino o sgradevole.
- d) Fluoro: valore guida 0,8 mg/l; l'eccesso, facilmente raggiunto, provoca fluorosi, si tratta di un veleno emetico (agisce sul sangue).
- e) Ferro: valore guida 0,05 mg/l; concentrazioni superiori a 0,2 mg/l provocano colorazione giallo-bruna di acqua e lavandini, sapore di ferro astringente.
- f) Sodio: valore guida 20 mg/l; elevate quantità possono dare sapore di sapone.
- g) Solfati: valore guida 25 mg/l; concentrazioni superiori a 250 mg/l di solfati, se in associazione con sodio e magnesio, possono provocare irritazioni gastrointestinali.
- h) Manganese: valore guida 0,02 mg/l; concentrazioni superiori a 0,05 mg/l causano sapore sgradevole, colorazione e torbidità.
- i) Rame: valore guida 0,1 mg/l; concentrazioni superiori provocano sapore astringente e colorazione, a dosi elevate è velenoso per il sistema nervoso. (Andretta G. 2012d)

L'acqua che arriva in casa, dovrebbe essere sempre conforme ai parametri di legge.

Nel caso non lo sia, ma per motivi non attribuibili all'azienda acquedottistica, la competenza ad intervenire è esclusivamente dell'ASL, la quale dovrà disporre che il gestore della rete idrica adotti misure appropriate per eliminare gli eventuali rischi.

Lo stabilisce il D.Lgs. 27/2002, che ha apportato alcune modifiche alla disciplina sull'acqua potabile. Per chiedere informazioni sull'acqua del proprio rubinetto, basta una semplice telefonata all'ASL o all'azienda municipalizzata.

Si conosceranno così i seguenti dati: la durezza espressa in gradi francesi, il residuo fisso in mg/l; il numero di pozzi che alimentano la rete o comunque la provenienza dell'acqua;

la frequenza e il tipo di controlli eseguiti sui singoli pozzi e su campioni della rete; l'eventuale uso di cloro, ozono, UV, o altro; il pH; gli eventuali livelli di nitrati ecc. (Martire F. e Tiberi R. 2007)

8.1.4 L'acqua per uso igienico

L'acqua che si utilizza per uso igienico, è la stessa che utilizziamo per uso alimentare, precedentemente illustrata (potabile).

Ne descrivo i sistemi di risparmio, visto l'utilizzo eccessivo giornaliero che se ne fa, di circa 180 litri pro capite. Un uso più accorto farà del bene non solo al nostro portafoglio, ma soprattutto alla nostra consapevolezza e all'ecosistema.

Di norma, l'approvvigionamento di acqua, richiede un grande utilizzo di energia elettrica, con conseguente consumo di materie prime per essere pompata e resa potabile. Nel caso dell'acqua calda, si aggiunge anche il consumo di combustibile per scaldarla, quindi un ulteriore inquinamento.

Ecco alcuni accorgimenti di facile applicazione, che possono permettere un risparmio medio del 50% di questo bene prezioso:

- Installazione di microriduttori e ottimizzatori di flusso: si avvita al rubinetto un microriduttore dotato di valvola di riduzione e retina rompi getto, che miscela aria e acqua, o un dispositivo di ottimizzazione del getto, basato sulla possibilità d'imprimere all'acqua un movimento vorticoso. Il getto sarà altrettanto efficace e ricco, con la metà dell'acqua comunemente utilizzata per ottenere questo risultato.
- Regolatori del flusso e rubinetti temporizzati.
- Sistemi anticalcare: tubature pulite garantiscono acqua pulita e riducono il consumo energetico.
- Riparare i rubinetti che perdono: anche la goccia che cade può causare perdite notevoli.
- Dotare lo sciacquone, responsabile del 30% del consumo d'acqua domestico, di un sistema di scarico differenziato a doppio tasto.
- Il bagno in vasca consuma almeno il doppio dell'acqua rispetto la doccia.
- Mentre ci si insapona o si lavano i denti, chiudere il rubinetto.
- Lavare i piatti nel lavello o in una bacinella piena d'acqua, non sotto l'acqua corrente.
- Lavatrice e lavastoviglie dovrebbero funzionare possibilmente a pieno carico, diminuendo così la frequenza dei lavaggi.

- Raccogliere acqua piovana per bagnare fiori e piante.
- Per lavare bene frutta e verdura, immergerle in acqua in una bacinella.

Un aspetto importante da tener presente dell'uso civile dell'acqua è l'inquinamento, che deriva dallo scarico dei liquami di fogna, contenenti alte quantità di sostanze organiche e di saponi, che si riversano generalmente nei corsi d'acqua superficiali, raggiungendo a volte, anche le falde acquifere, dunque il sottosuolo. Tale tipo di inquinamento, è ugualmente prodotto dagli scarichi delle città o da qualsiasi altro comportamento che contamina l'acqua, poi riversata, senza alcun trattamento di depurazione, nei fiumi o direttamente nel mare. Nei sistemi di scarico urbani, confluiscono anche le acque di scolo domestiche, con una buona dose di sostanze organiche biodegradabili e agenti patogeni. I reflui urbani, possono pure contenere prodotti chimici di vario genere, come detersivi e solventi che spesso contaminano le falde acquifere sotterranee. (Virgilio F. 2007)

8.2 Acqua purificata

Si tratta di acqua generalmente attinta da fiumi, laghi, pozzi, depurata del carico salino e da eventuali inquinanti e successivamente mineralizzata e bilanciata. Si tratta di un trattamento di "affinamento" per rendere l'acqua più gradevole. Generalmente si tratta di una sorta di "ricostruzione", un taglia e cuci con l'eliminazione di alcuni fattori, e l'aggiunta di altri. Possono essere imbottigliate o vendute negli appositi dispensers (boccioni) completi di erogatore, con rubinetti e bicchieri di plastica. (Andretta G. 2012e)

8.3 Acqua filtrata

Si possono utilizzare due tipi di impianto, secondo il risultato che si vuole ottenere.

- A micro-filtrazione: l'acqua viene depurata da cloro e derivati, ruggine, pulviscoli, e non privata di sali minerali.
- Ad osmosi inversa: questa acqua può essere resa quasi distillata. Il fenomeno dell'osmosi consiste nella presenza di due soluzioni con concentrazione diversa di sostanze disciolte, separate da una membrana semi-permeabile, che può essere di acetato di cellulosa, poliammidi o altri materiali e di spessore inferiore a un μ (micron). In pratica i due liquidi non si mescolano perché sono separati ma il liquido meno concentrato, passa in quello più concentrato, fino al raggiungimento di uno stato di equilibrio. Se sulla soluzione salina (quella più concentrata) viene esercitata una pressione superiore a quella detta osmotica (cioè quella che causerebbe un passaggio spontaneo di liquido), il fenomeno si inverte.

Attraverso la membrana passa un liquido meno concentrato e rimane dall'altra parte, un liquido man mano più concentrato. In particolare quando il liquido in questione è l'acqua, è da considerare che con l'osmosi inversa, le sostanze non vengono semplicemente trattenute su filtri o membrane, ma rimangono solute in acqua, in concentrazione più elevata da una parte dell'apparecchiatura rispetto all'altra. Quindi, da un litro di acqua, si ottiene mediamente, mezzo litro di acqua ad osmosi inversa (filtrata), mentre l'altra metà viene eliminata, o utilizzata per altri usi. Questo metodo è stato utilizzato sin dagli anni sessanta, per rendere potabile o sfruttabile industrialmente, l'acqua salmastra e persino l'acqua di mare. Questo tipo di acqua è sempre più utilizzata in casa e nei locali pubblici. I ristoranti che somministrano questo tipo di acqua, sono obbligati ad indicare sul contenitore, la seguente dicitura: “ acqua potabile trattata” o “ acqua potabile trattata e gassata”. (Andretta G. 2012f)

Capitolo 9: Le acque non trattate

9.1 L'acqua di sorgente

E' una tipologia di acqua, potabile allo stato naturale, introdotta in Italia con il DL 339/99. Ha origine profonda, e come le acque minerali, viene imbottigliata in loco senza subire trattamenti risananti.

Tuttavia la normativa che regola i suoi parametri chimico-fisici, è quella delle acque di rubinetto, non può pertanto vantare proprietà salutistiche.

9.2 L'acqua minerale

In Italia l'acqua minerale deve rispondere ai seguenti criteri, stabiliti dal D.L 105/92 e successive modifiche, il quale recita “sono considerate acque minerali naturali, le acque che avendo origine da una falda o giacimento sotterraneo, provengono da una o più sorgenti naturali o perforate, e che hanno caratteristiche igieniche particolari e proprietà favorevoli alla salute”.

Le disposizioni del decreto non si applicano alle acque minerali destinate alle esportazioni in Paesi terzi. Le acque minerali naturali si distinguono dalle ordinarie acque potabili, per la purezza originaria e la sua conservazione, per il tenore in minerali, oligoelementi e/o altri costituenti e, per i loro effetti sulla salute.

Le loro caratteristiche devono essere valutate sul piano:

- geologico ed idrogeologico;
- organolettico, fisico, fisico-chimico, chimico;
- microbiologico;
- farmacologico, clinico e fisiologico.

I trattamenti consentiti sono i seguenti:

- separazione degli elementi instabili, quali i composti del ferro e dello zolfo e/o sottoforma di particolato, mediante filtrazione o decantazione, eventualmente preceduta da ossigenazione, a condizione che tale trattamento non comporti una modifica della composizione di tali acque in quei componenti essenziali, che conferiscono loro le proprietà peculiari;
- eliminazione totale o parziale dell'anidride carbonica libera, mediante procedimenti esclusivamente fisici, nonché incorporazione o reincorporazione di anidride carbonica.

Sono vietati trattamenti di potabilizzazione, l'aggiunta di sostanze battericide o batteriostatiche e qualsiasi altro trattamento suscettibile di modificare il microbismo dell'acqua minerale naturale.

9.2.1 Diversi tipi di acqua minerale

Per la legge italiana, le acque minerali commerciabili, possono essere divise in varie categorie, secondo quanto indicato dal D.L 105/92, secondo diversi criteri.

In base al residuo fisso:

Il residuo fisso rappresenta la quantità espressa in mg/l di sali minerali disciolti in un litro d'acqua, dopo riscaldamento ed evaporazione a 180°C.

- acque minimamente mineralizzate: il residuo fisso a 180°C è inferiore a 50 mg/l;
- acque oligominerali (o leggermente mineralizzate): il residuo fisso è compreso tra 50 e 500 mg/l;
- acque ricche di sali minerali: il residuo fisso è superiore a 1500 mg/l.

Ognuna di queste acque minerali vanta una composizione diversa.

Quale scegliere? Chi è in buona salute, dovrebbe cambiare periodicamente per avvalersi dei benefici di diverse acque. Chi invece ha problemi di salute, farebbe bene a chiedere al proprio medico, perché la composizione di alcune acque può essere utile per la sua condizione, mentre altre sono meno indicate. Le acque minimamente mineralizzate rappresentano circa il 10% delle acque minerali italiane in commercio. Il basso tenore in

minerali, fino a 50 mg/l e solitamente a pH basso, aumenta la diuresi; può essere indicato nella calcolosi delle vie urinarie. Queste acque non agiscono direttamente sui fosfati e gli ossalati che formano i calcoli, ma possono impedire che questi cristalli si uniscano e aumentino di dimensione. Inoltre, possono essere utili nell'eliminare l'acido urico.

Esse trovano impiego anche nella diluizione del latte in polvere per i neonati, perché non ne modificano la forma. Le acque oligominerali o leggermente mineralizzate rappresentano il 63% delle acque minerali italiane imbottigliate. Anche queste acque, sono utili per prevenire la calcolosi renale e, un'abbondante consumo, può persino aiutare a liberarsi da calcoli renali non molto voluminosi. Esse hanno infatti azione rilassante sulla muscolatura delle vie urinarie; grazie alla maggiore diuresi possono quindi trasportare detriti di piccole dimensioni, fino alla loro espulsione. Sono quasi sempre sconsigliate in tutti i casi di insufficienza renale o di ipertensione arteriosa, e possono comunque avere un effetto leggermente demineralizzante. Non esistono controindicazioni al loro uso, fino a due litri al giorno. Le acque mineralizzate, cioè con un residuo fisso tra 500 e 1500 mg/l, sono ignorate dalla classificazione ministeriale pur rappresentando il 22% delle acque italiane immesse sul mercato. Mediamente corrispondono al tenore di residui fissi della nostra acqua di rubinetto. L'azione di queste acque è analoga a quella delle oligominerali, sebbene l'effetto diuretico diminuisca con l'aumentare del residuo fisso. Le acque ricche di sali minerali, rappresentano il 5% delle acque minerali italiane in commercio. In questo gruppo, le anomalie compositive sono la regola, e vi rientrano le più note acque medicamentose. L'assunzione di queste acque per uno scopo terapeutico preciso, andrebbe fatto sotto controllo medico.

Classificazione in base alla concentrazione dei sali minerali:

- Acque Bicarbonate (contenente "bicarbonato"): vengono così chiamate se il tenore di bicarbonato è superiore a 600 mg/l. Se bevute a pasto, possono accelerare lo svuotamento gastrico. Bevute a digiuno o lontano dai pasti, invece, tamponano l'acidità gastrica.
- Acque Solfate: il tenore di solfati deve essere superiore a 200 mg/l. Sono leggermente lassative e vengono quindi suggerite solitamente a persone con colite spasmica o con sindrome di colon irritabile. Rilassano la mucosa biliare e hanno effetto equilibrante a livello di stomaco.
- Acque Clorurate: il tenore di cloruro deve essere superiore a 200 mg/l. Un tipico esempio di acque cloruro-sodiche, sono le acque di Montecatini, con azione

equilibrante sull'attività intestinale ed epatobiliare (sono rare quelle cloruro-calciche). Queste acque possono avere azione spasmolitica, coleretica (stimolante la secrezione di bile), e di protezione del fegato da agenti tossici. Sono sconsigliate per persone ipertese o con problemi renali.

- Acque Calciche: il tenore di calcio deve essere superiore a 150 mg/l. Agiscono a livello dello stomaco e fegato. Sono indicate nella crescita e prevenzione dell'osteoporosi e dell'ipertensione.
- Acque Magnesiache: il tenore di magnesio è superiore a 50 mg/l. Hanno azione purgativa, ma vengono prescritte anche per la prevenzione dell'arteriosclerosi, perché alcune di queste acque contenenti litio o potassio, inducono a una sensibile dilatazione delle arterie.
- Acque Fluorate o “contenenti fluoro”: il tenore di fluoro è superiore a 1 mg/l. Sono utili per rinforzare la struttura dei denti e per la prevenzione della carie dentale. Un contenuto eccessivo di fluoro può però comportare fluorosi, con accumulo dell'elemento nei denti ed ossa.
- Acque Ferruginose o “contenenti ferro”: il tenore di ferro bivalente è superiore a 1 mg/l. Sono indicate nelle anemie da carenza di ferro. L'assorbimento del ferro avviene a livello intestinale, sotto forma di ione ferroso. Sono controindicate per chi soffre di gastriti e gastro-duodeniti.
- Acque Acidulate: il tenore di anidride carbonica libera è superiore a 250 mg/l. Facilitano la digestione; poiché la nostra alimentazione è già molto acidificante e causa di numerose malattie degenerative, aggiungere un ulteriore fattore acidificante, non appare una scelta salutare.
- Acque Sodiche: il tenore di sodio è superiore a 200 mg/l. Influenzano positivamente l'eccitabilità neuro-muscolare. Indicate in stati di carenze specifiche e nell'attività sportiva; non consigliate per chi soffre di ritenzione idrica ed edemi polmonari.
- Acque a basso contenuto di sodio: il tenore di sodio è inferiore a 20 mg/l. Indicate per le diete povere di sodio. (www.attivitaproductive.gov.it)

In base alla durezza cioè al contenuto di calcio e magnesio espresso in gradi francesi (° F) si distinguono:

- acque dolci: inferiori a 15 °F
- acque medio-dure: comprese tra 15 e 30 °F
- dure: superiori a 30 °F

Nonostante sia consuetudine consigliare ai soggetti calcolotici una dieta ipocalcica, numerosi studi hanno invece evidenziato come un elevato apporto di calcio, non si accompagni ad un aumento di rischio di calcolosi renale. Le acque dure possono anche contribuire ad integrare l'apporto di calcio nel nostro organismo; la quantità di calcio fornita, è assimilabile in percentuale pari se non superiore, a quello fornito dai latticini. Inoltre numerosi studi evidenziano come le popolazioni che utilizzano acque ricche di calcio e magnesio, siano meno soggette a rischi cardiovascolari. Le acque minerali calciche possono contribuire ad integrare quelle situazioni deficitarie, in particolare in quei soggetti nei quali si deve ridurre l'assunzione di latte e derivati. (www.attivitaproductive.gov.it)

9.2.2 Captazione, adduzione e stoccaggio

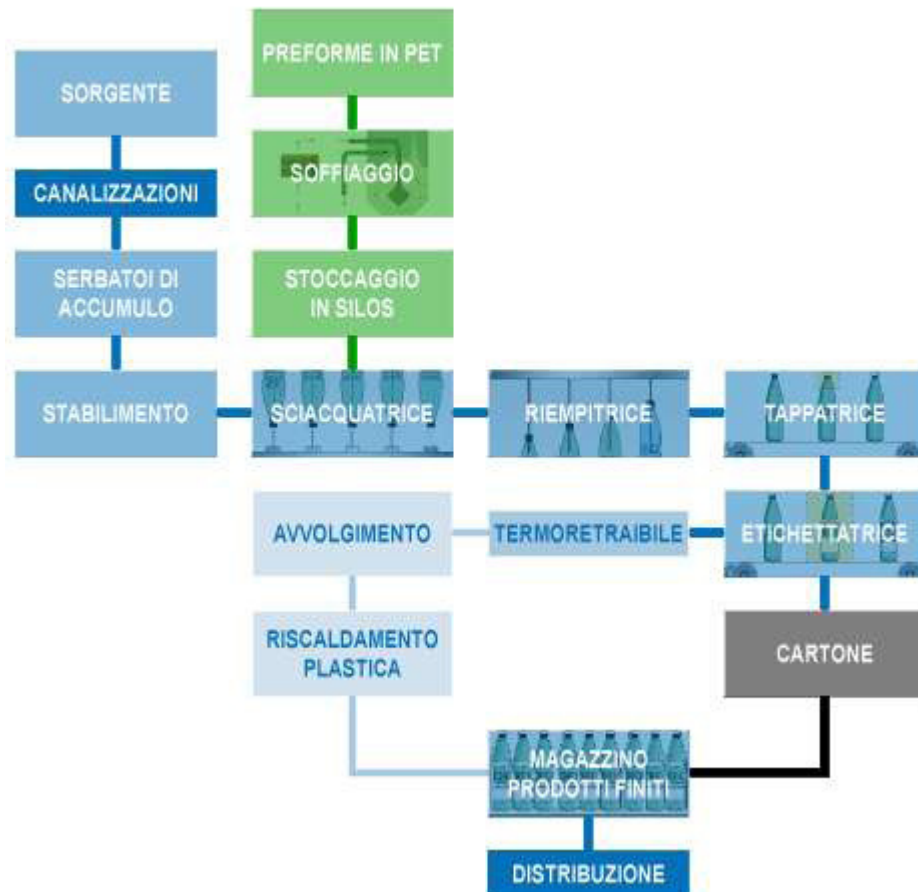
Il D.L. 105/92, detta le norme alle quali attenersi, relative all'utilizzazione e commercializzazione delle acque minerali.

La sorgente o il punto di emergenza devono essere protetti contro ogni pericolo di inquinamento; la captazione, canalizzazione ed i serbatoi devono essere realizzati con materiali adatti al contenimento dell'acqua, in modo da impedire qualsiasi modificazione chimica, fisico-chimica e batteriologica. La raccolta deve avvenire in vasche circolari in acciaio AISI 304, e per la costruzione delle tubazioni, i materiali da utilizzare sono l'acciaio inox AISI 304 o il PEAD.

Gli impianti di lavaggio e di imbottigliamento, devono soddisfare le esigenze igieniche; in particolare i recipienti devono essere confezionati o trattati in modo da evitare che le caratteristiche batteriologiche e chimiche dell'acqua vengano alterate. Nella figura 9.1 vengono rappresentate schematicamente le varie fasi dell'industria dell'acqua minerale, dalla captazione alla distribuzione finale.

Figura 9.1

SCHEMA IMPIANTO PRODUZIONE DI ACQUA MINERALE NATURALE IN BOTTIGLIE DI PET



Fonte: Mineracqua

9.2.3 L'imbottigliamento

Tutti recipienti non possono eccedere la capacità di 2L.

I materiali con i quali possono essere fatti sono i seguenti:

- PVC (cloruro di polivinile): i materiali e contenitori a base di cloruro di polivinile, destinati a venire in contatto con acque minerali, non devono contenere cloruro di vinile monomero, in quantità superiore a 1 mg/Kg di prodotto finito.
- PET (polietilene tereftalato): Le bottiglie in plastica hanno anche il vantaggio di essere infrangibili, maneggevoli e leggere e questo permette ai mezzi di trasporto di inquinare meno, poiché minore è il peso dell'oggetto trasportato, minore è il consumo di carburante, e quindi l'emissione di CO₂.

Di contro, le bottiglie di plastica non riciclate impiegano circa 7 secoli prima di decomporsi completamente, e solo il 20% delle bottiglie utilizzate viene riciclato, il che è molto grave.

Oltre ai danni provocati all'ambiente possono sorgere gravi problemi all'organismo poiché esponendo una bottiglia di plastica al sole anche solo per mezz'ora, questa rilascia nell'acqua sostanze nocive, e molto spesso ciò avviene anche durante il trasporto. Le preforme, piccoli tubi di PET, di grammature e dimensioni diverse, con il soffiaggio, danno origine alle bottiglie finali. Prima di essere utilizzate, vengono sciacquate, quindi successivamente riempite e tappate, utilizzando appositi nastri trasportatori.

- **VETRO:** Il vetro è un materiale di imballaggio di alta qualità che conserva le caratteristiche tipiche di un liquido, come il sapore e l'effervescenza, ed è più sicuro dal punto di vista salutare poiché non lascia depositare i cristalli in essa contenuti. Il vetro non può essere soggetto ad eventuali manomissioni, come l'infiltrazione di sostanze nocive tramite siringhe, perché è particolarmente resistente. Le bottiglie in vetro possono essere restituite al fornitore per essere riempite nuovamente da 30 a 40 volte, evitando una nuova produzione con il riciclo.
- **BRICK (cartone politenato):** Il cartone politenato è un laminato a più strati, in cui la carta rappresenta l'80%, al quale vengono abbinati film sottilissimi di polietilene puro (15-20%) ed un foglio di alluminio (3-5%). L'elemento base è la carta, che dà forma e rigidità al contenitore.

Le differenze tra un contenitore e l'altro sono dovute essenzialmente al gusto personale ed alla praticità, ma va ricordato che da un punto di vista ecologico e di risparmio energetico, sia riguardo alla produzione che allo smaltimento dello stesso, il vetro è l'unico materiale che può essere riciclato numerose volte ed impiegato per la produzione di differenti prodotti che riescono a mantenere a lungo le caratteristiche qualitative del prodotto. (www.acquacerelia.com)

9.2.4 L'etichettatura

L'etichetta è una sorta di carta d'identità dell'acqua minerale, grazie alla quale è possibile conoscere i suoi elementi caratterizzanti.

In Italia in base al D.L. 105/92, e successive modifiche, sulle etichette o sui recipienti, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- 1) “ acqua minerale naturale” , eventualmente integrata con una classificazione basata sul contenuto di anidride carbonica:
 - totalmente degassata se l'anidride carbonica libera presente alla sorgente, è stata totalmente eliminata;
 - parzialmente degassata, se l'anidride carbonica libera presenta alla sorgente, è stata parzialmente eliminata;
 - rinforzata col gas della sorgente, se il tenore di anidride carbonica libera, proveniente dalla stessa falda o giacimento, è superiore a quello della sorgente;
 - aggiunta di anidride carbonica, se all'acqua minerale naturale, è stata aggiunta anidride carbonica non prelevata dalla stessa falda o giacimento;
 - naturalmente gassata o effervescente naturale, se il tenore di anidride carbonica libera, superiore a 250 mg/l, è uguale a quello della sorgente.
- 2) la denominazione dell'acqua minerale naturale ed il nome della sorgente ed il luogo di utilizzazione della stessa;
- 3) l'indicazione della composizione analitica, risultante dalle analisi effettuate, con i componenti caratteristici;
- 4) la data in cui sono state eseguite le analisi e il laboratorio presso il quale sono state effettuate (aggiornate almeno ogni 5 anni);
- 5) il contenuto nominale;
- 6) il titolare dell'autorizzazione regionale all'utilizzo dell'acqua;
- 7) il termine minimo di conservazione;
- 8) la dicitura di identificazione del lotto;
- 9) informazione circa alcuni eventuali trattamenti di separazione di elementi chimici;
- 10) la dicitura “e” che sta ad indicare che la quantità è stata controllata ai sensi delle norme europee.

Possono inoltre essere riportate anche una o più delle seguenti indicazioni, se menzionate nel decreto di riconoscimento dell'acqua minerale naturale:

- 1) può avere effetti diuretici;
- 2) può avere effetti lassativi;
- 3) indicata per l'alimentazione dei neonati;

- 4) stimola la digestione;
- 5) oligominerale o leggermente mineralizzata;
- 6) minimamente mineralizzata;
- 7) ricca di sali minerali.

La scadenza media indicata dai produttori di acque minerali è di anni; la durata dipende:

- 1) dal tipo di contenitore;
- 2) dalla conservazione.

L'acqua si conserva più a lungo e meglio in contenitori di vetro. La luce del sole fa aumentare il valore del pH e quindi l'acqua si ossida. La temperatura elevata favorisce l'incremento della carica batterica e la formazione di alghe. Nel dubbio, preferire un'acqua frizzante, perché la CO₂ funge da conservante.

Sulle etichette, inoltre, può essere riportata una designazione commerciale diversa dalla denominazione dell'acqua, a patto che:

- a) la denominazione sia riportata con caratteri di altezza e larghezza almeno pari a una volta e mezzo il carattere più grande utilizzato per la designazione commerciale;
- b) alla stessa acqua minerale non siano attribuite designazioni commerciali diverse.

Nella Figura 9.2 viene riportata a titolo esemplificativo, un'etichetta originale di un'acqua minerale

Figura 9.2 Una questione d'etichetta (www.mineracqua.it)



1. Denominazione e nome dell'acqua minerale naturale; ogni etichetta deve sempre indicare la dicitura "Acqua minerale naturale", per distinguerla da altre acque, ed il nome dell'acqua stessa.
2. Luogo di origine; località ove l'acqua minerale naturale viene imbottigliata.
3. Termine minimo di conservazione (t.m.c.); è la data fino alla quale il prodotto mantiene le sue proprietà specifiche in adeguate condizioni di conservazione.
4. Lotto; indicazione che consente di individuare la partita del prodotto e la sua linea di imbottigliamento, ai fini della rintracciabilità.
5. Analisi chimica; riporta gli elementi caratteristici di ciascuna acqua minerale naturale, espressi in milligrammi/litro.
6. Classificazione; è in ragione del residuo fisso.
7. Microbiologicamente pura; attesta l'assenza totale di germi pericolosi per la salute, e indicatori di inquinamento ma non esclude la presenza di una certa flora microbica naturale e tipica, a dimostrazione che l'acqua minerale naturale non è stata trattata.
8. Qualità salienti; sono riportate le proprietà favorevoli approvate dal Ministero della Salute.
9. Contenuto; indica il contenuto netto di acqua minerale naturale nel contenitore.
10. Codice a barre; fornisce indicazioni leggibili per rilevatori elettronici riferibili al produttore e all'articolo venduto presso la distribuzione.
11. Dicitura ambientale; frase o disegno che invita a non disperdere il contenitore nell'ambiente dopo l'uso.
12. Indicazioni per la corretta conservazione del prodotto; consentono all'acqua minerale naturale di mantenere le sue caratteristiche originarie

9.2.5 Obblighi

A ciascuna acqua minerale naturale deve essere attribuita una denominazione propria, che la distingua dalle altre acque minerali.

Il nome di una determinata località può far parte della denominazione di un'acqua minerale solo se questa proviene da tale località.

L'utilizzazione delle acque minerali deve avvenire in prossimità della sorgente.

E' fatto obbligo al titolare dell'autorizzazione di aggiornare, almeno ogni cinque anni, le analisi sulle acque e di darne comunicazione ai competenti organi regionali.

Tabella 9.1 - Limite massimo ammissibile di elementi nelle acque minerali.

(D.L. Ministero Salute del 29/12/2003 che recepisce Direzione Comunitaria n. 2003/40/CE).

PARAMETRO	LIMITE MASSIMOAMMISSIBILE
Antimonio	0,0050 mg/l
Arsenico	0,010 mg/l
Bario	1,0 mg/l
Boro	5.0 mg/l
Cadmio	0,003 mg/l
Cianuro	0,010 mg/l
Cromo	0,050 mg/l
Fluoruri	5,0 mg/l (1,5 mg/l per acque destinate all'infanzia)
Manganese	0,50 mg/l
Mercurio	0,50 mg/l
Nichel	0,020 mg/l
Nitrati	45 mg/l (10 mg/l per acque destinate all'infanzia)
Nitriti	0.02 mg/l
Piombo	0.010 mg/l
Rame	1,0 mg/l
Selenio	0,010 mg/l

Ci sono infine alcuni metalli tossici, quali l'arsenico, il cadmio, il cromo, l'alluminio che non devono superare i valori di legge (altrimenti l'acqua non può essere commercializzata).

Tabella 9.2 - Limiti di variazione dei parametri chimico fisici delle acque minerali.

(D.L. Ministero Salute del 29/12/2003 che recepisce Direzione Comunitaria n. 2003/40/CE)

Concentrazioni < 1 mg/L	+/- 75%
Concentrazioni tra 1 mg/L e 3 mg/L	+/- 50%
Concentrazioni tra 3 mg/L e 10 mg/L	+/- 25%
Concentrazioni tra 10 mg/L e 20 mg/L	+/- 20%
Concentrazioni > 20 mg/L	+/- 10%

Un discorso a parte meritano nitrati e nitriti

1) per i nitrati "ione nitrico NO₃" il limite massimo fissato dalla normativa è di 45 mg/l, un contenuto di nitrati intorno a 10 mg/l nelle acque viene considerato normale e "naturale". Alcuni medici consigliano di scegliere acque con un contenuto di nitrati inferiore a 5 mg/l, poiché sussistono i seguenti rischi:

a) trasformazione di nitrati in nitriti (altamente tossici) all'interno dell'organismo o in presenza di microrganismi (nei cibi, nell'acqua);

b) formazione di nitrosammine a partire dai nitriti, in combinazione con alcune ammine, poiché quasi tutte le nitrosammine esaminate fino ad oggi, si sono rilevate potenzialmente cancerogene. L'assunzione elevata provoca nei neonati "metaemoglobinemia".

2) Nitriti: ione nitroso NO_2^- ; quando sono assenti significa che non esistono reazioni di decomposizione delle sostanze organiche. La presenza dello ione ammonio NH_4^+ , è una spia di recente inquinamento batterico, dovuto principalmente all'intervento dell'uomo sull'ambiente con la concimazione chimica e le fognature civili ed industriali, presente, soprattutto, nelle zone con coltivazioni intensive o con grandi allevamenti di bestiame.

9.2.6 Novità normative

Novità per i consumatori di acqua minerale naturale provengono dai decreti del Ministero della Salute dello 01/09/2003 e del 29/12/2003 di recepimento della direttiva comunitaria n. 2003/40/CE del 14 maggio 2003 che:

- a) impone ai produttori limiti più restrittivi ad alcune componenti dell'acqua minerale con riguardo, soprattutto, a quelle sostanze che possono essere pericolose per la salute;
- b) prevede la seguente menzione obbligatoria in etichetta, in caratteri ben visibili, "acqua sottoposta a una tecnica di ossidazione all'aria arricchita di ozono", in caso di ricorso a detta tecnica per eliminare i residui di alcuni metalli pesanti e dell'arsenico;
- c) prevede la seguente menzione obbligatoria in etichetta, in caratteri ben visibili "contiene più di 1,5 mg/l di fluoro: non ne è opportuno il consumo regolare da parte dei lattanti e dei bambini di età inferiore ai 7 anni", in caso di concentrazione di fluoro superiore a 1,5 mg/l.

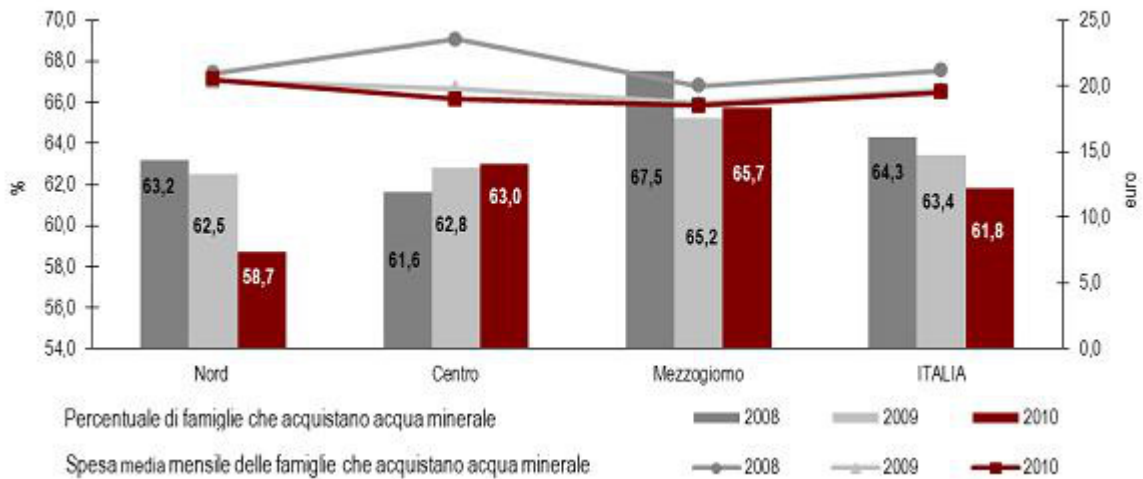
9.2.7 Il consumo di acqua minerale in Italia

Il consumo di acqua minerale in Italia è sostanzialmente influenzato da due motivazioni fondamentali: a) l'irregolarità nell'erogazione dell'acqua potabile b) la diffidenza nel bere acqua di rubinetto. Le irregolarità nell'erogazione dell'acqua sono lamentate, nel 2011, dal 9,3% delle famiglie residenti in Italia. Questo problema è dichiarato soprattutto dalle famiglie del Mezzogiorno (17,4%), in particolare della Calabria (31,7%) e della Sicilia (27,3%). All'opposto, appena il 4,5% delle famiglie del Nord dichiara irregolarità

nell'erogazione dell'acqua, con valori minimi pari all'1,7% nella provincia autonoma di Bolzano e all'1,4% nella provincia autonoma di Trento. Negli ultimi dieci anni il giudizio negativo delle famiglie sull'irregolarità nell'erogazione dell'acqua ha registrato una netta riduzione, dal 14,7% nel 2002 al 9,3% nel 2011. Tuttavia la diffidenza nel bere acqua di rubinetto si manifesta ancora elevata nel Paese: nel 2011 il 30% delle famiglie ha al suo interno uno o più componenti che dichiarano di non fidarsi a berla. Tale fenomeno raggiunge i livelli più elevati in Sicilia (60,1%), Sardegna (53,4%) e Calabria (47,7%). È minimo, invece, nella provincia autonoma di Trento, dove appena l'1,8% delle famiglie manifesta sfiducia nell'utilizzo dell'acqua di rubinetto per il consumo umano. Negli ultimi dieci anni la mancanza di fiducia delle famiglie nel bere acqua di rubinetto ha mostrato, nel complesso, un importante cambiamento in positivo: le famiglie che annoverano al proprio interno uno o più membri che non si fidano a consumare acqua di rubinetto diminuiscono dal 40,1% del 2002 al 30% del 2011. Rispetto al 2010 le famiglie del Molise sono le uniche che mostrano un significativo aumento della diffidenza nel bere acqua di rubinetto, probabilmente dovuto ai problemi di inquinamento delle acque a uso potabile nel basso Molise. Come conseguenza degli aspetti sopra citati, prendiamo ora in considerazione, il consumo di acqua minerale ed il relativo aspetto economico. Siamo i primi in Europa e secondi al mondo, per il consumo di acqua minerale. Sono i dati che emergono da un rapporto della Beverage Marketing Corporation, secondo cui nel 2009 gli italiani hanno consumato in media 192 litri di acqua minerale a testa. Un valore che ci proietta al top della classifica dei dieci paesi più attratti dall'acqua in bottiglia. Siamo sotto solo al Messico (234 litri pro capite) e sopra agli aridissimi Emirati Arabi (151 litri). L'acqua confezionata è presente su quasi ogni tavola italiana ma costa da 500 a 1000 volte di più rispetto a quella pubblica, ed inoltre inquina l'atmosfera. Nel 2010 il 61,8% delle famiglie italiane ha acquistato acqua minerale, percentuale che risulta in calo rispetto agli anni precedenti (era il 64,3% nel 2008 e il 63,4% nel 2009). L'analisi per ripartizione geografica riferisce una leggera prevalenza di famiglie che acquistano acqua minerale nel Mezzogiorno (65,7%); consumi lievemente più bassi si registrano per le famiglie del Nord (58,7%). La spesa media mensile delle famiglie per l'acquisto di acqua minerale è, nel 2010, pari a 19,50 euro. Non si evidenziano significative differenze territoriali: la spesa minore si ha nel Mezzogiorno, dove le famiglie spendono in media al mese 18,49 euro, mentre la maggiore si ha al Nord, dove il consumo mensile di acqua minerale si monetizza in 20,47 euro. L'analisi della serie storica mostra che nel triennio 2008-2010 si è assistito,

a livello nazionale, a un calo dell'importo di questa componente di spesa per le famiglie italiane pari a 1,64 euro, con punte di 4,55 euro nelle regioni del Centro (Figura 9.3).

Figura 9.3. Percentuale di famiglie che consumano acqua minerale e spesa media per l'acquisto di acqua minerale per area geografica. Anni 2008, 2009 e 2010, per 100 famiglie della stessa area geografica, euro



Fonte: Istat, Consumi delle famiglie

La spesa media mensile delle famiglie per l'acquisto di acqua minerale risulta nel 2009 pari a 19,71 euro, di poco inferiore alla spesa media effettiva sostenuta dalle famiglie per il servizio di acqua potabile nelle abitazioni, pari a 20,83 euro (62,48 euro a trimestre). (www.istat.it)

Questo calo della spesa media, anche se lieve, è dovuto sia alla costo che le famiglie devono sostenere per l'acquisto dell'acqua minerale rispetto a quella pubblica, sia alla consapevolezza che l'acqua in bottiglia inquina l'atmosfera. Questo secondo aspetto, è confermato dalla chimica Valentina Nicolucci e dai colleghi del Gruppo di Ecodinamica dell'Università degli Studi di Siena, nello studio pubblicato sulla rivista Environmental Science & Policy. Il team senese ha elaborato i valori di Impronta di carbonio delle acque minerali rispetto a quella che scorre negli acquedotti pubblici. L'impronta di carbonio è la misura delle emissioni di gas serra causate direttamente o indirettamente da prodotti industriali dell'intera filiera produttiva, compresi la produzione degli imballaggi e il trasporto.

Prendendo il caso di Siena (55mila abitanti), i ricercatori hanno confrontato sei importanti produttori di acqua minerale rispetto all'acqua pubblica. L'impronta di carbonio della bottiglia supera di 250 volte quella dell'acquedotto. Il 46% delle emissioni va nella produzione della bottiglia in PET. Dissetarsi con l'acqua di casa sarebbe allora una opzione per l'ambiente. Per esempio, scegliendo l'acqua pubblica gli abitanti di Siena

risparmierebbero l'emissione di 9000 tonnellate di CO₂ all'anno, conclude il rapporto. Una cifra che da sola potrebbe dire poco, ma che, fanno notare gli autori, equivale a emissioni di 5000 automobili che coprono ciascuna 15 mila chilometri in un anno.

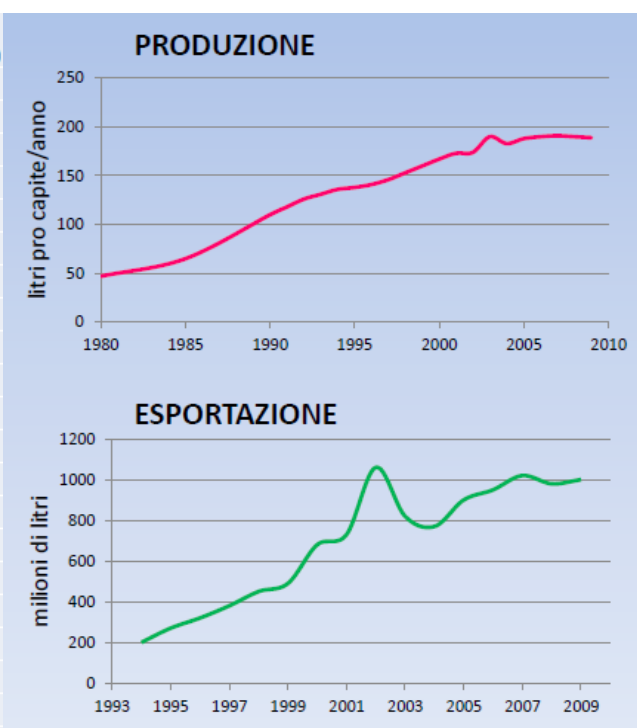
La tabella 9.3 e la figura 9.4, mostrano l'andamento crescente della produzione di acqua minerale in Italia degli ultimi trent'anni.

PRODUZIONE E CONSUMI DELLE ACQUE MINERALI IN ITALIA

Tabella 9.3 e Figura 9.4

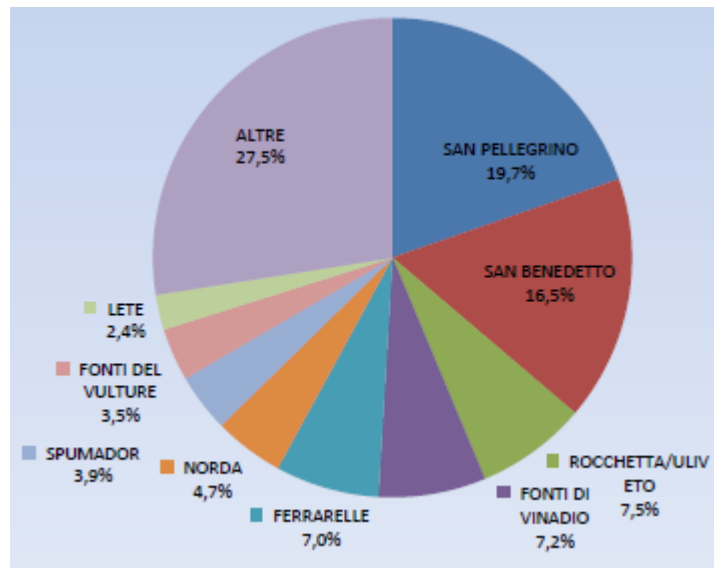
fonte: Bevitalia Beverfood, catalogo 2010-2011

anno	produzione (milioni di litri)	consumo pro-capite (litri)
1980	2.350	47
1985	3.400	65
1990	6.100	110
1991	6.700	118
1992	7.200	126
1993	7.500	131
1994	8.000	136
1995	8.150	138
1996	8.450	141
1997	8.800	146
1998	9.300	153
1999	9.750	160
2000	10.360	167
2001	10.750	173
2002	11.150	174
2003	11.900	190
2004	11.400	183
2005	11.800	188
2006	12.200	190
2007	12.400	191
2008	12.300	190
2009	12.200	189



IL MERCATO DELLE ACQUE MINERALI IN ITALIA

fonte: Bevitalia Beverfood, catalogo 2010-2011



La figura 9.5 rappresenta le percentuali di mercato dei principali produttori di acqua minerale in Italia.

9.2.8 Degustare l'acqua minerale

Come diceva Aristotele nel IV secolo a.C., esistono molti tipi di acqua e ciascuna presenta caratteristiche organolettiche peculiari, immediatamente avvertibili al palato. Il gusto dipende dalla quantità e dal tipo di sali in essa disciolti, oltre che dalla percentuale di anidride carbonica. Per ogni acqua minerale naturale è possibile definire un personale profilo sensoriale. Si tratta, ovviamente, di percezioni molto sfumate di quella impressione sensoriale nota come flavour o (flavor), ovvero dalla sensazione congiunta olfattiva, gustativa e tattile, ma che se pur non confrontabili con quelle, più complesse, di altre bevande (vino, birra), possono comunque rappresentare un solleticante invito alla degustazione. E' stata costituita nel 2000, a Bologna, l'A.D.A.M. (Associazione Degustatori Acque Minerali), formata da professionisti della gastronomia, nutrizionisti ed idrologi, che analizza le acque minerali utilizzando una "Trialcard" (scheda di degustazione), come riportata nella Figura 9.6, tenendo presente descrittori quantitativi e qualitativi:

- olfatto; sentore terra bagnata, di gesso bagnato, odori negativi
- gusto: salato, amaro, dolciastro, acidulo
- sensazioni tattili: metallico
- vista: viene valutata l'effervescenza o "perlage" per la presenza di CO₂ valutando le dimensioni delle bolle (fini, medie o grosse), la loro abbondanza e la loro persistenza. Alla presenza di CO₂, si deve anche la sensazione di "pungente",

sensazione chimica, dovuta alla sua trasformazione in acido carbonico con il concorso della saliva. (Andretta G. 2012g)

Figura 9.6 - SCHEDA DI DEGUSTAZIONE PROPOSTA DALL'A.D.A.M.

A.D.A.M. Associazione Degustatori Acque Minerali

Sede Legale: San Lazzaro di Savena (BO) - Via Grotte, 20

SCHEDA PER LA DEFINIZIONE DEI VALORI SENSORIALE DELL'ACQUA

NOME DEL DEGUSTATORE _____		REGIONE _____	
NUMERO DEGUSTAZIONE _____		NOME DELL'ACQUA _____	
TEMPERATURA DELL'ACQUA _____		RESIDUO FISSO _____	
		CLASS.QUANT. _____	
		CLASS.QUALIT. _____	
		ph _____	
<hr/>			
LA VISTA	COLORE	INCOLORE _____	
		PAGLIERINO SCARICO _____	
	LIMPIDEZZA	LIMPIDA _____	
		VELATA _____	
ALTRE VALUTAZIONI _____			EFFERVESCENTE? _____
<hr/>			
L'ODORE	INODORE _____		
	SGRADEVOLE	CLORO _____	
		ZOLFO _____	
	DIFETTI EVENTUALI	PLASTICA O ALTRO _____	
ALTRE VALUTAZIONI _____			
<hr/>			
IL GUSTO	PIATTA _____		
	ADDIZIONATA	BOLLA	PICCOLA _____
			MEDIA _____
			GROSSA _____
	SAPORE	POCO PERSISTENTE _____	
		PERSISTENTE _____	
		INSAPORE _____	
		ACIDULO _____	
RETROGUSTO	LEGGERA _____		
	RINFRESCANTE _____		
	DECISA _____		
	SALATO _____		
TENDENTE AL DOLCE _____			
METALLICO _____			
BOCCA PULITA _____			
TENDENTE AL DOLCE _____			
AMAROGLIOLO _____			
SALATO _____			
ALTRE VALUTAZIONI _____			
<hr/>			
VALUTAZIONE COMPLESSIVA	EQUILIBRATA _____		
GIUDIZIO PERSONALE _____	SAPORITA _____		
	CORPOSA _____		

9.2.9 L'acqua minerale nella ristorazione

L'A.D.A.M. in collaborazione con A.m.i.r.a., l'Associazione Maitres Italiani Ristoranti e Alberghi, ha elaborato dieci regole sul "come servire correttamente l'acqua minerale":

- 1) Non più l'acqua ma le acque a tavola. E' consigliabile presentare una lista delle acque, almeno 3-5 abbinabili ai piatti tipici del menù, possibilmente con acque minerali locali per piatti locali, in un percorso idro-enogastronomico utile a conoscere meglio i prodotti tipici del posto.
- 2) Presentare ai clienti la bottiglia nella sua confezione originale e sigillata, illustrandone le caratteristiche.
- 3) Stappare la bottiglia al tavolo, avendo cura di non danneggiare il collo, senza travasarla in caraffe o brocche.
- 4) Si suggerisce una temperatura attorno ai 10°C per le effervescenti e, sui 12°C per le piatte (lisce).
- 5) E' sconsigliabile immergere la bottiglia nel secchiello del ghiaccio per evitare un antiestetico distacco dell'etichetta e consentire la sua consultazione da parte del cliente.
- 6) Utilizzare, ove richiesto o secondo le condizioni climatiche, una "glacette".
- 7) Evitare l'impiego di ghiaccio nel bicchiere: altera il gusto e crea una miscela con acqua di altra e diversa natura.
- 8) E' preferibile utilizzare bicchieri capaci, di cristallo sottile, liscio, incolore e trasparente. Per le acque effervescenti meglio un bicchiere con gambo e base, per evitare un contatto con le mani, che potrebbero riscaldare l'acqua.
- 9) Maneggiare le confezioni con cura al fine di evitare danni alle etichette, al tappo, al contenitore stesso, scartando le confezioni non più integre o prive di etichetta.
- 10) Custodire le bottiglie al riparo dalla viva luce e da fonti di calore, in locali idonei per una perfetta conservazione del prodotto. (Andretta G. 2012)

9.2.10 Gastronomia

Come abbinare le acque minerali ai tanti e diversi piatti serviti nella ristorazione?

L'A.D.A.M. consiglia di servire le acque minerali più adatte alle varie portate e, dà i seguenti suggerimenti:

- a) Sui piatti di pesce consiglia l'impiego di acque piatte o leggermente effervescenti a mineralizzazione medio-bassa, per non interferire con il sapore delicato del pesce.
- b) Sui piatti di carne il consiglio è di utilizzare acqua rigorosamente effervescente.

Il grado di mineralizzazione e l'effervescenza saranno direttamente proporzionali alla consistenza del piatto e alla presenza di grassi e intingoli che l'accompagnano.

Per questi piatti l'effervescenza è indicata perché "sgrassa" il palato e "pulisce" la bocca, mentre il gas carbonico contribuisce alla digestione delle proteine della carne.

Non si deve, però, esagerare con l'utilizzo di acque gassate (CO₂), poiché la nostra alimentazione è già molto acidificante e ciò è causa di numerose malattie degenerative.

Un'alimentazione che induce putrefazione o forte fermentazione nel tratto gastro-intestinale produce già anidride carbonica in eccesso, con conseguente senso di stanchezza e offuscamento dei sensi. Quindi l'utilizzo eccessivo di acque addizionate di CO₂ non appare una scelta salutare.

C) Per i dolci è da consigliare un abbinamento con un'acqua "piatta" o a leggera effervescenza, con un residuo fisso inferiore a 100 mg/l.

Un discorso a parte si deve fare invece per il cioccolato, un alimento particolare, tanto che i sommelier hanno difficoltà ad abbinarvi il vino, ma l'A.D.A.M. per l'acqua non ha dubbi, l'acqua ideale è la Rocchetta. (www.degustatoriacque.com)

A titolo esemplificativo, si allega la figura 9.7 che riporta la carta delle acque minerali con i rispettivi abbinamenti, presentata sempre più spesso nei ristoranti.

Figura 9.7

I PIATTI	ESEMPI DI UN FELICE ABBINAMENTO	TIPOLOGIA DI ACQUA
carne		
Antipasti	Boario, Cerelia, Galvanina, Maniva	Oligominerale o minerale: LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
Primi	Boario, Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Maniva	Oligominerale residuo medio alto o minerale: LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
Secondi di carni bianche	Balda, Boario, Cerelia, Galvanina, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale o minerale: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
Secondi di carni rosse	Boario, Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Maniva, Margherita,	Oligominerale residuo medio alto o minerale: LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
Secondi di carne salsate	Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Margherita	Oligominerale residuo alto o minerale: EFFERVESCENTE
verdure		
Crude	Balda, Maniva, Goccia di Carnia, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE
Cotte	Balda, Cerelia, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale o minerale: LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
pesce		
Antipasti	Balda, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE
Primi	Balda, Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale o minerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE
Secondi alla griglia	Balda, Boario, Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale o minerale: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
Secondi al vapore	Balda, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE
formaggi		
Freschi	Balda, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE
Stagionati	Boario, Cerelia, Ferrarelle, Galvanina, Maniva	Oligominerale o minerale: LEGGERMENTE EFFERVESCENTE O EFFERVESCENTE
dessert		
Dolci secchi e gelato	Balda, Goccia di Carnia, Maniva, Plose, Sant'Anna, Valverde	Oligominerale basso residuo: PIATTA O LEGGERMENTE EFFERVESCENTE

(www.degustatoriacque.com)

L'Italia vanta duecentosessantasei marche di acque minerali, imbottigliate sotto i relativi nomi commerciali e l'indicazione del luogo in cui sgorgano e in cui vengono imbottigliate. Eppure ai palati fini questa scelta non basta. Dopo "Colette" il locale cult dell'acqua aperto a Parigi diversi anni or sono, sono sorti numerosi acquabar in tutto il mondo. A Roma è nato "Acquastore" un drug store dedicato all'informazione, vendita e degustazione dell'acqua minerale in Italia. Si possono trovare centinaia di etichette nazionale ed estere, ed è dotato di un test per scoprire l'acqua più adatta al nostro organismo, con l'aiuto di un consulente di vendita, sulla base dei dati personali. Certamente ci si rivolge a una clientela esigente: basti considerare che nella città di Roma, per esempio, duemilaottanta fontanelle di ottima acqua potabile sono a disposizione dei cittadini. (Zanasi A. 2012)

Capitolo 10: L'acqua negli alimenti

10.1 L'attività dell'acqua (a_w)

L'acqua è un prodotto indispensabile per la vita di ogni essere vivente, venendo utilizzata come solvente delle sostanze nutritive, e come agente chimico, nelle reazioni di idrolisi. I microrganismi, tuttavia, non sono in grado di utilizzare tutta l'acqua presente nell'alimento, ma esclusivamente la porzione libera espressa dal rapporto tra la pressione di vapore del solvente (p) e quella del soluto (p°).

$$a_w = p/p^\circ$$

Per la legge di Raoult sulle soluzioni ideali, l' a_w di una soluzione, può essere pure espressa nel modo seguente:

$$a_w = N_w / (N_w + N_s)$$

dove N_w è il numero di moli del solvente e N_s quelle del soluto.

In acqua distillata, pertanto, avremo

$$a_w = N_w / (N_w + 0) = 1$$

Mentre in ambiente completamente privo di acqua:

$$a_w = 0 / (0 + N_s) = 0$$

Da ciò deriva che i valori di a_w oscillano tra 1 e 0.

Va precisato che nessun microrganismo è in grado di svilupparsi in acqua pura (distillata). Appare evidente dalla formula sopra riportata, che ogni addizione di soluto, determina un abbassamento dell' a_w della soluzione od alimento, sottraendo acqua libera. I prodotti alimentari freschi presentano valori di a_w tali da supportare lo sviluppo di tutti i microrganismi (Tabella 10.1; 10.2 e 10.3). In un alimento allo stato solido il valore di a_w

non è uniforme su tutto il prodotto; i valori delle porzioni esterne possono variare in funzione del tipo di tessuto ma anche, e soprattutto dell'umidità relativa dell'ambiente dove l'alimento viene conservato. Dal punto di vista microbiologico, una bassa umidità ambientale risulta favorevole per la conservazione del prodotto in quanto, determina un abbassamento di a_w nelle porzioni superficiali, mentre un'elevata umidità ambientale produce l'effetto opposto in seguito a condensazione dell'acqua sul prodotto stesso. Nella pratica, tuttavia, poiché un ambiente eccessivamente secco determina un elevato calo nel peso del prodotto, si ricorre ad un compromesso nella conservazione dei cibi in modo da evitare sia il calo, che la condensazione di acqua sul prodotto. Lo sviluppo microbico in funzione dell' a_w del mezzo in cui i microrganismi vengono a trovarsi, si verifica entro un vasto campo compreso tra quasi 1,0 e 0,62 valore di a_w . Ogni specie microbica presenta un a_w ottimale e un a_w minimo di crescita. Ogni abbassamento dal valore ottimale comporta una diminuzione del tasso di sviluppo fino all'arresto completo della crescita, prima, ed a una certa mortalità poi, quando i valori di a_w scendono al di sotto dei valori minimi.(figura 10.1). In linea generale, si può dire che non esiste sviluppo microbico in ambienti con a_w inferiori a 0,61 e che, solamente i lieviti e le muffe possono svilupparsi in alimenti con a_w di 0,61-0,62, mentre nessun batterio è in grado di riprodursi sotto 0,75. L' a_w è uno dei fattori più importanti nel settore delle tecnologie alimentari influenzando non solo la vita dei microrganismi ma, anche operando una selezione microbica la quale può essere sfruttata dal tecnologo a fini produttivi. (Tiecco G. 2001a)

Tabella 10.1

Batteri	> 0,910
<i>Cl. botulinum E</i>	0,970
<i>Cl. botulinum A, B</i>	0,950
<i>Ps. fluorescens</i>	0,957
<i>Salmonella spp.</i>	0,950
<i>B. subtilis</i>	0,900
<i>Staph. aureus</i>	0,860
Lieviti	> 0,870
Muffe	> 0,700

a_w minimi di crescita di alcuni microrganismi (Tiecco G. 2001)

Tabella10.2

Gruppo microbico	a_w minimo
La maggior parte dei Gram-negativi	0,97
La maggior parte dei Gram-positivi	0,90
La maggior parte dei lieviti	0,88

La maggior parte delle muffe	0,80
Batteri alofili	0,75
Muffe xerofile	0,61

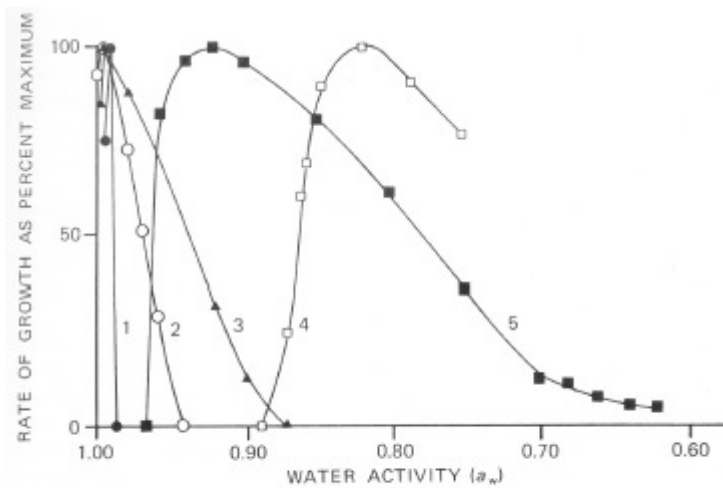
a_w minimi ai quali può verificarsi sviluppo microbico (Tiecco G. 2001)

Tabella 10.3

Frutti e ortaggi	1,00- 0,970	Cereali	0,925
Pollo fresco	0,985	Maionese (80% olio)	0,910
Pesce fresco	0,985	Salami tipo italiano	0,870-0,670
Carne	0,980	Farina	0,830
Wurstel	0,976	Latte condensato	0,800-0,550
Formaggi spalmabili	0,975	Frutta secca	0,300
Mortadella	0,970	Biscotti	0,200
Uova	0,970	Latte disidratato	0,200
Salami tipo ungherese	0,942-0,931	Vegetali disidratati	0,200-0,100

a_w di alcuni alimenti di origine animale (Tiecco G. 2001)

Figura 10.1 (ICMFH Microbial ecology of foods vol.1)



The water relations of growth of five microorganisms. (1) *Mycoplasma gallisepticum* (Leach, 1962); (2) *Salmonella oranienburg* (Christian and Scott, 1953); (3) *Staphylococcus aureus* (Scott, 1953); (4) *Halobacterium halobium* (Christian, unpublished); (5) *Xeromyces bisporus* (Scott, 1957).

Dal punto di vista del contenuto in acqua, gli alimenti possono essere suddivisi in 4 categorie ben distinte:

1) alimenti altamente deperibili i quali presentano un $a_w > 0,95$. Vi rientrano tutti i prodotti freschi i quali, pertanto, se non sottoposti ad altri fattori in grado di svolgere un'azione negativa sulla flora microbica in essi presente, sono soggetti ad alterarsi in breve tempo. Entro questo ambito di a_w (0,99 - 0,95) sono le specie microbiche Gram-negative quelle che prendono il sopravvento sulle altre presenti sulla superficie dei vari alimenti e, indurranno la comparsa di fenomeni alterativi, condizionando la vita conservativa del prodotto. Negli alimenti proteici, quali sono quelli di origine animale e le carni in particolare, saranno i germi appartenenti al gruppo degli pseudomonadi a prendere il sopravvento, presentando un a_w minimo di crescita di 0,95. E' sufficiente, però, una perdita di acqua dalla superficie della carcassa, perché si osservi un rallentamento del loro sviluppo, e quindi un prolungamento della vita conservativa del prodotto. E' importante sottolineare che esistono specie di *Pseudomonas*, così come di *Vibrio*, di origine marina che fanno eccezione a questa regola, potendo riprodursi in alimenti con a_w intorno a 0,75. Tutte le specie patogene Gram-negative, ad eccezione di *V. parahaemolyticus* il cui a_w minimo di crescita è 0,92, pur sopravvivendo, non sono in grado di riprodursi ad $a_w < 0,95$. Dato questa caratteristica di alotolleranza, alcuni ricercatori hanno proposto *V. parahaemolyticus* come germe di riferimento (indicatore) per alimenti di umidità intermedia ($a_w < 0,90$), soprattutto quando nel prodotto finito entrino a far parte materie prime di origine ittica, oppure sia stato utilizzato, per la preparazione del sale marino;

2) alimenti deperibili i quali hanno un a_w compreso tra 0,95 e 0,90. Sono alimenti che supportano lo sviluppo di germi Gram-positivi, e sono soggetti, pertanto, ad alterazioni. Questo gruppo di microrganismi, qualora vengano a trovarsi su alimenti con a_w superiore, nei quali non possono sviluppare germi Gram-negativi, sviluppano bene e, saranno in grado di provocare fenomeni alterativi. Le specie microbiche Gram-positive di maggiore interesse nel settore alimentare (batteri lattici, micrococchi, bacilli e clostridi) sviluppano appunto ad a_w compresi tra 0,95 e 0,90 anche se, si osservano differenze fra le varie specie. La relativa tolleranza di alcune specie di batteri Gram-positivi a sviluppare a questi livelli di a_w , è stata ampiamente sfruttata dall'industria alimentare per la produzione di carni fermentate ed altri prodotti. Le spore, invece, non vengono influenzate dalla riduzione di a_w , anzi, in ambiente povero di acqua, risultano più termoresistenti. Tuttavia è sufficiente una minima reidratazione, conseguente a conservazione impropria dell'alimento, perché queste possano germinare e riprodursi. Appare evidente che in queste

due categorie di alimenti trattati, pur verificandosi una selezione della flora alterante, l' a_w da sola non rappresenta un fattore utile per la loro conservabilità;

3) alimenti con umidità intermedia i quali rappresentano un a_w compreso tra 0,90 e 0,65- 0,60. Sono alimenti che se non vengono conservati in ambienti particolarmente umidi, non consentono lo sviluppo di batteri, siano essi Gram-positivi che Gram-negativi, anche se si deve tener presente l'esistenza di batteri alofili i quali possono rappresentare un problema, almeno in certi tipi di prodotti. Gli alimenti che rientrano in questa categoria, sono prevalentemente soggetti alle alterazioni da muffe, date le caratteristiche fisiologiche da esse possedute, che le rendono competitive con gli altri germi. Il loro sviluppo, data la loro esigenza di O_2 , è superficiale anche se, in alcuni casi, le ife possono penetrare nella profondità del prodotto, allo scopo di assicurare le sostanze nutritive alla colonia; mentre, una parte (ife aeree) rimangono localizzate in superficie per assimilare O_2 . In alcuni casi, per evitare la comparsa dell'ammuffimento nei prodotti ad umidità intermedia, vengono addizionati dei micostatici. Pur essendo microrganismi alteranti, va ricordato che alcuni prodotti, devono le loro caratteristiche organolettiche proprio allo sviluppo di particolari muffe; e questo è il caso del formaggio "Roquefort" e del "Gorgonzola", per la cui produzione si ricorre appunto alla inoculazione nel latte di colture starter. In genere, l'ammuffimento non rappresenta un pericolo per la salute del consumatore, dato che l'alterazione è talmente evidente che è impossibile che il prodotto possa venire acquistato o consumato. In questi ultimi anni, dopo la scoperta che molti miceti sono in grado di produrre micotossine, sulla innocuità dei prodotti ammuffiti, sono nati diversi dubbi. I risultati di alcuni studi stanno a dimostrare che nei formaggi così detti "erborinati", le micotossine non vengono prodotte e, che la produzione di questi composti avviene fondamentalmente nei prodotti di origine vegetale. Tuttavia, non è mai buona pratica, togliere la parte superficiale ammuffita, mediante semplice raschiamento; per una maggiore sicurezza, è più opportuno asportare una porzione di prodotto limitrofo alla colonia fungina, in modo da eliminare pure l'eventuale micotossina che si è diffusa nel prodotto. Poche sono le muffe in grado di sviluppare quando l' a_w scende sotto 0,70 e, fra queste, possiamo ricordare *Xeromyces bisporus*, la quale è considerata il microrganismo che richiede il più basso a_w (0,61) per crescere. Esiste un gruppo di batteri, batteri alofili, i quali richiedendo per il loro sviluppo, la presenza di NaCl, e sono in grado di sviluppare ad a_w inferiori a 0,90. La principale sorgente di questi batteri nell'industria alimentare, è rappresentata dal sale marino; rientrano prevalentemente nella Fam. *Halobacteriaceae* e sono microrganismi che sviluppano ad a_w compresi tra 0,86 e 0,81. Data la loro alofilia,

questi germi rivestono un qualche interesse esclusivamente nel caso degli alimenti sottoposti a salagione e nelle salamoie;

4) alimenti stabili i quali presentano un $a_w < 0,65$ e non permettono sviluppo di alcun microrganismo a condizione che non si verifichi una reidratazione dell'alimento nel corso della conservazione. La stabilità, però, non deve essere confusa con l'assenza di microrganismi; la riduzione di a_w , anche se spinta, inibisce lo sviluppo microbico, ed in alcuni casi, può provocare la morte di una certa quantità di essi, ma è pur vero che molti rimangono vivi e vitali, in grado di provocare fenomeni alterativi non appena il prodotto riacquista piccole quantità di acqua (es. alterazione del baccalà nota come "rosso dei baccalà"), oppure quando vengono reidratati. Essi, pertanto, rappresentano una fonte di contaminazione nel caso in cui vengano mescolati ad altre materie ad alto a_w . Allo stesso modo questi prodotti possono essere responsabili della comparsa di fenomeni tossinfettivi per la presenza in essi di germi patogeni vivi e vitali, oppure per la presenza di tossine preformate prima dell'essiccamento. Appare evidente da quanto sopra detto, che gli alimenti, fatta eccezione di quelli con $a_w < 0,60-0,65$, non sono stabili se il solo agente conservante è rappresentato dall' a_w ; perché questi alimenti aumentino la propria stabilità, è necessario che entrino in gioco anche altri fattori, i quali incidono negativamente sullo sviluppo microbico.

In linea generale si può dire, che qualsiasi altro fattore venga impiegato su alimenti con a_w prossimi ai livelli minimi per lo sviluppo microbico, esso svolge un effetto potenziante, produce cioè un'azione sinergica. A questa regola, tuttavia, fanno eccezione i trattamenti termici, dato che i microrganismi aumentano progressivamente la propria termoresistenza man mano che vengono a trovarsi in ambienti sempre più secchi. E' bene pertanto, che le materie prime, destinate alla preparazione di alimenti a basso a_w , vengano trattate termicamente prima di procedere alla loro disidratazione; in questo modo non solo si ridurranno le cariche microbiche presenti, ma si renderanno pure più sensibili i germi sopravvissuti, all'azione della disidratazione.

I principali effetti sullo sviluppo microbico, indotti da valori sub-ottimali di a_w , sono:

- prolungamento della lag fase (fase di latenza) (es. da 2-3 ore a 8-20 ore e oltre);
- prolungamento dei tempi di duplicazione (es. da 15-20' a 10-20 ore);
- diminuzione del numero totale di microrganismi raggiunto al termine della log fase (fase esponenziale);
- aumento della velocità di decesso nella fase di morte.(Tiecco G. 2001b)

10.2 La conservazione degli alimenti

La conservazione degli alimenti è l'insieme delle tecniche che servono a rallentare i processi di alterazione a cui vanno incontro gli alimenti sia per effetto del tempo che dell'ambiente esterno, mantenendone inalterate le proprietà nutrizionali ed organolettiche. Essa consente invece di conservare gli alimenti in luoghi diversi da quelli di produzione e in stagioni differenti da quelle di raccolta, ottenendo così un'economia di spese evitando il deprezzamento dovuto all'esubero. I metodi di conservazione degli alimenti si basano sulla creazione di condizioni sfavorevoli allo sviluppo, all'attività e alla vita stessa di vari microrganismi patogeni e deterioranti quali batteri, virus, funghi e alghe. I trattamenti utilizzati tendono a conservare l'integrità e la salubrità di diversi alimenti con azioni di tipo termico, fisico o chimico. I metodi di conservazione sono molteplici, ma qui si tratteranno solo quelli che coinvolgono l'abbassamento dell'attività dell'acqua. Alcuni di questi metodi, sfruttano il meccanismo naturale dell'osmosi diretta come la salagione (per alimenti solidi) e la concentrazione (solitamente per alimenti prevalentemente liquidi), che si effettua con una soluzione concentrata, generalmente a base di saccarosio. Con l'osmosi diretta, in presenza di membrane semipermeabili, si assiste al passaggio del solvente puro, dalla soluzione più diluita a quella più concentrata. Con questo processo, l'industria conserviera sfrutta il fenomeno naturale dell'osmosi per concentrare una soluzione diluita, l'alimento ed in particolare frutta (interi o tagliati a fette o cubetti), mettendola a contatto con una soluzione a maggiore concentrazione, appositamente preparata (generalmente a base di saccarosio), eventualmente riscaldata, per mezzo di membrane semipermeabili. Tali membrane non sono altro che le membrane delle cellule che costituiscono la superficie dell'alimento stesso. L'alimento a fettine, cubetti o intero (ciliegie, prugne, albicocche) viene immerso per 12-15 h in soluzioni ipertoniche di saccarosio al 65-70% o in sciroppi zuccherini (per evitare imbrunimenti spesso si aggiunge anche acido ascorbico). Con questa tecnica si riesce ad allontanare fino al 50% dell'acqua presente nel prodotto fresco. In realtà, questo processo, più che una semplice concentrazione, deve essere considerata, una vera e propria trasformazione alimentare, poiché insieme all'acqua, fuoriescono dai tessuti anche zuccheri semplici, sali minerali, acidi organici; viene applicata come trattamento preliminare per altre tecniche conserviere come l'essiccamento e la liofilizzazione. Osmosi inversa: in un normale processo osmotico, l'acqua, attraverso la membrana semipermeabile, passa dalla soluzione più diluita a quella più concentrata, fino al raggiungimento di un equilibrio. Nei processi di osmosi inversa, invece, dalla parte della soluzione più concentrata (alimento), si applica una pressione idrostatica, superiore

alla pressione osmotica, con conseguente inversione del flusso del solvente, che fuoriesce dalla soluzione più concentrata (alimento). A differenza dell'osmosi diretta, in quella inversa, si opera a temperatura ambiente, poiché i tempi di esposizione dell'alimento al trattamento sono bassi, si evita così ogni alterazione da calore.

Quando i microrganismi si trovano in un ambiente in cui la pressione osmotica è superiore a quella del loro citoplasma, condizione questa che viene realizzata ogni qual volta ad un substrato viene addizionato un soluto o quando viene sottratta acqua, essi mettono in atto dei meccanismi di difesa che consentono un certo aumento della pressione osmotica nel loro citoplasma. Tali meccanismi variano da germe a germe e possono essere rappresentate da una maggiore produzione di aminoacidi oppure da un aumento dell'assorbimento di soluti. La messa in atto di questi meccanismi di difesa, avviene pochi istanti dopo il verificarsi della variazione della pressione osmotica esterna, e prosegue fino a quando non viene ristabilito l'equilibrio; se ciò, tuttavia, non è possibile allora il citoplasma perde acqua e conseguentemente si osserverà il completo arresto dei processi metabolici e successivamente alla perdita della vitalità del germe. In particolare, nel caso di stafilococchi si osserva un accumulo citoplasmatico di glicina e colina, fenomeno che rappresenta un meccanismo di difesa all'abbassamento dell' a_w . Spesso l'abbassamento dell' a_w permette ancora lo sviluppo microbico ma impedisce a questi germi di produrre certi metaboliti che rivestono un certo interesse a livello sanitario. Classici a questo proposito sono:

- *Asp. flavous* il quale è in grado di sviluppare fino ad $a_w \geq 0,78$ ma è incapace di produrre aflatoossina quando i valori di a_w scendono sotto 0,85-0,86;
- *Staph. aureus* il quale pur sviluppando ad a_w intorno a 0,83, non è più in grado di produrre enterotossina quanto l' a_w scende sotto 0,92.

10.2.1 La salagione

La salagione è un metodo di conservazione che utilizzando l'NaCl, elimina, per osmosi diretta, l'acqua dagli alimenti bloccando le funzioni vitali dei microrganismi.

Essa può avvenire in due modi: a umido (salamoia) o a secco.

A umido:

La salamoia è un composto di acqua e sale; esistono varie tipologie salamoie che vengono classificate in base alla concentrazione di sale nella soluzione, e possono essere deboli (percentuale nell'acqua di 10% di NaCl), medie (percentuale nell'acqua di 18% di NaCl) o forti (percentuale nell'acqua di 25 - 30% di NaCl). È un metodo che richiede meno tempo

della salagione a secco, anche se meno efficace. Gli alimenti vengono immersi direttamente nella salamoia, che va controllata, e di tanto in tanto può necessitare di una riaggiunta di soluzione, perché diventa sempre più debole (il sale passa gradualmente dalla salamoia nell'alimento), ed inoltre è soggetta a modificazioni chimiche e biologiche. La salagione a umido per immersione diretta, è utilizzata nella conservazione di prodotti vegetali fermentati come crauti, cetriolini, olive. Nel caso di salumi cotti o altri prodotti animali, la salagione a umido può avvenire per iniezione, attraverso siringatrici multiago che iniettano la soluzione direttamente nel muscolo o nell'arteria femorale. Si attua così una salagione più rapida e si evitano le perdite anche del 20% in peso, dovute al lungo stazionamento dei prodotti nelle soluzioni saline. Durante questo trattamento però si alterano le salamoie perché aumentano l'azoto amminico e l'ammoniaca, acido lattico, acetico, butirrico e propionico. Diventano così veicolo di contaminazione microbica e perdita di qualità organolettiche. Va pertanto abbinato ad altri processi di conservazione es sottovuoto, sterilizzazione ecc.

A secco:

Nella salagione a secco l'alimento è messo a contatto diretto col sale grosso, che penetra lentamente nelle cellule. Il sale fino non è utilizzato perché agirebbe troppo velocemente, creando una barriera in superficie che ne impedirebbe la penetrazione a fondo. Può essere effettuata per aspersione a secco, tramite lo sfregamento del sale sulla superficie (è il caso del prosciutto) o per sovrapposizione, alternando strati di prodotto e di sale, cambiando periodicamente la disposizione, come per esempio nella conservazione delle acciughe.

Azione del sale sui microrganismi:

La concentrazione di NaCl nel prodotto, abbassa i valori di a_w , influenzando lo sviluppo e la sopravvivenza dei microrganismi. E' stato dimostrato che la tolleranza al sale è direttamente proporzionale alla temperatura di incubazione. E' stato osservato, infatti, che tutti i 23 ceppi microbici utilizzati, incubati a 30°C, erano in grado di svilupparsi sia in presenza di NaCl al 5% che all'8%, mentre, invece, solo un ceppo si sviluppava quando l'incubazione avveniva a 10°C in presenza di NaCl al 5% e nessuno in presenza all'8%. Appare evidente, che per i prodotti sottoposti a salagione, la distribuzione del sale nell'alimento e/o l'umidità relativa dell'ambiente rappresentano un punto critico che va tenuto sotto controllo, allo scopo di ottenere prodotti gradevoli e conservabili. Il sale sarà in grado di inibire lo sviluppo della maggior parte dei germi patogeni, solo quando la sua concentrazione è abbastanza elevata. Il patogeno più frequentemente coinvolto in episodi tossinfettivi per il consumo di prodotti salati, è senza dubbio *Staphylococcus aureus*. Un

tempo nella salagione venivano utilizzate concentrazioni saline tali da consentire la conservazione del prodotto anche a temperatura ambiente; oggi invece si utilizzano concentrazioni inferiori (in genere 8 g.di NaCl /100 ml H₂O nel prodotto, che porta a un'*a_w* di 0,95). Detto *a_w*, anche nel caso di conservazione in ambiente refrigerato, è in grado di inibire lo sviluppo dei normali psicrofili, non essendo questi in grado di riprodursi in un substrato con *a_w* <0,96. Anche nel caso di concentrazioni leggermente inferiori (es. 7 g di NaCl/100 ml di acqua), il loro sviluppo sarà inibito dall'azione antagonista dei microrganismi più tolleranti, e di conseguenza i fenomeni alterativi delle carni salate non saranno di tipo putrefattivi, ma il quadro alterativo sarà caratterizzato dalla comparsa di odore e sapore acido o caseoso. (Cappelli P. e Vannucchi V. 2005a)

10.2.2 Il congelamento

Consiste nel sottoporre l'alimento a temperature basse o bassissime, con conseguente cristallizzazione dell'acqua libera (non più disponibile per la proliferazione dei microrganismi) e solidificazione del prodotto, che varia a seconda del punto crioscopico. Il punto crioscopico è il punto di gelo dell'alimento che può variare da 0,5 a -5 °C. Con il congelamento, si ha la separazione dell'acqua sotto forma di ghiaccio, e la formazione di soluzioni sempre più concentrate, con un punto di gelo che può arrivare anche a -50 °C per la presenza di acqua legata.

Nel processo di congelamento, si distinguono due fasi:

- 1) la fase di nucleazione, dove oltrepassando il punto crioscopico dell'alimento, compaiono i primi cristalli, con la massima separazione dell'acqua allo stato solido;
- 2) la fase di accrescimento, dove avviene l'accrescimento della dimensione dei cristalli.

L'entità dell'accrescimento e della nucleazione, sono inversamente proporzionali; se prevale la nucleazione, i cristalli saranno tanti e piccoli, viceversa se prevale l'accrescimento.

Secondo la temperatura e la velocità si può avere:

Congelamento lento, in cui la velocità di penetrazione del freddo è ridotta, e la temperatura non scende mai sotto i -25 °C. (tempo di congelamento = 0,05°C/min)

Si ha di conseguenza una scarsa nucleazione, e un forte accrescimento dei cristalli, dell'acqua libera. L'acqua della cellula per osmosi esce, facendola avvizzire (plasmolisi) una volta scongelata; inoltre i macrocristalli rompono le pareti cellulari, con conseguenti

alterazioni tissutali nella fase di scongelamento con perdita di sostanze nutritive; si perdono così i principi nutritivi con calo di peso del prodotto.

Gli alimenti vengono posti in locali mantenuti tra i -15°C e i -25°C dove subiscono un progressivo abbassamento della temperatura fino alla congelazione entro diverse ore, fino a raggiungere al cuore del prodotto le temperature di -5°C -6°C che rappresentano il valore di stoccaggio.

Gli alimenti vengono conservati in questi locali fino al momento della distribuzione .

Surgelazione o Congelamento rapido, metodo che consente di portare il prodotto nella sua interezza da $+20$ a -18°C in un periodo di tempo definito , non superiore a 4 ore con una velocità media di avanzamento del fronte del ghiaccio non superiore a $2\text{ cm}^2/\text{h}$, utilizzando temperature tra i -30 e i -60°C .

In questo metodo prevale la nucleazione con formazione di numerosi microcristalli, sia all'interno che all'esterno (acqua libera) dell'alimento, evitando così il fenomeno dell'osmosi. I tessuti non vengono danneggiati, allo scongelamento i liquidi non fuoriescono dalla cellula, e l'alimento rimane integro.

Inoltre, abbassando rapidamente la temperatura vengono bloccate le reazioni degradative, con relativo aumento del tempo di conservazione. Si raggiungono temperature di oltre -18°C al cuore del prodotto, che rappresentano il valore di stoccaggio.

Le confezioni dei prodotti surgelati:

- proteggono le proprietà organolettiche e le caratteristiche qualitative del prodotto surgelato;
- proteggono il prodotto dalle contaminazioni batteriche o di altro genere;
- sono impermeabili ai liquidi ed ai gas;
- non cedono al prodotto sostanze ad esso estranee.

In generale, minore è la temperatura di congelamento, minori sono le reazioni alterative di tipo microbiologico e biochimico. Non abbiamo un'inattivazione completa degli enzimi e i microrganismi hanno comportamenti differenti. La resistenza alle basse temperature varia con il tipo di microrganismo. Le cellule vegetative di lieviti , muffe e Gram-negativi (coliformi, salmonelle spp) sono più facilmente distrutte. I Gram-positivi (*Staphylococcus aureus* e enterococchi) e le spore delle muffe sono molto più resistenti. Le spore batteriche sono in pratica insensibili. La surgelazione è un trattamento soprattutto batteriostatico, non battericida, quindi non può risanare un alimento inquinato. Ciò che è importante è che alle temperature di congelamento tutti i microrganismi sono quiescenti, quindi non danneggiano il prodotto. (Cappelli P. e Vannucchi V. 2005b)

10.2.3 La concentrazione

Mentre i metodi appena descritti per l'abbassamento dell' a_w , sono applicati ad alimenti prevalentemente solidi, per gli alimenti liquidi quali succhi di frutta, latte, bevande alcoliche ecc, si utilizzano diversi metodi di concentrazione, che hanno le seguenti finalità:

- ridurre il volume e peso dei prodotti alimentari, rendendo il trasporto e lo stoccaggio più agevoli ed economici;
- favorire la conservazione dell'alimento, però da abbinare ad altri trattamenti come la pastorizzazione o la sterilizzazione, poiché non si raggiunge mai la completa disidratazione o essiccazione.

Le principali tecniche utilizzate sono:

- concentrazione per evaporazione
- crioconzentrazione

Concentrazione per evaporazione:

L'evaporazione è, insieme all'ebollizione (o evaporazione violenta), una forma di vaporizzazione ossia di passaggio dallo stato liquido a quello aeriforme di una sostanza, nel nostro caso l'acqua. L'evaporazione interessa solo gli strati superficiali del liquido e avviene in maniera regolare ed ordinata: alcune molecole superficiali della sostanza, pur attratte verso l'interno per le forze di coesione, possono, per motivi di agitazione molecolare interna al liquido e/o tra liquido e l'aria, raggiungere un'energia cinetica sufficiente a vincere tali forze e possono sfuggire dalla massa liquida trasformandosi in vapore; l'evaporazione può avvenire a qualsiasi temperatura, ma l'entità del fenomeno ovviamente dipende dalla temperatura stessa, dall'umidità relativa dell'ambiente circostante, dalla pressione atmosferica: in particolare l'evaporazione aumenta con l'aumentare della temperatura e diminuisce con l'aumentare dell'umidità relativa e della pressione atmosferica.

I processi di evaporazione che utilizzano il calore, possono essere:

- diretti quando il calore è trasmesso attraverso la superficie libera del liquido per irradiazione, come nei metodi naturali che utilizzano i raggi solari; industrialmente, ciò avviene in alcuni processi sottovuoto, dove il riscaldamento è a mezzo di resistenze elettriche.
- indiretti in cui il calore è trasmesso attraverso scambiatori di calore.

Industrialmente si tende ad ottenere un prodotto concentrato che, una volta ricostituito per aggiunta della stessa quantità di acqua perduta, ritorni in condizioni il più possibile simili a quelle di partenza.

Nonostante siano stati messi a punto validi metodi alternativi (processi a membrana), l'evaporazione rimane per ora il sistema di concentrazione più diffuso a livello industriale.

Crioconcentrazione:

Con questa tecnica, i danni provocati dal calore su alimenti termolabili (caffè, birra, succhi di frutta, aceto, vino, latte, estratti di thé, ecc) con l'evaporazione, possono essere evitati.

Con la crioconcentrazione, l'acqua viene allontanata dalla soluzione, previa trasformazione in ghiaccio.

L'operazione avviene in due stadi:

- 1) cristallizzazione dell'acqua per raffreddamento;
- 2) separazione dei cristalli dalla soluzione, che così, resta più concentrata.

La crioconcentrazione sfrutta il principio fisico dell'abbassamento crioscopico delle soluzioni.

Ad esempio il punto crioscopico (di congelamento) che nell'acqua è 0 °C, si abbassa a -2 °C e a -9 °C in succhi di arancia che contengono rispettivamente l'11 e il 50% di sostanza secca. In altre parole, a queste temperature, l'acqua pura separa sotto forma di cristalli di ghiaccio, mentre la soluzione diventa più concentrata.

Questo processo va avanti fino al raggiungimento del così detto " punto eutettico" (punto a cui una miscela di due o più sostanze a determinata concentrazione, fonde o solidifica). Raffreddando l'alimento a temperature leggermente superiori al punto eutettico, si provoca la separazione della maggior quantità di acqua possibile, sotto forma di ghiaccio. Nella pratica, trattandosi di sostanze liquide contenenti grandi percentuali di acqua, le temperature di esercizio non sono molto basse, e variano da -3 a -7 °C. Al contrario di quanto avviene nel congelamento (teso a preservare la consistenza degli alimenti solidi) qui si favorisce l'accrescimento dei cristalli di ghiaccio rispetto alla nucleazione (si tratta comunque di alimenti fluidi con pochi problemi di consistenza): i cristalli devono essere il più possibile grossi e rotondi. In questo modo infatti è minore la quantità complessiva di soluzione (alimento) aderente alle pareti dei cristalli che può essere persa rimuovendo il ghiaccio, così il successivo lavaggio dei cristalli risulta più efficiente: le perdite di sostanza secca con questo processo sono inferiori a 100 ppm.

Le principali fasi del processo, possono essere così sinteticamente descritte: cristallizzazione e accrescimento.

La formazione dei cristalli avviene in due fasi come nel congelamento: nucleazione ed accrescimento. La nucleazione ha luogo sulla parete di uno scambiatore di calore a superficie raschiata: provocando un intenso sotto-raffreddamento locale, si formano numerosissimi microcristalli (nuclei) che, appena formati, vengono raschiati e avviati, insieme alla soluzione, nella zona di accrescimento, cioè nel ricristallizzatore. Con questo sistema si riescono ad ottenere macrocristalli (diam. 0,2-3 mm).

Separazione e lavaggio:

La separazione viene fatta in speciali recipienti cilindrici dette colonne di lavaggio.

Il concentrato è separato dal ghiaccio, e rimosso dalla colonna, attraverso un filtro, mentre i cristalli, vengono spinti dalla parte opposta del cilindro, dove, prima di uscire ed essere fusi, subiscono un lavaggio in controcorrente, allo scopo di asportare ogni residuo di concentrato. (Cappelli P. e Vannucchi V. 2005c)

10.2.4 L'essiccazione

L'essiccazione consiste in un trattamento termico dell'alimento (solido o liquido) al fine di rimuovere la quasi totalità dell'acqua in esso contenuta, passando da valori del 65-95% ad un contenuto idrico del 10-15%. Con l'essiccazione si inibisce lo sviluppo di enzimi ed altri microrganismi responsabili della putrefazione dei cibi, che proliferano nella parte umida del prodotto. Questo trattamento, però, comporta delle conseguenze fisiche sul prodotto stesso come la riduzione del peso e del volume. Queste variazioni risultano positive poiché possono comportare un sostanziale risparmio relativo ai costi di trasporto e stoccaggio, e in alcuni casi, una riduzione delle spese per il confezionamento. Esse possono risultare anche dannose per la qualità dell'alimento, e nel caso si tratti di alimenti solidi la contrazione può alterare la forma e la dimensione del medesimo. Possono avvenire inoltre delle variazioni sul colore, sul sapore e sui valori nutrizionali dell'alimento trattato. La perdita di gusto è dovuta all'evaporazione di aromi volatili, mentre per quanto riguarda le proprietà organolettiche, l'essiccazione comporta una quasi totale scomparsa delle vitamine A e C; questa perdita è molto più forte nel processo di essiccazione rispetto ad altri tipi di conservazione degli alimenti come la sterilizzazione o la congelazione.

Queste modificazioni nella maggior parte dei casi non possono venire ripristinate quantunque si proceda alla reidratazione del prodotto.

Metodi di essiccazione

Metodi naturali:

Metodi di questo tipo sono noti sin dall'antichità, basati sull'esposizione al sole e all'aria del prodotto (generalmente vegetali ma anche animali) per settimane o mesi fino a totale prosciugamento.

A livello industriale tali metodi sono stati del tutto abbandonati in quanto non permettono un controllo del prodotto soprattutto dal punto di vista igienico ed organoleptico e necessitano di un dispendioso impiego di manodopera per rigirare periodicamente i prodotti.

Metodi artificiali:

I metodi artificiali invece hanno preso piede a partire dall'inizio del Novecento con la messa a punto dei primi essiccatoi, ambienti riscaldati artificialmente ove far circolare o sostare gli alimenti da trattare.

I metodi artificiali di essiccazione si distinguono in:

Essiccazione con aria calda: l'aria calda ha un duplice ruolo; quello di trasmettere il calore provocando l'evaporazione dell'acqua e quello di allontanare il vapore stesso dalla superficie dell'alimento e dall'ambiente circostante ad esso. Il risultato viene ottimizzato aumentando la temperatura e la velocità dell'aria.

Essiccazione mediante radiazioni: metodi poco diffusi, consistono nel passaggio dell'alimento portato da un nastro sotto una fonte di raggi infrarossi, o nell'essiccamento in forni a tunnel a microonde eventualmente in condizioni di sottovuoto (snack, müsli, caffè solubile).

Essiccazione per contatto diretto con una superficie riscaldata: il prodotto viene riscaldato per contatto con una superficie metallica, a sua volta riscaldata per contatto con vapore.

Molti sono i punti da osservare nel processo di essiccamento; tra i principali, oltre alla necessità di utilizzare materie prime pregiate, possiamo ricordare:

- velocità di sottrazione dell'acqua – un'evaporazione troppo rapida dell'acqua, può portare alla formazione di uno strato superficiale troppo secco che impedisce successivamente l'evaporazione stessa; allo stesso modo un essiccamento in ambiente troppo umido, porta ad una condensazione di acqua sulla superficie, e quindi, anche in questo caso, ad un prodotto difettoso;

- temperatura del mezzo essiccante – una temperatura troppo bassa può dare origine ad un prodotto con a_w superiore a quello fissato;
- igrometria dei locali in cui vengono conservati i prodotti.

Molti sono i prodotti commercializzati per i quali si fa ricorso a questa tecnologia di conservazione, tra essi, possiamo ricordare il latte in polvere, lo stoccafisso, latte concentrato ecc. (Cappelli P. e Vannucchi V. 2005d)

10.2.5 La liofilizzazione

Questa tecnica, detta anche crioessiccamento o “freeze drying”, consiste nella disidratazione per sublimazione, di prodotti previamente congelati, in particolari condizioni di temperatura ($< 0\text{ }^\circ\text{C}$) e pressione (sottovuoto). La liofilizzazione può portare ad un contenuto di umidità estremamente basso dell'1- 4%, impedendo ai batteri e alle muffe di crescere, e agli enzimi di indurre reazioni chimiche che deteriorano il prodotto. I prodotti liofilizzati hanno una lunga conservazione; in una confezione sigillata protetta dall'umidità, dalla luce e dall'ossigeno possono essere conservati a temperatura ambiente per molti anni. Dopo la reidratazione, i prodotti liofilizzati possono avere un sapore, una consistenza e un aspetto migliore rispetto ad altre tecniche di conservazione. Per esempio, l'essiccazione della frutta ne causa il restringimento, un fenomeno che non avviene con la liofilizzazione. Paragonati ai prodotti essiccati all'aria o mediante spray, i prodotti liofilizzati possono essere reidratati velocemente, poiché il processo lascia pori microscopici, creati dal ghiaccio, che scompare in seguito alla sublimazione. I prodotti liofilizzati, sono sostanze di un certo pregio, poiché conservano le stesse qualità nutrizionali del prodotto di partenza, con una notevole riduzione di peso (fino al 92%) e i vantaggi che questo comporta. In campo alimentare, si sta estendendo questa pratica, fino a poco tempo fa limitata a pochi prodotti (caffè, thé solubile, succhi di frutta, frutta esotica, funghi, prodotti dietetici per l'infanzia), ai comuni alimenti, sostituendola quando è possibile all'essiccamento.

Il ciclo di liofilizzazione comprende quattro fasi:

- preparazione del materiale
- congelamento
- liofilizzazione
- confezionamento

Preparazione: i prodotti liquidi vengono dapprima concentrati; quelli solidi devono essere granulati o tagliati in modo che una delle tre dimensioni, non superi i 2 cm.

Congelamento: eseguito secondo il metodo rapido o ultrarapido, raggiungendo temperature tali da consentire la solidificazione anche delle soluzioni a più basso punto crioscopico (fino a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, resta incongelata solo una piccola quota di acqua legata) e consentendo la formazione di numerosissimi microcristalli che una volta sublimati lasciano l'alimento spugnoso, dunque facilmente reidratabile. Particolarmente vantaggioso da un punto di vista energetico è l'utilizzo del congelamento adiabatico (senza scambio di calore con l'esterno) o autocongelamento: ponendo il prodotto sotto vuoto spinto, l'acqua presente negli strati superficiali evapora rapidamente, assorbendo calore e provocando il congelamento dell'alimento.

Liofilizzazione:

La liofilizzazione prevede tre fasi distinte:

- Essiccamento primario o sublimazione sottovuoto: l'alimento congelato viene posto in vassoi su piastre e successivamente in autoclavi a $T^{\circ} \leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e vuoto medio basso $P = 133-13\text{ Pa}$. La sublimazione ha inizio con formazione di grandi nubi di vapore (aspirate insieme ai gas da pompe e recuperate sotto forma di ghiaccio in condensatori) e sottrazione di calore dall'alimento che viene comunque mantenuto a T° vicino a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ mediante riscaldamento delle piastre. Viene così eliminata tutta l'acqua congelata.
- Essiccamento secondario o evaporazione sottovuoto: in questa fase viene allontanata per evaporazione anche l'acqua incongelabile (legata o di cristallizzazione), fornendo ulteriore calore e operando in condizioni di medio vuoto: $T^{\circ} = 0-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P = 0,13\text{ Pa}$. Si ottiene così un'umidità residua $< 5\%$.
- Rottura del vuoto: nell'autoclave viene ripristinata una pressione pari a quella atmosferica per immissione di azoto deumidificato.

Confezionamento:

In condizioni igieniche ineccepibili e di umidità molto bassa, avviene il confezionamento sottovuoto o sotto azoto in buste a triplo strato (polietilene, poliammide, alluminio). (Cappelli P. e Vannucchi V. 2005e)

Conclusione

In conclusione, nonostante sia stato trattato l'argomento sotto vari aspetti (chimico, microbiologico, tecnologico, dell'utilizzo ecc), è sembrato doveroso chiudere questo elaborato, evidenziando soprattutto l'aspetto sociale e umanitario, dell'utilizzo di questa risorsa. L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha dichiarato il 2005-2015 "Decennio Internazionale dell'Acqua – l'Acqua per la Vita" durante il quale si propone di dedicare un particolare impegno al fine di garantire a tutti gli esseri umani e anche alle generazioni future, l'accesso all'acqua. Due delle maggiori cause della povertà e della disuguaglianza mondiale, sono proprio le fonti d'acqua non sicure e un'igiene inadeguata. Le vere sfide che abbiamo di fronte in questo "Decennio Internazionale dell'Acqua" sono: quella del riconoscimento del diritto all'acqua, che ancora non c'è, nonostante gli impegni dell'ONU e di alcuni governi; e quella di garantire a tutti entro pochi anni, l'accesso all'acqua attraverso azioni concrete e con la garanzia di un governo pubblico mondiale, che promuova una gestione equa, solidale, partecipata e sostenibile, di questo bene comune dell'umanità. Il 22 marzo è la giornata mondiale dell'acqua, istituita dalle Nazioni Unite nel 1992. Da allora in questa data l'ONU invita a ricordare il tema dell'acqua anche attraverso eventi concreti. Quest'anno la scadenza si presenta come maggiormente significativa perché il 2013 è stato proclamato anno internazionale sulla cooperazione idrica. L'UNESCO è stato invitato dunque a guidare le iniziative, proprio per il suo approccio multidisciplinare che unisce scienze naturali e sociali, istruzione, cultura e comunicazione, che ben si coniuga con la natura intrinseca dell'acqua, risorsa universale che ha molteplici aspetti: culturali, educativi, scientifici, religiosi, etici, sociali, politici, giuridici, istituzionali ed economici. L'obiettivo del 2013 è quello di sensibilizzare l'opinione pubblica sulla necessità di una maggiore cooperazione per affrontare le sfide che pone la gestione delle acque, soprattutto per la crescita della domanda e il problema degli sprechi. Per il raggiungimento di queste mete ambiziose ma doverose e possibili, è indispensabile l'impegno di cittadini, di educatori, di amministratori ecc, consapevoli della difficoltà di queste sfide e disposti ad interpretare le complessità che il tema dell'acqua sottende.

Bibliografia e Webgrafia

- Altamore G. 2003. Qualcuno vuol darcela a bere. Genova: Ed. Fratelli Frilli 2003
- Atkins P. 2006. Principi di chimica. Bologna: Zanichelli Editore
- Ball P. 2000. H₂O Una bibliografia dell'acqua. Milano: Editore Rizzoli
- Bonomo L. 2008. Trattamenti delle acque reflue. Milano: Ed. Mc Graw Hill
- Brancati A. 1970. Il regime delle acque nell'antichità. (3 – 34) Firenze: Ed. La Nuova Italia
- Calza F. 2008. L'acqua. Utilizzo, depurazione, recupero. Milano: Ed. Tecniche nuove
- Ceci S. 2007. Acqua e ambiente. Bologna: E.M.I. Editrice Missionaria Italiana
- Curtis H. e Sue Barnes N. 2003. Introduzione alla biologia. Milano: Zanichelli Editore
- Dalla Via G. 2003. Acqua buona, acqua sana. Vicenza: Ed. Il punto D'incontro
- Deriù M. 2007. Acqua e conflitti. Bologna: E.M.I. Editrice
- De Villers M. 2003. Acqua. Milano: Sperling & Kupfer Editori
- Gesualdi F. 2007. Acqua con giustizia e sobrietà. Bologna: E.M.I.
- Martinelli L. 2011 L'acqua non è una merce. Milano: Edizioni Altra Economia
- Martire F. e Tiberi R. 2007. Acqua il consumo in Italia. Bologna: E.M.I. Editrice
- Picciulin M. 2007. Acqua e scienza. Bologna: E.M.I. Editrice
- Sorcinelli P. 1998 Storia sociale dell'acqua, riti e culture Milano Bruno Mondatori Editore
- Tiecco G. F. 2001. Igiene e tecnologia alimentare. Bologna: Editrice Calderoni Ed agricole srl
- Virgilio F. 2007. Acqua tra educazione e cooperazione. Bologna: E.M.I. Editrice

Comunicazioni Personali

- Andretta G. 2012. Classici acqua. Comunicazione personale
- Andretta G. 2012. L'etichetta dell'acqua minerale naturale. Comunicazione personale
- Andretta G. 2012. Parliamo di acqua. Agripolis Legnaro. 23/aprile
- Zanasi A. 2012 Acqua per saperne di più. S.I.M.G. Società Italiana Medicina Generale.

Webgrafia

- [www.degustatoriacqua.com/ cartacqua.pdf](http://www.degustatoriacqua.com/cartacqua.pdf)
- www.mineracqua.it
- www.silsimi.unimi.it
- www.albuw.ait.ac.th
- www.sciencedirect.com
- www.impegnocivile.it
- www.elsevier.com/locata/wri
- www.aseanfood.info/scripts/count
- www.arpa.emr.it
- www.dica.unict.it/users/costruzioni
- www.leganerd.com
- www.attivitaproduttive.gov
- www.acquacerelia.com
- www.istat.it

Leggi, Norme

- 2001. D. Lgs. 31/2001 che ha recepito le D.E. 98/83/CE sulle acque potabili
- 2002. D. Lgs. 27/2002 Concernenti modifiche sulle acque potabili
- 1999. D.L. 339/99 Concernente acqua di sorgente
- 2001. D. Lgs. Del 31/05/2001 Modificazioni al decreto del 12/11/1992, concernente il regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali
- 2003. D.M. Salute del 29/12/2003 sulle acque minerali che ha recepito la D.Com. n. 2003/40/CE del 14/05 /2003
- 2003. D.M. Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue n. 185 del 12/06/2003
- 2006. D. Lgs del 03/04/2005 n. 152 e successive modifiche e integrazioni, concernente dati sui prelievi e la tipologia di fonte per distretto idrografico; che recepisce la Direttiva Quadro 2000/60/CE