



MANUALE OPERATIVO

WA.S.H.

(WATER Sanitation and Hygiene)



Disclaimer: Il Manuale Operativo WA.S.H è stato approvato con Determina n.309 del 5 ottobre 2022.

Il Manuale è frutto della collaborazione tra AICS (Uffici tematici IV e V) e Sogesid S.p.A.

A large, stylized letter 'S' in white with a dark blue outline, positioned in the upper left corner of the page. The background is a gradient of blue, with a darker blue vertical band on the left side. There are decorative elements in the corners: a green and red shape in the top right, and a purple, cyan, green, red, and yellow shape in the bottom left, and a dark blue, cyan, and dark blue shape in the bottom right.

Sommario

Sommario

<u>Premessa</u>	6
<u>Introduzione</u>	7
<u>I.I. Definizione di WASH a livello internazionale</u>	9
<u>I.II. Contesto internazionale, Agenda 2030 ONU (ob.6)</u>	10
<u>I.III. L'acqua nel contesto europeo</u>	12
<u>I.IV. L'acqua nelle politiche delle Organizzazioni internazionali</u> <u>di riferimento</u>	14
<u>Capitolo 1 – WATER</u>	17
<u>1.1. Approvvigionamento Idrico - Caratteristiche delle acque naturali</u>	18
<u>1.2. Requisiti delle acque potabili e giudizio di potabilità</u>	21
<u>1.3. Fabbisogno idrico</u>	26
<u>1.4. Fonti di approvvigionamento idrico</u>	28
<u>1.5. Potabilizzazione dell'acqua</u>	35
<u>1.6. Ulteriori trattamenti per la rimozione di sostanze specifiche</u>	44
<u>1.7 Linea fanghi</u>	47
<u>Bibliografia</u>	48
<u>Capitolo 2 – SANITATION</u>	51
<u>2.1. Servizi igienici</u>	52
<u>2.2. Concetti e definizioni di base</u>	58
<u>2.3. Le caratteristiche delle acque reflue</u>	69
<u>2.4. Trattamenti delle acque</u>	72
<u>2.5. Il lagunaggio</u>	77
<u>2.6. La fitodepurazione</u>	85
<u>2.7. Trattamento dei fanghi ed economia circolare</u>	103

<u>Bibliografia</u>	106
<u>Capitolo 3 – LA PROMOZIONE DELL’IGIENE</u>	109
<u>3.1. Definizione e componenti della promozione dell’igiene</u>	110
<u>3.2. Contesto: il problema a livello globale, l’importanza della promozione dell’igiene e i suoi benefici</u>	115
<u>3.3. Accesso e quantità di acqua necessaria per l’igiene</u>	123
<u>3.4. Programmare e attuare la promozione dell’igiene nelle iniziative di cooperazione internazionale allo sviluppo</u>	127
<u>3.5. Identificazione dei beneficiari <i>target</i></u>	134
<u>3.6. La promozione dell’igiene applicata a diversi contesti</u>	148
<u>3.7. Cenni a metodi e approcci per comprendere i determinanti comportamentali e favorire il cambiamento dei comportamenti igienici</u>	158
<u>Bibliografia</u>	164
<u>Allegato I - CHECK-LIST E INDICATORI PER LA PROGETTAZIONE E VALUTAZIONE DI UN’INIZIATIVA WASH</u>	167
<u>1 Check-list per la progettazione di un’iniziativa WASH</u>	168
<u>2 Indicatori applicabili al settore WASH</u>	176
<u>3 Esempio metodologico per misurare gli indicatori per il monitoraggio e la valutazione della qualità degli interventi in ambito WASH</u>	200

Premessa

Il presente documento, frutto della collaborazione AICS (Uffici tematici IV e V) – Sogesid SpA, si prefigge l'obiettivo di fornire a coloro che sono chiamati a progettare, realizzare e monitorare iniziative di aiuto umanitario e di sviluppo in ambito WA.S.H. uno strumento operativo facilmente fruibile non solo grazie alla semplicità dell'esposizione, al contempo scientificamente rigorosa, ma anche grazie alla organizzazione del materiale *in tre capitoli fondamentali, che illustrano le componenti del WASH, ovvero Water, Sanitation e Hygiene, e si conclude con una check list di indicatori che aiuta il lettore alla stesura di un'iniziativa WA.S.H. (allegato I).*

I concetti espressi aiutano il lettore a capire fino a che punto un'iniziativa proposta o in corso di esecuzione e/o monitoraggio possa rispondere alle esigenze del territorio in cui è o dovrà essere attuata.

Occorre tener presente che il mondo WASH è estremamente vasto, volendo includere tutte le tecniche di depurazione esistenti e i continui brevetti in corso di sviluppo, tuttavia, visto l'ambito in cui si andrà a operare, non si tratterà, nel presente testo, dei sistemi di depurazione tradizionali (tecnologici), ma ci si focalizzerà essenzialmente sui sistemi depurativi naturali (detti anche estensivi), facilmente applicabili nei Paesi Partner della Cooperazione italiana, dove l'approvvigionamento di materiali e il reperimento di manodopera altamente specializzata (per la gestione), possono costituire degli ostacoli all'implementazione di processi altamente tecnologici.

La presente premessa vuol anche guidare il lettore a un uso ottimale del testo, pertanto:

- per una panoramica sulla componente Water è utile leggere i paragrafi 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4;
- per una comprensione del processo di potabilizzazione delle acque naturali è necessario leggere i paragrafi 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 e 1.7;
- la chiave di lettura per una piena comprensione della componente Sanitation è il paragrafo 2.2, in cui, sotto forma di glossario, sono espressi i concetti di base, utilizzati nei paragrafi successivi. Utile a tale scopo risulta anche il paragrafo 2.3;
- per le tecniche di depurazione è necessario leggere anche i paragrafi 2.4, 2.5, e 2.6.

I capitoli 1, 2 e 3, nella parte finale, sono arricchiti da un'ampia bibliografia che consente al lettore autonomi approfondimenti in materia.

L'essere umano consuma oggi il doppio di acqua rispetto all'inizio del 1900, e globalmente, il consumo di acqua è circa decuplicato nell'arco di un secolo. Per converso, negli ultimi cinquant'anni la disponibilità di acqua è diminuita di tre quarti in Africa e di due terzi in Asia. In Africa la disponibilità di acqua potabile, reti fognarie e servizi igienici è ancora molto lontana da uno standard accettabile, soprattutto nelle aree rurali. Centinaia di milioni di persone non hanno un rubinetto in casa e secondo le stime dell'OMS, l'Organizzazione Mondiale per la Sanità, più di 200 milioni di bambini muoiono ogni anno a seguito del consumo di acqua insalubre e per le cattive condizioni sanitarie che ne derivano. Di fronte a un continuo aumento del fabbisogno idrico mondiale è necessaria un'attenzione politica per prevenire nuovi conflitti legati alla risorsa acqua e la conseguente necessità di specifici accordi di cooperazione che offrano percorribili modelli di "governance", in particolare per i bacini idrici transfrontalieri, che rappresentano il 40% delle risorse idriche mondiali.

L'acqua ricopre gran parte del pianeta e costituisce una risorsa potenzialmente sufficiente a soddisfare i diversi usi cui può essere destinata; tuttavia, rappresenta in molti contesti il vincolo più stringente per lo sviluppo umano, poiché barriere naturali, antropiche ed eventi climatici ne riducono la disponibilità effettiva. I motivi sono molteplici: la distribuzione non uniforme delle risorse idriche; gli effetti dei cambiamenti climatici; la crescita demografica; la mancanza di risorse finanziarie per affrontare gli investimenti necessari per raggiungere tutte le aree con adeguati sistemi di distribuzione; una scarsa qualità della risorsa disponibile dovuta a un uso inappropriato e a una bassa propensione al riuso; un peggioramento della qualità delle risorse di acqua dolce disponibile dovuto a crescenti livelli di inquinamento.

La stima è che nel 2030, il 30% della popolazione mondiale vivrà in situazione di crisi idrica.

Tali sfide, che interessano la comunità internazionale, i singoli Stati e le comunità territoriali, chiamano direttamente in causa la cooperazione internazionale, che deve porsi l'obiettivo dell'accesso alle risorse idriche, lungo tre direttrici principali: i) partecipare al dibattito sull'affermazione dell'acqua come diritto umano, ovvero il diritto a una vita dignitosa per tutti gli abitanti del pianeta, associato all'accesso a servizi igienici di base; ii) garantire l'accesso all'acqua per uso umano e per usi produttivi; iii) salvaguardare le risorse idriche per le generazioni future.

Nel contesto dell'approfondita riflessione in cui la comunità internazionale è impegnata con la definizione di un'agenda per lo sviluppo sostenibile per il post-2015, il tema delle risorse idriche richiede anche una valutazione dei modelli di accesso e gestione fin qui promossi dalla cooperazione internazionale e della loro compatibilità con le conoscenze e le capacità dei beneficiari, nell'ottica di una "economia circolare", attenta quindi al riuso delle risorse.

Pur riconoscendo di aver sostanzialmente raggiunto l'obiettivo del millennio in termini impiantistici, molte delle strutture di distribuzione dell'acqua rimangono in parte inutilizzate o sottoutilizzate perché non appropriate alla situazione locale, costose per manutenzione o non adeguatamente sostenute da un'appropriata gestione. Occorre pertanto prestare rinnovata attenzione all'efficacia di questi interventi, anche attraverso la formulazione di marker specifici per valutarne l'impatto. Servono inoltre nuove tecnologie in risposta ai cambiamenti climatici e un approccio integrato delle risorse idriche; utilizzare al meglio quello che consumiamo, e in gran parte perdiamo, a causa di un uso inefficiente o del mancato riciclo delle acque reflue trattate e di quelle meteoriche, può trasformarsi da problema in risorsa.

Infine, i cambiamenti climatici determinano una forte variazione nella distribuzione delle precipitazioni, con crescenti periodi di siccità intervallati da brevi periodi di piogge estremamente intense. Questo, assieme ai mutamenti demografici, che vedono la popolazione delle città crescere a dismisura rispetto alla popolazione rurale, determina oltre a un problema di approvvigionamento e di sanitizzazione, anche

un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli, con conseguente aumento del rischio di inondazioni. Sono necessarie, pertanto, soluzioni che si basino su politiche corrette, tecniche e controlli adeguati, e che siano compatibili e sostenibili dal punto di vista ambientale.

Molto importante è sottolineare il nesso esistente acqua–energia–cibo, così come introdotto dalla Conferenza di Bonn “Nexus 2011”, inteso come l'interrelazione tra la disponibilità della risorsa idrica e la capacità di garantire acqua, cibo ed energia per tutti, in un'ottica di crescita equa e sostenibile.

Water for Energy: l'acqua è necessaria per l'estrazione, la lavorazione, la raffinazione, e lo smaltimento dei residui di combustibili fossili, così come per la produzione di biocarburanti e per generare energia elettrica;

Energy for Water: l'energia è richiesta per il sollevamento, il trasferimento, la distribuzione e il trattamento delle acque;

Water for Food: la produzione alimentare è responsabile del 80-90% del consumo di acqua a livello mondiale;

Energy for Food: l'utilizzo di energia è aumentato in maniera significativa, in particolare per la lavorazione del terreno (attraverso la meccanizzazione agricola), concimi (soprattutto azoto), irrigazione e altro.

L'approccio “Nexus”, evidenziando la crescente interconnessione tra i settori, indica la possibilità, attraverso l'innovazione tecnologica e politiche pubbliche di incentivi e disincentivi, di un'allocazione ponderata della risorsa idrica nei tre settori, per migliorarne l'efficienza e produrre di più con meno risorse.

Tale approccio si propone parallelamente di individuare sinergie e compromessi tra i diversi settori e gruppi di interesse per un uso equilibrato delle risorse naturali e favorire una maggiore coerenza delle politiche di sviluppo di ciascun Paese.

I.I. Definizione di WASH a livello internazionale

In ambito internazionale, l'acronimo WA.S.H. sta a indicare *Water, Sanitation e Hygiene* (ai temi *Water e Sanitation*, nel presente lavoro, sono stati dedicati due interi capitoli) ovvero, rispettivamente, tutto ciò che attiene al settore dell'approvvigionamento idrico, tutto ciò che attiene al settore delle acque reflue, comprensivo dei servizi igienici (ciò per quanto attiene alla parte infrastrutturale), a cui si aggiunge una parte attinente l'informazione/educazione su quelle che sono le comuni norme igieniche.

Quando di parla di approvvigionamento idrico (WATER), ci si riferisce ad acqua destinata a uso idropotabile (o come definita nella normativa italiana "acqua destinata al consumo umano"), utilizzata per bere, cucinare e per l'igiene personale e domestica (secondo quanto indicato nel manuale: "*The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*", fourth edition, Geneva, Switzerland, 2018).

Nello specifico l'approvvigionamento idrico (Water) è composto dalle seguenti fasi:

- captazione;
- potabilizzazione (eventuale);
- adduzione;
- distribuzione;

mentre la "*Sanitation*" comprende le seguenti fasi:

- realizzazione di servizi igienici;
- collettamento delle acque reflue;
- depurazione delle acque reflue;
- riutilizzo (eventuale);
- scarico finale (generalmente in corpo idrico superficiale).

Potremmo definire gli interventi infrastrutturali del WASH (Water and Sanitation), a esclusione della realizzazione dei servizi igienici, come una trasposizione del concetto di ciclo idrico integrato attuato nei Paesi industrializzati. I servizi igienici sono stati esclusi, per il semplice motivo che nei Paesi industrializzati sono una realtà ormai acquisita e si trovano praticamente ovunque (nelle abitazioni, dalle popolari a quelle residenziali, nei locali pubblici, negli uffici, nelle fabbriche, talvolta anche per strada, ecc..).

La componente Sanitation, come detto sopra, comprende le reti di drenaggio urbano e gli impianti di depurazione dell'acqua. Questi ultimi, sono impianti a servizio delle comunità che hanno il compito di trattare l'acqua reflua, riducendone l'impatto sull'ambiente in termine di emissioni. Essi costituiscono quindi delle *clean-up technologies*, ovvero tecnologie di pulizia.

Anche gli impianti di trattamento delle acque generano però un impatto sull'ambiente. Esso è dovuto al consumo di reagenti chimici usati nei processi, alla generazione di tutti i sottoprodotti dei pretrattamenti (grigliati, sabbie, schiume, oli e grassi), nonché alla produzione dei fanghi. Ulteriori pressioni sull'ambiente sono legate al consumo di energia elettrica, legata alla portata da trattare (quindi alla taglia dell'impianto), e alla tipologia di processi utilizzati.

Ecco, quindi, come anche un impianto di servizio finalizzato a ridurre l'inquinamento, possa essere esso stesso una fonte di impatto ambientale.

È necessario, pertanto, cambiare l'approccio da *Clean-up Technologies* a *Clean Technologies* (tecnologie pulite), ovvero tecnologie non solo finalizzate a ridurre l'inquinamento, ma che siano esse stesse progettate, realizzate e gestite in modo da minimizzare l'impatto sull'ambiente; impatto legato non solo le emissioni generate (solide, liquide e gassose), ma anche a consumo di risorse prelevate dall'ambiente.

Ecco, quindi, che le iniziative WASH devono sempre essere concepite seguendo l'approccio suddetto.

I.II. Contesto internazionale, Agenda 2030 ONU (ob.6)

Il quadro internazionale nel settore dell'acqua è definito, in primo luogo, dagli impegni assunti dai vari Paesi nel contesto delle Nazioni Unite: dalla prima Conferenza delle Nazioni Unite sull'Acqua del 1977 a Mar del Plata fino alla Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile (Rio+20) del giugno 2012, passando per l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite del 1980 che proclama il "Decennio Internazionale dell'Acqua Potabile e dei Servizi Igienici", dal 1981 al 1990, cui ha fatto seguito la seconda decade "Water for life" che si è conclusa nel 2015.


Oltre che fornire un utile resoconto globale sullo stato delle risorse idriche, questi appuntamenti hanno consentito di definire possibili obiettivi comuni e richiamare una seppur difficile condivisione di principi guida. Fra questi, il principio che l'acqua fa parte dell'eco-sistema e costituisce quindi una risorsa naturale, la promozione di possibili modelli di partenariato pubblico-privato, l'introduzione del principio "chi inquina paga", l'affermazione del concetto di "sviluppo sostenibile" fondato sulla "precauzione", sulla salvaguardia quindi delle risorse per le generazioni future. L'obiettivo dichiarato rimane quello di raggiungere l'accesso universale ad acqua pulita e a servizi igienici in tutti i Paesi.

L'accesso all'acqua viene visto come essenziale per il pieno godimento della vita e come uno strumento di lotta alla povertà e di mitigazione dei danni provocati dai disastri naturali. Per raggiungerlo viene promosso un cambio di paradigma incentrato sulla gestione integrata delle risorse, riconoscendo, fra l'altro, un ruolo preminente alle donne e l'importanza della formazione.

A partire dal 1997, il dibattito internazionale sulla gestione delle risorse idriche si è arricchito con i contributi del "World Water Forum", organizzato con cadenza triennale ha come obiettivo la definizione di politiche di governo e di regole di gestione delle risorse idriche con un'attenzione particolare verso l'uso umano e produttivo della risorsa in termini soprattutto economici.

L'Agenda 2030, tra i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG), prevede di "assicurare a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie" (SDG 6). Si tratta di un Obiettivo fortemente interconnesso con altri fondamentali obiettivi di sviluppo quali la lotta alla povertà e alle disuguaglianze, la sicurezza alimentare e nutrizionale, l'agricoltura sostenibile, la sanità e il benessere, lo sviluppo sostenibile delle città, nonché la gestione delle risorse e degli ecosistemi terrestri e marini. L'SDG 6 è composto dai *Target* di seguito riportati:

- **6.1** Ottenere entro il 2030 l'accesso universale ed equo all'acqua potabile che sia sicura ed economica per tutti;
- **6.2** Ottenere entro il 2030 l'accesso a impianti sanitari e igienici adeguati ed equi per tutti e porre fine alla defecazione all'aperto, prestando particolare attenzione alle esigenze di donne e bambine e ai soggetti vulnerabili;
- **6.3** Migliorare entro il 2030 la qualità dell'acqua eliminando le scariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro a livello globale;
- **6.4** Aumentare considerevolmente entro il 2030 l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua in ogni settore e garantire approvvigionamenti e forniture sostenibili di acqua potabile, per affrontare la carenza idrica e ridurre in modo sostanzioso il numero di persone che ne subisce le conseguenze;
- **6.5** Promuovere entro il 2030 una gestione delle risorse idriche integrata a tutti i livelli, anche tramite la cooperazione transfrontaliera;

- 
- **6.6** Proteggere e risanare, entro il 2030, gli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, le foreste, le paludi, i fiumi, le falde acquifere e i laghi;
 - **6.a** Espandere entro il 2030 la cooperazione internazionale per creare attività e programmi legati all'acqua e agli impianti igienici nei Paesi in via di sviluppo, compresa la raccolta d'acqua, la desalinizzazione, l'efficienza idrica, il trattamento delle acque reflue e le tecnologie di riciclaggio e reimpiego;
 - **6.b** Supportare e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nel miglioramento della gestione dell'acqua e degli impianti igienici.

I.III. L'acqua nel contesto europeo

In ambito europeo, la gestione delle acque è disciplinata dalla Direttiva 2000/60/CE che nel 2000 ha affermato il principio dell'acqua come una risorsa comune dell'umanità e un bene pubblico essenziale per la vita e per la salute dei consumatori; essa costituisce il riferimento normativo più completo per la tutela e la gestione delle risorse idriche comunitarie. La Direttiva stabilisce i punti cardine di una politica integrata comunitaria in materia di acque:

- salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente idrico;
- utilizzazione razionale e sostenibile delle risorse idriche fondata sulla loro protezione a lungo termine;
- importanza della "precauzione" e dell'azione preventiva;
- principio della correzione, anzitutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente;
- applicazione del principio "chi inquina paga";
- promozione di un approvvigionamento adeguato di acqua di buona qualità.


La Direttiva definisce "il distretto idrografico" (area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi) come la principale unità per la gestione delle risorse idriche. L'obiettivo è di promuovere una gestione razionale e sostenibile, ottenendo e mantenendo un buono stato delle acque, integrando e armonizzando misure relative sia alle acque superficiali che sotterranee appartenenti al medesimo sistema ecologico, idrologico e idrogeologico. La definizione dei distretti idrografici come unità territoriali di riferimento per la gestione della risorsa e la partecipazione attiva degli "stakeholder" alla gestione dei distretti rappresentano aspetti peculiari della normativa, ulteriormente rafforzati, da ultimo, con la recente adozione del "Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee" (COM 673) del 2012.

In tale specifico quadro, la Commissione individua quattro azioni prioritarie nel breve-medio termine:

- incrementare l'utilizzo di strumenti economici volti all'internalizzazione delle esternalità negative connesse allo sfruttamento delle acque (*water pricing*);
- promuovere lo sfruttamento delle risorse idriche in un'ottica di integrazione con altre politiche settoriali (agricoltura, costruzioni) al fine predisporre un quadro di misure di efficienza nell'utilizzo delle risorse idriche;
- promuovere una governance efficiente delle risorse idriche promuovendo relazioni più efficaci fra le diverse Istituzioni;
- migliorare le conoscenze e gli strumenti a disposizione dei gestori delle risorse idriche, per imprimere maggiore efficacia nei processi decisionali e nella riduzione degli oneri amministrativi.

Sul versante della cooperazione internazionale della UE nel settore delle risorse idriche, va inoltre segnalata la creazione del Fondo ACP6 EU Water Facility Fund e il lancio, nel 2002, della "EU Water Initiative": con le sue quattro componenti (Africa, Europa orientale, Caucaso e Asia Centrale, Mediterraneo e America Latina), l'iniziativa mira a fornire un quadro organico agli interventi della UE nei processi e nelle politiche relative alla cooperazione nel settore delle risorse idriche, soprattutto mediante partenariati strategici regionali che coinvolgano governi, società civile, autorità locali e settore privato.

Similmente a quanto si propone l'Italia, l'UE si concentra soprattutto nel settore dell'acqua potabile e dei servizi sanitari con iniziative in un numero ristretto di Paesi e con un approccio trasversale, considerando i legami con la sicurezza alimentare e nutrizionale, lo sviluppo dell'agricoltura, l'energia, l'integrazione regionale e la tutela dell'ambiente, la pace e la sicurezza. Tale azione è sostenuta anche con ricorso ad altri filoni di intervento dell'Unione: nell'ambito della strategia europea per l'inno-



vazione “Europa 2020” sono state individuate, infatti, linee d’intervento che hanno promosso anche forme di cooperazione scientifica aperta a banche e imprese finalizzate al riciclo, al riutilizzo di acque depurate, all’energia idroelettrica, alla gestione del rischio di esondazione e siccità.

L’UE punta anche a strategie e soluzioni per il settore agricolo in grado di garantire un alto livello di accessibilità delle risorse idriche e di qualità delle acque, sullo sviluppo di conoscenze e di tecnologie innovative che utilizzino in modo più efficiente le risorse idriche e prevedano un migliore ricorso a risorse idriche non convenzionali, su investimenti pubblici e privati nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie e sulla trasparenza dei regimi di tariffazione idrica.

In funzione del ruolo centrale dell’acqua per la pace, la cooperazione UE sostiene la conclusione di Accordi internazionali per la gestione condivisa delle acque sotterranee e di superfici transfrontaliere a prevenzione di conflitti, rimarcando il ruolo delle autorità regionali e locali nonché le potenzialità della cooperazione decentrata.

I.IV. *L'acqua nelle politiche delle Organizzazioni internazionali di riferimento*

Le Organizzazioni Internazionali e regionali di riferimento del settore sono numerose e – pur con origine, modalità e finalità d'intervento molto diversificate – condividono l'obiettivo comune di monitorare lo stato delle risorse idriche, di contribuire all'elaborazione di indirizzi generali, di coordinare e di realizzare interventi nel settore, ma soprattutto di favorire il dibattito e la sensibilizzazione della comunità internazionale sui temi dell'accesso sostenibile all'acqua e del suo uso responsabile.

Esse possono essere divise tra: le Organizzazioni appartenenti al sistema delle Nazioni Unite (FAO, UNIDO, IFAD, e IFI, UNEP, UN-Water, Plan Blue, UNU-INWEH); le Istituzioni Finanziarie (Banca Mondiale, Banca Asiatica di Sviluppo, Banca Africana di Sviluppo, Banca Interamericana di Sviluppo); un gruppo composito che comprende tutte le altre Organizzazioni Internazionali, regionali, nonché partenariati internazionali come *World Water Forum*, *Global Water Partnership*, *International Commission on Irrigation and Drainage*, *INBO*, *IWMI*, *CIHEAM*, *Stockholm International Water Institute*. A livello europeo, sono da menzionare anche la *Water Joint Programming Initiative (Water JPI)*, la *European Innovation Partnership (EIP) on Water* e la *Water Supply and Sanitation European Technology Platform (WSSTP)*, piattaforma tecnologica che si propone il coordinamento e la collaborazione della ricerca e dell'innovazione nel settore idrico.

IFI (Istituzioni Finanziarie Internazionali)

Tra le Organizzazioni Internazionali attive negli interventi sull'acqua, la Banca Mondiale complessivamente, attraverso il programma "*World Bank Water Global Practice*", dà attuazione a 181 progetti per un valore complessivo di 22 miliardi di dollari. Tale programma è suddiviso nei seguenti sottoprogrammi:

- *Water Resources Management*;
- *Water Supply*, con progetti in corso per circa 14 miliardi di dollari;
- *Sanitation*;
- *Irrigation and Drainage*, con investimenti pari al 12% di quelli complessivi di Banca Mondiale;
- *Hydropower*, con finanziamenti che hanno mediamente coperto circa il 50% degli investimenti nei Paesi interessati.

Molti degli interventi di Banca Mondiale sono stati finanziati dall'Italia, che fino al 2013 ha contribuito complessivamente con 2.708 milioni al Financial Intermediary Fund, mentre fino al 2011 ha contribuito con ulteriori 870 Milioni al Trust Fund.

L'Italia ha una percentuale di voti presso le Istituzioni del Gruppo Banca Mondiale variabile dal 2.3 al 2.48% a seconda dell'Istituzione. Le statistiche disponibili, pur accurate, non consentono di avere un quadro aggiornato dei programmi in corso per ogni singolo Paese. Inoltre, essendo l'acqua un tema molto vasto e integrato (multisetoriale), spesso i differenti tipi di intervento sono classificati sotto altre voci, come ad esempio "agricoltura" o "sviluppo rurale" pur contenendo spesso specifici e a volte prevalenti componenti sull'acqua. Ciò vale in particolare per le Istituzioni finanziarie: secondo i dati OCSE, la Banca Mondiale, nel corso del 2013, ha finanziato interventi nel settore classificato come "*Water Supply and Sanitation*" per 1.267 milioni di USD, mentre le Istituzioni dell'Unione Europea hanno finanziato interventi, sempre nel 2013, per 855 milioni di USD.

Altri consistenti finanziamenti nello stesso periodo sono stati effettuati dalla Banca Asiatica di Sviluppo (372 milioni di USD), dalla Banca Africana di Sviluppo (331 milioni di USD), dall'Arab Fund (270 milioni

di USD).

La Banca Asiatica di Sviluppo, sotto l'egida di "Water for All" sta promuovendo, in Asia e nel Pacifico, il programma Water Financing Program, che prevede investimenti per 20-25 miliardi di dollari nel periodo 2010/2020. Tale programma mira a:

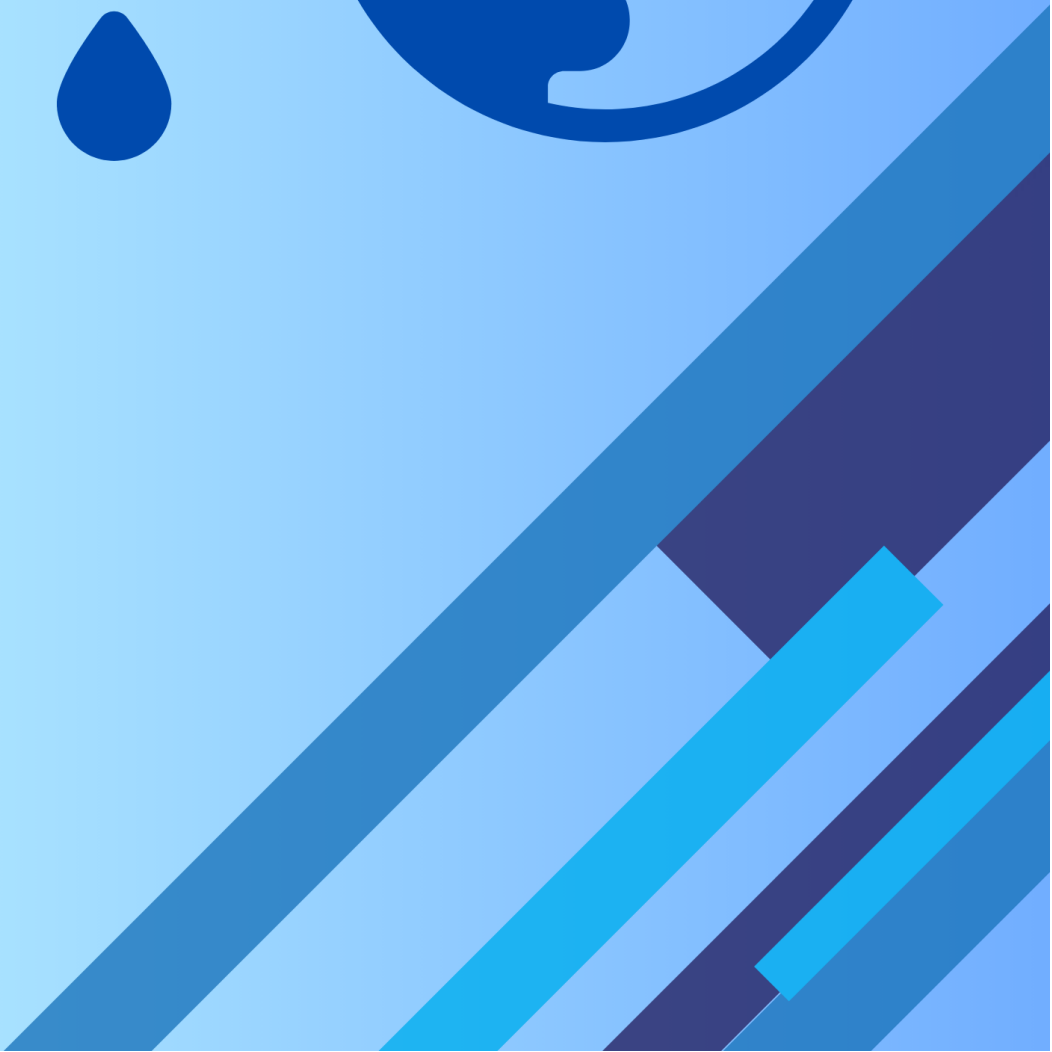
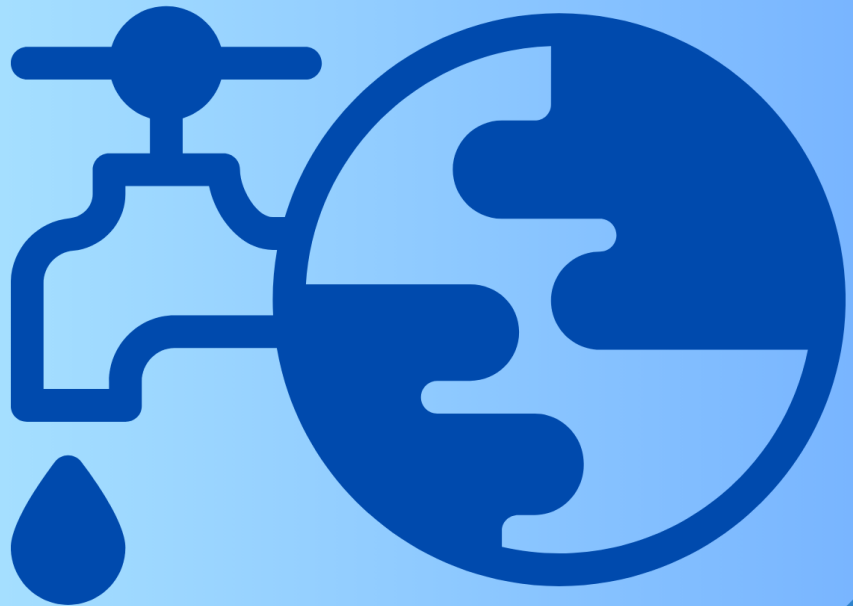
- aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua;
- migliorare il management delle acque reflue favorendone il riutilizzo;
- migliorare la gestione della risorsa acqua a tutti i livelli;
- espandere l'uso di tecnologie innovative per l'acqua;
- rafforzare i partenariati con il settore privato.

Anche la Banca Africana di Sviluppo attua un programma sull'acqua chiamato "Integrated Water Resources Management". Questo programma mira soprattutto a incrementare l'accesso ad acqua potabile da parte delle popolazioni povere (principalmente nelle aree urbane e a promuovere una gestione trans-nazionale delle risorse idriche (soprattutto fiumi).

La Banca Interamericana di Sviluppo ha un programma "Water and Sanitation", che negli ultimi 5 anni ha finanziato 225 progetti per un ammontare complessivo di 6.33 miliardi di dollari. Questo programma ha come obiettivo generale di assicurare un accesso universale e sostenibile ad acqua di qualità.

W

ATER



Capitolo 1 – WATER

Il presente capitolo illustra la prima componente dell'acronimo W.A.S.H., ovvero "Water". In tale capitolo si esaminano le caratteristiche delle acque naturali, i requisiti che devono possedere le acque potabili e cosa si intende per giudizio di potabilità. Un paragrafo è dedicato poi al fabbisogno idrico per far comprendere come questo possa essere un indicatore delle disuguaglianze sociali tra i vari Paesi. Uno specifico paragrafo illustra le fonti di approvvigionamento idrico e le relative infrastrutture di captazione (queste ultime solo descritte). Conclude il capitolo un'ampia trattazione sulle tecnologie e sugli impianti idonei a rendere l'acqua potabile.

1.1. *Approvvigionamento Idrico - Caratteristiche delle acque naturali*

L'acqua, dal punto di vista chimico, non è costituita solo da semplici molecole H₂O, ma contiene una certa aliquota di molecole multiple del tipo n·H₂O (dipoli elettrici tenuti insieme da legami tipo idrogeno). La percentuale di queste molecole muta al variare soprattutto della temperatura e questo fatto spiega l'anomalo comportamento dell'acqua, per effetto del quale il massimo di densità non coincide col punto di solidificazione, ma si ha a temperatura maggiore (a circa 4 °C alla pressione atmosferica); e spiega anche perché il ghiaccio è più leggero (circa il 10% in meno) dell'acqua allo stato liquido e per questo galleggia sull'acqua. Nell'acqua si trovano anche degli ioni liberi H⁺ e OH⁻, che hanno molta importanza per tutto ciò che è il comportamento chimico dell'acqua.

Molto più complessa è la costituzione delle acque naturali, per effetto delle sostanze solide e gassose che si trovano disciolte, essendo l'acqua un ottimo solvente.

Le sostanze solide in soluzione, si disciolgono per effetto del contatto dell'acqua col terreno vegetale e con le rocce del suolo e del sottosuolo, così che le acque piovane hanno un contenuto di sostanze solide disciolte estremamente basso, mentre le acque che emergono, o sono portate alla luce artificialmente dopo un lungo percorso sotterraneo, presentano una salinità molto elevata in funzione della solubilità dei terreni attraversati.

Una prima classificazione delle acque può essere fatta in base alla concentrazione dei sali disciolti (espressa in mg/l), così come riportato nella seguente tabella (vedere Tab.1). La concentrazione di sali disciolti viene comunemente indicata, in via approssimativa, con il termine di Residuo fisso. I due termini, anche se usati in maniera intercambiabile, sono da considerarsi distinti, in quanto il Residuo fisso indica la totalità dei solidi disciolti presenti in un campione d'acqua (solitamente 1 litro, a seguito dell'evaporazione a 180°C), che non sono solo i sali inorganici.

Categorie	Concentrazione dei sali disciolti [mg/l]
acque oligominerali	300
acque medio minerali	300 – 750
acque minerali	750 – 1300
acque fortemente minerali	1300 – 3000
acque salmastre	3000 – 10000
acque marine	10000; max 38000

Tabella 1

Dal punto di vista delle sostanze in forma ionica, gli ioni che formano, nel loro insieme e nella maggior parte dei casi, la quasi totalità delle sostanze disciolte, sono gli ioni positivi calcio, magnesio, e sodio (per lo più si considera insieme sodio e potassio, essendo quest'ultimo normalmente in quantità inferiore al primo); e gli ioni negativi bicarbonato (HCO₃)⁻, solfato (SO₄)⁻ e cloruro (Cl)⁻. Questi ioni si presentano nell'acqua in parte come veri e propri ioni, in parte associati tra loro a costituire molecole indissociate.



I sali di calcio e magnesio nel loro complesso costituiscono la durezza dell'acqua, la quale si suole distinguere in temporanea (che si elimina con l'ebollizione ed è grossolanamente costituita dai bicarbonati) e in durezza permanente, costituita dai solfati e raramente, e in piccole quantità, da fosfati, nitrati ecc. Questa durezza si esprime comunemente in gradi francesi, ogni grado francese, corrispondendo a 10 mg/l di CaCO_3 , o in quantità chimicamente equivalente di altri sali.

Una dizione più moderna distingue la durezza *carbonica* da quella *non carbonica* e l'una e l'altra si esprimono direttamente in ppm (mg/l) di CaCO_3 , equivalente. Si distingue similmente una durezza da calcio e una durezza da magnesio.

Altre sostanze solide, che condizionano il comportamento chimico dell'acqua, sono i sali di ferro e manganese, che hanno importanza anche se contenuti in piccole quantità, per gli inconvenienti che creano, e la silice SiO_2 , che è legata soprattutto alle sospensioni colloidali.

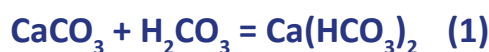
Nelle acque naturali, per quanto attiene i gas disciolti, hanno soprattutto importanza l'anidride carbonica e l'ossigeno.

L'ossigeno disciolto è un parametro molto importante in quanto condiziona la vita degli organismi aerobi, micro e macro, che vivono in uno specchio o in un corso d'acqua. Esso proviene dalla dissoluzione in acqua dell'ossigeno atmosferico ed è considerato anche un indicatore dello stato di salute di un corso d'acqua in quanto risulta determinante per la cosiddetta autodepurazione del medesimo.

Un altro elemento che riveste particolare importanza è il contenuto di anidride carbonica (CO_2), che si discioglie nell'acqua in una proporzione notevolmente maggiore di quella che comporterebbe alla sua più alta solubilità e alla sua pressione parziale nell'atmosfera; ciò si deve al fatto che le acque naturali filtrano attraverso il terreno, sede di un intenso processo biochimico aerobico a opera dei microrganismi in esso presenti, a seguito del quale l'ossigeno dell'aria viene assorbito e in sua vece viene restituita l'anidride carbonica; l'atmosfera interclusa nei pori del terreno è perciò molto più ricca di anidride carbonica dell'atmosfera esterna.

Un'acqua ricca di anidride carbonica è particolarmente adatta a sciogliere le rocce con cui viene a contatto e in particolare i calcari; com'è noto i carbonati sono poco solubili in acqua, ma attaccati dalla CO_2 si trasformano in bicarbonati, i quali sono notevolmente solubili.

Ciò viene espresso dalla seguente reazione chimica tra carbonato di calcio, acido carbonico e bicarbonato di calcio:



L'equilibrio di questa reazione chimica è fortemente condizionato dalla CO_2 .

In particolare, se la quantità di CO_2 presente in acqua è minore della quantità di anidride carbonica in condizioni di equilibrio, la reazione chimica è spostata verso sinistra, verso la formazione di carbonato di calcio (insolubile). In tal caso l'acqua si dice incrostante. Al contrario se la quantità di CO_2 presente in acqua è maggiore della quantità di anidride carbonica in condizioni di equilibrio, la reazione è spostata verso destra, cioè verso la formazione di bicarbonato di calcio (solubile). Finché sono presenti carbonati da solubilizzare non sussistono particolari problemi, ma se questi ultimi vengono a mancare, si crea una situazione di instabilità, per cui la parte CO_2 in eccesso (quella in forma libera) rende l'acqua aggressiva (particolarmente reattiva) sia nei confronti del cemento che dei metalli.

I solidi sospesi si trovano quasi sempre nelle acque che scorrono in superficie (acque dei torrenti e dei fiumi) ed esse variano notevolmente con lo stato dei corsi d'acqua, raggiungendo valori massimi durante i fenomeni di piena. Essi si dividono in sedimentabili, che, per effetto della gravità, tendono a deporsi abbastanza rapidamente sul fondo di un recipiente nel quale l'acqua è in quiete, o si muove con velocità estremamente lenta, e solidi non sedimentabili, i quali non si depositano anche se si lascia l'acqua in quiete per un tempo molto lungo. Questi ultimi sono costituiti da particelle piccolissime, per lo più di natura argillosa, cariche di elettricità, per lo più negativa, che si trovano allo stato colloidale, cioè di estrema dispersione nel mezzo continuo e non subiscono l'azione della gravità perché sono tenute in equilibrio da forze di repulsione elettrica, conseguenti alle loro cariche (Moti Browniani)¹.

Di norma le acque sotterranee non contengono sostanze sedimentabili; solo raramente hanno delle sostanze in sospensione allo stato colloidale, per lo più in quantità così piccola da conferire all'acqua stessa appena una opalescenza.

La frazione organica che si trova nell'acqua, a parte le piante e gli organismi superiori che vivono nelle acque superficiali, è costituita da residui organici di esseri morti o da prodotti del metabolismo di esseri viventi, che possono trovarsi sia come sostanze colloidali che disciolte; e da organismi invisibili a occhio nudo e che potremmo distinguere in flora batterica, *plankton*, protozoi e metazoi.

È opportuno precisare che la presenza in acque naturali di microrganismi quali i colibatteri, ospiti normali e abbondantissimi dell'intestino degli animali superiori e dell'uomo, lascia prevedere la possibilità dell'inquinamento dell'acqua con germi patogeni, i quali si trovano nell'organismo umano e di altri animali solo occasionalmente.

Anche la presenza nelle acque naturali di ammoniaca, nitriti e nitrati, tranne casi dovuti alla conformazione geologica dei terreni attraversati (ad esempio torbiere), può indicare un inquinamento da sostanza organica. Inquinamento in essere, se è presente ammoniaca e/o nitriti, inquinamento lontano, se sono presenti esclusivamente nitrati.

I parametri fisici più importanti sono rappresentati dalla temperatura dell'acqua e dalla sua limpidezza. A questi si aggiunge il suo contenuto salino, che è in rapporto diretto con la conducibilità elettrica dell'acqua stessa.

I parametri organolettici dell'acqua, infine, sono il sapore, l'odore e il colore.

1 Con il termine moto browniano si fa riferimento al moto disordinato di particelle sufficientemente piccole (aventi diametro dell'ordine del micrometro) da essere sottoposte a una forza di gravità trascurabile, presenti in fluidi o sospensioni fluide o gassose (ad esempio il fumo), [1] e osservabile al microscopio.

1.2. *Requisiti delle acque potabili e giudizio di potabilità*

Non si possono stabilire in modo preciso i requisiti che deve avere un'acqua per essere considerata potabile, in quanto il giudizio di potabilità emerge da una complessa indagine che deve tener conto della idrologia, del criterio epidemiologico, dei caratteri fisici e chimici, dei risultati dell'esame microbiologico.

In ambito europeo è attualmente vigente la Direttiva 98/83/CE del Consiglio, *relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano* (modificata e integrata con i seguenti atti: *Regolamento (CE) n. 1882/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio; Regolamento (CE) n. 596/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio; Direttiva (UE) 2015/1787 della Commissione*), recepita nell'ordinamento giuridico italiano con il D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001 (*modificato e integrato dal D.Lgs. n. 27 del 02.02.2002*), che fissa i valori limite ai parametri organolettici, chimico-fisici e microbiologici e per sostanze tossiche e indesiderabili, al fine dichiarare la potabilità di un'acqua.

Per completezza di informazione è opportuno evidenziare che la DIRETTIVA (UE) 2020/2184 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2020 (pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L. 435 in data 23.12.2020), come previsto all'art.26 e all'allegato VI, Parte A, sostituirà la Direttiva 98/83/CE, e i relativi atti conseguenziali, in data **13.01.2023**.

In ambito internazionale, nella pubblicazione WATER RESOURCES AND ENVIRONMENT TECHNICAL NOTE D. 1 n. 26124, del marzo 2003, della Banca Mondiale, sono riportati gli standard relativi alle acque destinate al consumo umano (vedi tabella 2).

SUMMARY OF SELECTED INTERNATIONAL WATER QUALITY STANDARDS AND GUIDELINES

A. SELECTED DRINKING WATER QUALITY GUIDELINES

WHO categories	Parameter	Units	WHO, 1993	EU, 1998	US-EPA
Bacteriological quality	Total coliforms	Counts/100ml	0	0 (I)	
	Total coliforms	Number of samples/month			5%
Inorganic Chemicals (of health significance)	Arsenic	mg/l	0.01 (p)	0.01 (c)	0.05
	Barium	mg/l	0.7		2
	Boron	mg/l	0.5 (p)	1 (c)	
	Cadmium	mg/l	0.003	0.005 (c)	0.005
	Chromium	mg/l	0.05 (p)	0.05 (c)	0.1
	Copper	mg/l	2 (p)	2 (c)	1.3 (r; 1.0)
	Cyanide	mg/l	0.07	0.05 (c)	0.2
	Fluoride	mg/l	1.5	1.5 (c)	4.0 (r; 2.0)
	Lead	mg/l	0.01	0.01 (c)	0.015
	Nickel	mg/l	0.02	0.02 (c)	
	Nitrate - NO ₃	mg/l	50	50 (c)	10
	Nitrite - NO ₂	mg/l	3	0.5 (c)	1
	Manganese	mg/l	0.5 (p)	0.05 (I)	0.05 (r)
	Mercury	mg/l	0.001	0.001 (c)	0.002
Selenium	mg/l	0.01	0.01 (c)	0.05	
Pesticides	Dieldrin	µg/l	0.03	0.03 (c)	
	Atrazine	µg/l	2	0.03 (c)	3
	DDT	µg/l	2	0.1 (c)	
	Gamma-HCH (Lindane)	µg/l	2	0.1 (c)	0.2
	Permethrin	µg/l	20	0.1 (c)	
	Pesticides total	µg/l		0.5 (c)	
Disinfectants and disinfectant by-products	Chlorine	mg/l	5		
Radioactive constituents	Gross Alpha activity	Bq/litre	0.1		
	Gross Beta activity	Bq/litre	1		
Aesthetic guidelines	Turbidity	NTU	5 (a)		
	Aluminum	mg/l	0.2 (a)	0.2 (I)	0.05 - 0.2 (r)
	Ammonia - N	mg/l	1.5 (a)	0.5 (I)	
	Chloride	mg/l	250 (a)	250 (I)	250 (r)
	Copper	mg/l	1		
	Hydrogen sulfide - H ₂ S	mg/l	0.05 (a)		
	Iron	mg/l	0.3 (a)	0.2 (I)	0.3 (r)
	Manganese	mg/l	0.1	0.05 (I)	0.05 (r)
	Dissolved Oxygen	mg/l		> 5 (I)	
	pH		< 8 (a)	6.5 - 9.5 (I)	6.5 - 8.5 (r)
	Sodium	mg/l	200 (a)	200 (I)	
	Sulfate	mg/l	250 (a)	250 (I)	250 (r)
	Sulfides	mg/l		0.05 (I)	
	Total dissolved solids	mg/l	1000		500 (r)
	Electrical conductivity	µS/cm		2500 (I)	
	Zinc	mg/l	3 (a)		
Residual chlorine	mg/l	0.6 - 1			

Sources: EU, 1998. Drinking water standards (EU Directive 98/83/EC). (I) Indicator parameter; (c) chemical parameter US-EPA, 1974. Safe Drinking Water Act (SDWA), plus subsequent amendments. Maximum Contaminant Level (MCL) values (health, enforceable); (r) Secondary Drinking Water Regulations (aesthetically recommended, but nonenforceable)
WHO, 1993. Guidelines for Drinking Water Quality. 2nd edition. (p) Provisional guideline value; (a) aesthetic guideline.

Tab. 2

Nella suddetta tabella sono confrontati i limiti dei parametri più significativi del WHO (Organizzazione Mondiale della Sanità), dell'Unione Europea e dell'Agenzia Ambientale Americana (US-EPA).

Ci sono casi in cui un'acqua può rispondere largamente ai requisiti di potabilità da non far nascere dei dubbi; altri in cui tale giudizio risulta complesso. Se ad esempio un'acqua di sorgente e/o falda si presenta all'analisi chimica, fisica e biologica con buoni requisiti, ma l'indagine idrogeologica mostra che sono da temere possibilità di inquinamento, il giudizio espresso può essere con riserva. Il giudizio poi



ha carattere relativo e non assoluto: in regioni in cui esistono solo acque molto dure è evidente che si potrà dichiarare potabile un'acqua che sarebbe scartata in una regione in cui la scelta può essere fatta tra acque di durezza diversa.

Il trattamento delle acque, in appositi impianti di potabilizzazione, consente di conferire ad acque che non possiedono i requisiti di potabilità, delle caratteristiche paragonabili alle migliori acque potabili. Si tratta quindi di valutare non solo gli aspetti tecnici, ma anche quelli economici e trovare il giusto compromesso.

Occorre in primis prendere in considerazione la provenienza delle acque attraverso l'indagine idrogeologica.

In genere le acque piovane o meteoriche sono sempre sospette di inquinamento, sono spesso opalescenti, scarsamente mineralizzate e perciò per lo più aggressive. Le acque superficiali correnti (fiumi e torrenti) sono sempre contaminate da sostanze organiche e quasi sempre a rischio di essere inquinate per quanto concerne i germi patogeni, anche se non inquinate in atto. Esse diventano sempre torbide o almeno opalescenti durante le piene. Per lo più sono scarsamente mineralizzate e quindi spesso aggressive. Hanno temperature molto variabili, troppo fredde in inverno e troppo calde in estate.

Normalmente le acque superficiali stagnanti (laghi naturali o artificiali) hanno caratteristiche che sono in rapporto con quelle dei corsi d'acqua influenti e pertanto la composizione chimica è pressappoco la stessa. Non contengono però sostanze sedimentabili, salvo che in vicinanza dello sbocco degli influenti. Hanno in genere migliori caratteristiche delle acque dei corsi d'acqua che in essi sboccano per quanto attiene le sostanze in sospensione colloidale. Ciò è dovuto alla prolungata sedimentazione e al processo di autodepurazione, che si svolge nella lunga permanenza dell'acqua nel lago, cui sono sottoposte.

Abitualmente le acque sotterranee di prima falda non protetta o falde freatiche, come le acque subalvee dei fiumi e dei torrenti, e le sorgenti, o polle, che sono formate da tali acque, devono sempre essere considerate sospette di inquinamento, ma sono più o più abbastanza mineralizzate e generalmente limpide. Quando le caratteristiche organolettiche e di limpideità sono buone, può bastare per queste acque un semplice trattamento di purificazione, destinato a distruggere eventuali organismi patogeni.

In genere le acque sotterranee profonde, risalenti o meno, hanno temperatura costante e relativamente bassa, sono limpide, più fortemente mineralizzate e raramente inquinate. Esse sono senz'altro potabili, salvo i casi di alte temperature (acque termali) o di alte mineralizzazioni (acque minerali). Non si possono però considerare invulnerabili da inquinamento, attesa la notevolissima superficie direttamente a contatto con eventuali "pressioni esterne". È sempre necessario, pertanto, prevedere la protezione delle acque sotterranee a mezzo di efficienti controlli ambientali atti a prevenire ogni forma di inquinamento.

Occorre tener presente che le acque di sorgente, che sono quelle che per prime vengono prese in considerazione quando si tratta di approvvigionamento di acqua per uso potabile, non sono sempre così pure come l'opinione comune farebbe credere. Affermare che un'acqua è di sorgente non ha alcun preciso significato: **è necessario vedere da quali formazioni geologiche quest'acqua scaturisce.** Un'acqua di sorgente può infatti provenire da falde freatiche o subalvee di fiume e allora presenta le stesse caratteristiche di queste acque, di cui si è già detto; può provenire da falde profonde e in questo caso è presumibilmente pura da un punto di vista batterico, ma può avere caratteristiche di termalità e di mineralizzazione come le acque profonde.

Per quanto detto sopra, l'indagine idrogeologica perciò non deve mai mancare e serve a stabilire la

natura della formazione idrica e la sua ampiezza, nonché le caratteristiche dei terreni attraversati e gli eventuali rapporti con acque superficiali facilmente inquinabili.

Generalmente quando si deve utilizzare un'acqua, occorre sottoporla a uno studio continuo almeno per un intero ciclo annuale e talora anche per anni. Durante tutto il periodo in esame occorre misurare, a breve intervallo di tempo, la portata (volume di acqua nell'unità di tempo) e la temperatura e, soprattutto, verificare se essa non si intorbidisca o non diventi anche leggermente opalescente durante o dopo i periodi di pioggia. Trattandosi di acque profonde o di sorgenti, la costanza di portata e di temperatura e la costante limpidezza sono elementi molto favorevoli per la potabilità dell'acqua stessa. Se le acque sono prelevate da pozzi profondi, la costanza della pressione sostituisce il criterio di costanza della portata.

Si ritiene utile precisare che l'indagine epidemiologica è interessante solo quando si tratta di acque che vengono a lungo utilizzate per uso potabile e serve a stabilire se tale uso abbia mai dato luogo a diffusione di malattie infettive, badando naturalmente a distinguere gli inconvenienti che possono derivare dalle acque, da quelli che possono invece essere dovuti a cattive condizioni delle opere di convogliamento.

Anche l'indagine igienica si collega a quella idrogeologica e prende in esame le condizioni di abitazione e la natura dei terreni e delle loro lavorazioni e concimazioni nella zona che l'indagine idrogeologica ha fatto riconoscere essere in relazione con le acque da captare.


Si ritiene utile rappresentare che la determinazione dei parametri fisici e organolettici serve a riconoscere se l'acqua in esame è sufficientemente fresca, limpida, incolore, inodore, di sapore sufficientemente gradevole ecc., ma ha anche lo scopo di seguire le variazioni di questi caratteri, in quanto elementi atti a completare l'indagine idrogeologica. Ad esempio, le variazioni rapide di temperatura, in corrispondenza di periodi piovosi, possono essere indice di rapporti con acque superficiali.

È da segnalare che la limpidezza deve essere tale da leggere i caratteri di stampa attraverso uno spessore idrico di almeno tre metri, che la temperatura ottimale è tra 11÷14 gradi centigradi, ma sono buone anche acque più fredde tra i 7÷8 gradi centigradi e acque che abbiano 15÷16 gradi centigradi. Naturalmente questi valori non possono considerarsi assoluti, perché dove non si possa ottenere dell'acqua migliore, occorre accontentarsi anche di temperature più basse o alquanto più elevate. Le migliori acque potabili hanno temperatura costante per tutto l'anno, con variazione, qualche volta, solo di una frazione di grado nel ciclo annuale. Si ricordi che, mentre la limpidezza da sola non rende certezza della purezza batterica dell'acqua, la torbidità o la opalescenza non sono sempre esponenti di un elevato e sfavorevole contenuto batterico.

A volte anche una colorazione o un odore o un sapore non comuni possono talora dipendere da cause che non sono in rapporto con la purezza dell'acqua, ma in genere sono indice di acque sospette.

Si può ritenere che i limiti della composizione chimica di un'acqua potabile siano abbastanza elastici, in quanto, come si è detto, il giudizio di potabilità nasce da una sintesi delle indagini sopra indicate. Generalmente, tuttavia, nelle acque potabili si ha un pH intorno a 7 e in genere oscillante tra valori da 6,5 a 8,5. I valori bassi sono dovuti all'anidride carbonica libera e quelli più alti a notevole presenza di bicarbonato di calcio.

La presenza nelle acque di ammoniaca e nitriti anche in tracce, può ritenersi sospetta, anche se talora possano provenire da alcune rocce, come torbe o calcari bituminosi. La presenza contemporanea di nitriti e nitrati è indice di presenza di sostanze organiche in via di ossidazione. La presenza di soli nitrati



può significare che il processo di autodepurazione dell'acqua sia avvenuto in modo completo. Comunque, quando siano assenti ammoniaca e nitriti, si possono ammettere piccole quantità di nitrati (non oltre 50 ppm di NO_3), sempre che l'indagine geologica non mostri una provenienza non organica di tali sali.

I cloruri, in quantità notevole, possono essere indice di infiltrazioni organiche anormali, ma quantità di cloruri fino a 50 ppm sono abbastanza normali, mentre acque che abbiano attraversato terreni salini possono contenerne in quantità notevolmente maggiori.

La medesima considerazione vale per i solfati, quando superano le 80÷100 ppm di ione solforico (SO_4^{2-}) e non si può determinare una loro precisa provenienza geologica.

Esistono poi sostanze che non sono ammesse nell'acqua, se non in quantità molto piccole, perché conferiscono caratteri inaccettabili. Si tratta principalmente di sali di ferro e manganese, i quali conferiscono all'acqua un sapore astringente, ne facilitano l'intorbidimento a contatto con l'aria, a seguito dell'ossidazione dei sali ferrici e manganici, e danneggiano la biancheria per le macchie che producono quando la si lava. Può tollerarsi una concentrazione di ferro pari a 2mg/l, ma una buona acqua non dovrebbe averne più di 0,3 mg/l. Similmente può tollerarsi una concentrazione di 0,5 mg/l di Mn, ma preferibilmente non si dovrebbe superare una concentrazione di 0,2 mg/l.

Alcune sostanze che, invece, possono essere contenute nelle acque potabili, in quantità molto variabili, sono i sali di calcio e magnesio, che ne costituiscono la durezza, di cui si è già detto.

Il limite di durezza ammissibile normalmente è di 300 ppm di durezza totale e 120 ppm di durezza non carbonica. Lo ione calcio non dovrebbe superare le 130÷150 ppm, mentre lo ione magnesio le 25 ppm. Il residuo fisso non dovrebbe superare le 500 ppm e la sua costanza durante il ciclo stagionale è ottimo indice di provenienza profonda delle acque.

Con riferimento ai gas disciolti, l'ossigeno può essere presente fino a saturazione, ma di norma non supera i 6-7 mg/l; l'azoto corrispondente è presente in ragione di 10÷14 mg/l. Se l'ossigeno è presente in quantità notevolmente inferiore a quelle indicate, questo è indice di assorbimento da parte di sostanze organiche.

Una sostanza che non dovrebbe mai essere presente in buone acque potabili è l'idrogeno solforato; si trova talvolta in alcune acque minerali e allora può non avere alcun nesso con l'inquinamento. La sua presenza è svelata dall'odore caratteristico.

Il test microbiologico è uno degli elementi fondamentali per la determinazione della potabilità di un'acqua e deve essere ripetuto frequentemente. L'apprezzamento del risultato è necessario che sia fatto dall'igienista, tanto più che i pareri sono tutt'altro che concordi sul valore da assegnare ai singoli risultati.

Tale test mira all'individuazione di alcune specie batteriche, considerate indice di inquinamento fecale, in quanto risiedono nell'intestino sia dell'uomo che di organismi animali, pertanto, se provenienti da organismi malati, sono da considerarsi vettori di infezione (patogene). Tra queste troviamo i coliformi totali, coliformi fecali, gli streptococchi fecali (enterococchi), l'escherichia coli.

1.3. *Fabbisogno idrico*

Si possono suddividere gli utenti dell'acqua in utenti domestici, pubblici, industriali e agricoli. L'acqua necessaria per le utenze domestiche dipende dal livello di progresso degli abitanti. A stretto rigore, per uso di bevanda e per cucinare, basterebbero pochi litri al giorno a persona, mentre per l'igiene personale la quantità di acqua varia, in modo notevole, secondo che sia più o meno diffuso l'uso del bagno: si pensi infatti che una doccia richiede almeno 40-50 litri di acqua e un bagno in vasca dai 200 ai 300 litri in acqua.

Si può ritenere che mediamente per tutti gli usi domestici, compresa la pulizia dell'abitazione e degli utensili casalinghi, il lavaggio della biancheria e il funzionamento dei servizi igienici, non si utilizzi meno di $150 \div 180$ litri per abitante al giorno. A questi fabbisogni vanno aggiunti quelli per usi pubblici, lavatoi pubblici, mercati, lavaggio delle fogne, delle strade, ecc.

Si può considerare che, per un centro abitato modesto, la dotazione idrica non debba essere inferiore a 200 litri per abitante al giorno e nelle città debba essere almeno di 300-350 litri per abitante al giorno. Nelle grandi città il consumo di norma è più elevato ed elevatissimo in alcuni Paesi ad alto livello sociale (ed economico), come alcune città degli Stati Uniti d'America, in cui le dotazioni idriche non sono mai inferiori a $800 \div 1000$ litri al giorno per abitante.

Al contrario, nei Paesi in via di sviluppo, una dotazione idrica giornaliera pro-capite varia tra i $7 \div 20$ litri di acqua. Per tali Paesi, in cui scarseggia l'acqua, mancano i servizi igienici e l'igiene della persona è un concetto quasi sconosciuto, sono stati definiti alcuni standard minimi relativi al fabbisogno idrico pro-capite.

Nella tabella seguente, sono riportati il fabbisogno idrico vitale (prime tre righe) e i quantitativi idrici minimi per gli altri utilizzi (secondo quanto indicato nel manuale: *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*, fourth edition, Geneva, Switzerland, 2018).

Minimum water quantities: survival figures and quantifying water needs

Surviving needs: water intake (drinking and food)	2.5–3 litres per person per day (depends on climate and individual physiology)
Basic hygiene practices	2–6 litres per person per day (depends on social and cultural norms)
Basic cooking needs	3–6 litres per person per day (depends on food type, social and cultural norms)
Health centres and hospitals	5 litres per outpatient 40–60 litres per in-patient per day 100 litres per surgical intervention and delivery Additional quantities may be needed for laundry equipment, flushing toilets and so on
Cholera centres	60 litres per patient per day 15 litres per carer per day
Viral haemorrhagic fever centre	300–400 litres per patient per day
Therapeutic feeding centres	30 litres per in-patient per day 15 litres per carer per day
Mobile clinic with infrequent visits	1 litre per patient per day
Mobile clinic with frequent visits	5 litres per patient per day
Oral rehydration points (ORPs)	10 litres per patient per day
Reception/transit centres	15 litres per person per day if stay is more than one day 3 litres per person per day if stay is limited to day-time
Schools	3 litres per pupil per day for drinking and hand washing (Use for toilets not included: see Public toilets below)
Mosques	2–5 litres per person per day for washing and drinking
Public toilets	1–2 litres per user per day for hand washing 2–8 litres per cubicle per day for toilet cleaning
All flushing toilets	20–40 litres per user per day for conventional flushing toilets connected to a sewer 3–5 litres per user per day for pour-flush toilets
Anal washing	1–2 litres per person per day
Livestock	20–30 litres per large or medium animal per day 5 litres per small animal per day

Tabella 3

Si tenga presente che il fabbisogno idrico varierà all'interno della popolazione, in particolare per le persone con disabilità o che affrontano barriere alla mobilità, e tra gruppi con diverse pratiche religiose.

1.4. *Fonti di approvvigionamento idrico*

L'acqua dolce può essere prelevata da sorgente o da falda profonda oppure da corpo idrico superficiale (fiume o lago). Ulteriori fonti di approvvigionamento idrico possono essere costituite dalla raccolta delle acque piovane o dalla raccolta delle acque dolci dalla nebbia (*fog harvesting*).

Le caratteristiche di queste acque sono state descritte nei paragrafi precedenti, tuttavia, può essere utile citare sommariamente le diverse opere di presa.

1.4.1. *Captazione da sorgente*

Uno studio idrogeologico è da considerarsi propedeutico e necessario alla captazione idrica. Esso ha la funzione di acquisire il maggior numero di informazioni sull'acquifero, e di far sì che vengano effettuate delle misurazioni in continuità delle acque.

Di norma le opere di presa debbono prevedere la captazione di tutte le acque della sorgente, nella loro portata massima, anche se solo una parte di esse servirà per l'acquedotto in esame; esse devono essere studiate in modo da assicurare che le caratteristiche di purezza dell'acqua rimangano inalterate: il bottino di presa sarà perciò ben incassato nella roccia in sito e le acque saranno convogliate in una vasca che deve essere completamente chiusa e protetta, in modo che nessun animale, anche di piccole dimensioni possa penetrarvi. Tale vasca dovrà essere ispezionabile.

Il bacino può essere semplice oppure constare di due o tre vasche successive, di cui la prima può avere anche il compito di trattenere le piccole quantità di sabbia che l'acqua sgorgante può eventualmente trascinare con sé (vasca di calma o sedimentazione), la seconda (vasca di misura) può essere disposta in modo da facilitare la misura dell'acqua mediante opportune luci attraverso cui l'acqua passa nella terza vasca (vasca di presa o di carico), da cui prende origine l'opera di convogliamento. L'insieme di queste vasche deve in ogni caso prevedere i seguenti elementi: degli scarichi di fondo, uno scarico di troppo pieno, un dispositivo di misura e una presa (realizzata con tubazione o canale in pelo libero).

I bacini posti a servizio delle sorgenti non devono avere grandi dimensioni, perché non devono assumere funzioni di riserva o di compenso giornaliero.

Il bacino di presa deve avere una sufficiente profondità (1.50 ÷ 3 m) perché vi sia sempre un notevole battente d'acqua sulla tubazione di presa e sia impedita l'entrata di aria. L'edificio è sempre completato con una camera di manovra, nella quale passano le tubazioni e accedono gli operai (fontanieri) per le necessarie manovre.

Queste opere si realizzano con muratura di pietra e malta idraulica o con calcestruzzo cementizio e devono avere particolare robustezza. I bacini devono essere sempre rivestiti internamente con intonaco cementizio e i solai o volte ricoperti con asfalto impermeabile, in modo da impedire infiltrazioni di acque superficiali.

È sempre necessario a quest'ultimo fine, predisporre intorno alle opere di presa una zona di protezione delle sorgenti che verrà delimitata in base ai risultati dello studio idrogeologico e che può avere estensione variabile perché deve comprendere tutta l'area dalla quale potrebbero arrivare alle acque erogate, infiltrazioni superficiali. Questa zona sarà recintata e sarà vietato l'accesso a uomini e animali. Si disporranno canali di scolo per allontanare dalla zona di protezione le acque superficiali che possono

defluire dalle aree esterne.

Se l'affioramento della sorgente non è concentrato in un solo punto, ma costituisce un affioramento continuo su una lunga linea di contatto fra il terreno acquifero e un terreno impermeabile, la captazione dell'acqua verrà fatta con un cunicolo che può essere addossato alla roccia o addirittura scavato in galleria. Un'opera così fatta è già una galleria filtrante, benché questo nome si dia, più propriamente, ai manufatti analoghi costruiti per captare le falde freatiche.

1.4.2. Captazione di falde

Nel caso di captazione di acqua da falde occorre distinguere se queste ultime sono falde freatiche o subalvee di fiumi oppure falde profonde. Nel primo caso la captazione può essere fatta attraverso gallerie filtranti oppure a mezzo di pozzi, nell'ultimo caso la captazione di acque si fa invece quasi sempre a mezzo di pozzi.

1.4.3. Captazione per pozzi

In questo caso la captazione può avvenire con pozzi in muratura, di grande diametro, che si costruiscono effettuando uno scavo cilindrico sino alla falda freatica, murando poi la canna e, più frequentemente, costruendo una canna muraria che viene fatta lentamente affondare, scavando nell'interno (pozzi autoaffondanti). Questi ultimi devono avere un anello di base molto resistente, realizzato in cemento armato. L'acqua perviene al pozzo dal fondo e/o dalle pareti, ove di predispongono opportune feritoie.

Se la profondità del pozzo è notevole e la portata richiesta è modesta, si ricorre ai pozzi perforati che si eseguono con apposite macchine per trivellazioni del terreno.

Tali macchine possono essere di quattro tipologie: sonde a percussione, sonde a rotazione con circolazione d'acqua, sonde miste a percussione e rotazione e sonde a rotazione con circolazione di fango (rotary). Senza entrare nei particolari delle macchine sopra elencate, possiamo dire che, per quanto concerne la ricerca dell'acqua, il sistema più moderno è quello a rotazione e circolazione dell'acqua. Per quanto riguarda la captazione per profondità fino a 100 metri, il tipo più usato, di più semplice installazione e meno costoso è quello a percussione a secco e a fune; oltre i 100 metri prevale la sonda a rotazione con circolazione d'acqua.

Realizzato il pozzo, con una qualsiasi delle suddette sonde, esso viene tubato (a protezione dello scavo), salvo casi eccezionali, nei quali il terreno per le sue particolari caratteristiche, non lo richieda.

Quando i pozzi sono di bassa profondità e notevole diametro si usa tubare il foro con tubi di lamiera saldata, che vengono collegati tra loro (e costituiscono la colonna di perforazione e che seguono la perforazione a mano a mano che essa avanza nel terreno). Questo tipo di tubazione è adeguata fino a 50 metri di profondità.

Il rivestimento definitivo del foro invece può essere effettuato in diversi modi, tra i quali i più ricorrenti sono: a tubazione semplice, a colonna completa e a colonna telescopica. Nel primo caso si ha un'unica colonna, nel secondo caso abbiamo più tubazioni disposte concentricamente l'una nell'altra e nel terzo caso si ha una serie di tubazioni ognuna delle quali parte dalla base della colonna precedente. Il primo metodo è il più semplice, il secondo il più costoso, per l'elevato quantitativo di materiale occorrente, il terzo richiede una notevole abilità nella posa in opera.

Nel caso la falda scorra in una roccia elastica, per lo più sabbia, come avviene quasi sempre, si approfondisce la perforazione sino a impegnare in tutto o in parte lo strato acquifero e si immette poi un tubo di diametro inferiore, munito di apposito filtro, che ha lo scopo di evitare che il materiale solido passi all'interno del pozzo e lo insabbi. Il tubo munito di filtro si chiude inferiormente e spesso si prolunga verso il fondo impermeabile, per lasciare uno spazio in cui possa depositarsi la sabbia.

La tipologia più semplice di filtro è costituita da una tubazione forata le cui dimensioni dei fori siano di dimensioni minori dei granelli più piccoli costituenti lo strato filtrante; d'altra parte, i fori non possono essere troppo piccoli perché si occluderebbero a seguito dell'ossidazione del metallo. Per ovviare a ciò, si può proteggere il tubo forato con una rete sottile di metallo non facilmente corrodibile (ottone), oppure si può riempire lo spazio tra la colonna di perforazione e quella definitiva con materiale ghiaioso che non lasci facilmente passare la sabbia, ovviamente prima di estrarre la colonna di perforazione.

Occorre tener presente che il diametro della colonna definitiva del pozzo viene fissato anche in base alla portata richiesta e allo spessore dello strato filtrante, in modo che la velocità di ingresso dell'acqua nel tubo o, meglio, la velocità di passaggio attraverso i fori e i filtri, sia piuttosto modesta (non oltre i $20 \div 30$ cm/s in modo da assicurare che i gran di sabbia minuta non vengano trascinati nel pozzo).

Qualora le acque da raccogliere provengano da più falde, a ognuna di esse corrisponderà la parte "sfe-
nestrata" e provvista di filtro dei tubi: queste falde possono miscelarsi ed essere pompate insieme, ma può anche accadere che qualcuna sia da escludere per una ragione qualsiasi (qualità dell'acqua, inquinamento, ecc.) e allora per la lunghezza corrispondente, i tubi saranno ciechi. Questa circostanza implica la *cementazione del pozzo*, cioè la chiusura ermetica tra colonna definitiva e colonna di perforazione. La cementazione può essere ottenuta in diversi modi, il più comune è con l'ausilio di boiaccia di cemento (malta liquida cementizia che, facendo presa, assicura la perfetta aderenza tra tubazione e terreno circostante o tra due tubazioni).

L'estrazione dell'acqua da pozzo avviene prevalentemente attraverso l'uso di pompe di tipo prevalentemente centrifugo. Senza entrare nel dettaglio delle formule, basti sapere che il diametro del pozzo ha scarsa influenza sulla portata e che sia nel caso di falde in pressione (artesiane) che di falde freatiche, la portata emunta è funzione della depressione indotta nella falda dalla captazione. In particolare, per falde artesiane è una funzione lineare, mentre per la falda freatica è una funzione quadratica.

Occorre infine rappresentare che non è possibile prelevare tutta l'acqua della falda con dei pozzi, perché una parte di essa passerà sempre a valle. Anzi il rapporto fra la portata derivabile con una serie di pozzi e quella complessiva della falda è sempre inferiore all'unità (prudenzialmente si ritiene pari al $15 \div 20\%$).

1.4.4. Captazione di acque superficiali

Qualora si debba ricorrere all'uso di acque superficiali, la preferenza va data alle acque di laghi naturali o artificiali, preferibilmente situati in alta montagna, prendendo le opportune precauzioni perché nel bacino imbrifero siano completamente eliminate, o almeno ridotte al minimo, le possibilità di inquinamento.

È necessario innanzitutto che l'opera sia realizzata a una certa distanza dalla riva e collegata a questa con un pontile. La distanza deve essere la massima possibile tenuto conto delle dimensioni del lago e della necessità di ottenere acqua con il minimo di sostanze sospese.



Occorre costruire una torre che poggia sul fondo del lago con prese realizzate a una profondità di diversi metri sotto il pelo libero dell'acqua, per evitare le variazioni termiche stagionali e ottenere un'acqua a temperatura quasi costante e ben sedimentata. Per tener conto delle variazioni di livello dell'acqua del lago si realizzeranno più prese, a livelli diversi e manovrabili dall'alto, di cui l'ultima al di sotto del livello di invaso minimo, ma a una certa altezza dal fondo, nelle vicinanze del quale si trovano le acque più torbide che hanno subito una minore sedimentazione. Sul fondo della torre verrà allocata la tubazione che porterà l'acqua all'impianto di potabilizzazione (quasi sempre necessario) o al serbatoio.

Nel caso non si possa disporre di un lago di alta montagna, converrà ricorrere alle acque di un lago a quota più bassa e solo in mancanza di qualunque altra soluzione, alle acque di un fiume.

In quest'ultima ipotesi, se la portata da derivare è molto piccola rispetto a quella di magra del fiume, basterà disporre un edificio di pompaggio in fregio al fiume.

La pompa sarà sommersa o meno, a seconda dell'altezza che intercorre tra il livello di magra, e quello, superiore alle massime piene, a cui si installa il motore.

Se la portata da derivare è una parte cospicua delle acque di magra di un fiume, occorre predisporre una vera e propria opera di presa, con traversa nel fiume e opere accessorie.

Lo scopo della traversa, che costituisce un piccolo sbarramento fluviale (fisso o mobile) è quello di definire e mantenere, in funzione del rigurgito da essa provocato a monte del corso d'acqua, una quota di presa più alta rispetto al fondo della sezione di sbarramento e quindi di assicurare una efficiente derivazione anche durante i periodi di magra del fiume. Questo incremento di quota deve essere verificato idraulicamente nelle condizioni più gravose (ovvero durante i periodi di piena del fiume) e tale, comunque che l'acqua sia sempre contenuta nell'alveo del corso d'acqua, anche al fine di non creare inconvenienti. Solo a tale condizione potrà essere realizzata una traversa fissa, altrimenti occorrerà realizzare uno sbarramento mobile (paratoia), in modo che, in condizioni di piena, sollevandosi in tutto o in parte, potrà garantire il deflusso delle acque senza che si arrechino danni ai terreni circostanti.

Ogni volta che le condizioni locali lo permettono, per avere acqua direttamente potabile, o da rendere tale con semplici e poco costosi interventi, si provvede a prelevare l'acqua dei fiumi non dalla corrente diretta, ma nella falda acquifera adiacente e situata nelle alluvioni che contornano le sponde. L'acqua subisce in questi materassi naturali, di sabbia e ghiaia, una filtrazione naturale che le conferisce caratteristiche di purezza, limpidezza, freschezza e sapore accettabili: se fosse necessario intervenire ulteriormente per rendere l'acqua potabile, lo si farà con i metodi classici.

Tali prese d'acqua si realizzano con procedimenti analoghi a quelli impiegati per le falde sotterranee, dove vengono usati dei semplici pozzi o dei drenaggi di captazione a seconda dell'entità della portata da derivare.

1.4.5. Raccolta di acque meteoriche

Il caso più semplice è la vecchia cisterna che raccoglie, direttamente dai tetti o da speciali superfici appositamente predisposte, le acque pluviali. La cisterna è costituita da una camera con fondo e pareti di calcestruzzo o di altro materiale, ricoperta da uno strato impermeabile di intonaco di calce e pozzolana, o di cemento. È raramente provvista di scarico di fondo ma sempre di condotta di adduzione e di troppo pieno. L'acqua viene prelevata con una pompa (a mano o elettrica), e in questo caso la copertura può essere chiusa ermeticamente, o con i secchi, pratica quest'ultima comoda, ma non certo raccomandabile

dal punto di vista igienico. Le acque delle cisterne sono stagnanti e un prolungato soggiorno può renderle inadatte all'alimentazione, occorrendo pertanto provvedere a munirle di chiusure che non lasciano passare la luce per evitare lo svilupparsi di vita vegetale e animale; bisogna provvedere a periodiche disinfezioni con adatti preparati sterilizzatori (steridolo, ipoclorito di calcio).

Talvolta le cisterne sono munite di filtro ed allora, a seconda della sua composizione, possono dare un'acqua migliore dal punto di vista organolettico e batteriologico. È intuitivo che le cisterne vanno periodicamente svuotate, pulite dal fango, che è sempre depositato sul fondo, e disinfettate.

Mediante le cisterne si può provvedere all'alimentazione di piccole comunità familiari o rionali e esistono cisterne che servono all'alimentazione di un'intera piccola isola, o vengono adibite a serbatoi di emergenza, in occasione delle interruzioni dell'acquedotto principale, col quale eventualmente possono essere anche collegate. Durante l'ultima guerra molte cisterne pubbliche e private furono riadattate e adibite a serbatoi di riserva per fronteggiare gli eventuali guasti dovuti a cause belliche.

La raccolta dell'acqua piovana è in aumento nei paesi in via di sviluppo e sviluppati (UNEP IETC, 2002; Han, 2004), anche se per motivazioni differenti. Nei paesi in via di sviluppo l'acqua piovana viene utilizzata sia come acqua potabile che non potabile. Nelle aree sviluppate, l'interesse è negli usi non potabili (es. sciacquone, irrigazione di prati e giardini, irrigazione) e come parte di un'ingegneria verde, strategia di utilizzo sostenibile dell'acqua. La qualità chimica dell'acqua raccolta dipende dalla chimica dell'acqua piovana, che varia a seconda del luogo e del tempo.

1.4.6. Raccolta dell'acqua dalla nebbia (Fog Harvesting)

Le nebbie hanno il potenziale per fornire una fonte alternativa di acqua dolce nelle regioni aride e possono essere raccolte attraverso l'uso di sistemi di raccolta semplici e a basso costo. L'acqua catturata può quindi essere utilizzata per l'irrigazione agricola e per uso domestico.-

I sistemi di abbattimento della nebbia sono tipicamente installati in aree in cui la presenza di nebbia è naturalmente elevata, tipicamente regioni costiere e montuose. I sistemi sono solitamente costruiti da una rete a maglie, stabilizzata tra due pali, che sono distribuiti perpendicolarmente al vento prevalente che trasporta la nebbia. Mentre il vento passa attraverso la rete, gocce di acqua dolce si formano e gocciolano in una grondaia sottostante, da cui i tubi conducono l'acqua in un serbatoio di stoccaggio. I pannelli in rete possono essere di dimensioni variabili. Quelli utilizzati dall'Università del Sud Africa in un progetto di ricerca sulla raccolta della nebbia misuravano 70 m² (UNISA, 2008), mentre nello Yemen è stato costruito un set di 26 piccoli collettori di nebbia standard (SFC) di 1 m² (Schemenaur et al.). Il materiale utilizzato per la rete è solitamente una rete di nylon, polietilene o polipropilene (nota anche come "tela ombreggiante") che può essere prodotta a varie densità in grado di catturare diverse quantità di acqua dalla nebbia che la attraversa (UNEP, 1997). I collettori sono posizionati sulle creste perpendicolarmente al vento prevalente e catturano e raccolgono l'acqua quando la nebbia si diffonde. Il numero e la dimensione delle maglie scelte dipenderanno dalla topografia locale, dalla domanda di acqua e dalla disponibilità di materiali e di risorse finanziarie. La produzione tipica di acqua ottenibile da un collettore di nebbia varia da 200 a 1.000 litri al giorno, con variabilità che si verifica su base giornaliera e stagionale.

L'efficienza della raccolta migliora con l'aumentare delle dimensioni delle goccioline di nebbia, nonché della velocità del vento e col diminuire della larghezza della maglia. I tassi di raccolta dell'acqua dai collettori di nebbia sono mostrati nella Tabella 4, che segue.



Project	Total collecting surface (m ²)	Water collected (liters/day)
University of South Africa	70	3,800
Yemen	40	4,500
Cape Verde	200	4,000
Dominican Republic	40	4,000
Eritrea	1,600	12,000

Sources: UNISA, 2008; Schemenauer et al, 2004; Washtechology; FogQuest

Tab.4: Water collection rates from fog collectors

Le dimensioni del sistema di trasporto e del dispositivo di stoccaggio dipenderanno dalla scala dello schema. Le strutture di stoccaggio dovrebbero essere dimensionate per contenere almeno il 50 per cento del volume massimo giornaliero di acqua utilizzata. Per scopi agricoli, l'acqua viene raccolta in un serbatoio di regolazione, trasferita in un bacino idrico e infine in un sistema di irrigazione, in modo che gli agricoltori la possano utilizzare per innaffiare i raccolti (UNEP, 1997). Una volta che il sistema è stato installato correttamente, il funzionamento e la manutenzione sono processi relativamente semplici. Tuttavia, un fattore importante nella sostenibilità di questa tecnologia è la creazione di un programma di controllo qualità che, di routine, dovrebbe includere i seguenti compiti (UNEP, 1997):

- ispezione delle reti a maglie e delle tensioni dei cavi per prevenire la perdita di efficienza nella raccolta dell'acqua ed evitare danni strutturali;
- manutenzione di reti, scarichi e condutture, incluse la rimozione di polvere, detriti e alghe;
- manutenzione del serbatoio di stoccaggio o della cisterna per evitare l'accumulo di funghi e batteri.

Laddove i pezzi di ricambio non sono disponibili localmente, è opportuno avere una scorta di reti e altri componenti, poiché la fornitura locale potrebbe essere limitata, specialmente nelle regioni montuose remote.

La siccità causata dal cambiamento climatico sta riducendo la disponibilità di approvvigionamento di acqua dolce in alcune regioni, con un impatto sulla produzione agricola, limitando le opportunità di semina e irrigazione. La raccolta di acqua dalla nebbia fornisce un modo per acquisire risorse idriche vitali per sostenere l'agricoltura in queste aree.

La tecnologia presenta i seguenti vantaggi:

- non richiede energia per funzionare;
- diminuisce la pressione sui bacini idrici locali di acqua dolce nei periodi di scarsa disponibilità di acqua;
- l'acqua atmosferica è generalmente pulita, ed è immediatamente idonea per scopi irrigui;
- l'impatto ambientale dovuto all'installazione e all'esercizio è minimo;
- una volta che i componenti e la supervisione tecnica sono stati garantiti, la costruzione del manufatto di raccolta della nebbia è relativamente semplice e può essere intrapresa in loco;
- gli investimenti di capitale e altri costi sono generalmente bassi rispetto alle fonti convenzionali di approvvigionamento idrico (UNEP, 1997);
- fornisce una fonte aggiuntiva di acqua dolce nelle regioni costiere e montuose aride, aumentando così la qualità della vita nelle comunità.

La tecnologia presenta i seguenti svantaggi:

- la tecnologia di raccolta della nebbia dipende da una fonte d'acqua che non è sempre affidabile, perché la presenza di nebbie è incerta. Tuttavia, alcune aree hanno una propensione allo sviluppo della nebbia, in particolare le zone costiere montuose sul margine continentale occidentale del Sud America;
- è difficile calcolare anche una quantità approssimativa di acqua che può essere ottenuta in un particolare luogo (Schemenauer e Cereceda, 1994).

1.5. *Potabilizzazione dell'acqua*

Per potabilizzazione si intende un insieme di operazioni aventi lo scopo di correggere i caratteri organolettici, fisici e chimici dell'acqua e di assicurarne la purezza biologica.

Con solidi sedimentabili si indicano quelle sostanze solide che hanno un peso specifico maggiore di quello dell'acqua e che, pertanto, tendono a precipitare naturalmente sul fondo di un bacino in tempi tecnici (dell'ordine di qualche ora). I solidi non sedimentabili, sono quelli che non sedimentano naturalmente nei tempi tecnici, in quanto hanno un peso specifico inferiore o prossimo a quello dell'acqua. I solidi colloidali sono costituiti da particelle piccolissime, per lo più di natura argillosa, cariche di elettricità, per lo più negativa, in uno stato di estrema dispersione nel mezzo continuo e che non subiscono l'azione della gravità perché sono tenute in equilibrio da forze di repulsione elettrica, conseguenti alle loro cariche (Moti Browniani).

Per ciclo di trattamento si intende la successione dei processi cui si deve essere sottoporre l'acqua allo scopo di renderla potabile (secondo i parametri fissati dalle normative vigenti).

I principali processi possono essere distinti in processi di separazione e processi di trasformazione. I primi sono di tipo fisico, mentre i secondi di tipo chimico.

Un esempio di processo tipo fisico è l'eliminazione di solidi sedimentabili dalle acque sfruttando la gravità, ovvero il fatto che le particelle possiedano un peso specifico maggiore di quello dell'acqua. Tali processi non risultano però efficaci per l'eliminazione di quelle sostanze con un peso specifico minore di quello dell'acqua (ad esempio i solidi colloidali), ecco quindi che intervengono i processi di trasformazione che mirano, con l'ausilio di sostanze chimiche, a far aggregare le suddette particelle e rendere così l'aggregato più pesante dell'acqua.

Il ciclo di trattamento è ovviamente funzione delle caratteristiche di partenza delle acque da trattare (cioè, destinate a potabilizzazione) e di quanto queste si discostino dalle caratteristiche che dovranno raggiungere al fine di essere considerate idonee al consumo umano (imposte dalle normative).

Nella scelta dei suddetti processi entra in gioco anche il fattore economico, avendo a disposizione più processi per raggiungere la medesima finalità.

Definito il ciclo di trattamento, si passa poi allo schema di trattamento, ovvero si definiscono per ogni processo il numero di unità, le volumetrie, le apparecchiature necessarie e i costi di esercizio.

Per acque di caratteristiche medie (di categoria A2, ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. n. 152/06 e ss.mm. e ii.) prelevate da corpo idrico superficiale, ad esempio un lago (le cui acque hanno un basso livello di torbidità grazie alla sedimentazione naturale di parte delle sostanze sospese sedimentabili), un tipico ciclo di trattamento è composto dalle seguenti fasi:

1. grigliatura;
2. staccatura o microstaccatura;
3. mescolamento rapido;
4. mescolamento lento;
5. sedimentazione;
6. filtrazione rapida;
7. disinfezione.

A rigore, il ciclo di trattamento, oltre alle suddette fasi, comprende anche quelle di trattamento dei fanghi, di cui verrà scritto più avanti.

Nel caso il prelievo avvenga da acque torbide, tipo quelle di un fiume, la fase di staccatura o microstaccatura viene sostituita dalla fase di sgrossatura.

Analizziamo ora le varie fasi.

1.5.1. Grigliatura

La grigliatura è destinata a trattenere il materiale più grosso trasportato dall'acqua; oltre che ciottoli e ghiaia, vengono trattenute foglie, sterpi, rami ecc.

Essa viene inserita nel ciclo di trattamento, non perché cambi le caratteristiche delle acque, ma per trattenere il materiale solido che potrebbe danneggiare le apparecchiature elettromeccaniche nelle fasi successive.

Le griglie possono essere di diverse tipologie, le più comuni sono costituite da barre dritte poste a coltello leggermente inclinate. La luce tra le barre è generalmente compresa tra 2 e 5 cm. In base alla spaziatura tra le barre, si distingue tra:

- griglie grosse 4÷6 cm (ma può arrivare fino a 10 cm);
- griglie medie 2÷4 cm;
- griglie fini 1÷2cm (può essere anche minore del cm).

La pulizia si ottiene con rastrelli a mano o meccanici, in questo caso possono esservi anche dispositivi di comando automatico. La scelta del sistema dipende dall'importanza dell'impianto e dalla quantità di materiale trasportato dall'acqua.

La griglia costituisce un ostacolo al passaggio della corrente idrica che, riducendo la sezione idrica, comporta un aumento di velocità dell'acqua. Per evitare che la velocità sia eccessiva e trascini con sé materiale che invece deve essere separato, occorre allargare il canale di adduzione alla griglia stessa. D'altra parte, questo allargamento non deve essere eccessivo per evitare che velocità troppo basse comportino la deposizione di materiale solido nel canale. La griglia va dimensionata in modo che la velocità minima dell'acqua non sia inferiore a $0.7 \div 0.8$ m/s.

1.5.2. Sgrossatura

Il processo si svolge in vasche percorse dall'acqua a velocità tale da consentire la sedimentazione dei materiali sedimentabili più grossi (ghiaia, sabbia, terriccio, ecc.) e ha lo scopo di alleggerire il compito delle vasche di sedimentazione che a esso seguono. In sostanza, il principio di funzionamento di queste vasche non si differenzia da quello delle vasche di sedimentazione. Ogni particella di solido in sospensione nella corrente (considereremo quella in posizione più sfavorevole rispetto al fondo, ovvero posta sulla superficie libera della vasca) è sottoposta a due forze: una è la forza di gravità (verticale) e l'altra è quella di trascinamento della corrente (orizzontale in condizioni di basse velocità). La forza risultante, più o meno inclinata, data dalla somma (vettoriale) delle due precedenti, deve essere tale che la traiettoria della particella tocchi il fondo della vasca.



Se tale condizione è verificata per la classe di particelle più leggere che vogliamo separare, lo sarà ovviamente anche per quelle più pesanti.

Il funzionamento di queste vasche può non essere continuo e l'acqua può esservi immessa solo quanto vi è la necessità. Il funzionamento intermittente ne facilita la pulizia. In casi di flusso continuo si dispone di un'unità di riserva da utilizzare quando la vasca deve essere vuotata e pulita.

I tipi e le forme di queste vasche non differiscono da quelle di sedimentazione.

A valle della fase di sgrossatura, dove si ritrova materiale fine poco sedimentabile (sabbia fine, limo, ecc.), si può prevedere una fase di filtrazione lenta e disinfezione, oppure una fase di filtrazione rapida (preceduta dalle fasi 3, 4 e 5 del ciclo di trattamento di pag. 29) seguita sempre dalla fase finale di disinfezione (vedi tabella 5).

La fase di sgrossatura è sempre presente quando a valle vi è una filtrazione lenta. Nel caso a valle vi sia una filtrazione rapida, la sgrossatura è utilizzata solo per acque particolarmente torbide.

In base a quanto detto sopra, nel caso di prelievo di acqua da fiume, i cicli di trattamento saranno i seguenti:

Cicli di trattamento di un impianto di potabilizzazione in caso di presa da fiume	
Ciclo di trattamento A	Ciclo di trattamento B
1. Grigliatura;	1. Grigliatura;
2. Sgrossatura;	2. Sgrossatura;
3. Mescolamento rapido;	3. Filtrazione lenta;
4. Mescolamento lento;	4. Disinfezione.
5. Sedimentazione;	
6. Filtrazione rapida;	
7. Disinfezione.	

Tab.5

1.5.3. Staccatura / Microstaccatura

Con la staccatura si trattengono i materiali grossi passati attraverso la griglia, non sedimentabili e per lo più di natura organica (foglie, plancton e alghe). Gli stacci possono essere di vario tipo; i più comuni sono costituiti da lamiere forate o reti metalliche con fori di dimensioni molto piccole. Queste lamiere e reti sono montate su supporti, per lo più a forma di tamburo, dotati di movimento di rotazione, lento e continuo, intorno a un asse orizzontale o verticale. La pulizia si effettua quasi sempre con lavaggio in pressione o con spatole che asportano il materiale trattenuto.

I fattori chiave da considerare sono il consumo d'acqua per la pulizia, la pressione di quest'acqua e l'energia elettrica necessaria per gli organi in movimento.

La microstaccatura consente di trattenere materiali anche molto fini quasi sempre di natura organica.

I microstacci sono dei grossi tamburi, rivestiti da una rete metallica estremamente sottile, rotanti con

una velocità periferica di $20 \div 25$ cm/s. Questi tamburi sono parzialmente immersi (per circa $2/3$ del diametro) in un bacino e l'acqua li attraversa dall'interno verso l'esterno. Le dimensioni delle maglie dipendono dalle particelle che si intendono eliminare e le varie reti si differenziano per il numero di maglie per cm^2 (possono variare da 18000 a 75000 maglie a cm^2). La pulizia avviene a mezzo di getti di acqua in pressione sulla parte emersa del microstaccio.

I microstacci si differenziano dagli stacci veri e propri per l'estrema piccolezza delle maglie, il che consente di trattenere organismi specifici della microflora e della microfauna.

1.5.4. Filtrazione

Le acque che ritroviamo a valle dei trattamenti fisici di separazione (grigliatura, sgrossatura, stacciatura o microstacciatura), fin qui trattati, sono ancora ricche di sostanze in sospensione di natura colloidale.

Per l'eliminazione di tali materiali si ricorre ai processi di filtrazione. In tali processi l'acqua viene fatta passare attraverso un mezzo poroso (sabbia sottile) sotto un carico idraulico tale da fornirle la pressione necessaria ad attraversarlo. Col passare del tempo, il materiale trattenuto tende a intasare il filtro e occorre procedere al lavaggio dello stesso.

Possiamo distinguere due tipi di filtrazione:

- filtrazione lenta;
- filtrazione rapida.

Esse si differenziano, soprattutto, per le velocità con cui l'acqua attraversa il mezzo filtrante. Nel primo caso, la velocità è dell'ordine dei cm/h, mentre nel secondo caso dei m/h. Da ciò scaturisce subito una differenza tra i due tipi di filtro, in quanto a parità di portata Q da trattare, i filtri lenti hanno dimensioni molto maggiori rispetto ai filtri rapidi.

1.5.4.1. Filtrazione lenta (filtrazione superficiale)

Da un punto di vista storico, la filtrazione nasce come filtrazione lenta. Il principio di funzionamento è quello prima descritto. L'efficacia depurativa di questi filtri è dovuta a una sostanza gelatinosa, ricchissima di microrganismi, che si forma sullo strato superiore della sabbia. Questa membrana biologica ha il potere di trattenere le particelle più fini sospese nell'acqua che, altrimenti, passerebbero attraverso il filtro (in quanto ha una porosità inferiore a quella del filtro), e una gran parte del contenuto microbico, poiché è una pellicola "viva", ovvero i microrganismi che la costituiscono si nutrono della sostanza organica presente nell'acqua in arrivo.

Il processo che ha luogo nei filtri lenti è pertanto un processo di natura sia fisica che biologica. Affinché la membrana si formi, occorre un certo tempo, detto tempo di maturazione del filtro, che è di $15 \div 20$ giorni.

Durante tale periodo l'acqua che attraversa i filtri non può essere destinata a uso potabile, poiché l'efficienza del filtro dipende dalla membrana superficiale. Se la pellicola biologica si sviluppasse uniformemente, la carica batterica sarebbe praticamente nulla, tuttavia ciò non avviene per le inevitabili fratture della pellicola stessa. Con l'aumentare dello spessore della membrana, la velocità di filtrazione diminuisce, tanto che a un certo punto occorre interrompere il funzionamento del filtro e procedere al lavaggio dello stesso.

Il lavaggio prevede l'asportazione dei primi strati del filtro (dove si è formata la membrana), il lavaggio della sabbia asportata e una sua successiva risistemazione. A intervalli di tempo più lunghi occorre lavare o sostituire l'intero strato di sabbia costituente il filtro.

I valori medi indicativi delle velocità nei filtri lenti sono di circa $10 \div 12$ cm/h per uno spessore che varia in genere tra i 60 e i 150 cm. I filtri funzionano sommersi e l'acqua viene raccolta sul fondo del filtro con un sistema drenante.

Vantaggi della tecnologia:

- spese di esercizio ridotte (non occorre alcun tipo di reattivo);
- buona qualità dell'acqua filtrata dal punto di vista batteriologico;
- carica batterica dell'acqua filtrata inferiore rispetto a quella ottenibile con la filtrazione rapida.

Svantaggi della tecnologia:

- grande ingombro dell'impianto di filtrazione;
- lentezza nel raggiungere le condizioni di regime;
- operazioni di lavaggio lunghe e onerose, dovute alla grande superficie dei filtri lenti.

1.5.4.2. Filtrazione rapida (filtrazione a volume)

Nella filtrazione rapida, a causa delle elevate velocità dell'acqua (m/h), non si genera la pellicola biologica. Il processo è puramente fisico e interessa l'intero ammasso filtrante e non solo la parte superficiale, come avviene nella filtrazione lenta.

Ai filtri rapidi vengono inviate acque trattate con processi chimico-fisici e quindi il loro compito è quello di eliminare tutte quelle particelle, o fiocchi di natura chimica, che non si è riusciti a eliminare con i trattamenti preliminari.

I principali fenomeni che si sviluppano durante una filtrazione rapida sono adesione, distacco e trasporto.

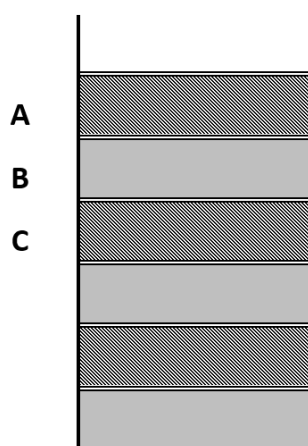


Fig. 1

Le sostanze trasportate dall'acqua a contatto con i granelli dell'ammasso filtrante, vengono da questi attratti a causa di forze di natura elettrica, avvenendo così il fenomeno dell'adesione. Con il passare del tempo, a causa del fenomeno di adesione, nel primo strato A dell'ammasso filtrante, si riduce la poro-

sità. Successivamente, le particelle che si trovano nella parte più bassa dello strato A, subiscono il fenomeno del distacco, passando allo strato sottostante B, dove sono sottoposte nuovamente al fenomeno dell'adesione.

Quando nello strato B si è ridotta la porosità, avviene la stessa cosa che è già avvenuta nello strato A. Si parla pertanto di fronte della filtrazione che avanza dall'alto verso basso.

Quando il fronte della filtrazione ha raggiunto il fondo del filtro, si parla di perforazione del filtro stesso, per cui la concentrazione di sostanze contenute nell'acqua all'uscita del filtro è praticamente coincidente con quella iniziale. In tale condizione occorre arrestare il funzionamento del filtro e procedere al lavaggio del filtro medesimo.

Il lavaggio del filtro avviene in controcorrente (ovvero dal basso verso l'alto) e interessa l'intero spessore. Esso deve avvenire in maniera uniforme e può essere effettuato con acqua e aria (sistema europeo) o con sola acqua (sistema americano) dotata di notevole velocità. Nei sistemi ad aria e acqua, l'aria viene insufflata prima dell'immissione dell'acqua, oppure contemporaneamente. L'aria ha funzione di favorire il distacco delle particelle (fiocchi) dai granelli dal mezzo poroso, costituente il filtro, mentre l'acqua ha funzione di trasporto.

L'acqua di lavaggio viene immessa dal basso, generalmente attraverso le stesse tubazioni da cui fuoriesce l'acqua filtrata e rappresenta il 2 ÷ 3 % circa della portata di acqua trattata. Il tempo di lavaggio del filtro è di circa 15 minuti.

Secondo l'impostazione tradizionale, un filtro rapido è costituito da uno o più strati di materiale (sabbia e antracite), variamente supportati da un fondo drenante e attraversati normalmente dall'alto verso il basso (flusso downflow) dalla corrente di acqua da trattare.

Il fondo drenante assolve contemporaneamente a tre funzioni:


- impedire il trasporto della sabbia assieme all'acqua filtrata;
- ripartire uniformemente il flusso dell'acqua nella fase di filtrazione;
- ripartire l'acqua, ed eventualmente l'aria, in fase di lavaggio in controcorrente.

Esistono varie tipologie di filtri che possono differenziarsi per le modalità di circolazione del flusso dell'acqua da trattare (flusso ascendente o discendente), per la tipologia del letto filtrante (che può essere costituito anche da sola sabbia, monogranulare o non) o per altre particolarità costruttive.

1.5.5. Chiariflocculazione

Con il termine chiariflocculazione si intende l'insieme del processo di flocculazione abbinato a una successiva chiarificazione. Tale processo, di tipo chimico-fisico, fa uso di reagenti chimici ed è indicato per l'eliminazione dei solidi colloidali. Si è già visto che tali solidi sono costituiti da particelle piccolissime, per lo più di natura argillosa, cariche di elettricità, per lo più negativa, in uno stato di estrema dispersione nel mezzo continuo e che non subiscono l'azione della gravità, perché sono tenute in equilibrio da forze di repulsione elettrica, conseguenti alle loro cariche (Moti Browniani).

Per eliminarli occorre innanzitutto abbattere le forze repulsive tra le particelle e poi creare superfici cui tali particelle aderiscano per formare aggregati più pesanti dell'acqua (fiocchi), separabili per gravità.



È questa la duplice funzione svolta dai reagenti chimici detti coagulanti. Questi sono composti a base di ferro e alluminio. I più usati sono cloruro ferrico e solfato di alluminio.

I fattori che influenzano la coagulazione sono il pH, la temperatura e il tempo di contatto.

L'acidità non favorisce la coagulazione, occorre che il pH vari tra $6,4 \div 7$. La temperatura influenza la coagulazione. Maggiore è la temperatura e maggiore sarà il movimento delle particelle in sospensione e quindi la possibilità di aggregazione tra le stesse. Inoltre, con l'aumentare della temperatura, diminuisce anche la viscosità della soluzione acquosa. Minore sarà la temperatura e maggiore sarà il consumo di reagente a parità di risultato ottenuto. Ulteriore fattore che influenza la coagulazione è il tempo di reazione.

La scelta del tipo di reattivo e del dosaggio più adeguato sono effettuate in laboratorio mediante la prova di laboratorio chiamata "Jar test".

Lo scopo quindi della fase di chiariflocculazione è far aggregare le particelle più leggere, presenti in acqua, formando particelle più grandi e pesanti dell'acqua, eliminabili per semplice sedimentazione.

Il processo di chiariflocculazione consta di tre sotto-processi:

- mescolamento rapido;
- mescolamento lento o flocculazione;
- sedimentazione.

Il mescolamento rapido serve solo a ben miscelare il reattivo nell'acqua affinché possa agire nel migliore dei modi. Il tempo di tale processo è circa di $3 \div 5$ minuti.

Il mescolamento lento ha lo scopo di agevolare la formazione dei fiocchi. Occorre che le particelle si aggregino e che i microaggregati tendano nella massa liquida ad accrescersi, intercettando il maggior numero di particelle. Il tempo di tale processo è circa di $20 \div 40$ minuti.

Con la sedimentazione, occorre che i fiocchi, così formati, possano depositarsi sul fondo del bacino, sfruttando la forza di gravità. Nel loro moto sub-verticale i fiocchi tendono a trascinare sul fondo le particelle più leggere, in sospensione, che intercettano.

La fase di sedimentazione dura $1 \div 2$ ore circa.

I tre processi sopra descritti possono avvenire in tre bacini separati o anche in una vasca unica.

Il processo di chiariflocculazione, nel ciclo di trattamento (sia con presa da fiume che da lago), segue i trattamenti preliminari e viene posto a monte della filtrazione rapida. Quest'ultima, infatti svolge la funzione di affinamento dell'effluente, garantendo una maggiore separazione solido-liquido.

La chiariflocculazione trova applicazione anche negli impianti di depurazione di tipo chimico-fisico oppure negli impianti di depurazione di tipo biologico; in quest'ultimo caso svolge la funzione di affinamento dell'effluente.

1.5.6. Disinfezione

Il processo di disinfezione mira a una sensibile riduzione della popolazione microbica presente nell'acqua, al fine di consentire l'abbattimento di quelle specie individuate come patogene. Tra queste troviamo i coliformi totali, coliformi fecali, gli streptococchi fecali, gli enterococchi e l'escherichia coli.

È un processo di grande importanza, in quanto da esso dipende la salubrità dell'acqua che beviamo, dal punto di vista microbiologico, ed è presente in qualsiasi ciclo di trattamento.

La disinfezione dell'acqua può avvenire per via chimica o fisica o mediante processi oligodinamici.

La disinfezione chimica comunemente viene effettuata attraverso il cloro e i suoi composti, ma può ottenersi anche con acido peracetico, con ozono e con calce.

La disinfezione fisica sfrutta invece i raggi UV.

Per brevità di trattazione, verranno analizzati solo alcuni dei metodi e dei prodotti chimici usati per la disinfezione.

Un disinfettante ideale dovrebbe possedere le seguenti caratteristiche:

- essere efficace a piccole dosi e con largo spettro d'azione su vari microrganismi;
- avere un'azione rapida, ma persistente nel tempo;
- non produrre effetti collaterali indesiderati (sgradevole al gusto e all'olfatto, formazione di composti pericolosi, ecc.);
- essere di facile impiego;
- essere sicuro ed economico, sia per i costi di produzione che di esercizio.

Un disinfettante ideale purtroppo non esiste e occorrerà pertanto scegliere il metodo di disinfezione più adatto a seconda delle situazioni che si è chiamati ad affrontare.

1.5.6.1. Clorazione

La disinfezione chimica è effettuata principalmente con il cloro e i suoi composti. Sono usati gli ipocloriti di calcio e sodio, il cloro gassoso, il biossido di cloro e le cloroammine.

Il cloro infatti possiede un'elevata reattività e capacità ossidante e si combina facilmente con le sostanze organiche e inorganiche ossidabili presenti nell'acqua, inoltre, una volta aggiunto all'acqua in quantità adeguate presenta un cloro residuo persistente nel tempo, utile per la copertura in rete (nelle reti di distribuzione idrica).

Tra tutti i composti del cloro menzionati, il più utilizzato, grazie all'economicità, alla semplicità e sicurezza nell'utilizzo e alla facile reperibilità, è l'ipoclorito di sodio in soluzione acquosa (più comunemente noto come candeggina o varechina), che ha un tempo di contatto (reazione) di circa 30 minuti.

Semplicità d'uso, efficacia ed economicità si pagano in termini di tossicità. Il cloro infatti è tossico (per alcune specie acquatiche e per altri organismi presenti nelle acque), pertanto il quantitativo di cloro residuo, comunque necessario ad assicurare la copertura in rete, non deve superare i $0,1 \div 0,2$ mg/l.

Molto importante al fine del dosaggio di cloro nell'acqua è il diagramma della clororichiesta.

La clororichiesta è il quantitativo di cloro che viene assorbito dall'acqua, in un dato tempo e a una data temperatura, per effetto delle combinazioni che il cloro forma con le sostanze contenute nell'acqua medesima.

I bacini di disinfezione (o vasche di contatto) sono vasche rettangolari divise in setti. I setti costringono la corrente idrica ad allungare il percorso tra l'ingresso e l'uscita dal bacino, in modo da assicurare un adeguato tempo di contratto tra il disinfettante e l'acqua.

Altro composto del cloro spesso utilizzato è il biossido di cloro (ClO_2), utile quando nell'acqua in trattamento vi è una forte presenza di sostanze organiche, evitando la formazione di clorofenoli (composti che impartiscono cattivi sapori all'acqua). Ha tempi di contatto di circa 10 minuti, ma elevati costi di produzione e pertanto viene utilizzato negli impianti di grande scala (\geq di 100.000 abitanti).

I processi di clorazione hanno raggiunto maggiore perfezionamento e diffusione da quando negli impianti di potabilizzazione è entrato l'uso dei carboni attivi, utilizzati sia come decloratori, sia come agenti capaci di eliminare odori e sapori sgradevoli.

I carboni attivi infatti hanno un elevato potere di adsorbimento.

L'adsorbimento è un processo fisico-chimico, ben diverso dal semplice assorbimento, da parte dei pori di una specifica sostanza. È un processo nel quale le valenze libere degli atomi disposti sulla superficie del substrato adsorbente (per superficie non si intende solo quella esterna, ma anche quella costituita da tutti i pori interni) legano quantità molto elevate di atomi di altre sostanze.

Il carbone attivo si ottiene dalla carbonizzazione di legno, sughero, segatura, ecc. a una temperatura di $500 \div 600$ °C. Tale carbone ha una notevole percentuale di parti attive, ma al termine della carbonizzazione esse sono occupate dai gas prodotti durante il suddetto processo. L'attivazione dei suddetti carboni avviene in diversi modi (per lo più con corrente calda di aria o vapore) e ha lo scopo di asportare dai pori le sostanze gassose presenti, conferendo così, ai carboni stessi, la capacità di adsorbire nuove sostanze (nel nostro caso cloro e altre sostanze presenti in acqua, che le conferiscono cattivi odori e sapori). Il carbone attivo può essere utilizzato granulato e disposto in appositi filtri, oppure in polvere, aggiunto in dosi determinate all'acqua.

1.5.6.2. Ozono

La disinfezione può avvenire, molto efficacemente, anche utilizzando l'ozono.

L'ozono (O_3) è una forma instabile dell'ossigeno ed è solubilissimo in acqua, dove si decompone in $\text{O}_2 + \text{O}$. È un fortissimo ossidante, la cui azione è legata alla liberazione di ossigeno nascente.

L'effetto battericida dell'ozono è tanto maggiore quanto minore è il contenuto di sostanza organica nell'acqua. Infatti, l'azione dell'ozono si esercita prima sulla sostanza organica "morta" e sui metalli e solo dopo sui microrganismi. Per non sprecarlo e sfruttare pienamente il suo effetto battericida, visti gli elevati costi di produzione, occorre eliminare preventivamente dall'acqua la maggior parte della sostanza organica, occorre quindi che la fase di ozonizzazione sia preceduta da una accurata filtrazione.

Il controllo dell'avvenuta disinfezione si effettua mediante il rilevamento di ozono (in tracce), dopo il trattamento, per almeno 15 minuti. L'eccesso di ozono in acqua non presenta inconvenienti, in quanto decomponendosi rapidamente in ossigeno migliora le caratteristiche organolettiche dell'acqua stessa (elimina cattivi odori e sapori). I tempi di contatto orientativamente variano tra $5 \div 30$ minuti, in funzione del dosaggio di ozono, delle caratteristiche dell'acqua da disinfettare e del rendimento di disinfezione desiderato.

1.5.6.3. Raggi UV

I raggi ultravioletti sono prodotti mediante lampade al quarzo con atmosfera di mercurio. L'acqua viene purificata facendola passare, sotto forma di leggero strato, davanti alla lampada. In tale processo occorre che l'acqua sia assolutamente limpida, perché l'acqua torbida costituirebbe uno schermo all'azione dei raggi ultravioletti sui microrganismi.

Il controllo dell'azione battericida può essere fatto solo con l'esame batteriologico dell'acqua a valle del processo. Il tempo di contatto è mediamente inferiore al minuto.

1.5.6.4 Processi oligodinamici

Nei processi oligodinamici, sottoponendo l'argento a un particolare processo, con aggiunta di palladio, si generano composti detti Katadyn, che emettono ioni ad alta attività e perciò con azione battericida. Un perfezionamento del processo si ottiene con l'uso di elettrodi di argento immersi nell'acqua da purificare e attraversati da una debole corrente elettrica continua. In tal modo dagli elettrodi si liberano ioni di argento che agiscono come sterilizzanti e conferiscono all'acqua stessa un potere battericida.

1.6. Ulteriori trattamenti per la rimozione di sostanze specifiche

1.6.1. Processi di addolcimento

Come già visto, i sali di calcio e magnesio nel loro complesso costituiscono la durezza dell'acqua, la quale si suole distinguere in temporanea (che si elimina con l'ebollizione ed è grossolanamente costituita dai bicarbonati) e in durezza permanente costituita dai solfati e, raramente, e in piccole quantità, da fosfati, nitrati ecc... Questa durezza si esprime comunemente in gradi francesi, ogni grado francese corrispondendo a 10 mg/l di CaCO_3 , o in quantità chimicamente equivalente di altri sali.

Gli inconvenienti provocati da un'acqua molto dura sono:

- a contatto con il sapone generano poca schiuma; poiché il sapone si combina con i sali di calcio e magnesio, prima di esplicare l'azione detergente;
- ritardo nella cottura dei cibi, con conseguente maggior consumo di combustibile;
- producono danni alla biancheria, le cui fibre tendono a indurirsi a causa del deposito di sali di calcio e magnesio, diventando più fragili;
- provocano incrostazioni delle tubazioni (specie quelle dell'acqua calda).

L'addolcimento delle acque può avvenire mediante:

- processo a calce-soda;
- scambio ionico.

1.6.1.1. Processo a calce-soda

In questo processo, vengono aggiunti come reattivi idrato di calce, o calce spenta Ca(OH)_2 , e soda come carbonato di sodio Na_2CO_3 . L'aggiunta di tali reattivi dà luogo a reazioni mediante le quali si ottengono composti insolubili in acqua, che pertanto precipitano.

Un impianto di addolcimento sostanzialmente non differisce da una fase di chiariflocculazione (mesco-



lamento rapido, mescolamento lento e sedimentazione) abbinata a una filtrazione.

In questo caso il precipitato non è fioccoso, ma polverulento e sottile e richiede lunghi di tempi di sedimentazione, a meno che non si aggiunga anche del coagulante.

Se l'acqua che deve essere addolcita è anche torbida, lo stesso impianto può servire al duplice scopo, aggiungendo insieme coagulante e reattivi.

La filtrazione è fondamentale poiché è impossibile eliminare tutti i precipitati per semplice sedimentazione. Una piccolissima parte di precipitato rimane in sospensione allo stato colloidale, anche dopo la sedimentazione, per cui l'acqua tende a incrostare la sabbia presente nei filtri.

Per ovviare a ciò, si procede insufflando, a monte della filtrazione, anidride carbonica, con l'intento di trasformare il precipitato allo stato colloidale (carbonato di calcio) in bicarbonato, che è solubile in acqua. In questo caso si parla di ricarbonazione dell'acqua.

1.6.1.2. Scambio ionico

Esistono sostanze (naturali o artificiali) dette resine scambiatrici, o più comunemente zeoliti, che hanno la capacità di scambiare ioni con l'acqua che li attraversa. In effetti gli ioni di calcio e magnesio vengono scambiati e al loro posto, nella soluzione, si ritrova lo ione sodio, cioè, i sali di calcio e magnesio dell'acqua vengono trasformati quantitativamente nei corrispondenti sali di sodio (se viene utilizzata una resina di tipo sodico).

Il processo consente di giungere a durezza pari a zero. Eliminare però tutta la durezza in un'acqua potabile non conviene, poiché dal punto di vista organolettico, risulta insipida e corrosiva per le tubazioni (essendo nulla la presenza di bicarbonati).

In pratica, quindi, se si vuole eliminare una parte della durezza presente nell'acqua, ad esempio il 70%, si fa passare il 70% della portata idrica attraverso uno strato di zeolite e il restante 30% della portata si bypassa; quindi, le due aliquote si miscelano, ottenendo un'acqua con il solo 30% della durezza iniziale.

Le resine scambiatrici sono insolubili e si presentano sottoforma di granelli e possono essere sia naturali che artificiali. Quest'ultime sono caratterizzate da un maggiore potere di scambio.

Per potere di scambio si intende la quantità di sali di calcio e di magnesio (espresse in termini di CaCO_3) che un litro di materiale è capace di scambiare.

Le zeoliti sono disposte in torri di scambio. Esaurita la capacità di scambio, il materiale può essere rigenerato, facendo passare, attraverso di esso, una soluzione contenente lo ione, o gruppo ionico, costituente la molecola originaria dello scambiatore, che è stata ceduta all'acqua nel corso del processo di demineralizzazione.

A seconda del materiale impiegato come scambiatore possiamo eliminare la sola durezza carbonica, la sola durezza non carbonica o entrambe.

1.6.2. Processi di deferrizzazione e demanganizzazione

La presenza di ferro e manganese nell'acqua conferisce una tipica colorazione tendente al rossastro, la rende non idonea al lavaggio della biancheria e nei processi di produzione di un'industria, incide inoltre sul sapore dell'acqua, conferendole un sapore astringente. Eccessi di ferro nell'acqua tendono a sedimentare nelle condotte, costituendo una fanghiglia in cui possono trovare un habitat favorevole alcune

specie batteriche (i ferrobatteri) che generano problemi di natura microbiologica.

La deferrizzazione, e demanganizzazione, può essere eseguita con diversi processi, di seguito riportati, basati sul principio di ossidare i sali ferrosi e manganosi (solubili) per trasformarli nei rispettivi sali ferrici e manganici (insolubili). La formazione di idrato manganico è molto più lenta di quella dell'idrato ferrico.

I sali di ferro sono quelli più abbondanti nelle acque. Il ferro può trovarsi come bicarbonato ferroso, solfato ferroso e ferro colloidale o organico.

Per eliminare il bicarbonato ferroso si può intervenire mediante un processo di aerazione. La reazione tra i bicarbonati di ferro e di manganese con l'ossigeno dell'aria li trasforma nei rispettivi idrati ferrici e manganici insolubili, che possono essere separati mediante processi di sedimentazione e successiva filtrazione.

Può essere utilizzata anche la precipitazione con calce quando oltre alla deferrizzazione e demanganizzazione, si vuole anche ottenere un addolcimento delle acque.

Come ulteriore processo può essere usato anche lo scambio ionico.

Il solfato ferroso è caratteristico di acque che hanno attraversato terreni ad alto contenuto di ferro. Si interviene in questo caso o mediante precipitazione con calce o con processi di scambio ionico.

Il ferro organico è caratteristico delle acque superficiali e si interviene mediante impianti di precipitazione chimica, utilizzando come reagente il solfato di alluminio. Si può anche intervenire mediante l'osmosi inversa (filtrazione su membrane).

1.7 Linea fanghi

Quando si è parlato del ciclo di trattamento di un impianto di potabilizzazione, è stata esaminata la linea di trattamento principale, ovvero la linea acqua.

Il ciclo comprende però anche una linea di trattamento dei fanghi.

Le sostanze solide provenienti dal processo di chiariflocculazione (con riferimento al ciclo di trattamento di pagina 35) costituiscono i cosiddetti fanghi, che devono essere trattati prima dello smaltimento finale. I fanghi sono, pertanto, un insieme di acqua e sostanza solida.

Lo scopo del trattamento dei fanghi è di conferire loro caratteristiche di stabilità (dal punto di vista biologico, ovvero non putrescibilità) e palabilità. Per palabilità di un fango si intende una consistenza tale da essere preso con la pala. Le attuali normative hanno sostituito il termine palabilità, di per sé qualitativo, con un tenore minimo di sostanza secca nel fango, che deve essere $\geq 25\%$.

La stabilità viene valutata mediante il test di cessione dell'eluato, attraverso la misurazione di DOC (carbonio organico disciolto), che deve risultare ≤ 100 mg/l, e di TOC (carbonio organico totale), che deve risultare $\leq 5\%$.

I fanghi di un impianto di potabilizzazione, solitamente, visto il basso tenore di sostanza organica, non hanno bisogno di stabilizzazione, è sufficiente pertanto assicurarne il suddetto tenore di sostanza secca.

I fanghi provenienti dalle fasi di separazione della linea principale hanno un'umidità molto elevata, 97 ÷ 99 %. La linea fanghi di un impianto di potabilizzazione sarà progettata proprio per ridurre tale percentuale di umidità e conferire ai fanghi la necessaria consistenza.

La linea fanghi in un impianto di potabilizzazione consta solitamente delle seguenti fasi di trattamento: ispessimento, condizionamento e disidratazione.

L'ispessimento è un particolare processo di sedimentazione in cui però lo scopo è quello di separare l'acqua dalla sostanza solida, presente in elevata quantità.

Per poter facilitare il rilascio di acqua da parte del fango, si aggiungono reattivi chimici, solitamente polielettrolita cationico, che lo predispongono meglio alla fase successiva di disidratazione.

Quest'ultima fase, di solito meccanica, è realizzata a mezzo di presse meccaniche che premono il fango, riducendone sensibilmente il tenore di umidità. La disidratazione meccanica può ottenersi anche a mezzo di centrifughe. Un fango così ottenuto può avere un tenore di sostanza secca fino a circa il 40%.

Bibliografia

- American Water Works Association- WATER QUALITY & TREATMENT A Handbook on Drinking Water, Sixth edition, Mc Graw Hill;
- Compendium of Sanitation Systems and Technologies – IWA, 2nd Edition;
- Girolamo Ippolito – Appunti di costruzioni idrauliche, Liguori editore;
- Giuseppe d’Antonio- Appunti del corso di Ingegneria Sanitaria Ambientale A.A. 1994- 1995;
- Giuseppe Frega- Acquedotti e fognature, Liguori editore;
- Linee Guida per un’azione della Cooperazione italiana nel settore dell’Acqua – Roma Luglio 2015;
- Luigi Masotti- Depurazione delle acque, Edizione Calderini;
- Luigi Masotti, Paola Verlicchi – Depurazione delle acque di piccole comunità e Hoepli;
- Giuseppe De Martino e Luigi Mendia- Norme tecniche per la costruzione degli impianti di potabilizzazione, Ingegneria Sanitaria Ambientale;
- OECD Council Recommendation on Water – December 2016;
- ONU- Agenda 2030: Risoluzione adottata dall’Assemblea Generale il 25 settembre 2015;
- Frank R. Spellman The Drinking Water Handbook Third Edition – CRC Press;
- The Sfera Handbook – 2018 Edition;

- UNHCR WASH MANUAL: Practical Guidance for Refugee Settings 7th Edition, 2020;
- WATER QUALITY MANAGEMENT AND CONTROL OF WATER POLLUTION – FAO;
- Water Resources and Environment Technical Note D.1 Editors RICHARD DAVIS, RAFIK HIRJI;
- DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000;
- DECRETO LEGISLATIVO N. 31/2001;
- DECRETO LEGISLATIVO N. 152/2006;
- DIRETTIVA (UE) 2020/2184 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2020.



S

ANITATION



Capitolo 2 – *SANITATION*

Il presente capitolo illustra la seconda componente dell'acronimo WA.S.H., ovvero la *Sanitation*.

Un paragrafo è dedicato alla descrizione dei servizi igienici “latrine”. Verranno illustrati unicamente i sistemi singoli, ovvero non collettati tramite rete fognaria, in quanto sono i sistemi più frequenti in aree rurali e urbane a basso reddito pro capite. Un ampio paragrafo, strutturato sotto forma di glossario, è dedicato alle definizioni e ai concetti di base della depurazione, seguito poi da un successivo paragrafo dedicato alle caratteristiche delle acque reflue. Per non dilatare troppo il campo di interesse, di per sé estremamente vasto, la trattazione successiva si limita ai liquami civili. Si passa quindi all'analisi dei sistemi depurativi, in particolare ad alcuni usati prevalentemente come pretrattamenti, quali le vasche settiche e quelle Imhoff. I tre paragrafi successivi sono dedicati ai sistemi di depurazione naturale per lo smaltimento dei reflui, in particolare la dispersione sotto la superficie del terreno, il lagunaggio e la fitodepurazione. Chiude il capitolo una breve trattazione sullo smaltimento dei fanghi nell'ottica dell'economia circolare.

Si precisa che i paragrafi 2.2 e 2.3 del presente capitolo sono tratti dal libro di Luigi Masotti e Paola Verlicchi – *Depurazione delle acque di piccole comunità* edizioni Hoepli.

2.1. Servizi igienici

Come si è visto nel paragrafo 1.2, la *Sanitation* comprende le seguenti fasi:

- realizzazione di servizi igienici;
- collettamento delle acque reflue;
- depurazione delle acque reflue;
- riutilizzo (eventuale);
- scarico finale (generalmente in corpo idrico superficiale).

In relazione alla realizzazione dei servizi igienici, di seguito vengono presentate alcune tipologie (sistemi isolati) più precisamente:

- sistema a fossa singola;
- sistema pozzo senz'acqua e senza produzione di fanghi;
- *Pour Flush Pit System* senza produzione di fanghi;
- sistema senz'acqua con deviazione delle urine.

Ogni sistema presenta vantaggi e svantaggi e comunque deve essere scelto in base all'ambito di applicazione (in base alla cultura locale e alle risorse locali) e all'ambiente circostante (temperatura, precipitazioni, ecc.).

2.1.1. Sistema a fossa singola

Questo sistema si basa sull'uso di una tecnologia a fossa singola per raccogliere e immagazzinare gli escrementi. Gli *input* al sistema possono includere urina, feci, acqua di lavaggio e materiali per la pulizia a secco. L'uso di sciacquoni e/o acqua per il lavaggio dipendono dalla disponibilità di acqua e dalle abitudini locali. L'interfaccia utente per questo sistema può essere una toilette a secco o una toilette a risciacquo. Essa è collegata direttamente a una fossa singola o a una fossa singola ventilata migliorata (VIP) per la raccolta e lo stoccaggio/trattamento.

Diverse sono le opzioni quando la fossa è piena. Se c'è spazio e la sovrastruttura è mobile, la fossa può essere riempita di terra e la superficie piantumata con alberi che prospereranno nell'ambiente ricco di sostanze nutritive, andrà quindi costruita una nuova fossa. In alternativa, il fango rimosso deve essere trasportato in un impianto di trattamento dei fanghi fecali dedicato.

Questo sistema dovrebbe essere scelto solo dove c'è spazio sufficiente per scavare continuamente nuove fosse o quando c'è un modo appropriato per svuotare, trattare e smaltire i fanghi fecali. Non è raccomandato per aree soggette a forti piogge o allagamenti, che possono causare il trabocco delle fosse.

Alcune acque grigie nella fossa possono favorire la degradazione della sostanza organica, ma quantità eccessive di acque grigie possono portare a un rapido riempimento della fossa e/o a un'eccessiva lisciviazione. Tutti i tipi di materiali per la pulizia a secco possono essere gettati nella fossa, sebbene possano abbreviare la durata della fossa e renderne più difficile lo svuotamento.

Questo sistema è uno dei meno costosi in termini di costo di realizzazione. Tuttavia, i costi di manutenzione possono essere considerevoli, a seconda della frequenza e del metodo di svuotamento della fossa. Se il terreno è adeguato e con una buona capacità di assorbimento, la fossa può essere scavata molto

in profondità (> 5 m) e può essere utilizzata per diversi anni senza svuotamento (fino a 20 o più anni). Tuttavia, il livello e l'uso delle acque sotterranee dovrebbero essere presi in considerazione quando si scavano pozzi per evitare di contaminarli.

2.1.2. Sistema di pozzi senz'acqua e senza produzione di fanghi

Questo sistema è progettato per produrre un materiale solido e simile alla terra utilizzando fosse alternate o una camera di compostaggio. Gli *input* per il sistema possono includere urina, feci, sostanze organiche, acqua per la pulizia e materiali per la pulizia a secco. Una toilette a secco è l'interfaccia utente consigliata poiché l'acqua non deve essere immessa in questo sistema; l'acqua detergente anale dovrebbe essere mantenuta al minimo o addirittura esclusa. L'interfaccia utente è collegata direttamente a una fossa migliorata a doppia ventilazione, a una fossa alternativa o a una camera di compostaggio per la raccolta e lo stoccaggio/trattamento.

Due fosse alternate danno al materiale l'opportunità di drenare, degradare e trasformarsi in *Pit Humus* (a volte chiamato anche *Eco Humus*), un materiale umido ricco di nutrienti, igienicamente migliorato, sicuro da scavare, che può essere utilizzato in agricoltura. Quando la prima fossa è piena, viene coperta e temporaneamente messa fuori servizio. Mentre l'altra fossa si riempie di escrementi (e materiali organici), il contenuto della prima fossa può riposare e degradarsi (almeno per un anno). Solo quando entrambi i box sono pieni, il primo box viene svuotato dal *Pit Humus* e rimesso in servizio.

Inoltre, poiché il prodotto può essere rimosso manualmente, questo sistema è adatto per aree densamente popolate non servite da camion per lo svuotamento meccanico e in zone con scarsità d'acqua e dove c'è la possibilità di utilizzare il *Pit Humus* come fertilizzante per il suolo.

Se sono disponibili cenere o sostanze organiche (foglie, erba tagliata, bucce di cocco o di riso, trucioli di legno, ecc.), il processo di decomposizione viene migliorato e il periodo di conservazione può essere ridotto. Il tempo di stoccaggio richiesto può essere ridotto al minimo se il materiale nella fossa rimane ben aerato e non troppo umido. Pertanto, l'acqua grigia deve essere raccolta e trattata separatamente. Materiale ricco di carbonio (ad es. carta igienica, carta da giornale, pannocchie, ecc.) può favorire il degrado e il flusso d'aria.

2.1.3. Sistema 3: Pour Flush Pit System senza produzione di fanghi

Si tratta di un sistema a base d'acqua che utilizza la latrina con versamento manuale di acqua (*Pour Flush Toilet* e le *Twin Pits*) per produrre un prodotto simile all'*humus*, parzialmente digerito, che può essere utilizzato come fertilizzante. Gli *input* per il sistema possono includere feci, urina, acqua di lavaggio, acqua per la pulizia anale, materiali per la pulizia a secco e acque grigie. La tecnologia dell'interfaccia utente per questo sistema è una toilette o un orinatoio. L'*output* delle acque nere e grigie viene scaricato in due pozzi disperdenti gemelli per la raccolta e lo stoccaggio/trattamento. I pozzi gemelli sono rivestiti con un materiale poroso, che consente al liquido di infiltrarsi nel terreno mentre i solidi si accumulano e si degradano sul fondo. Mentre una fossa si riempie l'altra rimane fuori servizio. Quando la prima fossa è piena, viene coperta e temporaneamente messa fuori servizio (circa due anni) e quando la seconda fossa è piena, la prima viene riaperta e svuotata. Il materiale prodotto è *Pit Humus* (a volte chiamato anche *Eco Humus*), un materiale umido ricco di nutrienti, igienicamente migliorato e sicuro da scavare. La fossa svuotata viene quindi rimessa in funzione. Questo ciclo può essere ripetuto all'infinito.

Questo sistema è adatto alle aree rurali e periurbane con un terreno in grado di assorbire continuamente e adeguatamente il percolato (terreno permeabile), e, in caso di falda freatica bassa, per evitare qualsiasi contaminazione. Le acque chiare e scure possono essere co-gestite nei pozzi disperdenti, soprattutto se le quantità di acque chiare sono relativamente piccole e non esiste nessun altro sistema di trattamento. Tuttavia, grandi quantità di acque chiare possono provocare una lisciviazione eccessiva

dalla fossa e possibile contaminazione delle acque sotterranee. Questo sistema è adatto per la pulizia intima con acqua. Se possibile, i materiali per la pulizia a secco devono essere raccolti e smaltiti separatamente perché potrebbero ostruire i raccordi dei tubi e impedire al liquido all'interno della fossa di infiltrarsi nel terreno.

2.1.4. Sistema 4: Sistema senz'acqua con deviazione delle urine

Questo sistema è progettato per separare l'urina e le feci, per consentire alle feci di disidratarsi e/o recuperare l'urina per il suo riuso. Gli *input* per il sistema possono includere feci, urina, acqua per la pulizia intima e materiali per la pulizia a secco.

La principale tecnologia dell'interfaccia utente per questo sistema è la toilette a secco con deviazione delle urine, che consente la raccolta separata di urina e feci.

Le feci vengono raccolte in spazi asciutti per favorire la disidratazione e la riduzione dei patogeni. Un rifornimento costante di cenere, calce, terra o segatura per coprire le feci aiuta ad assorbire l'umidità, minimizza gli odori e fornisce una barriera tra le feci e potenziali vettori (mosche). Dopo sei mesi, le feci essiccate possono essere rimosse senza problemi e possono quindi essere applicate come fertilizzante

L'acqua detergente deve essere deviata e scaricata in una fossa separata.

Per la raccolta e lo stoccaggio/trattamento delle urine vengono utilizzati serbatoi di stoccaggio. In alternativa, le urine possono essere deviate direttamente nel terreno tramite un sistema di irrigazione o infiltrazione attraverso un pozzo disperdente in quanto possono essere utilizzate come un buon fertilizzante liquido.

Questo sistema può essere utilizzato ovunque. Il successo di questo sistema dipende dall'efficace separazione di urina e feci, nonché dall'uso di un materiale di copertura adatto. Un clima secco e caldo può anche contribuire notevolmente alla rapida disidratazione delle feci.

È necessario un sistema separato per acque grigie che non devono essere introdotte nella camera di disidratazione.

È possibile utilizzare tutti i tipi di materiali per la pulizia a secco, anche se è meglio raccogliergli separatamente affinché non si decompongano e occupino spazio. L'acqua detergente deve essere separata dalle feci, ma può essere miscelata con l'urina se trasferita in una fossa di ammollo. Se l'urina viene utilizzata in agricoltura, l'acqua detergente deve essere tenuta separata e infiltrata localmente o trattata insieme alle acque chiare.

Alle tipologie appena viste, si aggiungono i sistemi centralizzati che prevedono una raccolta dei reflui (tramite rete fognaria) e dei fanghi e un successivo trattamento.

I trattamenti depurativi verranno ampiamente analizzati più avanti, dando maggior rilievo a quelli naturali, in quanto facilmente applicabili in contesti poco industrializzati.

È necessario che i sistemi di defecazione siano ubicati a sufficiente distanza dalle fonti di approvvigionamento idrico, per evitarne la possibile contaminazione.

La distanza delle fosse, delle latrine e/o dei servizi igienici da fonti idriche dovrebbe essere di almeno 30

metri e il fondo delle fosse di almeno 1,5 metri al di sopra della falda freatica.

Nelle zone di inondazione o di alto livello d'acqua, potrebbe essere necessario costruire servizi igienici elevati o fosse settiche per contenere gli escrementi e prevenire la contaminazione eventuale dell'ambiente.

È inoltre obbligatorio che il drenaggio e il versamento dalle fosse settiche non contaminino le fonti d'acqua superficiali o freatiche.

I servizi igienici devono essere adeguatamente progettati, costruiti e disposti per soddisfare i seguenti requisiti:

- devono essere usati in maniera sicura da tutti, compresi i bambini, le persone anziane, le donne in gravidanza e le persone con disabilità;
- sono situati in modo tale da ridurre i rischi per la sicurezza, 24 ore su 24, particolarmente per le donne e le ragazze;
- forniscono un grado di riservatezza conforme alle norme vigenti degli utilizzatori;
- sono facili da utilizzare e da mantenere puliti e non presentano rischi per l'ambiente. In base al contesto, i servizi sono adeguatamente provvisti di acqua per il lavaggio a mano e/o per lo scarico;
- prevengono la riproduzione di mosche e zanzare in caso di inondazioni o di alta falda; le fosse o i contenitori sono sufficientemente resistenti da ridurre la contaminazione della falda freatica;
- ogni servizio deve essere utilizzato da un massimo di 20 persone;
- sono disponibili nei luoghi pubblici, quali mercati, aree di distribuzione, centri sanitari, scuole e così via; i servizi igienici sono separati per uomini e donne e dispongono di chiusura dall'interno;
- i servizi non devono trovarsi a più di 50 metri dalle abitazioni;
- l'utilizzo dei servizi è gestito dalle famiglie e/o diviso per genere.

Si ritiene utile, infine, citare i cosiddetti standard minimi. Essi sono di natura qualitativa e specificano i livelli minimi che devono essere raggiunti dalla risposta umanitaria in relazione all'approvvigionamento idrico, ai servizi sanitari e alla sensibilizzazione all'igiene.

La seguente tabella (tab. 6) riporta il numero minimo di servizi nei luoghi pubblici e negli enti in situazioni di disastro (Fonte: The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, fourth edition, Geneva, Switzerland, 2018).

Minimum numbers of toilets: community, public places and institutions

Location	Short term	Medium and long term
Community	1 toilet for 50 persons (communal)	1 toilet for 20 persons (shared family) 1 toilet for 5 persons or 1 family
Market areas	1 toilet for 50 stalls	1 toilet for 20 stalls
Hospitals/medical centres	1 toilet for 20 beds or 50 outpatients	1 toilet for 10 beds or 20 outpatients
Feeding centres	1 toilet for 50 adults 1 toilet for 20 children	1 toilet for 20 adults 1 toilet for 10 children
Reception/transit centres	1 toilet for 50 individuals 3:1 female for male	
Schools	1 toilet for 30 girls 1 toilet for 60 boys	1 toilet for 30 girls 1 toilet for 60 boys
Offices		1 toilet for 20 staff

Source: Adapted from Harvey, Baghri and Reed (2002)

Note: Where the context allows, aim for shared family toilets or, even better, household toilets from the onset in order to build acceptance, ownership and culturally appropriate sanitation interventions.

Note: the community, the same number of bathing facilities as toilets per 50 persons (short-term) or 20 persons (long-term) should be provided.

Tab. 6

Si ritiene altresì utile mostrare nella tabella seguente (tab. 7) le malattie legate all'acqua e agli escrementi e i relativi meccanismi di trasmissione (Fonte: The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, fourth edition, Geneva, Switzerland, 2018).

Category	Infection	Pathogenic agent	Dominant transmission mechanisms	Major control measure (engineering measures in italics)
1) Faecal-oral (non-bacterial) Non-latent, low infection dose	Poliomyelitis Hepatitis A Rotavirus diarrhoea Amoebic dysentery Giardiasis Balantidiasis Enterobiasis Hy-menolepiasis	Virus Virus Virus Virus Protozoon Protozoon Protozoon Helminth Helminth	Person to person contact Domestic contamination	Domestic water supply Improved housing Provision of toilets Health education

<p>2) Faecal-oral (bacterial) Non-latent, medium, or high infectious dose Moderately persistent and able to multiply</p>	<p>Diarrhoeas and dysenteries Campylobacter enteritis Cholera <i>E. coli</i> diarrhoea Salmonellosis Shigellosis Yersiniosis Enteric fevers Typhoid Paratyphoid</p>	<p>Bacterium Bacterium Bacterium Bacterium Bacterium Bacterium Bacterium</p>	<p>Person to person contact Domestic contamination Water contamination Crop contamination</p>	<p>Domestic water supply Improved housing Provision of toilets Excreta treatment before reuse or discharge Health education</p>
<p>3) Soil-transmitted helminths Latent and persistent with no intermediate host</p>	<p>Ascariasis (roundworm) Trichuriasis (whipworm) Hookworm Strongyloidiasis</p>	<p>Helminth Helminth Helminth Helminth</p>	<p>Yard contamination Ground contamination in communal defaecation area Crop contamination</p>	<p>Provision of toilets with clean floors Excreta treatment before land application</p>
<p>4) Beef and pork tapeworms Latent and persistent with cow or pig intermediate host</p>	<p>Taeniasis</p>	<p>Helminth</p>	<p>Yard contamination Field contamination Fodder contamination</p>	<p>Provision of toilets Excreta treatment before land application Cooking and meat inspection</p>
<p>5) Water-based helminths Latent and persistent with aquatic intermediate host(s)</p>	<p>Schistosomiasis Clonorchiasis Diphylobothriasis Paragonimiasis</p>	<p>Helminth Helminth Helminth Helminth</p>	<p>Water contamination</p>	<p>Provision of toilets Excreta treatment before discharge Control of animals harbouring infection Cooking</p>
<p>6) Excreta-related insect vectors</p>	<p>Filariasis (transmitted by <i>Culex pipiens</i> mosquitoes) infections Infections in categories 1-4, especially I and II, which may be transmitted by flies and cockroaches</p>	<p>Helminth Miscellaneous</p>	<p>Insects breed in various faecally contaminated sites</p>	<p>Identification and elimination of potential breeding sites Use of mosquito netting</p>

Tab. 7

2.2. Concetti e definizioni di base

In questo paragrafo vengono riportati, in ordine alfabetico, sotto forma di glossario e in maniera sintetica, i concetti di base e le definizioni spesso richiamati nei paragrafi seguenti.

Tale paragrafo è tratto dal libro di Luigi Masotti e Paola Verlicchi – Depurazione delle acque di piccole comunità edizioni Hoepli.

2.2.1. Abitante equivalente (AE)

L'abitante equivalente (AE) è un parametro di riferimento ampiamente impiegato per dimensionare i sistemi di depurazione delle acque reflue o per confrontare le potenzialità di impianti diversi, o il carico di diverse utenze, anche molto eterogenee tra loro.

Di fatto l'abitante equivalente è un concetto che serve a equiparare uno scarico civile / domestico (generato da persone fisiche) a uno industriale (generato da un processo produttivo). La domanda da porsi è: quante persone reali sarebbero necessarie per generare lo stesso livello di inquinamento dello scarico industriale, che si sta analizzando?

L'equivalenza può essere fatta su diversi parametri, ma normalmente fa riferimento al carico di sostanze organiche, che in questo manoscritto è definito, come *apporto unitario di carico organico* e convenzionalmente assunto pari a 60 g di BOD₅ / d (per la definizione di BOD₅ si veda par. 2.2.1.).

Ad esempio, un piccolo allevamento che produce un refluo contenente 20 kg di BOD₅ / d equivale a una popolazione di $20.000/60 = 333$ AE.

2.2.2. Acque nere, grigie e bianche

Le acque reflue domestiche, prodotte all'interno delle abitazioni, si distinguono in acque nere e acque grigie.

Le acque nere sono quelle provenienti essenzialmente dalle toilette; le acque grigie, chiamate acque di lavaggio (*washwater*), solitamente includono le acque provenienti dai lavelli delle cucine, dalle lavastoviglie, dalle lavatrici, dai lavandini e dalle docce. A volte, tra le acque nere vengono incluse anche le acque provenienti dai lavelli delle cucine e dalle lavastoviglie, particolarmente ricche di sostanze organiche, sottoforma di solidi grossolani.

Le principali differenze tra i due tipi di reflui dipendono essenzialmente dalla tipologia e concentrazione degli inquinanti presenti.

Le acque nere, oltre a essere la principale sorgente di agenti patogeni, contengono composti prodotti dalle trasformazioni a carico dell'apparato digerente, più lentamente decomponibili una volta immessi nell'acqua, mentre gli inquinanti contenuti nelle acque grigie sono molto più rapidamente biodegradabili, non essendo ancora stati sottoposti ad alcun trattamento degradativo.

Proprio per la maggiore velocità di degradazione della sostanza organica delle acque grigie, lo scarico

in corpo idrico superficiale comporta un assorbimento più rapido dell'ossigeno presente nel punto di immissione, rispetto allo scarico di acque reflue miste (nere + grigie), mentre lo smaltimento-riuso sul terreno comporta minori rischi di inquinamento delle falde rispetto allo smaltimento di acque miste, per la minore presenza di azoto e conseguente minore rischio di inquinamento da nitrati.

A differenza delle acque nere, che appena prodotte emanano cattivi odori, le acque grigie, normalmente emesse in condizioni aerobiche, non hanno effetti olfattivi negativi, tuttavia, se per qualche ragione rimangono all'interno di bacini, il rapido consumo di ossigeno, dovuto alla rapida biodegradabilità, induce altrettanto rapidamente condizioni anaerobiche e settiche (putrefattive), con conseguenti maleodorazioni.

Vale la pena evidenziare che spesso si parla di acque nere per indicare le acque reflue in generale, senza particolari distinzioni. Acque nere sono anche quelle prodotte dalle lavorazioni industriali.

Le acque bianche sono quelle che derivano da immissioni o drenaggi nelle fognature di acque pulite (acque di pozzi, di sorgenti, di piccoli corsi d'acqua, di drenaggio delle falde, ecc.), ma soprattutto sono le acque di pioggia.

Le fognature che raccolgono le sole acque nere sono chiamate fognature *separate*, mentre le fognature che raccolgono contemporaneamente anche le acque di pioggia sono chiamate fognature *unitarie* o più impropriamente *miste*.

2.2.3. Alcalinità

L'alcalinità è la capacità di un'acqua di neutralizzare gli acidi, e pertanto di tamponare un calo di pH, grazie alla presenza principalmente di carbonati, bicarbonati e idrati. È espressa dalla seguente relazione:

$$[\text{Alc}] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \quad (2)$$

Dove tutte le concentrazioni sono espresse in mol/l e l'alcalinità risulta espressa in equivalenti per unità di volume (eq/l).

Spesso si preferisce esprimerla in g CaCO₃/l e allora è sufficiente moltiplicare [Alc] data dalla (1) per il peso di 1 equivalente di carbonato di calcio, pari a 50 g/eq.

Valori tipici dell'alcalinità di un'acqua reflua variano tra 50 e 200mg/l come CaCO₃.

2.2.4. Apporto idraulico unitario, apporto unitario di sostanza organica, solidi sospesi (SS), azoto e fosforo.

Gli apporti unitari indicano i contributi pro-capite, ossia riferiti al singolo individuo, di carico idraulico e carico inquinante, quest'ultimo espresso in sostanza organica, solidi sospesi (SS), azoto e fosforo. Si tratta di quantità riferite all'abitante o all'abitante equivalente.

L'apporto idraulico unitario è espresso il l/(ab*d), di solidi sospesi in g SS/(ab*d), di azoto in g N/(ab*d), di fosforo in g P/(ab*d).

2.2.5. Biodegradabili (sostanze)

Le sostanze *biodegradabili* sono sostanze organiche in grado di essere utilizzate e trasformate dai microrganismi normalmente in sostanze più semplici.

Non biodegradabili o refrattarie sono invece quelle sostanze organiche che non vengono trasformate, in pratica dopo 30 ÷ 60 giorni (in condizioni aerobiche).

Certe sostanze che in base a questa definizione sarebbero non biodegradabili, in realtà sono lentamente biodegradabili (in condizioni aerobiche), ovvero suscettibili di reazioni di degradazione biologica, ma richiedono tempi molto lunghi e non compatibili con i tempi di permanenza adottati nei normali impianti di depurazione biologica: per esempio, certe sostanze esigono tempi di degradazione da 3 mesi a 2 anni, con batteri specificamente acclimatati.

Lo stesso dicasi anche per certi detersivi cosiddetti non biodegradabili, che in realtà permanendo nell'ambiente, subiscono una lenta, ma costante degradazione biologica. Vere e proprie sostanze refrattarie sono considerate quelle con tempi di degradazione superiori a 2 anni.

2.2.6. BOD, COD: misura della sostanza organica

Parametri diversi che indicano il contenuto della sostanza organica nell'acqua reflua e vengono determinate con procedure analitiche specifiche e differenti (vedere CNR-IRSA metodi analitici delle acque, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato).

2.2.6.1. BOD

Il BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) ovvero la richiesta biochimica di ossigeno indica la quantità di ossigeno richiesta dai microrganismi aerobi per poter degradare e assimilare le sostanze organiche presenti nel liquame, costituenti il loro cibo, anche chiamato substrato disponibile. Il BOD corrisponde all'ossigeno sottratto all'acqua dai batteri per poter decomporre la sostanza organica biodegradabile, ed è pertanto una misura indiretta della quantità di sostanza organica, attraverso la determinazione dell'ossigeno consumato dai batteri per degradarla e assimilarla.

La richiesta biochimica di ossigeno aumenta progressivamente nel tempo e dipende fortemente dalla temperatura. Per quanto riguarda i liquami domestici, la temperatura di riferimento è di 20°C, abbastanza usuale per questo tipo di liquami; inoltre, per non dover ricorrere a sperimentazioni eccessivamente lunghe e laboriose, per ragioni di praticità e con criterio del tutto convenzionale, si fa riferimento al BOD₅(20), ossia al BOD a 5 giorni alla temperatura di 20°C.

2.2.6.2. COD

Il COD (*Chemical Oxygen Demand*) esprime la richiesta di ossigeno per ossidare chimicamente le sostanze (ossidabili) presenti in un liquame. Esso tiene conto sia delle sostanze organiche ossidabili biologicamente, sia delle sostanze organiche non biodegradabili, ossidabili solo chimicamente. In termini matematici si può dire che il BOD₅ è un sottoinsieme del COD.

Il COD viene determinato facendo reagire un campione di liquame, acidificato con acido solforico, con bicromato di potassio, portando a ebollizione per 2 ore e, dopo la reazione di ossidazione chimica, nel titolare il restante bicromato di potassio.

Nei liquami domestici grezzi il COD è normalmente pari a $1,7 \div 2$ il BOD_5 (sola frazione carboniosa). Valori maggiori denunciano la presenza di scarichi industriali contenenti sostanze non, o lentamente, biodegradabili e quindi il rapporto è anche un indice della trattabilità degli scarichi industriali per via biologica.

Dato un liquame con caratteristiche sufficientemente omogenee nel tempo, una volta che sia individuata la correlazione tra il BOD_5 e il COD, ci si può limitare alla sola misura del COD, molto più semplice e rapida, e inoltre sono sufficienti solo $2 \div 3$ ore per eseguirla contro i 5 giorni necessari per la determinazione del BOD_5 .

2.2.7. Concentrazione di ossigeno disciolto

Rappresenta la concentrazione di ossigeno molecolare (O_2) in soluzione acquosa (DO, ovvero *Dissolved Oxygen*). La concentrazione di ossigeno disciolto a saturazione varia tra 14,6 e 7,5 mg/l con temperature comprese tra 0 e 30 °C, salinità pari a 0 mg/l e pressione atmosferica di 1 bar.

La concentrazione di ossigeno disciolto è un parametro molto importante, in quanto la vita di tutti i microrganismi che vivono nell'acqua, in particolare per quelli che presiedono alla depurazione biologica, è da esso condizionata. L'assunzione di ossigeno da parte degli organismi acquatici avviene sotto forma disciolta. I pesci per vivere esigono che siano garantite certe concentrazioni minime: per le trote, per esempio, sono necessari almeno $6 \div 7$ mg/l, per i pesci meno pregiati come carpe e tinche, sono sufficienti $3 \div 4$ mg/l, mentre per i vari microrganismi che presiedono alla depurazione biologica riescono a svilupparsi in concentrazioni di $1 \div 2$ mg/l.

La solubilità dell'ossigeno nell'acqua è molto bassa, rispetto ad altri gas, e quindi altrettanto basse sono le quantità di ossigeno disciolto che possono essere presenti nell'acqua: nei corpi d'acqua naturali, l'immissione di quantità modeste di sostanza organica degradabile è pertanto sufficiente a consumare tutto l'ossigeno disciolto, creando facilmente un ambiente privo di ossigeno in cui risulta impossibile la vita per gli organismi superiori.

Ciò rende ragione della grande vulnerabilità delle acque naturali nei riguardi delle sostanze inquinanti che consumano l'ossigeno disciolto.

2.2.8. Detersivi e tensioattivi

I tensioattivi sono sostanze sintetiche presenti nelle polveri nei liquidi detersivi, in percentuali variabili tra il 10 e il 30%, associate anche a fosfati o a composti del boro, che hanno la funzione di coadiuvare l'azione dei detersivi, portando in sospensione lo sporco e sequestrando la durezza dell'acqua. Sono chiamati tensioattivi perché riducono la tensione superficiale del solvente (acqua).

Si osservi che con il termine di "detersivi" si intende tutto il complesso di sostanze che costituiscono i prodotti commerciali, e col termine tensioattivi solo i componenti di effettivo potere detergente.

Nel seguito le due denominazioni (detersivi e tensioattivi) vengono intercambiate.

I tensioattivi più noti sono gli anionici, che traggono la loro denominazione dal fatto che in acqua subiscono una dissociazione ionica, scindendosi in una parte cationica e una parte anionica, che rappresenta l'aliquota che ha effetto detergente. Sono i più frequentemente usati per uso domestico. I tensioattivi cationici sono utilizzati in campo industriale e sono noti per le loro proprietà battericide e ammorbidenti

sui tessuti. Infine, esistono anche i tensioattivi non ionici, ovvero che non si dissociano in acqua.

I detersivi costituiscono un chiaro indicatore dei fenomeni di inquinamento delle acque, dato che comportano la formazione di schiume (che ostacolano significativamente lo scambio di ossigeno con l'atmosfera), tuttavia non sono particolarmente tossici e nocivi per l'uomo.

2.2.9. Eutrofizzazione

Il termine eutrofizzazione indica il processo di arricchimento di un ambiente acquatico di sostanze nutrienti, ovvero di sostanze contenenti azoto o fosforo.

L'eutrofizzazione è un fenomeno caratteristico dei laghi (ma anche dei fiumi a corso molto lento, e nei relativi estuari prima dell'immissione in mare, e anche del mare) caratterizzato da un aumento notevole delle alghe (organismi microscopici simili alle piante), dovuto alla maggiore disponibilità di uno o più fattori di crescita necessari per la fotosintesi, come la luce solare, anidride carbonica e i nutrienti (azoto e fosforo). Quando le alghe iniziano a crescere in modo incontrollato si forma una biomassa sempre più consistente destinata al degrado. Nelle acque profonde si accumula una grande quantità di sostanza organica rappresentata dalle alghe giunte alla fine del loro ciclo di vita. Per demolire tutte le alghe morte è richiesto un consumo eccessivo di ossigeno, in alcuni casi quasi totale da parte dei microrganismi. Si crea così un ambiente anossico (privo di ossigeno) sul fondo del lago, con la crescita di organismi capaci di vivere in assenza di ossigeno (anaerobi), responsabili della degradazione della biomassa. I microrganismi, decomponendo la sostanza organica, in assenza di ossigeno, liberano composti che sono tossici, quali ad esempio l'ammoniaca e l'acido solfidrico (H_2S). L'assenza di ossigeno riduce la biodiversità, determinando in alcuni casi addirittura la morte di specie animali e vegetali. Tutto ciò accade quando la velocità di degradazione delle alghe da parte dei microrganismi è maggiore rispetto a quella di rigenerazione dell'ossigeno, che, nei periodi estivi, è già presente in concentrazioni basse.

Ultimamente, in seguito allo sviluppo industriale e urbano, l'eutrofizzazione ha assunto eccessivi aumenti sia a livello lacustre che marino (ricordiamo l'esempio del mar Adriatico). Per quanto riguarda le acque dolci, è la quantità di fosfati che costituisce il fattore da controllare per ridurre il fenomeno dell'eutrofizzazione. Le principali fonti di fosfati sono infatti, in ordine di importanza:

1. scarichi urbani contenenti detersivi, rifiuti organici, ecc.;
2. scarichi agricoli e zootecnici, ovvero tutti quei rifiuti organici che non vengono utilizzati come fertilizzante naturale e che vengono smaltiti direttamente nelle acque superficiali;
3. scarichi industriali, soprattutto nel caso di produzioni di fosfati, industrie alimentari, distillerie, ecc.

2.2.10. Metalli pesanti

I metalli pesanti nelle acque reflue sono presenti sotto forma di ioni quali ferro, rame, zinco, cadmio, manganese, mercurio, cromo, cobalto, nichel, piombo. Convenzionalmente sono indicati come tali i metalli con densità maggiore di 6 g/cm^3 . In concentrazioni eccessive, esplicano un'azione tossica e inibitrice dei processi di depurazione biologica dei liquami e di stabilizzazione dei fanghi.

Concentrazioni abbastanza elevate possono verificarsi nelle acque reflue, dovute a polveri delle strade, corrosione delle lamiere, grondaie, tetti metallici, presenza di prodotti farmaceutici, ecc.: concentrazioni elevate possono essere dovute anche alla presenza di scarichi industriali.

Le massime concentrazioni tollerabili nei trattamenti biologici dei liquami sono dell'ordine di 5-10 mg/l.

Quasi tutti i metalli, se presenti in piccole concentrazioni, non solo non sono nocivi, ma addirittura sono indispensabili, in quanto soddisfano il fabbisogno di oligoelementi per lo sviluppo dei batteri e di altri microrganismi che presiedono alla depurazione.

Le percentuali di abbattimento dei metalli pesanti da parte dei processi depurativi primari e secondari sono abbastanza elevate tuttavia un'inevitabile conseguenza può essere un'alta concentrazione di metalli nei fanghi allontanati, con inconvenienti nelle successive fasi di stabilizzazione biologica e smaltimento finale, soprattutto se sono previsti per usi agricoli.

2.2.11. Microrganismi

Rientrano in questo gruppo i batteri, i protozoi, i rotiferi, i funghi, le alghe, i virus e gli elminti.

2.2.11.1. Batteri

I batteri sono microrganismi unicellulari, con forma sferica, spiralata o filamentosa, presenti in tutti gli ambienti. Hanno una grandezza compresa tra 0,1 e 15 μm . Alcuni sono fissi, altri dotati di mobilità grazie a delle ciglia vibranti (flagelli).

La loro capacità di sopravvivenza nell'ambiente varia notevolmente in funzione dell'umidità, della temperatura e delle caratteristiche chimico-fisiche. Hanno una grande capacità di adattamento ai diversi ambienti e un'elevata velocità di riproduzione per scissione binaria, con raddoppio talora anche ogni 20 ÷ 30 minuti.

Le sostanze presenti nelle acque possono essere consumate dai batteri se sono sostanze biodegradabili.

Certi tipi di batteri sono *strettamente aerobici*, ovvero vivono e si sviluppano in un ambiente con presenza di ossigeno disciolto, altri sono *strettamente anaerobici*, vivono e si sviluppano in un ambiente privo di ossigeno disciolto. La maggior parte sono anaerobici (aerobici) facoltativi, ciò significa che possono vivere in presenza o in assenza di ossigeno disciolto.

Un'altra suddivisione dei batteri li distingue tra *saprotiti*, in grado di svilupparsi in modo autonomo, e *parassiti*, che si sviluppano a spese di un organismo "ospite", utilizzando sostanze da questo prodotte e trasformandole in sostanze più semplici.

Fra i batteri saprotiti, alcuni sono autotrofi, cioè, utilizzano per il loro sviluppo composti inorganici presenti nell'acqua, trasformandoli in materiale cellulare complesso, la maggior parte sono eterotrofi, ovvero si nutrono di sostanze organiche complesse preformate, provvedendo alla loro trasformazione in sostanze più semplici, e come stadio finale in sostanze inorganiche.

Nell'uomo molte specie sono naturalmente presenti in forma innocua, anzi talune specie sono indispensabili, per esempio la flora batterica intestinale. Esiste tuttavia un gran numero di batteri che sono patogeni, ovvero all'origine di malattie.

Vengono generalmente eliminati dai comuni disinfettanti, anche se alcuni di essi, capaci di formare spore e quindi di sopravvivere anche in ambienti sfavorevoli, sono particolarmente resistenti alle normali tecniche di disinfezione.

Da tener presente che i batteri non vivono isolati, ma in colonie che macroscopicamente si presentano sotto forma di fiocchi microbici.

2.2.11.2. Protozoi

I protozoi sono organismi microscopici unicellulari, con dimensioni variabili da 10 e 100 μm , che si nutrono di sostanze organiche sia solubili che insolubili, e in particolare anche di batteri.

Alcuni si muovono con particolari ciglia vibranti (flagelli), altri sono fissi su un supporto, cui si collegano con un peduncolo retrattile.

Nell'uomo si ritrovano in qualità di parassiti intestinali patogeni.

Hanno un basso valore di dose minima infettante (< 100 unità) e, sotto forma di cisti, possono sopravvivere anche in ambienti ostili, al di fuori dell'organismo ospite, per tempi assai lunghi.

Per la loro eliminazione è necessaria una disinfezione spinta o un trattamento termico a temperatura superiore a 60 °C; date le dimensioni piuttosto elevate, sono ben rimovibili con la filtrazione.

2.2.11.3. Rotiferi

I rotiferi sono organismi mobili, aerobici, multicellulari, con dimensioni variabili da 100 e 500 μm , il cui nome deriva dal fatto che essi hanno sulla testa una coppia di ciglia rotanti che vengono usate per muoversi e per catturare il cibo. Oltre che di batteri, si nutrono anche di particelle solide, alcune delle quali non sono gradite ai protozoi. Si sviluppano particolarmente in ambienti ricchi di ossigeno.

2.2.11.4. Funghi

I funghi sono organismi multicellulari, strettamente aerobici, di tipo eterotrofo, che per svilupparsi hanno bisogno di un substrato organico preformato.

Nella depurazione delle acque, quelli che interessano maggiormente sono funghi con dimensioni microscopiche dell'ordine di 2 ÷ 4 μm .

Contrariamente ai batteri essi hanno la capacità di resistere anche in condizioni di scarsa umidità; si sviluppano per spore e quindi riescono a resistere anche per lunghi periodi in ambienti non adatti, per poi riprendere la loro vitalità una volta ristabilite le condizioni ambientali favorevoli.

I funghi partecipano a tutti i processi depurativi aerobici, inoltre la loro capacità di attaccare la cellulosa li rende particolarmente efficaci nel degradare le sostanze organiche nel trattamento del fango di depurazione.

2.2.11.5. Alghe

Oltre alle macroalghe, nei fenomeni di inquinamento e nei processi di depurazione delle acque, le microalghe, organismi unicellulari e multicellulari, con dimensioni comprese tra 3 e 100 μm , sono in grado attraverso la fotosintesi clorofilliana, di trasformare l'anidride carbonica in ossigeno. Fondamentali nei processi di depurazione "naturale" nei fiumi, nei laghi, nel mare e negli stagni di ossidazione, sono all'origine dei fenomeni di eutrofizzazione nei laghi e nei corpi idrici in genere a debole ricambio.

2.2.11.6. Virus

Agenti infettanti submicronici di dimensioni comprese tra 12 e 500 nm ($= 10^{-9}$ m, cioè $10 \div 20$ volte inferiori ai batteri), parassiti obbligati, costituiti di un acido nucleico rivestito di proteine. La maggior parte è patogena sia per l'uomo che per gli animali, alcune specie invece fanno parte della normale flora intestinale.

I virus sono in grado di sostenersi e riprodursi solo all'interno delle cellule viventi, utilizzando i processi metabolici delle cellule stesse e talvolta distruggendole, e da questo appunto deriva la loro patogenicità. Sono caratterizzati dalla capacità di essere facilmente adsorbiti, date le loro dimensioni minute, su una varietà di materiali (terreno, fiocchi di fango chimico e biologico, ecc.), e quindi sono piuttosto efficacemente trattenuti nei processi di percolazione nel terreno di acque più o meno inquinate e nei processi di trattamento dei liquami (coagulazione-flocculazione chimica, fanghi attivi, ecc.).

Hanno un basso tempo di sopravvivenza nell'ambiente esterno e un valore ridotto della dose minima infettante (< 100 unità). In alcuni casi può essere sufficiente la presenza di un solo individuo per scatenare l'infezione. Resistono alle basse temperature, mentre vengono eliminati dalle alte e medie temperature, dall'esposizione ai raggi UV e ai raggi X, dal trattamento con agenti ossidanti (H_2O_2) e disinfettanti ossidanti (cloro, cloro derivati, bromo, iodio e ozono).

La concentrazione di virus viene espressa come UFC (Unità Formanti Colonie) o, con dizione anglosassone, *Colony Forming Units* (CFU).

Nei liquami domestici sono reperibili più di 100 tipi di *virus* patogeni per l'uomo, tra i quali il più pericoloso è quello dell'epatite virale (*Hepatitis A*) che può indurre gravi patologie al fegato.

2.2.11.7. Elminti

Termine senza un preciso significato zoologico, solitamente impiegato per indicare animali o stadi di sviluppo animale di tipo vermiforme di lunghezza compresa tra 500 e 2000 μ m. Quelli più frequentemente presenti nelle acque reflue sono i *platelminti* e i *nematodi*, presenti nell'uomo in qualità di parassiti intestinali.

Nella maggior parte dei casi non danno origine a malattie molto gravi, ma la loro presenza provoca un'alterazione delle condizioni fisiche generali. Presentano una dose minima infettante molto bassa (in alcuni casi una o qualche unità possono essere sufficienti); si riproducono attraverso uova che sono in grado di permanere nell'ambiente esterno per lungo tempo, resistendo all'azione della temperatura, della disidratazione, e quella dei composti che normalmente eliminano batteri e virus.

Le uova possono essere facilmente rimosse per sedimentazione e filtrazione.

2.2.12. Nutrienti

Si tratta di sostanze che sono necessarie ai microrganismi per la loro crescita e riproduzione: carbonio, azoto, fosforo, zolfo, e altri in tracce quali calcio, potassio, zinco, manganese, ferro, magnesio, rame, cobalto, ecc.

Tutti questi elementi si trovano nelle acque reflue domestiche in quantità sufficienti e bilanciate, posso-

no non esserlo in acque reflue industriali.

Per un equilibrato sviluppo dei microrganismi i rapporti BOD₅/N/P richiesti normalmente sono 100/5/1.

2.2.13. Patogeni, dose infettante

Gli organismi patogeni sono all'origine di malattie soprattutto dell'uomo. Batteri e virus patogeni si sviluppano solo in animali a sangue caldo (37 °C), possono sopravvivere per un certo periodo di tempo anche in ambiente esterno, dove sono soggetti a un relativamente rapido processo di scomparsa. Oltre che da individui malati, sono prodotti anche da individui che non presentano sintomi di malattia (*portatori sani*).

Per provocare la malattia non è normalmente sufficiente che un solo patogeno venga a contatto con l'individuo, ma occorre una *dose minima infettante*, variabile a seconda del microrganismo, dello stato di salute dell'individuo, dell'età, ecc.

Nella seguente tabella **8** è riportata la dose minima infettante per alcune tipologie di microrganismi:

Microrganismi	Dose minima infettante
Certi tipi di amebe	20 unità
Batteri	10 ³ ÷ 10 ⁸ unità
Virus	In teoria 1 UFC, in pratica molte di più

Tab. 8

2.2.14. Processi biologici aerobici, anaerobici e anossici

2.2.14.1. Processi biologici aerobici

Processi di trasformazione delle sostanze organiche a opera di microrganismi, nel mezzo liquido, in presenza di ossigeno disciolto libero. Le trasformazioni sono attuate da microrganismi aerobici o facoltativi. Si parla anche di *decomposizione aerobica*, *trasformazione ossidativa* o semplicemente *ossidazione*, intendendosi per via biologica; l'ossidazione biologica in condizioni aerobiche è anche chiamata *respirazione*.

I processi aerobici sono caratterizzati da una velocità maggiore rispetto a quelli anaerobici, anche 3 ÷ 5 volte a parità di condizioni (soprattutto a parità di temperatura) e dall'assenza di composti odoriferi.

2.2.14.2. Processi biologici anaerobici

Si sviluppano in assenza di ossigeno disciolto libero, a mezzo di microrganismi anaerobici o facoltativi.

Nei processi aerobici è richiesto un apporto di ossigeno che spesso comporta onerosi costi energetici. Nei processi anaerobici, fra i prodotti finali si ritrova il metano, utilizzabile come combustibile o fonte di energia in genere.

A parità di tempi di reazione la produzione di sostanza organica residua (fango di risulta in un impianto di trattamento) è solitamente maggiore nei processi aerobici rispetto ai processi anaerobici.

Quando il processo biologico di decomposizione anaerobica avviene in mezzo alcalino, si parla di *digestione*; in ambiente acido si parla di *putrefazione*, che determina la formazione di composti odoriferi particolarmente fastidiosi. I processi di trasformazione anaerobica sono spesso denominati, anche se non del tutto correttamente, *fermentazioni*.

Un liquame si dice settico quando, per lo sviluppo di fermentazioni putrefattive, emana odori nauseabondi fortemente molesti.

2.2.14.3. Processi biologici anossici

Processi che avvengono in un ambiente liquido privo di ossigeno disciolto libero. L'ossigeno disciolto è presente, ma in forma combinata in composti come nitrati, facilmente decomponibili dai microrganismi. Tipici sono i processi di denitrificazione.

2.2.15. Rendimento di rimozione di un inquinante

La rimozione o rendimento di rimozione η di un inquinante viene solitamente espressa in percentuale, si calcola in riferimento alla sua concentrazione iniziale e rappresenta la frazione abbattuta rispetto a quella entrante.

Considerata un'unità di trattamento generica, il rendimento di rimozione η si calcola nel seguente modo:

$$\eta = \frac{C_i - C_u}{C_i} \times 100 \quad (3)$$

Dove:

C_i : Concentrazione di inquinante in ingresso all'unità di trattamento;

C_u: Concentrazione di inquinante in uscita all'unità di trattamento.

2.2.16. Rimozione dell'azoto per via biologica

L'azoto nelle acque reflue urbane si trova prevalentemente nelle forme di azoto organico e ammoniacale.

L'azoto organico è costituito principalmente da composti proteici derivati da materia vivente che vengono trasformati dai batteri in azoto ammoniacale.

L'eccesso di azoto, come anche di fosforo, può generare problemi di eutrofizzazione, specie nei corpi idrici a scarso ricambio d'acqua (laghi).

L'azoto può essere rimosso per via biologica dalle acque reflue attraverso la combinazione di due processi: la nitrificazione e la denitrificazione.

Con la nitrificazione l'azoto ammoniacale viene convertito prima a nitriti e poi questi ultimi sono trasformati in nitrati. La nitrificazione è un processo che avviene in ambiente aerobico a opera di microrganismi autotrofi, che traggono l'energia necessaria alle loro funzioni vitali dall'ossidazione di composti inorga-

nici come l'ammoniaca e l'anidride carbonica.

Con la denitrificazione si trasformano i suddetti nitrati in azoto gassoso, eliminato poi per strappaggio (volatilizzazione). La denitrificazione avviene a opera dei batteri eterotrofi aerobici *facoltativi*, che posti in condizioni anaerobiche, recuperano l'ossigeno necessario alle funzioni metaboliche dai *composti azotati* invece che dall'ossigeno atmosferico disciolto. Tali batteri sono infatti in grado di utilizzare indifferentemente O_2 o NO_3^- come accettore finale di elettroni, a seconda dell'ambiente in cui si trovano, con una preferenza per l' O_2 dovuta a una maggiore resa energetica.

A differenza dei batteri autotrofi operanti nella nitrificazione, i batteri denitrificanti sono eterotrofi e necessitano pertanto di una fonte di carbonio. Se questo carbonio viene a mancare o risulta carente deve essere opportunamente integrato.

2.2.17. Tempo di ritenzione idraulico

Dato un contenitore pieno a livello liquido costante di volume V attraversato in continuo da una portata volumetrica Q , il tempo di *ritenzione* idraulico, detto anche di *detenzione* o *permanenza* è dato dal rapporto V e Q ($t=V/Q$). Esso rappresenta il tempo medio che una particella d'acqua impiega per attraversare il recipiente (e quindi permane al suo interno).

Se nel contenitore oltre al liquido sono presenti altri materiali (come sabbia, ghiaia, pietrisco, materiali vari di contatto della massa biologica), che fanno diminuire il volume disponibile all'acqua, anche il tempo di permanenza tende a diminuire.

2.2.18. Trattamenti di depurazione

I trattamenti di depurazione delle acque si distinguono in preliminari, primari, secondari e terziari.

- I trattamenti *preliminari* sono essenzialmente di tipo meccanico (grigliatura e/o stacciatura, disabbigliamento, disoleatura, ecc.) con funzione principale di eliminare i materiali di dimensioni grossolane, sabbie e oli che non sono accettabili nel corpo idrico ricettore e sono incompatibili con i processi di depurazione successiva, dove potrebbero provocare intasamenti, erosioni, rallentamenti e inibizioni dei processi biologici.
- I trattamenti *primari* hanno lo scopo principale di rimuovere le sostanze sedimentabili.
- I trattamenti *secondari* possono essere di tipo biologico o chimico-fisico. I primi interessano la frazione disciolta e colloidale delle sostanze organiche, i secondi le sostanze colloidali e anche le sostanze inorganiche che possono essere rimosse per precipitazione. Nei trattamenti di tipo biologico i batteri possono svilupparsi formando dei fiocchi sospesi nella corrente idrica (sistemi a colture sospese come i fanghi attivi) o possono svilupparsi aderendo a un supporto (sistemi a colture adese, quali i filtri percolatori, i sistemi di fitodepurazione a flusso sub superficiale, di dispersione sotto la superficie del terreno).
- I trattamenti *terziari* possono avere come obiettivo il miglioramento generale della qualità dell'effluente finale, l'abbattimento spinto dell'azoto e del fosforo e l'abbattimento della carica batterica.

Come abbiamo visto negli impianti di potabilizzazione, anche in quelli di depurazione si suole distinguere una linea acqua da una linea fanghi.

2.3. Le caratteristiche delle acque reflue

Questo paragrafo è tratto dal libro di Luigi Masotti e Paola Verlicchi – Depurazione delle acque di piccole comunità edizioni Hoepli.

Le acque di rifiuto domestiche fresche sono caratterizzate da colore normalmente grigio, concentrazione di ossigeno disciolto variabile tra 1÷2 mg/l, odore sui generis caratteristico pungente, ma non particolarmente fastidioso.

Le acque di rifiuto settiche, cioè nelle quali, per varie ragioni, l'azione dei batteri ha consumato tutto l'ossigeno disciolto, sono caratterizzate da un colore tendente al nero e da un odore caratteristico molto sgradevole, per la presenza di composti ridotti, tra cui il principale è sicuramente l'idrogeno solforato (H_2S).

Liquami "civili" ovvero "domestici" veri e propri, ovvero derivanti esclusivamente da rifiuti organici umani, ormai non esistono più, almeno nei Paesi industrializzati, sia per il fatto che nella pratica domestica è entrato l'uso corrente di prodotti chimici, quali detersivi, solventi, oli, cere, acidi ..., che si ritrovano poi nelle acque di rifiuto, sia perché anche nei piccoli centri abitati esistono utenze del sistema fognario di tipo industriale, come lavanderie, stazioni di servizio, autofficine, laboratori fotografici, ecc... I liquami hanno pertanto "a rigore" caratteristiche di tipo civile-industriale. Per non dilatare troppo il campo di interesse, le considerazioni di tutta la trattazione successiva si limitano ai liquami civili, in cui la componente "industriale" sia molto modesta limitandosi appunto ai prodotti usati in campo domestico e a piccole attività industriali e artigianali, che, pure allacciate a un unico sistema fognante, non modifichino sostanzialmente le caratteristiche complessive domestiche dei liquami.

2.3.1. Carico idraulico e organico

Si tratta dei due parametri principali su cui si basa il dimensionamento di tutti i sistemi di depurazione.

Il *carico idraulico*, ossia la portata volumetrica di acque di rifiuto da trattare (anche chiamato *portata idraulica*, normalmente espressa in m^3/d , l/s, l/min), determina, in maniera prevalente, il dimensionamento di tutta la parte idraulica dell'impianto: dimensioni delle tubazioni, dimensioni della sezione verticale o frontale dei sistemi di fitodepurazione, dimensioni delle vasche di sedimentazione, ecc...

Il *carico organico*, cioè la portata in massa delle sostanze organiche da trattare (espressa globalmente come g BOD_5/d o Kg BOD_5/d), determina, in maniera prevalente, il dimensionamento del trattamento biologico dei liquami, come pure il dimensionamento della linea fanghi.

Come già visto nel paragrafo 2.2.6, le sostanze organiche sono espresse solitamente come BOD_5 (richiesta biologica di ossigeno per l'ossidazione da parte dei microrganismi delle sostanze organiche presenti) o come COD (richiesta chimica di ossigeno per l'ossidazione con permanganato di potassio delle sostanze organiche) e costituiscono il parametro principale di inquinamento nelle acque reflue.

Nota il carico organico (espresso ad esempio come BOD_5) e il carico idraulico, facendone il rapporto, si ottiene la concentrazione di sostanza organica (espressa come mg/l o g/m^3 di BOD_5) nella corrente in esame.

Nei liquami civili le concentrazioni medie di BOD_5 variano tra 170 e 450 mg/l.

I processi di depurazione, a livello di trattamento secondario, devono garantire il raggiungimento nell'effluente di valori pari a 25 mg/l di BOD5 e 125 mg/l di COD (limiti allo scarico previsti nell'allegato 5 alla Parte terza del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.).

Si tenga presente che sia il carico idraulico sia il carico organico non sono costanti nel tempo, ma subiscono variazioni durante l'arco della giornata in funzione delle abitudini dell'utenza (ad esempio, normalmente le punte si registrano intorno alle 8:00 e alle 20:00, gli orari di una giornata tipo).

Sono possibili variazioni anche su base stagionale, basti pensare alle comunità turistiche di villeggiatura, dove si ha il massimo carico solo in particolari periodi dell'anno, mentre durante le cosiddette "stagioni morte" il carico risulta ridotto o addirittura nullo.

2.3.2. I solidi totali

Le acque reflue contengono diversi tipi di sostanze solide. Per solidi totali si intendono le sostanze che restano, come residuo, dopo che il campione di liquame è stato sottoposto a evaporazione a una temperatura di 103 ÷ 105 °C; sono dati dalla somma dei solidi sospesi e dei solidi disciolti.

I solidi sospesi sono sostanze presenti nell'acqua sotto forma di particelle sospese con diametri oltre certi valori convenzionali. Sono quelle sostanze trattenute da un particolare filtro di fibra di vetro o policarbonato, caratterizzato da una porosità di 0,45 µm o secondo altri di 1,2 µm. Risulta chiaro che rientrano tra i solidi sospesi anche i microrganismi di dimensioni superiori a quelle dei pori del filtro.

I solidi che invece passano attraverso il filtro sono chiamati *solidi disciolti*. Sono definiti anche filtrabili perché passano attraverso il suddetto filtro. Per contro i solidi sospesi sono anche definiti solidi non filtrabili.

I solidi sospesi sono all'origine delle torbidità dell'acqua causata appunto dall'interferenza che si verifica al passaggio della luce nell'acqua quando questa incontra le particelle solide sospese.

In base alle caratteristiche di sedimentabilità in acqua, i solidi sospesi si distinguono in sedimentabili, non sedimentabili e colloidali (si rimanda al paragrafo 1.5 del testo).

I solidi sospesi sono i costituenti dei fanghi disidratati, in quanto sono i solidi trattenuti dai processi di filtrazione naturale o meccanica che stanno alla base della disidratazione dei fanghi. Nelle acque di risulta dei fanghi (dopo il processo di disidratazione), si ritrovano i solidi disciolti e di solidi colloidali, presenti originariamente nel fango non disidratato.

I solidi sospesi si possono anche distinguere in:

- solidi sospesi volatili (SSV), che costituiscono la frazione delle sostanze in sospensione (solidi sospesi) che vengono ossidate alla temperatura di 550 °C; rappresentano approssimativamente la frazione di sostanze organiche presenti nei solidi sospesi;
- solidi sospesi non volatili, che costituiscono la frazione minerale inorganica presenti nei solidi sospesi; si parla anche di solidi minerali o fissi. Sono il residuo che rimane dopo la calcinazione dei solidi sospesi.

2.3.3. Azoto e fosforo

Particolare attenzione si è riversata, specie in tempi recenti, su questi due parametri, in quanto tramite la limitazione delle loro concentrazioni nell'ambiente, si possono controllare i fenomeni di eutrofizzazione (par. 2.2.9.) che sono responsabili del deterioramento dei fiumi, dei laghi e del mare.

Questi fenomeni sono oggetto di particolare attenzione nelle cosiddette *aree sensibili*, per le quali si richiede il rispetto di limiti di concentrazione particolarmente bassi per l'uno o per l'altro di questi elementi, o per entrambi.

Nei liquami grezzi, l'azoto si trova prevalentemente in forma ridotta, sotto forma di azoto organico (dovuto alla presenza di proteine e di urea) e azoto ammoniacale. Un parametro che misura l'insieme di azoto organico e di quello ammoniacale è il TKN (Total Kjeldhan Nitrogen).

Il fosforo come fosforo organico è presente nei liquami grezzi in modeste percentuali (10% del P totale), poiché questo, inizialmente in concentrazioni più elevate, viene lentamente idrolizzato a ortofosfato durante la permanenza in fognatura. In percentuale superiore (circa il 50%) è reperibile come fosforo inorganico, ossia sotto forma di ortofosfati e polifosfati, questi ultimi derivano principalmente dai detersivi sintetici. In tempi recenti, in tutti i paesi industrializzati, si è assistito a una sensibile riduzione dell'apporto unitario di fosforo (misurato in g P/(ab*d)), in conseguenza delle legislazioni che hanno imposto l'uso di detersivi a basso tenore di fosforo.

2.3.4. I parametri microbiologici

Le acque reflue civili contengono popolazioni ben diversificate di microrganismi vari (batteri, funghi, alghe, protozoi, ecc.) che sono alla base dei molti processi biologici di depurazione sia aerobici che anaerobici. Nelle acque reflue sono altresì presenti moltissimi microrganismi patogeni, le cui concentrazioni possono essere molto elevate in determinate località e in particolari periodi.

Il tempo di sopravvivenza nei liquami grezzi è tanto più lungo quanto più bassa è la temperatura e quanto minore è l'azione di agenti esterni antagonisti, altri batteri, radiazioni solari.

Con i trattamenti depurativi i microrganismi patogeni vengono più velocemente eliminati:

- per competizione indotta dai microrganismi che presiedono alla depurazione;
- per concentrazione e accumulo nei fanghi;
- per alterazione delle loro caratteristiche nel caso di specifici trattamenti di disinfezione.

Bisogna evidenziare l'elevato rischio microbiologico insito nella manipolazione dei liquami e dei fanghi nell'ambito dei processi di depurazione, in particolare nei fanghi, proprio perché qui si concentrano gran parte dei microrganismi patogeni originariamente presenti nei liquami.

Data la difficoltà nell'isolare e individuare i singoli microrganismi patogeni presenti nei liquami, per avere indicazioni sulla loro probabile concentrazione, si fa normalmente riferimento a indicatori di inquinamento fecale, cioè a dei particolari batteri quali, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, *Escherichia coli*, presenti in elevatissime concentrazioni nei liquami.

2.4. Trattamenti delle acque

Visto che si andrà a operare in paesi dove l'approvvigionamento di materiali e il reperimento di manodopera altamente specializzata (per la gestione), possono costituire degli ostacoli all'implementazione di processi altamente tecnologici, ci si focalizzerà essenzialmente sui sistemi depurativi naturali (detti anche estensivi), facilmente applicabili in tale contesto.

Prima di esaminare i principali trattamenti naturali (la dispersione sotto la superficie del terreno, gli stagni di ossidazione e la fitodepurazione), si ritiene utile mostrare alcuni dei pretrattamenti impiegati per un loro corretto funzionamento.

2.4.1. Vasche Settiche e vasche Imhoff

Le vasche settiche e vasche Imhoff costituiscono semplici e affidabili dispositivi per il trattamento primario dei reflui. Si tratta di sistemi di depurazione "passivi" molto stabili.

2.4.1.1. Vasche settiche

La fossa settica o biologica è un antico sistema di trattamento dei reflui civili. Fu brevettata nel 1881 e utilizzata, per molto tempo, come unico trattamento dei liquami, solo in epoche più recenti, è stata utilizzata, più razionalmente, come pretrattamento.

Trae la sua origine dal pozzo nero, ampiamente utilizzato prima della distribuzione dell'acqua potabile presso le singole abitazioni.

La particolare conformazione della vasca obbliga i liquami ad attraversare la massa liquida in essa contenuta, dove subiscono una fermentazione anaerobica, con conseguente solubilizzazione di una parte dei solidi sospesi e sedimentazione dei restanti. In questo modo dalla vasca fuoriesce un liquido condizionato, ovvero con una limitata concentrazione di solidi sospesi, trasformati prevalentemente in solidi disciolti e colloidali.

Proprio per la prevalenza dei fenomeni biologici, le fosse settiche sono comunemente chiamate anche fosse biologiche.

I fenomeni biologici e fisico-chimici che avvengono in una fossa settica sono molto complessi; le fermentazioni anaerobiche sono generalmente di tipo acido o appunto settico.

Mentre sul fondo si raccolgono le sostanze sedimentabili sotto forma di fango, in superficie si forma una crosta, uno strato di schiuma consolidata, che galleggia per la presenza di sostanze a basso peso molecolare e per effetto della flottazione dei gas che si liberano a seguito dei processi anaerobici.

Con le fosse settiche si riescono a raggiungere diversi obiettivi:

- la separazione dei solidi sedimentabili, dei materiali grossolani, delle sabbie, degli oli e dei grassi presenti nelle acque reflue;
- la riduzione per decomposizione di una frazione consistente delle sostanze organiche accumu-

- late;
- l'accumulo e lo stoccaggio prolungato dei materiali separati.

Le vasche possono avere le più svariate forme, anzi il mercato edilizio propone un'enorme varietà di tipi, spesso prefabbricati, coperti da brevetti. In pratica, il funzionamento è il medesimo e i risultati ottenibili con i vari tipi sono pressoché equivalenti.

Sono realizzate oggi in cemento armato, ma non mancano anche applicazioni in vetroresina e polietilene, specie per vasche di minori dimensioni; un tempo venivano realizzate in mattoni.

La compartimentazione, cioè la suddivisione in più camere, influisce in modo significativo sull'efficienza di abbattimento. Con questa configurazione, infatti, gran parte dei solidi sedimentabili si accumula nel primo comparto e difficilmente riesce a passare nelle camere successive.

La compartimentazione si dimostra particolarmente opportuna quando si vogliono raggiungere elevati livelli di depurazione, particolarmente nell'abbattimento dei solidi sospesi. In effetti, con una sola vasca, i gas di fermentazione che si liberano dal fondo, tendono a trascinare i solidi in superficie; tale effetto viene fortemente attenuato con la compartimentazione.

Sono molto comuni fosse bicamerali, con il primo comparto di volume pari a $2/3$ del volume totale, o tricamerali caratterizzate da un rapporto tra i volumi delle tre camere pari a $2:1:1$. In questo caso il passaggio del liquame da una camera all'altra avviene tramite un'apertura posta nella parete separatoria a un'altezza tale da evitare il passaggio del fango o della crosta.

Fra le varie camere bisogna prevedere, sopra il livello liquido, fori o passaggi di ventilazione, per garantire la stessa pressione all'interno della vasca e comunque assicurare la ventilazione verso l'esterno per allontanare i gas maleodoranti prodotti con la fermentazione, portandoli a un'altezza sufficiente da assicurare la diluizione con l'aria senza indurre problemi ambientali.

In alternativa, per applicazioni di grandi dimensioni, si possono prevedere semplici sistemi di assorbimento dei cattivi odori, per esempio con un piccolo filtro a carbone attivo.

Con la ventilazione si provvede anche all'eliminazione di composti come il gas metano e l'idrogeno solforato che potrebbero creare condizioni di esplosività in ambiente chiuso.

La stessa condotta di ventilazione fornisce anche ossigeno alla fossa che però non interferisce con le fermentazioni anaerobiche che avvengono all'interno, in quanto non riesce a penetrare nella massa liquida, a causa della crosta superficiale.

Infine, è molto importante che ogni comparto sia facilmente ispezionabile e possa essere agevolmente pulito con i normali mezzi di espurgo.

Attualmente le fosse settiche sono utilizzate normalmente a servizio di comunità che non superano i $500 \div 1000$ abitanti e solo raramente per comunità di dimensioni maggiori.

Non appena la comunità servita raggiunge una notevole consistenza, è sempre opportuno unire tutti gli scarichi in un'unica vasca, piuttosto che suddividere la capacità complessiva in tante piccole vasche. Con un'unica vasca si ottengono i seguenti vantaggi:

- una migliore omogeneizzazione dei carichi idraulici e inquinanti dei liquami;
- inferiori costi iniziali;
- una più agevole manutenzione;
- ridotti costi di gestione.

Le fosse settiche sono attualmente adatte come pretrattamento prima di trattamenti secondari in sistemi di tipo naturale, specie se l'effluente della fossa è immesso sotto la superficie del terreno, in modo da evitare qualsiasi problema di diffusione di odori molesti, tipici dell'effluente.

Oltre a un abbattimento e solubilizzazione delle sostanze sospese, le fosse settiche, se adeguatamente dimensionate, contribuiscono anche alla riduzione del BOD₅ contenuto nel liquame, della carica batterica e virale; si tratta, tuttavia, di effetti depurativi piuttosto limitati e parziali in quanto gli scambi tra il fango sul fondo e il liquido che fuoriesce dalla vasca, comportano l'arricchimento di quest'ultimo delle sostanze organiche liberate dal fango: si può ritenere, infatti, che l'abbattimento massimo del BOD₅ raggiunga valori del 30 ÷ 40%.

L'abbattimento dei microrganismi è piuttosto modesto: nell'effluente si ritrovano microrganismi, anche patogeni, uova di elminti, cisti amebiche, virus, ecc.

Notevole resistenza presenterebbero particolarmente i batteri del tifo e della tubercolosi, e il virus della poliomielite. I coliformi fecali subiscono riduzioni non superiori al 60 ÷ 70%.

Il trattamento dei liquami con fosse settiche, quale processo depurativo, è da considerarsi insufficiente, se non è seguito da un adeguato processo di depurazione secondaria, tanto più che:

- i rendimenti indicati si riferiscono a condizioni ottimali di funzionamento delle vasche; in realtà, soprattutto se non viene effettuata un'adeguata manutenzione, è da prevedersi un sensibile decadimento dei rendimenti;
- i liquami effluenti, dopo aver attraversato la fossa, seppure dotati di una minore concentrazione di sostanze organiche, si trovano in condizioni di elevata setticità, ben peggiori che in ingresso alla fossa, e quindi in brevissimo tempo assorbono grandi quantità di ossigeno nel corso d'acqua ricettore, oltre ad apportare notevoli inconvenienti per gli odori gravemente molesti.

Le condizioni diventano particolarmente gravose nei periodi estivi, quando le elevate temperature, accelerando le reazioni biologiche, determinano la rapida formazione di gas biologico che, portando in superficie fango sedimentato, può intorbidire l'effluente con masse di sostanze sospese-

Appare evidente che non si può ammettere l'effluente di una fossa settica in un corpo d'acqua superficiale, senza averlo prima sottoposto a un ulteriore trattamento depurativo.

Si noti infine che i rendimenti depurativi delle fosse settiche sono più elevati quanto maggiore è il volume delle vasche, e maggiore è il grado di compartimentazione.

La gestione delle fosse settiche prevede un periodico svuotamento dei bacini, vista la quantità di fango prodotto (che include anche le schiume galleggianti), che può essere anche elevata in funzione del rendimento depurativo e conseguentemente della maggiore capacità di trattenimento delle sostanze in arrivo. Il dimensionamento di queste vasche viene effettuato cercando di allungare il tempo intercorrente tra due spurghi successivi, limitando il più possibile gli oneri e i disagi legati a questa operazione. Il fango prodotto dalle fosse settiche viene periodicamente prelevato tramite appositi mezzi specializzati e conferito a un impianto di trattamento specifico (o impianto di depurazione centralizzato).

2.4.1.2. Vasche Imhoff

Le fosse Imhoff, o vasche a due piani, costituiscono il primo esempio di impianto compatto di tipo combinato nella depurazione delle acque. Furono brevettate dal tedesco Imhoff, nel 1904.

Nel passato hanno trovato vaste applicazioni anche per grandi comunità, attualmente usate soprattutto per piccole comunità.

La configurazione di una fossa Imhoff prevede i due comparti: uno superiore di sedimentazione e uno inferiore di accumulo e digestione anaerobica dei fanghi sedimentati. I solidi sospesi sedimentabili presenti nei liquami, catturati nel comparto di sedimentazione superiore, scendono attraverso apposite fessure di comunicazione nel comparto inferiore. Qui le sostanze organiche subiscono una fermentazione anaerobica, con conseguente stabilizzazione, che consente ai fanghi di essere sottoposti agevolmente e senza inconvenienti ai successivi trattamenti.

Il passaggio tra il comparto superiore e quello inferiore viene realizzato in modo che i gas che si liberano dalla fermentazione anaerobica nel comparto inferiore (principalmente CO_2 e CH_4), possano allontanarsi senza interferire col processo di sedimentazione che avviene nel comparto superiore.

Per poter essere mantenute aperte e funzionanti queste fessure richiedono periodici interventi.

È opportuno che tali vasche siano dotate di coperture facilmente asportabili per rendere agevole l'accesso e l'ispezione. Negli impianti di maggiori dimensioni, possono essere anche previste apposite campane per il recupero del gas biologico.

Le fosse Imhoff si distinguono dalle settiche per il fatto che la separazione fisica tra i due comparti consente, da un lato, di ottenere un effluente finale in condizioni fresche (dato il basso tempo di detenzione nel comparto di sedimentazione), dall'altro, di realizzare la digestione del fango nel comparto inferiore in condizioni più uniformi e controllate.

A monte delle fosse Imhoff è indispensabile un trattamento preliminare di grigliatura o triturazione, in modo da evitare che le fessure di comunicazione tra i due comparti s'intasino per il passaggio dei corpi grossolani presenti nei liquami, specie quando le fessure sono di dimensioni molto ridotte. Anche un trattamento di disoleatura autonomo risulta opportuno.

Proprio per queste specifiche esigenze gestionali (pulizia relativamente frequente delle fessure di collegamento fra i due comparti, gestione di sistemi di pretrattamento) le fosse Imhoff, impostate secondo il criterio indicato, si prestano bene per applicazioni in un campo minimo di 100 ÷ 200 abitanti, fino a un massimo che attualmente non tende a superare i 5000 abitanti.

I rendimenti delle fosse Imhoff sono quelli tipici della sedimentazione primaria (la riduzione del BOD_5 , COD intorno al 30%, la riduzione dei SS sedimentabili intorno al 90%): la riduzione della carica microbica e dei virus è piuttosto modesta (rispettivamente in media 25 ÷ 50% e 10 ÷ 20%) e comunque inferiore a quella delle fosse settiche. Sono efficaci nella rimozione delle uova di nematodi e delle cisti di protozoi perché pesanti e facilmente sedimentabili.

Come per le fosse settiche, il fango deve essere periodicamente prelevato tramite appositi mezzi specializzati che lo conferiscono a un impianto di trattamento specifico (o impianto di depurazione centralizzato). Anche in questo caso, all'atto del prelievo del fango, è buona norma lasciarne una parte in vasca.

Si noti che mentre il fango in uscita dalle fosse settiche è un fango settico (fase acidogena del processo di digestione), il fango in uscita da una vasca Imhoff è un fango stabilizzato (digerito anaerobicamente).

Le fosse Imhoff possono essere un sistema di trattamento adatto a monte di sistemi di depurazione di tipo naturale in cui i liquami sono a contatto diretto con l'atmosfera (fitodepurazione a flusso superficiale o lagunaggi).

Un compromesso, che si tende a adottare per piccole comunità e che consente di usufruire dei vantaggi della semplicità operativa delle fosse settiche e della freschezza del liquame prodotto è quello che si fa utilizzando fosse Imhoff (prefabbricate) dotate di ampie fessure tra i due compartimenti; con tali fosse non sono necessari i pretrattamenti, in quanto il materiale grossolano, non ostacolato per effetto delle larghe fessure, può passare più facilmente da un comparto all'altro. In tal modo il fango che si raccoglie è miscelato con sabbia, materiali inerti, materiali grossolani di ogni genere, come nelle fosse settiche.

2.4.2. I pozzi neri

Un pozzo nero è una sorta di vasca interrata (a tenuta) nella quale vengono temporaneamente raccolte le acque nere e le materie di rifiuto degli scarichi di un'abitazione o di un complesso residenziale. Viene solitamente impiegato nelle vicinanze di case singole e villette che non possiedono un impianto di fognatura collegato alla rete di scarico pubblica, e deve essere svuotato periodicamente mediante auto-spurgo. La frequenza dello spurgo dipende sia dalla capacità del pozzo sia dall'intensità di utilizzo degli impianti di scarico domestici. Sono stati molto utilizzati in passato, soprattutto nelle abitazioni prive di acqua corrente; attualmente risultano poco convenienti, visto il rapido riempimento.

In genere vengono realizzati in coppia in modo da funzionare in modo alternato (mentre uno viene riempito, l'altro viene spurgato).

A differenza delle fosse settiche (che sono vasche in continuo), i pozzi neri sono dei meri contenitori a tenuta di liquami, e non sono concepiti come un trattamento, in quanto una volta riempiti, si provvede al loro rapido svuotamento.

I pozzi neri venivano realizzati prevalentemente in muratura con pareti intonacate con malta cementizia per assicurarne l'impermeabilizzazione. Il fondo era in calcestruzzo, a cui veniva data una forma a scodella per facilitare le operazioni di spurgo. Il pozzo era sormontato da una calotta sferica con botola centrale ricoperta da un chiusino di pietra, per evitare l'espandersi delle esalazioni. I pozzi neri erano costruiti solitamente con una capacità di circa 0,50 metri cubi per persona, un diametro tra i 2 e i 4 metri e una profondità tra i 4 e i 6 metri. Non mancano tuttavia pozzi prefabbricati realizzati in calcestruzzo.

2.5. Il lagunaggio

I bacini di lagunaggio (chiamati anche lagune, stagni di ossidazione, *oxidation pond*, *stabilization pond*, *stabilization lagoon*) costituiscono un valido sistema di depurazione, caratterizzato da costi di costruzione relativamente bassi e da una gestione particolarmente semplice che si attua quando sono disponibili, in località sufficientemente lontane dai centri abitati, ampie superfici di terreno a costi relativamente contenuti e con adatte caratteristiche di impermeabilità. Si tratta di bacini scavati nel terreno, nei quali il liquame soggiorna per tempi sufficientemente lunghi ed è soggetto a un processo di depurazione naturale, prevalentemente di tipo biologico.

Essi sono stati ampiamente utilizzati negli Stati Uniti d'America fin dall'inizio del Novecento, ma si sono sviluppati anche in altri Paesi, quali Australia, Nuova Zelanda, India, Israele, Olanda, Africa, America Centrale e del Sud. In Italia sono poco diffusi, almeno relativamente allo smaltimento di reflui civili.

Sono stati, e lo sono tuttora, molto utilizzati nelle zone tropicali, dove le alte temperature e l'elevata insolazione favoriscono la cinetica dei processi di depurazione, e, nel contempo, la semplicità gestionale non richiede un elevato sviluppo tecnologico.

I pretrattamenti comunque richiesti sono la grigliatura e la disoleatura, anche il dissabbiamento o, per gli impianti più piccoli, la fossa settica (o la fossa Imhoff).

È opportuno che la grigliatura sia particolarmente spinta (grigliatura fine) per evitare che negli stagni si accumulino materiali galleggianti.

Nel caso di pretrattamento con fosse settiche, sono preferibili i sistemi pluricompartimentati.

Gli stagni di ossidazione, oltre alla funzione di trattamento *principale*, possono svolgere anche funzione di *affinamento* dell'effluente (a valle di un trattamento biologico o chimico-fisico tradizionale). In quest'ultimo caso i vincoli di distanza dai centri abitati possono attenuarsi notevolmente.

I diversi tipi di stagni biologici differiscono tra loro da un punto di vista costruttivo per la profondità e quindi l'altezza d'acqua (tirante idrico), per il carico organico e per il tipo di trattamento che devono assolvere secondario o di affinamento.

Gli stagni biologici si distinguono in 3 tipi:

- stagni aerobici-anaerobici (facoltativi);
- stagni aerobici;
- stagni anaerobici.

2.5.1. Gli stagni aerobici-anaerobici

Sono tra i tipi di stagni di ossidazione quelli più comuni e di gran lunga i più utilizzati. Sono così chiamati perché il loro funzionamento dipende da condizioni concomitanti, aerobiche in superficie e anaerobiche sul fondo. Sono denominati anche stagni *facoltativi*, anche se impropriamente.

Sulla superficie del bacino, esposta ai raggi solari, si sviluppano alghe verdi (micro e macroalghe), che, per effetto della fotosintesi clorofilliana da esse esplicata, utilizzando l'anidride carbonica derivante dal-

le reazioni biologiche, producono ossigeno, che è costantemente presente nei primi strati dello stagno (zona aerobica); solo una porzione modesta dell'ossigeno introdotto nello stagno deriva dalla riareazione dell'atmosfera esterna attraverso la superficie liquida.

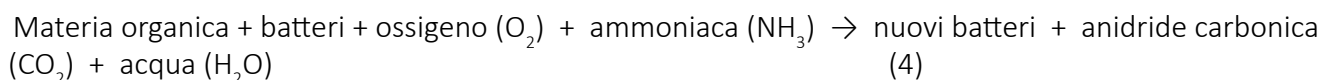
Tenendo nei bacini una profondità variabile tra 0,9 ÷ 2 m, l'irradiazione luminosa solare incide solo sui primi strati, ma non riesce a pervenire con sufficiente intensità sul fondo del bacino, per cui nella zona intermedia e, particolarmente sul fondo, in assenza di alghe e quindi di ossigeno, si inducono condizioni anaerobiche, e si sviluppano batteri anaerobi e facoltativi (zona anaerobica).

I complessi fenomeni biologici che avvengono in uno stagno facoltativo e gli interscambi tra la zona anaerobica sul fondo e quella aerobica in superficie sono quelli tipici di un *ecosistema acquatico*, ovvero di un sistema biologico di sviluppo concatenato di vari organismi, che, seppure con cinetiche e caratteristiche differenti, si ritrova in tutti i corpi idrici naturali (fiumi profondi, laghi...) e in tutti i sistemi di depurazione di tipo biologico.

Nella zona anaerobica, i solidi sedimentabili che pervengono al fondo sono innanzitutto idrolizzati (solubilizzati) da particolari microrganismi, e resi disponibili ai batteri anaerobi, i quali elaborano le sostanze organiche, producendo come risultato finale metano, ammoniaca e anidride carbonica.

Una porzione del prodotto solubile, sotto forma di acidi organici, alcoli, aldeidi, si diffonde nella massa liquida, ed è stabilizzata nella parte aerobica superiore.

Nella zona aerobica, le sostanze organiche disciolte sono elaborate dai batteri aerobi, con reazioni biologiche del tutto analoghe a quelle che avvengono negli impianti di depurazione biologici (es. fanghi attivi): si verifica innanzitutto, da parte dei batteri, un'assimilazione di sostanze organiche, secondo una *sintesi* che può essere rappresentata schematicamente dalla seguente reazione biologica:




In condizioni di carenza di sostanze organiche nutritive e in condizioni di competitività fra i vari microrganismi, subentra una fase di **respirazione endogena** in cui i batteri consumano il loro protoplasma e la sostanza organica di cui sono costituiti si trasforma in sostanze più semplici, non ulteriormente degradabili.

Come si è accennato, l'ossigeno disciolto necessario è in parte fornito dall'interscambio con l'atmosfera, ma per la maggior parte è fornito dalla fotosintesi clorofilliana delle alghe verdi che si sviluppano nello stagno: le alghe, utilizzando come fonte di energia i raggi solari, trasformano anidride carbonica, ammoniaca, sali minerali inorganici, in nuove cellule organiche e ossigeno.

Ed è appunto questo ossigeno che viene reso disponibile ai microrganismi che presiedono all'elaborazione e alla demolizione delle sostanze organiche apportate con i liquami.

In definitiva, tra batteri e alghe s'induce un'associazione di mutuo vantaggio (simbiosi), venendosi così a determinare un vero e proprio ciclo biologico completo.



Il funzionamento degli stagni di ossidazione è fortemente influenzato dalla temperatura. Durante i periodi invernali, quando le alghe muoiono, si sviluppano praticamente solo reazioni anaerobiche, anzi, anche queste si riducono molto con temperature ambientali particolarmente rigide.

Le condizioni anaerobiche sono favorite quando la superficie liquida gela, impedendo la penetrazione della luce e la riareazione atmosferica.

Durante i periodi invernali si verifica perciò, sul fondo degli stagni, un accumulo massiccio di sostanze organiche: all'inizio della primavera, rialzandosi la temperatura, si instaurano intense reazioni anaerobiche, che continuano finché il livello di sostanze organiche, avide di ossigeno, non si sia convenientemente abbassato, e non si siano create condizioni favorevoli allo sviluppo delle alghe verdi, che forniscono l'ossigeno occorrente per il ciclo biologico dei batteri aerobi.

All'inizio del periodo primaverile, negli stagni aerobici-anaerobici si verificano perciò fermentazioni anaerobiche, che talora possono assumere anche carattere settico, con conseguente sviluppo di odori molesti.

È per questo che, pur essendo questi stagni esenti per la maggior parte dell'anno da esalazioni moleste, risentono di questo inconveniente, durante il *risveglio primaverile*, per brevi periodi, (dell'ordine di circa 2 settimane): conviene, perciò, ove possibile, prevedere l'ubicazione lontana dai centri abitati, con distanza di almeno 500 m dalla più vicina abitazione, e in posizione tale che il vento prevalente spiri nella direzione di zone poco abitate.

I fanghi organici e inerti apportati dai liquami e raccolti sul fondo, gradualmente si accumulano; il fenomeno è particolarmente evidente con fognature miste. L'esperienza ha mostrato che lo smaltimento del fango costituisce un problema per questa tipologia di stagni a distanza di tempo (5÷10 anni).

Negli stagni aerobici-anaerobici il BOD₅ solubile viene assimilato e degradato dall'azione sinergica dei batteri e delle alghe, mentre la parte sedimentabile subisce trasformazioni anaerobiche sul fondo e, se solubilizzata, subisce l'ulteriore degradazione aerobica nella fase di risalita.

Per quanto concerne i composti azotati, le reazioni a cui sono sottoposti sono fondamentalmente di nitrificazione negli strati aerobici superiori e di denitrificazione sul fondo dello stagno.

Relativamente infine al fosforo, la rimozione più efficace è quella che si verifica per effetto dell'autoflocculazione, a seguito degli innalzamenti del pH nelle ore diurne fino a valori di 10÷11 (conseguenti all'assorbimento della CO₂ da parte delle alghe verdi), con conseguente precipitazione dei composti del fosforo sotto forma di idrossiapatite.

Il tempo di detenzione è compreso tra 25 e 180 giorni, in relazione al carico di BOD₅ da trattare e soprattutto alla temperatura minima a cui si trovano esposti.

I lunghi tempi di detenzione degli stagni permettono di sviluppare fenomeni di antagonismo vitale che inducono un abbattimento spinto dei microrganismi.

Batteri e virus sono eliminati efficacemente, e tanto meglio, a parità di tempo di detenzione, quanto più ridotta è la profondità dei bacini, in modo da utilizzare in pieno la capacità battericida dei raggi ultravioletti presenti nella radiazione solare. La sedimentazione, garantita dai lunghi tempi di detenzione, è in grado di abbattere pressoché totalmente uova di elminti e cisti di protozoi, che sono appunto facilmente sedimentabili.

Questi stagni solitamente vengono utilizzati come trattamento secondario, ma possono essere utilizzati anche per l'affinamento dell'effluente proveniente da un impianto tradizionale.

Il volume complessivo degli stagni di ossidazione può essere suddiviso in più unità in serie in parallelo (compartimentazione). Avere più unità in serie permette di raggiungere rendimenti più elevati nella rimozione dei vari parametri di inquinamento, mentre la compartimentazione in più linee in parallelo, permette di mettere fuori servizio una vasca, in caso di manutenzione o altro, senza dover interrompere il trattamento.

Sia nel caso di bacino unico, sia nell'ipotesi di compartimentazione del volume complessivo in più bacini, può risultare utile ricircolare l'effluente in testa all'impianto. Con questa tecnica si consente all'effluente, ricco di ossigeno e di alghe attive, di diluire e ossigenare il liquame concentrato in ingresso al sistema, e innescare lo sviluppo rapido delle alghe, rendendo più efficace la depurazione, e consentendo soprattutto una ossigenazione del liquame grezzo (che può pervenire in condizioni settiche), e del primo comparto che, essendo già fortemente caricato dalla massa di sostanze organiche sedimentabili, è il più affetto da problemi di sviluppo di odori molesti.

Il sistema di ricircolo può anche essere eventualmente attivato solo stagionalmente, nei periodi con più ridotte temperature ambientali.

2.5.2. Gli stagni aerobici

Contrariamente a quanto avviene negli stagni aerobici-anaerobici, negli stagni aerobici, tenendo il livello liquido su valori sufficientemente bassi (normalmente non superiori ai 25÷40 cm), la luce solare può penetrare fino al fondo del bacino, consentendo lo sviluppo di alghe verdi in tutta la massa liquida, garantendosi così, tramite la fotosintesi clorofilliana delle alghe verdi, la presenza costante di ossigeno in tutta la massa liquida e a tutti i livelli.

Data la modesta profondità, se il fondo del bacino non è in calcestruzzo o costituito da una membrana impermeabile, in poco tempo si possono sviluppare piante acquatiche (a meno che non venga effettuata un'assidua manutenzione): il bacino tende naturalmente a trasformarsi in un sistema di fitodepurazione a flusso superficiale (che verrà descritto successivamente).

Come negli stagni facoltativi, la quantità di ossigeno fornita dalle alghe verdi è predominante rispetto a quella derivante dall'interscambio con l'atmosfera.

Gli stagni aerobici si prestano particolarmente per il trattamento dei liquami con BOD_5 in forma disciolta, privati dei solidi sedimentabili (a mezzo di una sedimentazione, o di un preventivo trattamento in stagni facoltativi).

Per assolvere a tale funzione, i tempi di detenzione richiesti sono dell'ordine di 30÷40 giorni.

Per impedire che i solidi sedimentabili, accumulatisi sul fondo, possano rapidamente indurvi condizioni anaerobiche, occorre che tutta la massa del bacino venga periodicamente rimescolata, almeno 3 ore al giorno, a mezzo di apposita pompa di ricircolo.

Gli stagni aerobici però sono utilizzati prevalentemente con funzione di affinamento dell'effluente, come si vedrà nel prossimo paragrafo.

Anche per gli stagni aerobici possono applicarsi i concetti visti per gli stagni facoltativi di:

- compartimentazione in più bacini;

- ricircolo dell'effluente.

Dati i lunghi tempi di detenzione che caratterizzano gli stagni di ossidazione (sia aerobici che facoltativi), in essi hanno modo di svilupparsi in pieno quei fenomeni di antagonismo vitale, con il contributo determinante delle radiazioni solari, che stanno alla base dell'eliminazione dei microrganismi, in particolare quelli patogeni; negli stagni si attua anche una efficientissima sedimentazione, motivo per cui le lagune sono da annoverarsi tra i sistemi più efficienti di abbattimento di batteri e virus.

In effetti, se il sistema è ben dimensionato e conformato si possono ottenere rendimenti nell'abbattimento della carica batterica del 99,9%, e anche oltre, tali da consentire, ed esempio, l'utilizzo dell'effluente finale a uso irriguo, senza particolari restrizioni, o con una disinfezione molto ridotta, o limitata a periodi di basse temperature, in cui l'azione biologica è meno efficace.

Questa disinfezione biologica ha il vantaggio di non presentare tutti quei rischi di tossicità tipici della clorazione e di altri sistemi di disinfezione.

Per quanto concerne il rendimento di abbattimento della sostanza organica, nella pratica varia tra il 30÷50% (senza la rimozione delle alghe). Con l'eliminazione spinta delle alghe (che morendo tendono a liberare sostanze organiche e quindi incrementare il BOD₅), si può arrivare a rese dell'ordine dell'85÷90%.

Il rendimento di abbattimento dell'ammoniaca è strettamente legato alla temperatura e può arrivare al massimo al 30÷40% nei periodi caldi e con tempi di detenzione superiore ai 20 giorni; una componente rilevante è da ascrivere alla volatilizzazione dell'ammoniaca. Per quanto concerne il fosforo, l'abbattimento è variabile, nella stagione estiva, con punte fino al 30÷50%.

2.5.3. Gli stagni di affinamento

Sono stagni poco caricati (da sostanza organica), sia di tipo aerobico che di tipo aerobico-anaerobico; sono chiamati anche stagni di maturazione (*maturation pond*), e servono per migliorare la qualità dell'effluente di un trattamento biologico (secondario).

Posti a valle di un trattamento secondario (ottenuto attraverso stagni di ossidazione in serie), svolgono la funzione principale di rimozione spinta della carica batterica.

Tali stagni hanno una profondità media di 1÷1,5 m (le basse profondità sono adottate quando si vuole raggiungere una buona rimozione della carica batterica). Profondità inferiori sono normalmente adottate quando si vuole far funzionare lo stagno in condizioni totalmente aerobiche.

Il tempo di detenzione è normalmente di 3÷5 giorni, per evitare che si formino le alghe e quindi aumenti significativamente la concentrazione di solidi sospesi. Tempi di detenzione maggiori sono frequenti, soprattutto laddove gli stagni di maturazione seguono sistemi di trattamento naturale, quali sistemi di fitodepurazione o bacini di lagunaggio. In queste condizioni operative, l'abbattimento della carica batterica e dei nutrienti (particolarmente del fosforo) è senza dubbio maggiore, a fronte di una più estesa superficie di lagunaggio.

2.5.4. Gli stagni anaerobici

In questo tipo di stagni, il carico organico è talmente elevato, che in tutta la massa si sviluppano essenzialmente reazioni anaerobiche, e gli scambi di ossigeno che avvengono con l'atmosfera non per-

mettono il trasferimento di ossigeno sufficiente a creare condizioni aerobiche neppure nella porzione superiore dello stagno.

Dato che già in partenza questi stagni sono progettati per funzionare in condizioni anaerobiche, non interessa realizzare intensi ed efficienti scambi di ossigeno con l'atmosfera, anzi, l'ossigeno è addirittura tossico per i microrganismi anaerobi obbligati, per cui sono normalmente adottate elevate profondità dei bacini, comprese tra 2,50 ÷ 3,50 metri, ma che possono arrivare fino a 5 metri, con il vantaggio che vengono ridotti gli scambi termici con l'atmosfera, mantenendosi una più elevata temperatura durante i periodi invernali.

Uno strato di grasso e di materiale vario galleggiante sulla superficie contribuisce ulteriormente a impedire gli scambi con l'atmosfera.

Il trattamento in questi stagni assume la funzione, più che di depurazione del liquame, di degradazione e stabilizzazione delle sostanze organiche, e, pertanto, questi bacini sono assimilabili a digestori anaerobici non riscaldati.

Negli stagni anaerobici si sviluppano fenomeni fortemente putrefattivi con conseguente sviluppo di esalazioni moleste, per cui ne è sconsigliata la realizzazione in vicinanze dei centri abitati.

Normalmente gli stagni anaerobici sono utilizzati come stadio preliminare di *sgrossatura* prima dei trattamenti successivi, specialmente nel caso di acque di rifiuto industriali con concentrazioni molto elevate di sostanze organiche (industrie alimentari, allevamenti di animali, ecc...), o di acque di rifiuto civili mescolate ad acque industriali, sempre molto concentrate.

I tempi di detenzione idraulica sono mediamente di circa 4÷5 giorni con liquami molto concentrati.

Il rendimento di rimozione della sostanza organica (BOD_5) può variare, in funzione della temperatura tra 40÷70%, mentre quello di riduzione della carica batterica è nell'ordine del 90%.

2.5.5. Cenni sulla realizzazione dei bacini e considerazioni conclusive

Gli stagni di ossidazione sono realizzati mediante scavi in terra su terreni naturalmente impermeabili, in zone a matrice fortemente argillosa, per garantire la tenuta idraulica ed evitare possibili inquinamenti della falda sotterranea.

Il livello massimo di falda deve essere sempre posto alcuni metri sotto la superficie del bacino.

La costruzione dei bacini, pertanto, dovrebbe essere sempre preceduta da adeguate indagini geologiche, geotecniche e, se necessario, anche idro-geologiche.

Vista l'estensione del bacino (e quindi i costi elevati), si cerca di evitare l'impermeabilizzazione artificiale. Qualora ciò risulti necessario, l'impermeabilizzazione è realizzata con geo membrana in materiale plastico bituminoso, oppure con uno strato di argilla prelavata altrove.

I bacini andrebbero ubicati in zone prevalentemente pianeggianti per limitare il più possibile i movimenti di terra e i conseguenti costi.

Anche quando il bacino è totalmente al di sotto del piano campagna, occorre prevedere degli argini di protezione, per evitare che le acque di ruscellamento possano affluire all'interno.

I bacini sono dotati di un sistema di alimentazione e di scarico realizzato con apposite tubazioni.

Nello studio della conformazione dei bacini e dei movimenti di terra, occorre evitare che, a stagno riempito, si vengano a formare isole, penisole, insenature in genere, che facilitano l'accumulo di materiali galleggianti: a tale scopo è opportuno che gli angoli vengano arrotondati. In genere, nella suddivisione del volume complessivo in più bacini, il primo bacino ha una forma preferenzialmente quadrata per favorire una uniforme sedimentazione del fango sul fondo, mentre le altre una forma preferenzialmente allungata.

Nel caso delle lagune, il problema dello smaltimento del fango, onere economico non indifferente degli impianti tradizionali di depurazione, deve essere affrontato solo ogni 5÷10 anni.

I grandi volumi, e quindi gli elevati tempi di detenzione che caratterizzano gli stagni, li rendono ideali alla compensazione delle punte di carico idraulico e organico.

Come già accennato, gli stagni di ossidazione sono particolarmente efficienti nella rimozione dei microrganismi patogeni, potendo ottenere rendimenti analoghi a quelli di una clorazione non spinta, ma senza i relativi svantaggi, legati alla tossicità.

Un trattamento depurativo particolarmente spinto, che ottimizza i costi, si può ottenere dall'accoppiamento di un trattamento anaerobico in testa, un aerobico-anaerobico di completamento e, infine, uno aerobico di affinamento.

In conclusione, si può dire che gli stagni di ossidazione costituiscono un sistema di trattamento facile da realizzare e con bassi costi di impianto e di esercizio. Non occorre personale specializzato per la gestione, che di fatto consiste nel controllo dei trattamenti preliminari e nella pulizia periodica delle sponde. Gli stagni di ossidazione sono definiti trattamenti naturali estensivi perché, a fonte della semplicità di realizzazione e gestione, necessitano di grandi aree di suolo.

2.5.6. Stagni di accumulo

Le capacità di accumulo degli stagni di ossidazione possono essere esaltate utilizzandoli come veri e propri serbatoi di accumulo stagionale delle acque reflue, specie per riuso agricolo. Quando la funzione è prettamente di accumulo, si parla, nella letteratura anglosassone, di *storage reservoir* o *stabilization reservoir*.

Uno stagno di accumulo, al servizio di una comunità, assolve la funzione molto semplice di immagazzinare i liquami nei periodi non irrigui, provvedendo poi a fornire le quantità di acqua richieste nei periodi irrigui, nel corso dei quali il funzionamento tende a essere simile a quello di un lagunaggio classico.

Nei lunghi periodi di stazionamento nel serbatoio, i liquami sono sottoposti a processi depurativi, che comportano, in particolare, la riduzione significativa della carica batterica e dei microrganismi in genere.

Gli stagni di accumulo sono particolarmente diffusi in aree carenti d'acqua, ove sono operativi bacini con capacità di milioni di m³ di acqua reflua; si stanno registrando interessanti applicazioni in Italia, particolarmente in Sicilia.

Importante è lo studio della configurazione dei bacini e dei criteri gestionali, per garantire la massima qualità dell'acqua utilizzata dal punto di vista microbiologico, mirando, nella stagione irrigua, a utilizzare

acque che abbiano stazionato il più possibile nei bacini.

2.5.7. Stagni aerati

Gli stagni aerati (*aerated lagoon*) rappresentano un'evoluzione tecnologica del lagunaggio naturale. Si possono considerare un gradino intermedio tra gli stagni di ossidazione, esaminati nei paragrafi precedenti, e i classici impianti di depurazione a fanghi attivi. Nelle lagune aerate l'ossigeno nella massa liquida non è più fornito dalle alghe (che in questo caso tendono a non formarsi a causa della torbidità generata dai fiocchi di fango batterici che, limitando la penetrazione della luce nel bacino, inibiscono la formazione delle alghe), ma da un'aerazione artificiale, realizzata con sistemi meccanici o con l'insufflazione d'aria. Essi si distinguono dagli impianti tradizionali a fanghi attivi per la maggiore semplicità costruttiva e gestionale.

Gli stagni aerati sono stati sviluppati negli anni '50 negli Stati Uniti, con l'obiettivo di rimediare agli inconvenienti che si andavano a registrare negli stagni di ossidazione tradizionali (che, sovraccaricati, generavano esalazioni moleste nelle zone circostanti). L'aerazione artificiale, infatti, garantendo una distribuzione dell'ossigeno costante nel corso dell'anno, anche durante i periodi invernali in cui la scarsità di luce impedisce lo sviluppo delle alghe, è in grado di far fronte ai suddetti inconvenienti.

Questi sistemi, però, non hanno più nulla di naturale e sono considerati, di fatto, degli impianti di depurazione a fanghi attivi senza ricircolo. L'elevata turbolenza generata dal sistema di aerazione artificiale (costituito generalmente da turbine galleggianti) mantiene in sospensione nella massa liquida i solidi presenti, che necessitano quindi di una successiva fase di sedimentazione. Tale fase viene solitamente realizzata con uno o più bacini di calma. La bassa resa della fase di sedimentazione condiziona i rendimenti di questi sistemi, che raramente superano il 60% nell'abbattimento della sostanza organica.

Si tratta di un processo in grado di tollerare numerosissimi fattori che, nei processi di trattamento classici, sono responsabili di difetti molto seri di funzionamento:

- grosse variazioni di carico idraulico e/o organico;
- effluenti altamente concentrati;
- effluenti con squilibrio nei nutrienti (causa dello sviluppo di filamenti nei fanghi attivi);
- trattamento congiunto di effluenti domestici e industriali biodegradabili;
- buona integrazione ambientale;
- fanghi stabilizzati.

I principali svantaggi sono dovuti a:

- scarichi di qualità media rispetto alla totalità dei parametri;
- presenza di apparecchiature elettromeccaniche la cui manutenzione richiede l'intervento di personale specializzato;
- rumorosità legata alla presenza di un sistema di aerazione;
- consumo energetico elevato.

Trattandosi di un sistema tecnologico, utilizzato prevalentemente per l'ammodernamento di impianti preesistenti, si rimanda a testi specifici e alla bibliografia per maggiori approfondimenti.

2.6. La fitodepurazione

L'utilizzo di zone umide naturali per il trattamento di acque reflue di varia natura ha origini lontane nel tempo (basti pensare all'esempio dell'Agro Pontino ai tempi dell'Impero Romano), e rappresenta una soluzione "tradizionale" in molte parti del mondo, come ad esempio in Cina o in molti paesi africani. Molto spesso però le paludi sono state utilizzate come una sorta di bacino di accumulo prima dello scarico nel corpo idrico recettore finale e non come sistemi di trattamento, ottenendo irreversibili degradazioni della loro qualità ecosistemica, causate da scarichi incontrollati e non pianificati. In molteplici culture, infatti, le zone paludose sono state ritenute come malsane e inadatte all'insediamento umano e, quindi, spesso destinate come area di discarica.

Negli ultimi cinquant'anni si è, invece, assistito a un netto aumento di interesse e a un radicale cambiamento nella loro considerazione. Sono, infatti, stati identificati gli svariati benefici forniti dalle aree umide tra cui la possibilità di approvvigionamento di acqua, la buona funzionalità per il controllo idrico, l'utilizzo delle piante in esse presenti, la presenza di animali allo stato libero, la presenza di pesci e invertebrati, il controllo dei fenomeni erosivi e di desertificazione e il grande contributo alla biodiversità, la possibilità di utilizzo come fonti energetiche (idroelettrica, solare, pompe di calore, produzione di gas e combustibili liquidi e solidi) e, infine, le attività educative e ricreative.

Volendo considerare le zone umide naturali come sistemi depurativi, si deve considerare l'estrema variabilità delle loro componenti funzionali, che rende virtualmente impossibile la previsione delle conseguenze dell'apporto di acque inquinate e la traslazione dei risultati da una zona geografica all'altra. Su queste basi si sono dunque sviluppate, a partire dalla metà degli anni '70, svariate esperienze di utilizzo, pianificato e ben controllato, del potere autodepurativo di alcune zone umide naturali, per il raggiungimento di precisi obiettivi di qualità delle acque e, soprattutto, di "ricostruzione" o "creazione" di sistemi umidi, studiati proprio per il trattamento di acque reflue.

La tendenza è stata, infatti, quella di preservare le aree naturali esistenti e di progettare e costruire apposite aree umide artificiali per il trattamento depurativo.

Le aree umide artificiali offrono, infatti, un maggior grado di controllo, permettendo una precisa valutazione della loro efficacia sulla base della conoscenza della natura del substrato, delle tipologie vegetali e dei percorsi idraulici. Oltre a ciò, le zone umide artificiali offrono vantaggi aggiuntivi rispetto a quelle naturali, come ad esempio la scelta del sito, la flessibilità nelle scelte di dimensionamento e nelle geometrie e, più importante di tutto, il controllo dei flussi idraulici e dei tempi di ritenzione. In questi sistemi gli inquinanti sono rimossi da una combinazione di processi chimici, fisici e biologici, tra cui sono maggiormente efficaci sedimentazione, precipitazione, adsorbimento, assimilazione da parte delle piante e attività microbica.

In Italia i sistemi di trattamento di acque inquinate mediante aree umide artificiali sono comunemente definiti "impianti di fitodepurazione": si tratta di sistemi ingegnerizzati, progettati e costruiti per riprodurre i naturali processi auto depurativi in un ambiente maggiormente controllabile.

Nella terminologia "Sistemi di depurazione naturale" si includono svariate tecniche tradizionalmente applicate per il trattamento di acque reflue; tra queste, le più utilizzate, a livello internazionale, sono quelle brevemente descritte di seguito:

- *lagunaggio*: (di cui si è già scritto) consiste in bacini di accumulo in cui, in base al tempo di permanenza delle acque all'interno delle vasche, si ottiene una riduzione delle sostanze inquinanti per processi biologici, sedimentazione, esposizione alla radiazione solare, evaporazione, ecc.;

regolando la profondità delle vasca e, all'occorrenza, ricorrendo a dispositivi meccanici di aera- zione, si possono ottenere ambienti aerobici e/o anaerobici; essi richiedono normalmente aree piuttosto estese e presentano problematiche relative all'impatto visivo, olfattivo e igienico-sani- tario;

- *impianti a lemna*: la lemna, che genericamente rappresenta più specie (come Lemna sp., Spiro- dela sp. e Wolffia sp.), è la più piccola e semplice pianta galleggiante utilizzata per il trattamento di depurazione di reflui. I sistemi a lemna sono bacini di accumulo, la cui superficie è totalmente coperta da un manto di lemna, che induce svariati fenomeni, tra cui la riduzione e prevenzione della crescita algale, la stabilizzazione del pH, il miglioramento del processo di sedimentazione e il consumo di sostanze nutrienti; questa tipologia di trattamento è già da considerarsi come una tecnica di fitodepurazione con macrofite galleggianti. Il grado di conoscenza dell'operatività di tali impianti e, conseguentemente, l'affidabilità delle metodiche di dimensionamento, sono sufficientemente elevati; la scelta di questa tipologia dovrebbe essere sempre accompagnata da un'attenta valutazione delle problematiche di gestione della biomassa vegetale di supero, dato che la lemna ha un rapidissimo sviluppo e deve essere, quindi, periodicamente rimossa. Sono, inoltre, auspicabili le combinazioni tra impianti di trattamento delle acque e impianti per la pro- duzione di energia da biomasse (per combustione e cogenerazione oppure per formazione di biogas in reattori anaerobici);
- *fitodepurazione (zone umide artificiali)*: si identifica, come già descritto precedentemente, con il termine fitodepurazione un trattamento naturale, le cui componenti sono costituite da suolo, batteri e piante, della famiglia delle macrofite. I sistemi di fitodepurazione, sperimentati e lun- gamente studiati a livello internazionale, sono classificati in base al tipo di macrofite utilizzate (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti) e alle caratteristiche del cammino idrauli- co delle acque reflue in:
 - **FWS**: i sistemi a flusso libero riproducono, quanto più fedelmente, una zona palustre na- turale, dove l'acqua è a diretto contatto con l'atmosfera e generalmente poco profonda, e le essenze vegetali che vi vengono inserite appartengono ai gruppi delle elofite e delle rizofite;
 - **SFS-h** o **HF**: i sistemi a flusso sommerso orizzontale sono vassoi riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso orizzontale in condizioni di saturazione continua (reattori "plug-flow") e le essenze utilizzate appartengono alle macrofite radicate emer- genti;
 - **SFS-v** o **VF**: i sistemi a flusso sommerso verticale sono vassoi riempiti con materiale iner- te, dove i reflui scorrono in senso verticale in condizioni di saturazione alternata (reattori "batch" o discontinui) e le essenze utilizzate appartengono alle macrofite radicate emer- genti.

2.6.1. Tipologie di impianti di fitodepurazione

Attualmente, in Europa, sono operative alcune decine di migliaia di impianti di fitodepurazione, di cui una maggior parte è localizzata in Germania, dove si è scelto, già da molti anni, di utilizzare su scala na- zionale le due tecniche a flusso sommerso (HF e VF) per il trattamento delle piccole medie utenze. Tra gli impianti europei, i più diffusi (più del 75%) sono proprio i sistemi HF e VF, utilizzati prevalentemente per il trattamento secondario di acque reflue domestiche e civili. Tali sistemi si sono, infatti, dimostrati come i più appropriati, nel contesto europeo, tra le varie tecniche di depurazione naturale, sia per il miglior rapporto tra superficie necessaria ed efficacia di trattamento, sia per il loro inserimento in aree urbane o periurbane o comunque molto a ridosso di insediamenti abitativi. Per l'affinamento dell'effluente di

depuratori esistenti si annoverano, invece, numerose esperienze con sistemi a flusso superficiale FWS, che si configurano spesso come la migliore alternativa, quando si ha a che fare con ingenti quantità di acque da trattare con ridotto grado di inquinamento.

2.6.2. Sistemi a flusso sommerso

2.6.2.1 HF

I sistemi a flusso sommerso *orizzontale* HF sono costituiti da vasche opportunamente impermeabilizzate, che vengono riempite di materiale inerte con granulometria prescelta (es. ghiaie), in cui si fanno sviluppare le radici delle macrofite emergenti (comunemente utilizzata la *Phragmites australis*).

Il flusso di acqua è mantenuto costantemente al di sotto della superficie da uno speciale dispositivo, venendo così a creare un ambiente prevalentemente anossico, ricco tuttavia di micrositì aerobici sulle radici delle piante. È proprio questa varietà delle condizioni redox del sistema a renderlo estremamente elastico, versatile ed efficiente a fronte di diverse tipologie di reflui da trattare e di variazioni del contenuto inquinante.

Durante il passaggio dei reflui, attraverso il materiale di riempimento e la rizosfera delle macrofite (che costituiscono un sistema a biomassa adesa), la materia organica viene decomposta dall'azione microbica e l'azoto viene denitrificato, ciò accade se siamo in presenza di sufficiente contenuto organico: il fosforo e i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento. Il contributo della vegetazione al processo depurativo può essere ricondotto sia allo sviluppo di una efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e, quindi, alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di un'alternanza di zone aerobiche, anossiche e anaerobiche, con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto.

I sistemi a flusso sommerso orizzontale assicurano una maggiore protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso che si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.

2.6.2.2. VF

La configurazione di questi sistemi è del tutto simile a quelli appena descritti. La differenza consiste nel fatto che il refluo da trattare scorre verticalmente nel medium di riempimento (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo, mentre nei sistemi HF si ha un flusso a pistone, con alimentazione continua (approssimabile a un reattore "plug-flow").

Questa metodologia con flusso intermittente (reattori "batch" o discontinui) viene spesso configurata su più vasche in parallelo, che funzionano a flusso alternato, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto, variando frequenza e quantità del carico idraulico in ingresso, mediante l'adozione di pompe o di dispositivi a sifone autoadescante, opportunamente dimensionati.

Le essenze impiegate sono le stesse dei sistemi a flusso orizzontale (macrofite radicate emergenti).

Il medium di riempimento si differenzia invece dai sistemi a flusso orizzontale in quanto si devono utilizzare granulometrie più fini, che permettono una lenta percolazione delle acque e quindi una distribuzione quanto più omogeneamente possibile su tutta la superficie del letto. Le sabbie grossolane hanno

un'adeguata conducibilità idraulica per una lenta filtrazione verticale e offrono, inoltre, un più vantaggioso rapporto tra volume occupato e superficie totale disponibile per la biomassa adesa in confronto ai sistemi HF.

Questi sistemi, relativamente nuovi nel panorama della fitodepurazione, ma già sufficientemente validati grazie alla loro ampia diffusione in Germania e Austria, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, giacché la diffusione di questo elemento è circa 10.000 volte più veloce nell'aria che nell'acqua, e di alternare periodi di condizioni fortemente ossidanti a periodi di condizioni riducenti.

I tempi di ritenzione idraulici nei sistemi a flusso verticale sono abbastanza brevi: la sabbia diminuisce la velocità del flusso, ciò favorisce sia una parziale denitrificazione che l'adsorbimento del fosforo da parte della massa filtrante.

I fenomeni di intasamento superficiale, dovuti al continuo apporto di solidi sospesi e di materia organica, sono auspicati per un primo periodo, in quanto favoriscono la diffusione omogenea dei reflui su tutta la superficie del letto, mentre devono essere tenuti sotto controllo nel lungo periodo onde evitare formazioni stagnanti nel sistema e una drastica diminuzione delle capacità ossidative del sistema (e quindi, ad esempio, delle rese di nitrificazione). Le esperienze estere su tali sistemi mostrano comunque che non si rilevano fenomeni di intasamento quando si utilizza una alimentazione discontinua inferiore al carico idraulico massimo del sistema con frequenza costante e quando si ha un adeguato sviluppo della vegetazione (l'azione del vento provoca, infatti, sommovimenti della sabbia nella zona delle radici e intorno al fusto, contrastando i fenomeni occlusivi).

2.6.3. Sistemi a flusso libero

I sistemi FWS consistono in vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera e il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante emergenti; anche in questi sistemi il flusso è orizzontale e l'altezza delle vasche è generalmente limitata a poche decine di centimetri. In questi sistemi i meccanismi di abbattimento riproducono esattamente tutti i fattori in gioco nel potere autodepurativo delle zone umide.

I dati disponibili sull'applicazione di questi impianti, in Europa, sono abbastanza scarsi e riguardano prevalentemente gli impianti più grandi, mentre ben poco risulta in letteratura sulle applicazioni in piccola scala (come il trattamento dei reflui domestici per case isolate o piccole comunità), che sono invece abbastanza diffuse in alcuni paesi (Francia, Paesi Bassi, ecc.).

2.6.4. Campi di applicazione

L'applicazione di sistemi naturali costruiti (*Constructed Wetlands*) per il trattamento delle acque reflue rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa nella maggior parte del mondo. In Italia, tale tipologia impiantistica costituisce una soluzione ideale per soddisfare l'esigenza, da un lato, di garantire una maggiore copertura del servizio depurativo, dall'altro di adeguare gli impianti esistenti per il raggiungimento dei nuovi obiettivi attraverso sistemi che non comportino oneri di investimento e di gestione elevati. In questa prospettiva, i sistemi di depurazione naturale, sia per il trattamento secondario che

terziario (finissaggio) dei reflui, rappresentano delle valide soluzioni impiantistiche, capaci di ottime rese depurative (soprattutto per parametri quali COD, BOD₅, solidi sospesi e azoto), con impatto ambientale e consumo energetico nettamente ridotti rispetto ad altri sistemi depurativi.

La presente trattazione sulla fitodepurazione è riferita a liquami di natura civile (o a essi assimilabili) e, in special modo, a sistemi di trattamento secondario; ma i sistemi di depurazione naturali delle acque reflue possono essere applicati a tipologie di reflui molto differenziati tra loro, come indicato nella Tabella 11, sia come trattamenti secondari che terziari (affinamento).

La tabella 9 mostra i campi di applicazione dei sistemi di fitodepurazione.

SCARICHI PUNTUALI	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Scarichi domestici e civili ▶ Scarichi attività turistiche ▶ Scarichi industriali ▶ Scarichi di aziende zootecniche ▶ Scarichi di aziende vitivinicole ▶ Percolati di discarica
INQUINAMENTO DIFFUSO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acque di prima pioggia ▶ Scolmatori reti miste ▶ Acque di dilavamento di suolo agricolo ▶ Acque di dilavamento di strade e autostrade
ALTRO...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Disidratazione fanghi ▶ Aumento della capacità autodepurativa dei corsi d'acqua ▶ Bioremediation di terreni contaminati

Tab. 9

I trattamenti terziari sono generalmente applicati a reflui, precedentemente depurati con impianti di tipo chimico-fisico e/o impianti a ossidazione (impianti a fanghi attivi, impianti a biodischi, ecc.), le cui caratteristiche non soddisfano i limiti imposti dalla normativa italiana ed europea. Infatti, i loro principali obiettivi sono:

- abbattimento dell'azoto;
- abbattimento di sostanze organiche che hanno tempi di biodegradabilità lenti e necessitano quindi di tempi di ritenzione più lunghi;
- abbattimento del fosforo;
- abbattimento di metalli pesanti;
- assicurare un'azione di tampone a eventuali malfunzionamenti degli impianti tecnologici;
- affinare la qualità microbiologica e chimica dei reflui.

Se poi si tiene conto delle reali difficoltà operativo-gestionali dei “tradizionali” impianti di depurazione, dovute alle variazioni, spesso consistenti, dei carichi idraulici e organici che si verificano durante i periodi di intense precipitazioni e di flussi turistici, si comprende come i trattamenti terziari possano giocare un ruolo di aree tampone capaci di minimizzare (ammortizzare) gli effetti negativi (riduzione rese depurative) indotti da questi fattori.

Le esperienze su scarichi domestici e civili, e sui relativi rendimenti, sono ormai numerosissime a livello internazionale; anche in Italia la diffusione di impianti di fitodepurazione si è prevalentemente indirizzata verso il trattamento secondario e terziario di tale tipo di scarichi. La maggioranza degli impianti realizzati è del tipo a flusso sommerso orizzontale, ma si può contare anche su alcune esperienze di sistemi a flusso verticale: se per i sistemi a flusso sommerso orizzontale l’esperienza italiana è alla base della determinazione di standard qualitativi e realizzativi, per i sistemi a flusso verticale e per i sistemi a flusso libero si devono tenere maggiormente in considerazione le linee guida prodotte al riguardo in altri Paesi (ATV, 1998; Brix e altri, 2003; New South Wales, 1998; EC, 2001; EPA, 2001).

Negli ultimi anni si registra, inoltre, una crescente diffusione di sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso per il trattamento secondario dei reflui prodotti da attività turistiche e ricettive, quali agriturismi, campeggi, hotel, ristoranti, sale per ricevimenti, ecc.; in effetti i sistemi di depurazione naturale ben si adattano a queste situazioni, in quanto le loro rese depurative non dipendono dalle forti variazioni dei carichi idraulici e organici in ingresso. Inoltre, tali sistemi per la loro economicità e semplicità di gestione, risultano essere molto interessanti per attività di natura commerciale. In un sempre maggior numero di casi, inoltre, l’intervento non si limita alla realizzazione di un impianto di fitodepurazione, bensì investe tutto il ciclo delle acque, secondo un approccio di “depurazione sostenibile”: dispositivi di risparmio idrico, separazione delle acque grigie, riutilizzo delle acque reflue e meteoriche sono alcuni dei concetti chiave di questo tipo di approccio. Le esperienze applicative sulle acque industriali, invece, sono prevalentemente focalizzate nel settore delle trasformazioni agroalimentari (aziende vitivinicole, caseifici, stalle di mungitura, aziende zootecniche, ecc.) o nel trattamento terziario finalizzato alla rimozione di alcuni inquinanti di lenta degradazione, come tensioattivi (lavaggi auto, industria tessile), coloranti (industria tessile) e organici persistenti.

Per quanto riguarda il percolato prodotto dalle discariche di rifiuti solidi, gli approcci tradizionali, come ad esempio l’adozione di impianti di trattamento ad alta tecnologia posti direttamente sul luogo di raccolta del percolato o, molto più comunemente, il trasporto dello stesso a depuratori centralizzati, si sono dimostrati di difficile gestione, a causa degli elevati costi, sia per il trattamento che per la manutenzione, e fonti di numerosi problemi (l’immissione di questi in testa agli impianti di trattamento di acque reflue crea normalmente gravi disturbi ai delicati processi biologici che costituiscono il “motore” della depurazione stessa).

La fitodepurazione possiede caratteristiche estremamente positive anche per il trattamento dei percolati, come ad esempio:

1. la grande efficacia nell’abbattimento del carico organico (compresi gli organici recalcitranti alla degradazione), in virtù delle numerose specie microbiche normalmente presenti in questi sistemi;
2. la buona rimozione dei metalli pesanti (esistono numerose applicazioni della fitodepurazione sulle acque di lavorazione delle miniere);
3. le grandi capacità di nitrificazione-denitrificazione con conseguente abbattimento delle elevate concentrazioni di ione ammonio.

Un ulteriore, ma non trascurabile, vantaggio consiste nella grande diminuzione di volume del liquido (in alcuni casi si potrebbe pensare, in fase progettuale, alla totale eliminazione dei reflui), causata dall'azione evapotraspirativa delle essenze vegetali; dunque, un eventuale ulteriore smaltimento dell'effluente dal trattamento di fitodepurazione avrebbe costi estremamente ridotti. Sta prendendo sempre più campo a livello internazionale l'utilizzo di queste biotecnologie, a basso impatto ambientale, con bassi costi di realizzazione e gestionali e buone rese di trattamento.

Quanto finora descritto rappresenta solo alcune delle possibili applicazioni dei sistemi di fitodepurazione.

2.6.5. Pretrattamenti

La scelta di sistemi di pretrattamento, adeguati al tipo di liquame da trattare, è fondamentale per garantire il funzionamento e la durata di un impianto di fitodepurazione; il loro scopo è quello di rimuovere la maggior parte dei solidi contenuti nel refluo.

Specialmente quando la fognatura è di tipo misto, si deve prevedere un trattamento preliminare di grigliatura; se dopo il trattamento primario è previsto uno stadio a flusso sommerso orizzontale può essere sufficiente una grigliatura medio-fine, con spaziatura delle barre di 1-2 cm; mentre se si prevede l'utilizzo di sistemi a flusso sommerso verticale al primo stadio è consigliabile una grigliatura fine o roto-staccio, con spaziatura di 0,2-0,5 cm. La griglia può essere del tipo manuale, soprattutto negli impianti di taglia più piccola (a.e. < 200), oppure dotata di meccanismi di automazione, consentendo la raccolta del materiale grigliato tramite appositi pettini pulitori e nastri trasportatori.

Sempre nel caso di fognatura di tipo misto, si dovrà prevedere uno scolmatore delle acque di pioggia, possibilmente dopo il comparto di grigliatura, in modo che la portata addotta all'impianto non dovrà superare la portata massima prevista nel sedimentatore.

Il trattamento primario deve essere tale da permettere la rimozione di almeno il 60% dei solidi sospesi sedimentabili e a questo scopo sono comunemente utilizzate vasche settiche tipo Imhoff, vasche settiche tricamerale, fino alle comuni vasche di sedimentazione primaria.

Le vasche settiche tricamerale sono particolarmente efficienti come trattamento primario di impianti di fitodepurazione se si garantiscono adeguati tempi di detenzione del liquame. Il loro volume utile può variare da 0,3 a 0,5 m³. La vasca è suddivisa in tre camere distinte, collegate idraulicamente in serie e per evitare numerosi svuotamenti è consigliabile che la prima vasca abbia un volume almeno doppio rispetto alle altre due.

Le vasche settiche tipo Imhoff rappresentano un valido sistema di trattamento primario dei reflui; tecnicamente tali fosse sono unità in cui vengono associate le funzioni di separazione dei solidi sedimentabili (sedimentazione primaria) e di digestione anaerobica dei fanghi separati nel processo di sedimentazione primaria, mantenendo separati i comparti in cui avvengono tali processi. I due distinti comparti sono rispettivamente uno superiore di sedimentazione, uno inferiore di accumulo e di digestione anaerobica dei fanghi sedimentati. Le vasche Imhoff hanno il vantaggio di operare, oltre alla sedimentazione, una parziale digestione dei solidi sedimentati. Il volume del comparto di sedimentazione deve essere dimensionato in modo da assicurare tempi di detenzione, sulla portata di punta di tempo secco, non inferiori a 1,5 h; il dimensionamento del comparto di digestione dipende, invece, essenzialmente dal numero di svuotamenti che si vuole ottenere.

Infine, le vasche di sedimentazione primaria, così come i lagunaggi, sono poco utilizzati in quanto, essendo le vasche aperte superiormente, possono causare la diffusione di cattivi odori e aerosol. È preferibile il loro utilizzo agli impianti di taglia più grande e quando l'ubicazione del trattamento lo consenta.

Nei casi in cui l'impianto di fitodepurazione serva utenze non allacciate alla fognatura è, inoltre, importante prevedere un trattamento di separazione degli olii e dei grassi delle acque grigie prima della confluenza con le restanti, poiché migliora la rimozione e limita la formazione di composti solidi nei trattamenti primari.

2.6.6. Alcune particolarità costruttive

2.6.6.1. Geometria e configurazione dei letti

Sistemi HF

La forma di una vasca a flusso sommerso orizzontale deve essere necessariamente rettangolare; mentre la pendenza del fondo del letto può variare dall'1 al 5%, compatibilmente con i calcoli di verifica sulla geometria della vasca.

Sistemi VF

La forma di un sistema a flusso sommerso verticale ha meno limitazioni a differenza dei sistemi a flusso sommerso orizzontale: l'importante è assicurare una uniforme distribuzione del liquame su tutta la superficie. Tale condizione si riesce a raggiungere adottando sistemi di distribuzione dotati di un certo grado di simmetria, quindi anche la forma della vasca dovrà essere scelta di conseguenza.

Si ritiene importante la scelta della configurazione dei letti, infatti per ottenere elevati rendimenti depurativi si deve alimentare le vasche in modo discontinuo, lasciando tra una carica e l'altra, il tempo adeguato per la percolazione del liquame e la successiva areazione. Se per impianti di piccola taglia si può realizzare un'unica vasca a flusso sommerso, per impianti più grandi può essere conveniente dividere il sistema in più vasche o in settori, alimentati in modo alternato.

2.6.6.2. Impermeabilizzazione

Per evitare fenomeni di inquinamento del sottosuolo, i bacini di depurazione devono essere impermeabilizzati, utilizzando a tale scopo geomembrane sintetiche o bentonitiche ed escludendo, invece, i manufatti in cemento per una questione di costi di realizzazione e dismissione, di sicurezza di tenuta idraulica e, quindi, di compatibilità ambientale.

La possibilità di utilizzare terreno argilloso, pur essendo la più economica, è limitata dalla permeabilità del terreno stesso, che deve essere molto bassa, indicativamente pari a $K_s < 10^{-8}$ m/s, e con la quota di falda a non meno di un metro sotto la base del letto (Cooper, 1993).

In genere, sono preferiti i manti sintetici, che utilizzano materiali quali:

- polietilene a bassa e alta densità (PE);
- PVC;
- polipropilene.

Gli spessori dei teli sono variabili da 0,5 a 2 mm. Le saldature delle membrane possono essere realizzate in loco o in officina, mentre per le geomembrane bentoniche dovranno essere previsti adeguati sormonti. La geomembrana impermeabilizzante viene posata su uno strato di sabbia di almeno 5 mm e ricoperta da uno strato di tessuto non tessuto, per assicurare un minimo di protezione meccanica della membrana durante il riempimento con gli inerti.

2.6.6.3. Medium di riempimento

Il substrato ha un ruolo fondamentale nell'efficienza depurativa dell'impianto perché, oltre a fare da supporto alla vegetazione, rappresenta un filtro meccanico e chimico per alcune sostanze contenute nel refluo; per questo la scelta del tipo di *medium* è strettamente correlata alle caratteristiche del liquame che si deve depurare.

Sistemi HF

Nei sistemi a flusso sommerso orizzontale deve essere assicurata una conducibilità idraulica di almeno 100 m/g; quindi, è parimenti sconsigliato l'utilizzo di terreno vegetale e viene comunemente utilizzata ghiaia di granulometria variabile, pulita e lavata. Per individuare le miscele più adatte vengono effettuate delle prove di porosità e di conducibilità idraulica, oltre al calcolo della curva granulometrica.

Da tenere inoltre presente che durante il funzionamento dell'impianto il medium si arricchisce dei microrganismi, solidi sospesi e del particolato organico, cosicché si ha un aumento delle dimensioni dei grani con una conseguente diminuzione degli spazi interstiziali e quindi della conducibilità idraulica; tale diminuzione sembra, comunque, essere compensata (se il dimensionamento è stato fatto correttamente) dall'aumento di conducibilità dovuto allo sviluppo dell'apparato radicale.

Nei sistemi a flusso sommerso orizzontale è generalmente utilizzata ghiaia del diametro medio compreso tra 4 e 16 mm; è consigliabile, inoltre, usare del pietrisco di almeno 80-120 mm per una lunghezza di almeno 1 m alla sezione di ingresso, per evitare fenomeni di intasamento.

Generalmente, la ghiaia prescelta è disposta in modo uniforme all'interno del letto, per uno spessore direttamente correlato alla profondità delle radici dell'essenza vegetale impiegata. Sono accettabili variazioni della granulometria in senso longitudinale; sono, invece, sconsigliabili in senso altimetrico, in quanto si creano vie di scorrimento preferenziali del refluo con conseguente riduzione dei tempi di ritenzione stimati in fase di progetto.

La ghiaia da utilizzare come medium di riempimento dovrà essere il più possibile rotondeggiante; essa dovrà essere costituita da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose né gelive e saranno da escludere quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni; dovrà, inoltre, essere scevra da materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.

Sistemi VF

Riguardo la scelta ottimale del *medium* di riempimento per i sistemi a flusso sommerso verticale ci sono più scuole di pensiero, tutte sufficientemente validate da dati di monitoraggio. Il dimensionamento, la stima delle rese depurative e altri aspetti connessi al design del sistema di alimentazione di un impianto a flusso sommerso verticale, sono ancora molto legati a dati empirici, per cui una volta effettuata la scelta della tecnica da utilizzare, la tipologia dei *medium* di riempimento e la loro disposizione stratigrafica risultano fissate.

Ad esempio, nei sistemi a flusso verticale di tipo anglosassone, si utilizza ghiaia media (8–16 mm), mentre in quelli di tipo tedesco si usa sabbia grossolana (0-3 mm), preferibilmente di fiume e lavata, per evitare che le parti fini intasino gli interstizi. Nei sistemi anglosassoni viene spesso messo uno strato di sabbia (5-15 mm) proprio sulla superficie del letto per favorire la distribuzione dell'effluente e l'efficacia

depurativa, ma bisogna notare anche che in Galles, al CAT (“Center for Alternative Technology”), hanno sperimentato che questa sabbia nel tempo è percolata nello strato sottostante di ghiaia, bloccandone gli interstizi.

Il *medium* di riempimento può essere costituito unicamente da sabbia, oppure può prevedere la disposizione di più strati di inerti di granulometria diversa; i processi depurativi sono, in ogni modo, da considerarsi a carico dello strato di sabbia, mentre le altre granulometrie più grossolane hanno prevalentemente una funzione di miglioramento di alcuni aspetti puramente meccanici. In superficie è consigliabile, ad esempio, disporre uno strato di ghiaia, con uno spessore minimo di 10 cm (e comunque dipendente dal sistema di alimentazione scelto), a granulometria medio-fine, per ottenere una più efficace distribuzione del refluo su tutto lo strato di sabbia sottostante; sul fondo è importante, invece, prevedere uno strato di almeno 15 cm di ghiaia grossolana (25-50 mm) per evitare che i grani di sabbia otturino il sistema di drenaggio.

Lo strato di sabbia non deve essere inferiore ai 30 cm e dovrà essere a una profondità tale da permettere al suo interno lo sviluppo delle radici dell'essenza vegetale prescelta.

Particolarmente importante risulta l'esame qualitativo del materiale di riempimento al momento della fornitura: la sabbia, sia essa viva, naturale o artificiale, dovrà essere scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%.

Come substrato possono essere utilizzati anche materiali artificiali come il LECA (“*Light Expanded Clay Aggregate*”), argilla espansa molto leggera con grani delle dimensioni 1-32 mm creati ad alte temperature in forni specializzati, oppure i BIOBLOCK, matrici modulari di polietilene autopulenti e ad alta porosità, in cui vengono piantumate le radici delle piante. Ancora poco sperimentato è, invece, l'uso di materiali di scarto come ceneri di combustione, segatura, scarti di miniera, scarti inerti dell'edilizia.

L'altezza totale del letto dipende in modo minore dalla profondità dell'apparato radicale dell'essenza vegetale prescelta rispetto ai sistemi HF; l'importante è che le radici raggiungano perlomeno i primi 30 cm dello strato di sabbia.

2.6.7. Sistemi a flusso libero

I sistemi a flusso libero mirano a ricreare le caratteristiche idrauliche, vegetazionali, ambientali e i processi biologici propri delle zone umide naturali; sono sistemi con un forte indice di naturalità e quindi difficilmente standardizzabili, sia dal punto di vista delle metodiche di dimensionamento che del design. A differenza dei sistemi a flusso sommerso, in cui è possibile una più precisa definizione delle caratteristiche principali di realizzazione e funzionamento, qui si forniscono solo alcune indicazioni generali: il design di un sistema a flusso libero deve essere elaborato caso per caso solo tramite un approccio multidisciplinare, in relazione alle condizioni climatiche e edafiche del sito di intervento, agli obiettivi depurativi e alla tipologia di acqua da trattare.

I sistemi a flusso libero sono stati utilizzati per il trattamento delle acque reflue civili sia come secondari

che come terziari. Allo stato attuale, dato lo sviluppo e il buon funzionamento dei sistemi a flusso sommerso, è da consigliarne l'uso limitatamente al trattamento terziario, sia a valle di impianti di fitodepurazione a flusso sommerso che a valle di impianti a fanghi attivi; il loro utilizzo, come trattamenti secondari ha, infatti, diversi svantaggi, tra i quali la maggiore richiesta di superfici, la possibilità di sviluppo di cattivi odori, la bassa capacità di nitrificazione e l'accumulo di solidi sospesi sedimentabili sul fondo con conseguente diminuzione dei tempi di ritenzione idraulica e dei rendimenti depurativi. Nel caso di utilizzo dei sistemi a flusso libero come post-trattamento di impianti a fanghi attivi, è consigliabile avere in ingresso una zona di sedimentazione per "tamponare" eventuali fughe di fanghi dalla vasca di sedimentazione secondaria e creare delle zone di filtrazione dell'effluente, realizzando dei tratti a flusso sommerso con *medium* di riempimento molto piccolo, in cui sono fatte radicare macrofite emergenti.

L'utilizzo di sistemi a flusso libero come stadio di trattamento finale può avere uno o più obiettivi diversi, dai quali dipendono anche alcune scelte di design:

- completamento della denitrificazione;
- disinfezione finale;
- ossigenazione del refluo, prima della sua restituzione all'ambiente;
- filtrazione per la rimozione dei solidi sospesi residui;
- adsorbimento metalli pesanti;
- miglior inserimento ambientale;
- ricreazione di *habitat* acquatici o fluviali;
- completamento della depurazione e accumulo per scopi di riutilizzo (irrigazione, servizio antincendio, ecc.).

2.6.7.1. Geometria

Le geometrie che si possono ottenere nel design di un sistema a flusso libero sono innumerevoli, in quanto l'obiettivo primario è ricostruire un *habitat* che si evolverà in modo completamente naturale e autonomo, garantendo l'instaurarsi progressivo di un'elevata biodiversità; inoltre, molto spesso a influenzare la forma generale e la configurazione del sistema è la morfologia dell'area di intervento. Alcune condizioni da rispettare sono però alla base del buon funzionamento e sviluppo del sistema. Le indicazioni riportate in questa pubblicazione hanno infatti l'obiettivo principale di ottimizzare il potenziale depurativo del FWS e sono basate su esperienze nazionali e internazionali condotte su sistemi di depurazione naturale a flusso libero.

In generale, in un sistema FWS si possono distinguere più zone principali:

- zona di immissione;
- specchi di acqua libera più profonde prive di vegetazione;
- zone a canneto;
- letti filtranti con *Phragmites*, *Tipha*, *Juncus*, ecc.;
- isole;
- soglie e stramazzi;
- zona litoranea e argini;
- zona di uscita.

Le forme utilizzabili nel design di un sistema a flusso libero sono innumerevoli; ovvero, non esistono dati analitici che fanno privilegiare una forma rispetto a un'altra in termini di effetti depurativi, tuttavia diventa fondamentale avere una specifica attenzione ad alcuni aspetti tecnici (quali: tempo di ritenzione idraulico, perdite di carico, cortocircuiti idraulici, sviluppo delle sezioni longitudinali e trasversali, strutture di regolazione ingresso e uscita), per i quali è accertata l'incidenza sulle rese.

La scelta del rapporto ottimale tra lunghezza (L) e larghezza (W) della zona umida, definito generalmente come “*Aspect Ratio AR*”, è dato dal rapporto tra la lunghezza media e la larghezza media della zona umida, la quale può essere molto importante in relazione al funzionamento idraulico e agli effetti depurativi. I sistemi a flusso libero esistenti presentano valori di AR compresi tra 1 e 90, ma il rapporto migliore è compreso tra 4:1 e 10:1. Rapporti maggiori di 10:1 possono, comunque, essere adottati tramite l’inserimento di zone di redistribuzione del flusso (ad esempio, zone ad acqua profonda) e tramite un’accurata definizione del profilo idraulico del sistema.

La scelta di suddividere il sistema in più celle di trattamento ha effetti benefici sul miglioramento delle rese depurative in quanto consente una redistribuzione del flusso, sia idraulico che di massa, su tutta la superficie trasversale della nuova cella (se si osservano le indicazioni riportate nel paragrafo sui sistemi di alimentazione), minimizzando i rischi di cortocircuito idraulico in ogni unità e massimizzando conseguentemente i tempi di ritenzione; è consigliabile prevedere un minimo di tre celle in serie. La suddivisione in più celle, meglio ancora se coincidenti con le varie zone principali costituenti una zona umida, consente inoltre più efficaci interventi di manutenzione. Più celle in serie, possibilmente con l’alternanza di sistemi filtranti a flusso sommerso, consente infine un miglior rendimento nell’abbattimento della carica batterica. La pendenza delle varie zone componenti il sistema a flusso libero deve avere un valore piuttosto costante, compreso tra 0,3 e 2%. In senso trasversale, invece, si consiglia di adottare altimetrie e pendenze variabili, in modo da favorire l’attecchimento di specie vegetali diverse.

L’alternanza di zone ad acqua libera a zone densamente vegetate è un fattore molto importante nel design di un sistema a flusso libero; le zone ad acqua libera, prive di vegetazione emergente, servono per facilitare molti processi naturali, tra cui la riduzione di cortocircuiti idraulici, la disinfezione tramite raggi UV, la riossigenazione, la sedimentazione delle particelle più fini, la miscelazione della colonna d’acqua e la riduzione di zone stagnanti. Nelle zone ad acqua libera si ha, inoltre, l’opportunità di aumentare il potenziale di rimozione del BOD5 solubile e dei processi di nitrificazione, in ragione dell’aumento del livello di ossigeno disciolto e delle minori concentrazioni di *background* osservabili rispetto alle zone densamente vegetate.

Il rapporto tra zone ad acqua libera, prive di vegetazione emergente, e zone a canneto dipende principalmente, oltre all’area disponibile e ai costi, dagli obiettivi depurativi che si vogliono ottenere.

Nel caso che gli obiettivi del FWS, applicato come post-trattamento, siano: la denitrificazione, la riduzione della carica microbiologica, la rimozione dei solidi sospesi e del carico organico, si consigliano rapporti compresi tra 1:3 e 1:5. Se invece la finalità principale è la rimozione dei nutrienti, si consigliano rapporti maggiori, con le superfici ad acqua libera ridotte al minimo. Infine, nel caso l’obiettivo sia la disinfezione, è consigliabile avere rapporti minori di 1:3, con zone ad acqua libera profonde e poco profonde e l’alternarsi di settori a flusso libero con settori a flusso sommerso.

Le zone ad acque libera dovranno avere profondità variabili tra 1,2 e 2,5 m per prevenire la colonizzazione di piante macrofite emergenti e favorire la diffusione di specie sommerse o galleggianti; la pendenza delle sponde non dovrà essere maggiore di 15-20°. Per evitare fenomeni di *bloom algale* è, inoltre, consigliabile adottare tempi di ritenzione idraulica non superiori a 2-3 giorni (EPA, 1999). In tali zone può comunque essere previsto lo sviluppo di essenze vegetali galleggianti o sommerse.

La profondità dell’acqua della zona a elofite deve tener conto dell’ecologia delle piante; le variazioni di

livello del suolo dovranno, inoltre, essere realizzate in modo perpendicolare al flusso e comunque si devono avere pendenze comprese tra 1:6 e 1:8, mentre in senso longitudinale si dovrà garantire una pendenza di fondo costante. Il coefficiente AR delle zone a macrofite deve essere compreso tra 1:4 e 1:10 (NSW, 1998); rapporti minori possono causare problemi di cortocircuiti idraulici e possono essere adottati solo se abbinati a sistemi di distribuzione e raccolta del flusso lungo tutta la sezione trasversale.

I letti filtranti sono realizzati seguendo la filosofia dei sistemi a flusso sommerso, che sono particolarmente indicati per ottenere sia la sedimentazione dei solidi sospesi mediante filtrazione, sia un efficace abbattimento della carica batterica grazie all'alternarsi con zone a flusso superficiale.

L'inserimento di isole e zone emerse può migliorare l'efficienza idraulica del sistema e può funzionare come elemento di diversione dei flussi; il suolo dell'isola dovrà essere almeno 30 cm più alto del livello standard del pelo libero.

L'inserimento di soglie e stramazzi può essere un valido elemento di passaggio tra una zona e l'altra del FWS, in quanto permette, da un lato, di guadagnare quota mantenendo pendenze più elevate nei vari settori, e dall'altro di migliorare l'ossigenazione dell'acqua trattata.

La pendenza delle sponde nella zona litoranea del sistema a flusso libero dipende dalle essenze vegetali che si vogliono impiegare e dalle velocità del flusso.

Per la gestione del sistema si devono prevedere delle piste di accesso e manutenzione, con una larghezza appropriata per il transito di un mezzo meccanico (circa 3 m), sia ai manufatti di regolazione che alle aree in cui si vuole effettuare un taglio selettivo.

Al fine di consentire lo svuotamento e la regolazione idraulica dei bacini e delle loro sottozone, necessari in fase di avvio del sistema e per la sua gestione, si devono prevedere manufatti di regolazione dei livelli e *by-pass*: palancole, scarichi di fondo, ecc.

2.6.7.2. Impermeabilizzazione

Nel caso di utilizzo di un sistema a flusso libero, come post-trattamento di un impianto di depurazione, si deve evitare l'infiltrazione delle acque nel suolo e, quindi, si deve ricorrere a sistemi di impermeabilizzazione, con gli stessi requisiti di permeabilità dei sistemi a flusso sommerso.

La realizzazione di FWS su terreni argillosi a bassa permeabilità e/o l'utilizzo di un substrato argilloso, se da una parte è la scelta ambientalmente più sostenibile, dall'altra deve essere limitata solo ai casi in cui la permeabilità del terreno è molto bassa, indicativamente con $K_s < 10^{-8}$ m/s, e la quota della falda oltre 1 metro sotto la base del FWS.

Nel caso, comunque, si utilizzi argilla per impermeabilizzare il sistema, questa deve essere posta in opera su due strati ben compattati, di altezza minima totale pari a 30 cm.

In genere, il ricorso a manti sintetici, con spessore variabile da 0,5 a 2 mm, è la scelta più economica (ma meno ecologica) e garantisce una perfetta tenuta del bacino; la facilità della posa in opera dipende però dalle geometrie e dal design del sistema.

Nel caso di presenza della falda, si deve comunque richiedere l'intervento di un geologo, per quantificare la possibile sotto spinta idraulica e valutare le opere necessarie a mitigare gli effetti conseguenti.

2.6.7.3. Medium di riempimento

Una volta impermeabilizzato il fondo, si deve porre a ricoprimento uno strato di terreno vegetale dell'altezza di 20-40 cm, con la funzione di:

- consentire l'attecchimento delle essenze vegetali;
- fornire una protezione meccanica all'impermeabilizzazione.

Il terreno vegetale da utilizzare dovrà essere privo di radici, erbe infestanti, ciottoli e sassi; inoltre, non deve contenere alte quantità di argille. I suoli con tessitura da sabbiosa a limosa, con alto contenuto organico, sono i più favorevoli allo sviluppo e alla rapida propagazione della vegetazione.

Per quanto riguarda invece gli inerti di riempimento da utilizzare nelle zone filtranti, valgono le stesse considerazioni fatte per i sistemi a flusso sommerso orizzontale.

2.6.8. La vegetazione

Il valore, in termini di produttività e biodiversità, delle aree umide è stato riconosciuto ormai da decenni, basti pensare alla "Convenzione di Ramsar" (1971) e la successiva ratifica dello Stato italiano con il D.P.R. n. 448/1976.

La riduzione dell'estensione delle zone umide, avvenuta principalmente nella prima metà del secolo scorso, a favore principalmente dell'attività agricola, ha portato a un progressivo impoverimento della componente floro-faunistica con la conseguente semplificazione degli ecosistemi.

L'importanza di queste aree, comunque, non è certamente solo di tipo naturalistico, ma giocano un ruolo fondamentale nella regimazione naturale dei corsi d'acqua superficiali, nella ricarica delle falde e nella termoregolazione di microclimi. La realizzazione di aree umide, finalizzate al miglioramento qualitativo delle acque superficiali (*wetland in alveo e fuori alveo*) e al trattamento di scarichi puntiformi (*constructed wetland*), rappresenta quindi un'opportunità di ripristino di aree a grande valenza ambientale sotto molti punti di vista. Questo è maggiormente possibile se vengono rispettati criteri di massima naturalità dei sistemi, ad esempio: privilegiando piante endemiche e/o autoctone e sistemi a policoltura, anziché a monoculture. In questa sede verranno, in particolare, trattate le piante idonee per i sistemi di fitodepurazione (*constructed wetland*).

2.6.8.1. Descrizione delle piante

Le piante da utilizzare nei sistemi di fitodepurazione sono erbacee e appartengono alla flora tipica degli ambienti umidi; esse sono suddivisibili in due distinti gruppi: elofite e idrofite. Le prime sono dette anche macrofite radicate emergenti, sono piante che vivono su suoli, parzialmente o completamente, saturi d'acqua, fino a una parziale sommersione del fusto, mentre foglie e fiori emergono dall'acqua. Le seconde, invece, hanno un corpo vegetativo completamente sommerso o galleggiante sulla superficie dell'acqua, e sono da considerarsi piante acquatiche in senso stretto.

Alcuni autori (Testoni, 1983) suddividono le idrofite in due gruppi: *rizofite* (macrofite sommerse e macrofite flottanti), se ancorate al fondo mediante il loro apparato radicale, e *natanti* (macrofite galleggianti), se non fissate a un substrato e liberamente natanti in superficie. A ogni modo, alcune piante possono avere comportamenti diversi se sottoposte a particolari condizioni ambientali o in fasi differenti della loro vita: ad esempio, la macrofita sommersa, *Potamogeton natans*, in condizioni di magra, può avere

foglie che giungono in superficie (Pignatti, 1982).

In un'area umida naturale (stagni, lagune, laghi, ecc.) le piante tendono a occupare diverse nicchie ecologiche, a seconda della profondità dell'acqua.

La zona litorale, eufotica, viene popolata da macrofite radicate emergenti, da macrofite galleggianti e da macrofite radicate sommerse e flottanti.

Lo sviluppo delle diverse piante tiene conto, quindi, della profondità dell'acqua, come fattore ambientale principale, a cui si aggiungono altri fattori quali: le caratteristiche edafiche, la temperatura, la qualità dell'acqua, i rapporti di concorrenza fra le diverse specie, ecc.

Tutte le specie svolgono ruoli ben definiti nella catena alimentare e concorrono, attraverso essa, ai processi di biodegradazione. I principi fisici, chimici e biochimici di tali processi sono alla base di tutti i sistemi di fitodepurazione.

Partecipano ai processi depurativi anche le specie fitoplanctoniche, normalmente presenti in un'area umida naturale, che spontaneamente possono popolare anche i sistemi di fitodepurazione se trovano le condizioni favorevoli al loro sviluppo. Le microfite più frequenti che possiamo incontrare appartengono alla famiglia delle Cloroficee (es. *Chara*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, ecc.), delle Cianoficee (es. *Spirulina*) e delle Diatomee (*Dunaliella*) (Camuccio & Barattin, 2001).

Nei sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso si impiegano piante elofite fra cui, la più utilizzata a livello europeo, è la *Phragmites australis* (Tabella 10).

NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE
<i>Phragmites australis (o communis)</i>	Cannuccia di Palude
<i>Typha latifolia</i>	Mazzasorda, sala
<i>Typha minima</i>	Mazzasorda
<i>Typha angustifolia</i>	Stiancia
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Giunco da corde
<i>Juncus spp</i>	Giunco

Tab. 10

Nei sistemi a flusso libero, in cui la profondità dell'acqua cambia e in funzione di questa si hanno *micro-habitat* diversi, si possono utilizzare un numero maggiore di essenze vegetali appartenenti sia al gruppo delle elofite, che al gruppo delle idrofite (vedi tabella 11).

ELOFITE		HYDROFITE	
NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE
<i>Phragmites australis (o communis)</i>	Cannuccia di Palude		
<i>Typha latifolia</i>	Mazzasorda, sala	RIZOFITE SOMMERSE	
<i>Typha minima</i>	Mazzasorda	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Millefoglie d'acqua
<i>Typha angustifolia</i>	Stiancia	<i>Potamogeton natans</i>	Lingua d'acqua
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Giunco da corde	<i>Potamogeton crispus</i>	Lingua d'acqua crespa
<i>Juncus spp</i>	Giunco	<i>Ceratophyllum demersum</i>	/
<i>Butomus umbellatus</i>	Giunco fiorito	<i>Elodea canadensis</i>	Peste d'acqua
<i>Caltha palustris</i>	Farferugine		
<i>Carex fusca</i>	Carice nera	RIZOFITE FLOTTANTI	
<i>Carex hirta</i>	Carice eretta		
<i>Carex elata</i>	Carice spondicola	<i>Nymphaea alba</i>	Ninfea comune, carfano
<i>Iris pseudacorus</i>	Iris giallo	<i>Nymphaea rustica</i>	Ninfea rosa
<i>Epatium cannabinum</i>	Canapa d'acqua	<i>Nuphar lutea</i>	Nannufero
<i>Mentha aquatica</i>	Menta acquatica	<i>Nymphoides peltata</i>	Genziana d'acqua
<i>Epilobium hirsutum</i>	Epilobio maggiore	<i>Callitriche stagnalis</i>	stella d'acqua
<i>Alisma plantago aquatica</i>	Mestolaccia	<i>Hottonia palustris</i>	Violetta d'acqua
<i>Lythrum salicaria</i>	Salcerella		
<i>Stachys palustris</i>	Mastricale palustre	NATANTI	
<i>Sparganium erectum</i>	Coltellaccio, biado	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Morso di rana
		<i>Lemna spp</i>	Lenticchie d'acqua

Tab. 11

2.6.8.2. Ruolo delle piante nei sistemi di fitodepurazione

Le piante all'interno dei sistemi di fitodepurazione hanno diverse funzioni, di cui alcune possono variare da gruppo a gruppo, ad esempio: quelle appartenenti al genere *Myriophyllum* hanno la capacità di ossigenare la matrice acquosa e di assorbire, direttamente da questa, le sostanze nutritive (nitrati, fosfati, ecc.) necessarie per la loro crescita.

In generale, le funzioni principali possono essere così riassunte:

- fornire ossigeno al *medium* di crescita (ghiaia e/o acqua), necessario per i processi ossidativi;
- fornire un utile supporto per il biofilm batterico, che facilita la decomposizione delle sostanze organiche e la trasformazione dei nutrienti;
- favorire i tempi di residenza idraulica e, quindi, i processi di abbattimento degli inquinanti;
- favorire l'instaurarsi di *habitat* naturali differenziati, tali da incrementare la presenza di specie faunistiche (micro e macrofauna);
- contribuire direttamente all'abbattimento della carica microbica (emissione radicale di sostanze battericide) e dei nutrienti (assorbimento di nitrati e fosfati);
- controllo dello sviluppo algale;
- creare paesaggio.

2.6.8.3. Criteri di scelta delle piante

Nella scelta e nella distribuzione delle piante acquatiche in un sistema di fitodepurazione è necessario considerare i seguenti aspetti:

- distribuzione geografica, preferendo specie autoctone o spontanee nel nostro paese e, meglio ancora, dell'area d'intervento;
- caratteristiche climatiche e di *habitat* (profondità dell'acqua, esposizione alla radiazione lumino-

- sa, ecc.);
- caratteristiche funzionali (ossigenanti, nitrofile, ecc.);
 - potenziale di radicamento, di crescita e di resistenza;
 - reperibilità in vivaio;
 - costi di acquisto e posa in opera;
 - necessità e costi di manutenzione;
 - caratteristiche paesaggistico-decorative.

Nei sistemi a flusso sommerso orizzontale è necessario conoscere anche la profondità radicale delle essenze vegetali utilizzate, in quanto l'altezza dei letti deve tenere conto di tale profondità.

Applicando i criteri di selezione sopra riportati, emerge che specie appartenenti ai generi quali *Phragmites*, *Typha* e *Schoenoplectus* sono, per i sistemi a flusso sommerso, quelli più adeguati; infatti, queste specie palustri sono quelle che hanno avuto più successo.

2.6.9. Sistemi a evapotraspirazione

In zone con temperature ambientali particolarmente elevate si può sfruttare l'effetto di evaporazione naturale del terreno, favorito dalla traspirazione di particolari tipi di piante, con il risultato di un sistema dal quale solitamente non si ha un effluente finale in uscita, salvo periodi di particolare piovosità (sistemi a evapotraspirazione ET).

L'obiettivo in questi sistemi non è tanto quello di provvedere alla depurazione dei liquami, quanto piuttosto quello di favorire al massimo l'evaporazione dell'acqua.

Le modalità costruttive sono varie. La figura 67 mostra lo schema costruttivo del cosiddetto vassoio assorbente, da tempo particolarmente diffuso in Francia (*plateau absorbant*) a livello unifamiliare o di comunità limitate.

Esso è costituito da un bacino a tenuta stagna a fondo orizzontale (in calcestruzzo, ma l'impermeabilizzazione può realizzarsi anche con tesi di PEAD o PVC), con ciottoli nella parte inferiore e terra vegetale nella parte superiore; in superficie vengono piantumati arbusti, a foglie persistenti di preferenza, o qualsiasi altra vegetazione avida d'acqua.

La profondità del bacino è compresa tra 60 e 80 cm.

È previsto solitamente partendo dal fondo del bacino, uno strato di ghiaia grossa, di spessore di circa 20 cm, seguito da uno strato di ghiaia media, dello spessore di circa 10 cm, su cui poggia uno strato di terreno vegetale di 35÷50 cm.

Il vassoio assorbente è alimentato con i liquami provenienti da una fossa settica, solitamente tricamerale. Essi sfociano in un pozzetto disposto in testa al vassoio assorbente, in modo da poter verificare il buon scorrimento del liquido, come pure la ripartizione all'interno del vassoio assorbente, al livello superiore della coltre di ciottoli.

All'estremità opposta è previsto uno scarico di troppo pieno di sicurezza, posizionato a una quota di 5 cm inferiore a quella di arrivo dell'effluente, raccordato a mezzo di un pozzetto di controllo, a un sistema di dispersione sotto la superficie del terreno o altro, dell'eventuale eccedenza non assorbita dal letto. Questo ha anche funzione di smaltire l'eccedenza che si genera nei periodi in cui la piovosità supera la capacità evaporativa del sistema.

Altri tipi di sistemi a evapotraspirazione, che si prestano a potenzialità sufficientemente elevate, prevedono il riempimento con sabbia, o terreno franco sabbioso, sopra lo strato inferiore, in modo da massimizzare l'effetto di evapotraspirazione, con risalita dei liquami nella sabbia per capillarità.

Bisogna sempre prevedere almeno due letti di evapotraspirazione.

Si tratta di un sistema applicabile solo quando, nel periodo di funzionamento del sistema, la quantità d'acqua estraibile per effetto evapotraspirativo, supera la quantità d'acqua da smaltire.

Si tenga presente che il potenziale di evapotraspirazione dipende fortemente dalla temperatura ambientale, dall'umidità, e dalle caratteristiche delle piante, più o meno avide d'acqua.

È sempre consigliabile utilizzare piante locali, le superfici occorrenti sono notevoli e tali da mettere in discussione la validità del processo.

Questi sistemi presentano il vantaggio di non produrre alcun effluente finale anche se, accumulandosi nelle vasche sostanze non biodegradabili, dopo molti anni, il sistema tende a esaurirsi per progressivo accumulo. Tali sistemi si prestano ad applicazioni stagionali (per esempio case di vacanza estiva, campeggi, ecc.).

Da evidenziare che, nel caso di completa evaporazione, si ha un progressivo accumulo non solo di solidi sospesi, ma anche di sali, che possono avere un effetto negativo sulla vegetazione, e pertanto sono particolarmente indicate piante resistenti a elevata salinità.

Le piante solitamente utilizzate nei sistemi a evapotraspirazione totale possono essere sia arbustive (come il bambù) che erbacee o floreali (come l'iris).

2.7. Trattamento dei fanghi ed economia circolare

Con il termine fango si intende un insieme di acqua e sostanza solida. I fanghi sono ricchi di sostanze organiche, di nutrienti, ma contengono anche sostanze inorganiche, come i metalli pesanti, nonché microinquinanti organici recalcitranti, quali IPA, PCB, detersivi, pesticidi, solventi clorurati, ecc. (derivanti principalmente dagli scarichi industriali, ma presenti anche in quelli civili). In un impianto di depurazione tradizionale (fanghi attivi) le fasi da cui provengono i fanghi sono la sedimentazione primaria e la sedimentazione secondaria, poste rispettivamente a monte e a valle del bacino a fanghi attivi.

I fanghi hanno un'umidità molto elevata, 97 ÷ 99 %.

Essi devono essere trattati prima dello smaltimento finale; lo scopo del trattamento dei fanghi è di conferire loro caratteristiche di stabilità (dal punto di vista biologico, ovvero non putrescibilità) e palabilità. Tali concetti sono già stati illustrati al paragrafo 1.7, cui si rimanda.

Da tener presente che lo smaltimento dei fanghi, la cui destinazione finale, nella maggioranza dei casi, è la discarica controllata, rappresenta una delle voci di costo più ingenti a carico del gestore dell'impianto di trattamento.

Sia per motivi economici, che nell'ottica di sostenibilità ambientale si cercano soluzioni di smaltimento in grado di trasformare, anche solo in parte, una voce di costo in una risorsa.

La stabilità di un fango può essere ottenuta sia per via biologica (si parla di *digestione*, che può avvenire sia per via aerobica che anaerobica), sia per via chimica.

La digestione anaerobica consente di ottenere, come prodotti finali, una componente gassosa (biogas), utilizzabile per produrre calore, energia elettrica e, grazie alla cogenerazione, anche entrambe; e una componente solida (digestato), stabilizzata tecnicamente, che può essere ancora trasformata, per via aerobica, per ottenere un ammendante agricolo detto *compost*, da usarsi in agricoltura.

Attraverso la digestione anaerobica (che generalmente avviene nell'impianto di depurazione stesso) si attua un recupero energetico, che, in taluni casi, può essere anche elevato; non solo, essa permette di ottenere anche un prodotto solido che, opportunamente trasformato (generalmente in impianti esterni all'impianto di depurazione), consente un recupero di materia, tramite *compost*.

Si evidenzia che l'utilizzo in agricoltura rappresenta forse una delle più antiche pratiche di riutilizzo dei fanghi di depurazione (sia trasformati in *compost* e sia semplicemente stabilizzati, ma ancora in forma liquida).

Esistono tuttavia anche altre tecniche per il recupero energetico del fango, quando non possiede una eccessiva umidità, (non superiore al 60%, ottenibile mediante disidratazione, in modo che il processo termico si possa autosostenere e non necessiti di un combustibile ausiliario), si può pensare a un incenerimento o a un co-incenerimento (fanghi + rifiuti) per ottenere energia termica. Si può anche pensare a un processo di pirolisi, che consente la generazione in un gas sintetico utilizzabile come combustibile.

Ulteriori possibilità di recupero di materia dai fanghi, oggi in fase di sviluppo, sono le seguenti:

- recupero di cellulosa;
- recupero di fosforo da surnatanti della linea fanghi per la produzione di struvite (utilizzabile in

- agricoltura);
- produzione di biopolimeri (PHA: polidrossialcanoati) per la produzione di bioplastiche;
- recupero di fosforo da ceneri dei fanghi.

Di seguito si riportano alcuni esempi della cosiddetta “bioeconomia”, quale incrocio virtuoso tra sostenibilità ambientale e circolarità economica, in cui la modalità di sfruttamento intelligente di risorse rinnovabili di origine biologica, è indirizzato verso logiche circolari.


CAP Holding ha inaugurato un progetto di simbiosi industriale tra il termovalorizzatore e il depuratore (già dotato di due biodigestori) presenti nel comune di Sesto San Giovanni, alle porte di Milano.

L’iniziativa prevede la valorizzazione termica dei fanghi prodotti da tutti i depuratori (circa 40) gestiti del Gruppo CAP, generando calore per il teleriscaldamento (75%) e fosforo come fertilizzante (25%). A questo si aggiunge l’avvio, a fine 2020, di un progetto pilota presso l’impianto di depurazione di Truccazzano, Comune a nord est di Milano. Esso prevede l’installazione di un sistema di multifiltraggio per il recupero della cellulosa da impiegare nella realizzazione di compositi e biopolimeri nell’industria di plastica e bioplastica oltre che come materiale da costruzione (es. asfalto stradale), per arrivare fino alla produzione di carta o cartone riciclati.

Acea Ato2, gestore dell’Ambito Territoriale n.2 Lazio Centrale – Roma, ha sviluppato un piano di interventi per la valorizzazione dei fanghi nell’ottica dell’economia circolare, che trova la sua definizione nel Piano di sostenibilità 2020-2024. Il piano coglie la duplice opportunità di ridurre il volume dei fanghi prodotti (-45% nel 2024 vs 2019) e valorizzare le matrici solide (materia e energia), attraverso interventi volti a trasformare i depuratori di maggiori dimensioni in hub per il trattamento centralizzato dei fanghi. Gli interventi includono il recupero delle sabbie tramite tecnologia *soil washing*, il rinnovo dei comparti di digestione anaerobica degli impianti di depurazione, il potenziamento delle linee fanghi con la realizzazione di essiccatori, l’installazione di impianti di ozonolisi e *upgrading* del biogas per la produzione di quantità di fango prodotto attraverso l’uso di serre di essiccamento che sfruttano l’energia solare e su progetti sperimentali, come la produzione di gessi di defecazione partendo dal fango liquido, così come l’efficientamento delle digestioni anaerobiche con recupero energetico del gas prodotto.

In Veneto, nell’impianto di depurazione del Comune di Carbonera gestito dalla società **Alto Trevigiano Servizi (ATS)**, sono state implementate due tecnologie innovative nell’ambito del progetto Horizon 2020 Smart Plant (<https://www.smart-plant.eu/>): una per ridurre i consumi energetici della linea fanghi del depuratore recuperando fanghi arricchiti di fosforo (*Short-Cut Enhanced Nutrients Abatement*), e la seconda per produrre biologicamente polidrossialcanoati, ovvero i precursori di bioplastiche biodegradabile, dalla stessa cellulosa presente nelle acque reflue e attraverso processi fermentativi (*Short-Cut Enhanced Phosphorus and PHA Recovery*). Più recentemente, l’impianto di depurazione di Salvatronda (frazione del Comune di Castelfranco Veneto) è stato individuato come hub per il trattamento dei fanghi gestiti dalla stessa ATS. La nuova piattaforma consentirà di ridurre il quantitativo complessivo di fanghi da smaltire con recupero di energia, grazie al biogas prodotto dalla digestione dei fanghi, e di materia, con il recupero di nutrienti quali azoto e fosforo.

CAFC, il gestore unico integrato della Provincia di Udine, ha predisposto un piano pluriennale per arrivare al trattamento centralizzato di tutti i fanghi di depurazione presso il sito di San Giorgio di Nogaro, ipotizzando la costruzione di un *hub* per il trattamento finale dei fanghi attraverso attività di recupero energetico.



Altri, per esempio **HERA**, hanno optato per la valorizzazione dei “fanghi di alta qualità” come prodotto fertilizzante, quali il *compost* e i gessi di defecazione e avevano già avviato un percorso di valorizzazione energetica dei fanghi via digestione anaerobica con la produzione di biogas. Tra questi, **SMAT Torino** che ha sperimentato il primo impianto industriale europeo per la produzione di energia elettrica e termica da biogas con l’utilizzo di celle a combustibili a ossidi solidi, oltre a un biometanatore avanzato che trasforma il biogas prodotto da un impianto di trattamento (2 milioni di abitanti equivalenti) in biometano che viene immesso nella rete SNAM.

Sono solo alcuni esempi dei numerosi progetti di trattamento avanzato dei fanghi di depurazione, avviati sul territorio italiano, in particolare in quelle realtà locali ove sono presenti operatori industriali dotati di know-how e capacità di esecuzione. Molti altri sono in fase di progettazione, inseriti nella programmazione degli interventi per il nuovo periodo regolatorio 2020-2023, confermando un chiaro percorso di sviluppo secondo i principi della bioeconomia circolare.

Bibliografia

- AA.VV.- Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Ed. IWA;
- APAT- Linee guida per la progettazione e gestione di zone umide artificiali per la depurazione dei reflui civili;
- Commissione Europea – Guida: I processi estensivi nella depurazione delle acque;
- Cristian Barrella e Nicola Grillo – L’Evapotraspirazione totale come sistema di smaltimento dei reflui civili, ed. GEVA;
- EPA- A Handbook of Constructed Wetlands, 1994;
- EPA – Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Wildlife Habitat: 17 Case Studies, September 1993;
- EPA – Constructed Treatment Wetlands. August 2004;
- EPA – Free Water Surface Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment, September March 1999;
- EPA – Free Water Surface Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment Fact-sheet, September 2000;
- EPA – Guiding Principles for Constructed Treatment Wetlands: Providing Water Quality and Wildlife Habitat, October 2000;
- EPA – Manual: Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, September 2000;
- EPA – Municipal Wastewater Stabilization Ponds. 1983;
- EPA- Principles of Design and Operations of Wastewater Treatment Pond Systems for Plant Operators, Engineers, and Managers- August 2011;
- EPA – Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment, July 1993;_
- EU Life+- Technical Handbook “Trattamenti naturali delle acque reflue- February 2014;
- Fondazione Cariplo, Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino – Gli Ecosistemi filtro nelle aree protette: indirizzi progettuali;
- Giuseppe Cirelli- I trattamenti naturali delle acque reflue urbane. Ed. Sistemi Editoriali;
- Handbook of Water and Wastewater Microbiology. Academic Press;
- Luigi Masotti- Depurazione delle acque – Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto, ed Calderini;
- Luigi Masotti e Paola Verlicchi – Depurazione delle acque di piccole comunità ed Hoepli;
- Mackenzie L. Davis, Ph.D., P.E., BCEE: WATER AND WASTEWATER ENGINEERING. WEF Press;
- Metcalf & Eddy /Aecom – Wastewater engineering, Ed. Mc Graw Hill;
- Riccardo Bresciani, Fabio Masi – Manuale pratico di fitodepurazione. Terra nuova Edizioni;
- The Sphere Handbook – 2018 Edition.



H

YGIENE



Capitolo 3 – LA PROMOZIONE DELL'IGIENE

Il presente capitolo ha l'ambizione di fornire uno strumento divulgativo e operativo di supporto al personale dell'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo per la scrittura/progettazione e/o valutazione di una proposta di finanziamento nel settore WASH, accessibile anche a chi non possiede particolari competenze tecniche.

Il presente capitolo III si propone di esporre l'ultima componente del settore WASH: LA PROMOZIONE DELL'IGIENE, risaltando come tale fase di chiusura sia necessaria per completare e assicurare il successo degli interventi di approvvigionamento idrico, trattamento delle acque reflue e adozione di servizi igienico-sanitari. La promozione dell'igiene è una componente del WASH che ha acquisito sempre più importanza negli ultimi anni grazie alla sua comprovata efficacia nel migliorare la salute, in particolare nella lotta contro le malattie diarroiche e le infezioni respiratorie, racchiudendo, in essa, due dimensioni: l'insieme delle misure volte a prevenire le malattie e tutelare la salute e la complessità delle azioni miranti a migliorare i comportamenti in un'ottica igienico-sanitaria.

Il capitolo 3 si compone di 7 paragrafi principali:

- il paragrafo 3.1 esplora le più rilevanti definizioni di promozione dell'igiene;
- i paragrafi 3.2 e 3.3, partendo da disamine di contesto, evidenziano i motivi che rendono tale componente indispensabile nelle iniziative WASH;
- i paragrafi 3.4, 3.5 e 3.6 esplorano come programmare e attuare la promozione dell'igiene nelle iniziative di cooperazione internazionale allo sviluppo, distinguendola, laddove possibile, in quattro principali contesti (domestico/familiare e comunitario, scolastico, ospedaliero, igiene intima femminile);
- nel paragrafo 3.7, infine, cenni vengono dati agli approcci per una efficace comunicazione dei messaggi propri della promozione dell'igiene al fine di favorire il miglioramento dei comportamenti igienici.

3.1. Definizione e componenti della promozione dell'igiene

La promozione dell'igiene include vari aspetti e livelli di azione e si è andata a modificare nel corso del tempo, riflettendo la sempre maggior importanza ricoperta dalla stessa nelle iniziative WASH. Se nel 1999 UNICEF la definiva come **un nuovo modo di incoraggiare pratiche volte alla prevenzione delle malattie diarroiche a livello domestico**², qualche anno dopo, nel 2013, l'Organizzazione Mondiale per la Sanità la descrive come quella **serie di strategie rivolte al miglioramento degli atteggiamenti rivolti all'igiene e dunque alla prevenzione delle malattie**.³

UNHCR nel 2017 definisce la promozione dell'igiene come l'approccio pianificato e sistematico volto a far sì che le persone agiscano per assicurare che l'acqua, i servizi e le strutture igienico sanitarie abbiano un impatto positivo sulla salute⁴. Tale definizione, oltre a individuare la promozione dell'igiene come un sottoinsieme della promozione della salute, sembra andare oltre la definizione dell'UNICEF, combinando attività volte al miglioramento dei comportamenti rivolti alla prevenzione con azioni volte a ricercare un continuo e progressivo miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie.

La promozione dell'igiene, come fin qui definita, racchiude quindi due dimensioni: la prima è l'insieme delle misure e degli strumenti volti a prevenire le malattie e tutelare la salute, l'altra comprende tutte quelle azioni che hanno l'obiettivo di migliorare i comportamenti esistenti in un'ottica igienico-sanitaria. Nel primo aspetto rientrano interventi vari e diversificati. Prendendo in prestito la definizione data dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 2019, si osserva che, partendo dalla distribuzione di *kit* igienici e dispositivi volti ad assicurare il lavaggio delle mani con acqua e sapone e garantire l'igiene personale, la promozione dell'igiene comprende anche azioni per la prevenzione di specifiche malattie, tecniche di igiene alimentare (lavaggio, cottura e conservazione dei cibi), ambientale (come il lavaggio delle superfici e la gestione dei rifiuti solidi) e l'igiene femminile⁵.

Il secondo aspetto identifica invece la promozione dell'igiene come l'insieme di azioni volte a promuovere un cambiamento comportamentale capace di migliorare l'igiene e la salute dell'ambiente e delle persone. In altre parole, la promozione dell'igiene ha come obiettivo sia quello di assicurare l'accesso e l'utilizzo corretto e sostenibile dei servizi igienico-sanitari, sia quello di incoraggiare azioni, capacità e comportamenti volti a ricercare un miglioramento della salute pubblica.

Tale accezione complessiva si ritrova pienamente nella definizione dell'Asian Development Bank quando definisce la promozione dell'igiene come l'insieme delle attività rivolte a individui, famiglie e comunità, dirette a incoraggiare azioni e pratiche che prevengano la trasmissione di malattie legate alla mancanza di igiene, all'uso dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari, aggiungendo che tali azioni non possono prescindere dalla presenza di adeguati sistemi di approvvigionamento idrico e igienico-sanitari, dalla loro

2 "Hygiene promotion is a new way of encouraging practices to prevent diarrheal disease in the home", A Manual on Hygiene Promotion 1999, UNICEF – LSHTM www.unicef.org/wash/files/hman.pdf

3 "Hygiene promotion is a general term used to cover a range of strategies aimed to improve people's hygiene behaviour and so prevent the spread of disease", www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/WHO_TN_10_Hygiene_promotion_in_emergencies.pdf?ua=1

4 "Hygiene Promotion can be defined as 'the planned, systematic approach to enable people to take action to ensure that water, sanitation and hygiene facilities and services have an impact on health'. It can be seen as a subset of Health Promotion", Hygiene Promotion Guidelines, UNHCR, 2017

5 "Hygiene interventions include promoting handwashing with soap at critical times. A broader definition may include food hygiene measures (e.g. washing, covering, cooking and storage of food), environmental hygiene (e.g. cleaning of surfaces), menstrual hygiene, or hygiene interventions specific to prevention and control of particular diseases (e.g. face washing for trachoma, shoe wearing for soil-transmitted helminths, and animal management for zoonotic diseases)", Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals, WHO, 2019

corretta manutenzione e dal loro corretto utilizzo⁶.

Si può dunque affermare che le iniziative WASH hanno come obiettivo la tutela della salute attraverso la fornitura di strumenti e servizi igienico-sanitari, ma anche attraverso la promozione di comportamenti che garantiscano un corretto utilizzo degli stessi.

3.1.1. Principi della promozione dell'igiene

La promozione dell'igiene rappresenta un aspetto fondamentale nelle iniziative volte a prevenire le malattie trasmesse da una cattiva gestione dell'acqua e da fattori igienico sanitari, divenendo uno degli elementi principali da tenere in considerazione per la buona riuscita di interventi WASH.

Per analizzare i principi che dovrebbero guidare gli interventi nel campo della promozione dell'igiene si può partire da quanto riportato nello studio della Finland University in cui vengono proposte delle importanti raccomandazioni rivolte agli operatori del settore, come quella di non considerare le persone come dei vasi vuoti da riempire con nuove idee, non credere che le nuove idee possano semplicemente rimpiazzare le vecchie, non credere alla semplice applicabilità del concetto del “facendo si impara” e non pensare che un unico programma di promozione dell'igiene possa adattarsi a tutti i profili della comunità⁷.

Da questa sintesi emergono chiaramente alcuni dei più importanti principi che dovrebbero guidare l'azione di promozione dell'igiene. Oltre a favorire l'accesso e il corretto utilizzo di servizi e materiali igienico-sanitari, ogni azione volta al cambiamento dei comportamenti dovrà sempre partire dalla comprensione del contesto.

Le persone possiedono infatti esperienze, strategie di risposta e norme comportamentali e culturali diverse, le quali determinano atteggiamenti, gradi di conoscenza e livello di percezione del rischio igienico-sanitario notevolmente diversi nei vari contesti. Dunque, ecco che messaggi non standardizzati, ma attiva partecipazione dei beneficiari, diventano anch'essi principi cardine che dovrebbero guidare l'azione. Per essere efficace la promozione dell'igiene non dovrà infatti basarsi solamente su messaggi unidirezionali e distribuzione di materiali e *kit* igienici, ma favorire l'attiva partecipazione e il dialogo. Nonostante tali principi siano stati ampiamente confermati nella pratica e le metodologie di azione si siano considerevolmente evolute in tal senso negli ultimi 5÷10 anni, si rileva che ancora gran parte delle attività di promozione dell'igiene rimangono “centrate sul materiale” piuttosto che “centrate sul comportamento”, non prestando spesso sufficiente attenzione alla comprensione delle motivazioni specifiche alla base dei comportamenti igienici.

Come precedentemente esposto, ogni attività di promozione dell'igiene non potrà prescindere dalla disponibilità e dall'accesso ad acqua e servizi igienico-sanitari. Le attività di promozione all'igiene, seppur capaci di trasmettere ampie conoscenze, non riusciranno a innescare il cambiamento dei comportamenti ricercati quando non sono disponibili gli strumenti per attuarli quali acqua, sapone, e servizi igienico-sanitari. Da un punto di vista opposto si possono presentare situazioni nelle quali i servizi igie-

6 *“Hygiene promotion is the planned, systematic implementation of activities designed to ensure that people adopt activities and behaviours that prevent transmission of water, sanitation, and hygiene-related diseases. It should be a component of every school WASH improvement initiative. Hygiene promotion activities and behaviours relate to demand for improved water supply and sanitation systems and their subsequent use and maintenance, including appropriate storage and use of water in the home, hand and face washing, safe disposal of feces, and hygienic preparation of food”, Improving Water, Sanitation, And Hygiene in Schools, A Guide for Practitioners and Policy Makers in Mongolia, Asian Development Bank, 2020*

7 *A Guide to Sanitation and Hygiene for Those Working in Developing Countries, Tampere Polytechnic University of Applied Sciences, 2006*

nico-sanitari sono disponibili, ma non vengono utilizzati correttamente. Ciò può essere dovuto sia a una carenza di informazioni, sia alla presenza di altri fattori condizionanti, siano essi socioeconomici, culturali o tradizionali.

Molti, infatti, sono gli elementi che dovrebbero essere presi in considerazione e che si rivelano capaci di influire sulla buona o cattiva riuscita dei programmi di promozione dell'igiene. Vale la pena sottolineare quanto riportato nell'analisi di Action Against Hunger⁸ secondo cui il grado di conoscenza e di informazione, atteggiamenti e abitudini, tabù e credenze e percezione del rischio sono da tenere in considerazione tanto quanto la disponibilità di acqua e dei servizi igienico-sanitari.

Secondo tale analisi, il livello di conoscenza delle conseguenze della mancanza dell'igiene e della relazione con il proliferarsi delle malattie rappresenta un elemento essenziale in quanto non tutte le comunità conoscono le vie di trasmissione delle malattie e le possibili misure per ridurre l'esposizione e i danni.

Accanto a questo si rivela cruciale ricercare un'adeguata comprensione di quegli atteggiamenti e abitudini proprie delle comunità che spesso si rivelano difficili da modificare, specialmente se connesse a fattori tradizionali, culturali e religiosi. Particolare attenzione dovrebbe infatti essere data alla conoscenza di eventuali tabù e credenze, fattori capaci di influire sensibilmente sulle modalità di utilizzo dell'acqua, sui comportamenti e sulla stessa percezione dei rischi.

Anche tale ultimo elemento dovrebbe essere attentamente osservato nella definizione di ogni azione di promozione dell'igiene. La percezione del rischio, infatti, oltre a differire nei diversi contesti socioculturali, varia sensibilmente anche a seconda delle condizioni di sicurezza. Ad esempio, nel corso o immediatamente dopo lo scoppio di un'epidemia, le persone si mostrano più sensibili all'importanza dell'igiene e il cambiamento degli atteggiamenti è più facile da introdurre. In situazioni caratterizzate da una maggiore normalità, seppur la carenza di igiene abbia forti impatti sulla salute, le persone si dimostrano più abituate alla quotidianità e gli atteggiamenti si rivelano più difficili da modificare.

L'analisi del contesto nelle sue diverse componenti dovrebbe quindi precedere e accompagnare ogni intervento di promozione dell'igiene, che dovrebbe poi essere declinato a seconda del *target* di riferimento, in cui assumono particolare importanza il contesto familiare, comunitario, scolastico e ospedaliero, senza tralasciare l'importante questione dell'igiene femminile. Questi ultimi aspetti verranno analizzati nei capitoli che seguono, mentre in questa sede ci si limita a ricordare che l'analisi del contesto risulta essenziale anche nella stessa definizione dei gruppi *target*. Infatti, se donne e ragazze rappresentano spesso il principale gruppo *target*, dato il loro ruolo a livello domestico e nella cura dei bambini, in altri contesti gli uomini hanno una non minore capacità di influenza sui comportamenti igienici a livello domestico e comunitario. Allo stesso modo, seppur sia centrale la promozione dell'igiene tra i bambini e le bambine e particolare importanza sia riconosciuta a persone con disabilità ed esigenze speciali, gli interventi a loro rivolti dovranno variare tra comunità e territori, e solo un'attenta analisi del contesto che tenga in considerazione gli elementi precedentemente esposti potrà guidare una promozione dell'igiene di successo.

3.1.2. La promozione dell'igiene e gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG)

L'accesso all'acqua potabile e ai servizi igienico sanitari rappresenta un aspetto essenziale per i diritti dell'uomo ed è riconosciuta dalle Nazioni Unite come un diritto umano fondamentale. La Risoluzione

⁸ *Water, Sanitation and Hygiene for Populations at Risk* - Action Against Hunger, 2005. Action Against Hunger - Global humanitarian organization, 7,000 employees, € 300 million annual revenue

dell'Assemblea delle Nazioni Unite 64/92 del 28 luglio 2010 "The Human Right to Water and Sanitation" ha infatti riconosciuto il diritto all'acqua potabile e ai servizi igienico sanitari come un diritto essenziale alla qualità della vita e all'esercizio dei diritti dell'uomo.

Components of SDG 6: Ensure Availability and Sustainable Management of Water and Sanitation for All



UNICEF's Strategy for Water, Sanitation and Hygiene (2016-2030)

Fig. 2 - Fonte: Strategy for water, sanitation and hygiene 2016-2030, UNICEF, 2016

L'igiene e la sua promozione come componenti delle iniziative WASH hanno acquisito negli anni una sempre maggior importanza. Inizialmente, infatti, il settore WASH si focalizzava maggiormente nelle sue componenti "hardware", quali l'approvvigionamento idrico e il trattamento delle acque reflue. Un'inversione di tendenza è stata data dagli SDG adottati nel settembre 2015, tra i quali riveste particolare rilevanza l'obiettivo sostenibile 6 "Garantire la disponibilità e la gestione sostenibile delle risorse idriche e servizi igienico-sanitari per tutti".

Tutti i sotto-obiettivi dello stesso si dimostrano fortemente interdipendenti tra loro, creando un quadro per cui l'Obiettivo 6 può essere pienamente raggiunto solo se i *target* vengono integrati e attuati congiuntamente. Si osserva infatti come la realizzazione di un migliore accesso ai servizi igienico-sanitari (6.2) sia strettamente collegata a un miglior trattamento delle acque reflue (6.3), della qualità dell'acqua (6.3) e alla promozione di sani ecosistemi legati all'acqua (6.6). La riduzione dell'inquinamento grazie al miglioramento della qualità dell'acqua (6.3) si rivela cruciale per favorire la disponibilità di acqua potabile (6.1) e favorire la sostenibilità (6.4) senza negative conseguenze all'ecosistema idrico (6.6). L'aumento del riciclaggio e del riuso (6.3), attraverso una corretta gestione delle risorse idriche (6.5), favoriscono l'accesso e la quantità di acqua potabile (6.1) anche per altri utilizzi (6.4), riducendo al tempo stesso gli impatti sugli ecosistemi relativi all'acqua.

In particolare l'igiene è specificatamente menzionata nell'obiettivo 6.2 "Entro il 2030, garantire l'accesso ai servizi igienico-sanitari e di igiene adeguato ed equo per tutti e porre fine alla defecazione all'aperto, con particolare attenzione ai bisogni delle donne e delle ragazze", e nel relativo indicatore 6.2.1 "Per-

centuale di popolazione che fruisce di servizi igienico-sanitari gestiti in modo sicuro, comprensivi di strutture igieniche che consentono di lavare le mani con acqua e sapone”.

Data la forte correlazione con il tema della salute, la promozione dell’igiene risulta particolarmente collegata anche all’obiettivo 3 “Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età” e ai suoi *target*.

La promozione dell’igiene, in particolar modo il lavaggio delle mani con acqua e sapone, rappresenta uno degli interventi più importanti per la salute umana e per lo sviluppo, rivelandosi fondamentale, tra l’altro, per combattere la denutrizione, ridurre la mortalità infantile e promuovere l’accesso all’istruzione, ponendosi alla base del raggiungimento di molti altri obiettivi di sviluppo sostenibile incluso la promozione dell’eguaglianza di genere, della dignità e dei diritti umani.

Il legame appena citato tra WASH a nutrizione è particolarmente rilevante ed è avvalorato dagli impegni assunti nel quadro della UN Decade of Action on Nutrition 2016–2025, che mette insieme programmi che combattono la malnutrizione in tutte le sue forme e promuovono sani stili di vita. In tale programma il settore WASH si colloca in uno degli ambiti cosiddetti *nutrition sensitive* per lo stretto legame che ha con l’alimentazione. Infatti, una corretta alimentazione e nutrizione derivano non solo dall’accesso equo alle risorse alimentari, bensì dipendono anche dalla capacità/possibilità di preparare i pasti previo lavaggio delle mani e accedere all’acqua potabile al fine di evitare la contaminazione di cibi e bevande con conseguenti effetti sull’assorbimento (infezioni, malassorbimento, sindromi intestinali con conseguente calo ponderale) sino a giungere alla denutrizione, aspetti questi che condizionano, soprattutto nel caso dei bambini e dei minori, lo sviluppo psicofisico, il ritardo della crescita e l’inevitabile impatto sulle capacità cognitive e di apprendimento.

Si stima, infatti, che ogni anno, nel mondo, 297.000 bambini sotto i cinque anni muoiano di malattie diarroiche causate da mancanza di igiene e dalla carenza di acqua potabile e servizi igienico-sanitari⁹, mentre 149 milioni di bambini soffrono di ritardi nella crescita e 50 milioni sono deperiti¹⁰. Le cause della malnutrizione, così come del ritardo della crescita, sono infatti da ricercare non solo nella carenza di cibo e di cure mediche, ma anche nella scarsità di acqua, nell’inadeguatezza dei servizi sanitari e nella mancanza di igiene che, insieme, favoriscono la diffusione di malattie come quelle diarroiche, attraverso la via oro-fecale.

La carenza di igiene e la conseguente minaccia alla salute dei bambini si rivelano inoltre strettamente correlate all’accesso all’istruzione (obiettivo 4). Rinviando una maggiore trattazione dell’argomento ai capitoli che seguono, in questa sede ci si limita a ricordare come la mancanza di igiene nelle scuole, intesa come disponibilità di servizi igienico-sanitari allestiti con acqua e sapone, crei un ambiente meno adatto all’apprendimento e favorisca la trasmissione di malattie tra gli stessi studenti, facilitando assenze e abbandoni. La disponibilità di servizi igienici nelle scuole è inoltre in grado di incoraggiare la partecipazione delle ragazze durante il periodo mestruale, rendendo così l’igiene un elemento fondamentale per l’istruzione e la salute di donne e ragazze (obiettivi 4 e 3), per la realizzazione dell’eguaglianza di genere (obiettivo 5) e di pari opportunità economiche e lavorative (obiettivo 8).

9 www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

10 The State of The World’s Children 2019. Children, Food and Nutrition: Growing Well in A Changing World, UNICEF, 2019

3.2. Contesto: il problema a livello globale, l'importanza della promozione dell'igiene e i suoi benefici

Miliardi di persone hanno attualmente accesso all'acqua potabile e ai servizi igienico-sanitari, ma molti sono i paesi che hanno ancora una lunga strada da percorrere per realizzare pienamente l'ambizione degli obiettivi di sviluppo sostenibili. Particolarmente utile all'analisi dell'igiene a livello globale è l'indicatore selezionato per il monitoraggio del SDG 6.2, ossia la percentuale di popolazione che fruisce di servizi igienico-sanitari gestiti in modo sicuro, comprensivi di dispositivi che consentono di lavare le mani con acqua e sapone.

Di seguito si analizzerà dapprima l'accessibilità relativa al lavaggio delle mani, per poi passare a una breve rassegna di dati inerenti alla disponibilità di servizi igienico-sanitari e all'importante problema della defecazione all'aperto.

Nel 2017, solo il 60% della popolazione mondiale (4,5 miliardi di persone) disponeva a livello domestico di "hand washing station"¹¹, ossia dispositivi per il lavaggio delle mani con acqua e sapone. Su circa tre miliardi di persone, 1,4 miliardi erano le persone che non disponevano di un dispositivo per il lavaggio delle mani e 1,6 miliardi di persone ne disponevano, ma non avevano a disposizione acqua o sapone. Dati raccolti nei Paesi meno sviluppati indicavano che i 3/4 della popolazione non aveva a disposizione strumenti per il lavaggio delle mani con acqua e sapone¹².

Andando più nello specifico, si nota che il grado di disponibilità di impianti per il lavaggio delle mani varia fortemente anche tra gli stessi paesi in via di sviluppo, passando da appena l'1% in Liberia a oltre il 99% di altri Paesi. Nella maggior parte dei Paesi dell'Asia centrale e meridionale, dell'Africa settentrionale e dell'Asia occidentale, almeno il 50% delle persone disponeva di dispositivi per il lavaggio delle mani con acqua e sapone, mentre nella maggior parte dei paesi dell'Africa subsahariana tale percentuale scendeva a meno del 50%¹³.

La situazione nelle scuole risulta altrettanto critica, seppur negli ultimi anni si siano registrati progressi che tuttavia lasciano il quadro tutt'altro che positivo. Nel 2019, il 57% delle scuole disponeva di un servizio igienico di base (dispositivi per il lavaggio delle mani con acqua e sapone), il 19% disponeva di un servizio limitato (senza sapone), mentre il 25% non aveva alcun servizio. Circa 818 milioni erano i bambini che non avevano servizi igienici di base a scuola, 355 milioni avevano servizi con acqua ma senza sapone, mentre 462 milioni erano i bambini le cui scuole non avevano nessun servizio. Valutando gli sviluppi compiuti dal 2015 al 2019, UNICEF ha registrato un incremento della presenza dei servizi igienici di base nelle scuole dal 52% al 57%. L'aumento ha variato tra i Paesi, con 10 punti percentuali in Nord Africa e Asia Occidentale e con tassi molto minori in altri Paesi. La copertura globale dei servizi di igiene di base nelle scuole è aumentata mediamente di 1 punto percentuale all'anno dal 2015, mentre il raggiungimento dell'accesso universale entro il 2030 richiederebbe un incremento del 3.9%¹⁴.

La carenza di igiene caratterizza anche cliniche e ospedali; da quanto si apprende da uno studio congiunto di UNICEF e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, pubblicato nel 2020, a livello mondiale 1 struttura sanitaria su 3 non ha accesso all'igiene delle mani, 1 su 10 non dispone di servizi igienici, e 1 su

11 Con tale termine si identificano i vari tipi di strumenti e attrezzature che consentono il lavaggio delle mani.

Possono essere mobili o fissi, ad azionamento manuale o tramite sensore. Oltre ai lavandini con rubinetti, utilizzati a livello domestico e prevalenti in caso di disponibilità di acqua corrente, questo termine identifica altri oggetti atti a permettere il lavaggio delle mani, tra cui secchi, serbatoi o altri contenitori equipaggiati con rubinetti o pedali che permettano l'apertura e la chiusura del flusso di acqua.

12 Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals, WHO, 2019

13 Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities, WHO, UNICEF, 2019

14 Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene in Schools: Special Focus on COVID-19, WHO, UNICEF, 2020

3 non separa e smaltisce i rifiuti sanitari in modo sicuro¹⁵.

Oltre al lavaggio delle mani, dati preoccupanti si registrano in tutto il settore dei servizi igienico sanitari. Nel 2017, due miliardi di persone non disponevano di servizi igienico-sanitari di base quali bagni privati o latrine adeguate, mentre appena il 45% della popolazione mondiale (3.4 miliardi di persone) utilizzava servizi igienico-sanitari gestiti in sicurezza. La copertura era più elevata nelle aree urbane (47%) che nelle aree rurali (43%)¹⁶. Ancora, se il 31% della popolazione mondiale (2.4 miliardi di persone) utilizzava servizi igienici privati collegati a fognature con trattamento delle acque reflue, il 14% della popolazione globale (1 miliardo di persone) utilizzava bagni o latrine dove gli escrementi venivano smaltiti in loco, mentre 673 milioni di persone ancora defecavano all'aperto, ad esempio in strada, nelle aree verdi o nei canali¹⁷.

Nonostante il quadro rimanga critico, sembrano comunque registrarsi *trend* positivi nell'accesso ai servizi igienico sanitari. UNICEF, valutando gli sviluppi relativi al periodo 2000-2017 nella riduzione delle disuguaglianze nell'accesso all'acqua e ai servizi igienico-sanitario indica come siano stati registrati molti progressi, pur rimanendo insoddisfatto il quadro a livello globale.

Lo studio in esame indica che la percentuale di popolazione che utilizzava servizi igienico-sanitari sicuri è passata dal 2000 al 2017 dal 28% al 45%, mentre le persone che non avevano accesso a servizi di base, nello stesso periodo, sono diminuite da 2,7 a 2 miliardi. Altri dati incoraggianti riguardano la defecazione all'aperto, fenomeno prevalentemente rurale; il numero di persone a livello globale è diminuito di 696 milioni tra il 2000 e il 2017, passando dal 21% al 9% della popolazione mondiale. Tuttavia, nello stesso periodo, 39 paesi hanno registrato un aumento del numero di persone che praticano una defecazione all'aperto per un totale di 49 milioni. Questi paesi includono quelli in rapida crescita demografica e sono concentrati soprattutto nell'Africa sub-sahariana¹⁸.

Tali dati delineano non solo una significativa riduzione delle disuguaglianze, ma anche una trasformazione delle norme e dei comportamenti relativi alla salute pubblica e all'igiene, rendendo la promozione dell'igiene non solo uno strumento efficace, ma indispensabile.

3.2.1. Cenni sulla relazione tra approvvigionamento idrico, servizi igienico-sanitari e promozione dell'igiene

La relazione su approvvigionamento idrico, servizi igienico-sanitari e promozione dell'igiene è ben rappresentata dal concetto di **ingegneria della salute pubblica** secondo cui il miglioramento della salute può essere raggiunto solamente agendo congiuntamente in tre aree fondamentali: il sistema sanitario, le infrastrutture idriche e sanitarie e l'atteggiamento della popolazione in relazione all'igiene.

15 Global Progress Report on Water, Sanitation and Hygiene in Health Care Facilities: Fundamentals First, WHO, 2020

16 Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities, WHO, UNICEF, 2019

17 Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals, WHO, 2019

18 Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities, WHO, UNICEF, 2019

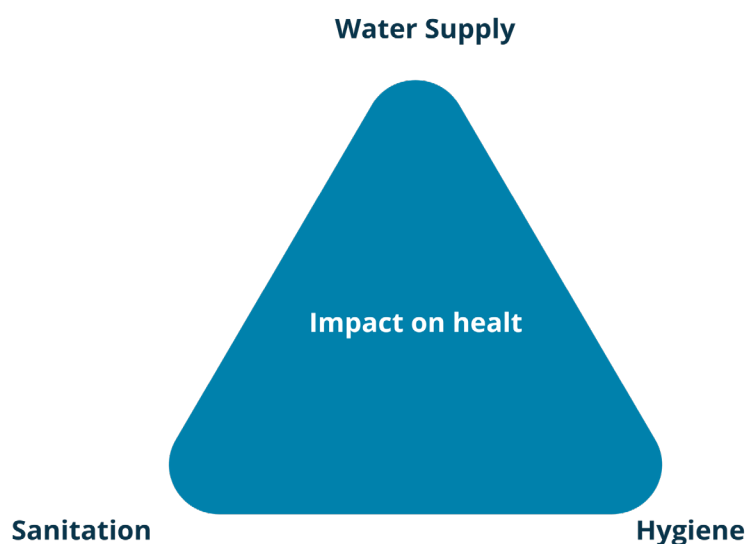


Fig. 3

Tali elementi sono legati l'uno all'altro e si rivelano tra loro complementari. Le malattie legate all'acqua e ai servizi igienico-sanitari rappresentano la principale causa di mortalità nei paesi in via di sviluppo; a loro volta, lo sviluppo e la trasmissione di queste malattie dipendono direttamente dall'accesso alle strutture, dalle misure di controllo dei vettori, dai comportamenti igienici e dal trattamento e utilizzo dell'acqua. Acqua pulita e servizi igienico-sanitari sono essenziali per il miglioramento della salute, ma si otterranno scarsi risultati in termini di salute pubblica se le pratiche igieniche non si dimostrano adeguate.

Ad esempio, l'acqua pulita proveniente da una fonte protetta può divenire contaminata se non gestita correttamente, così come la disponibilità di latrine in sicurezza avrà poco valore se le persone non ne fanno un uso corretto e se non procedono al lavaggio delle mani dopo l'utilizzo.

Allo stesso modo la pratica della defecazione all'aperto, così come la presenza di acqua stagnante nei pressi di una fonte d'acqua, può rappresentare un rischio sanitario per i suoi utenti e per coloro che vi abitano vicino.

Così come tutte le attività WASH necessitano di approcci integrati nei quali acqua, servizi igienico-sanitari e promozione dell'igiene sono strettamente connessi, anche le azioni di promozione dell'igiene volte a un cambiamento degli atteggiamenti riguardano simultaneamente tali ambiti. Oltre a promuovere conoscenze sulla corretta igiene e sui rischi inerenti alle malattie, la promozione dell'igiene riguarderà anche il corretto utilizzo dei servizi igienico-sanitari, il corretto smaltimento degli escrementi, l'adeguato stoccaggio e utilizzo dell'acqua.

3.2.2. Incidenza delle malattie connesse con la mancanza di igiene e pratiche a rischio infezione

Le malattie connesse alla mancanza di igiene sono una delle principali cause di mortalità nei paesi in via di sviluppo. Secondo un rapporto pubblicato nel 2020 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, acqua contaminata, servizi sanitari carenti e mancanza di igiene in un solo anno sono stati responsabili di circa 1,2 milioni di morti¹⁹. Tra le molte malattie legate all'igiene, in un altro rapporto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità pubblicato nel 2019, si evidenzia che la malaria, in un solo anno, ha fatto regi-

19 World Health Statistics 2020: Monitoring Health for The SDGs, Sustainable Development Goals, WHO, 2020

strare 217 milioni di casi e 451.000 morti, il tracoma ha colpito irreversibilmente la vista di 1.9 milioni di persone, la dengue ha fatto registrare 390 milioni di casi, e il colera, con 2.9 milioni di casi, ha causato 95.000 decessi²⁰.

La più comune modalità di trasmissione è rappresentata dal canale oro-fecale (feci-mani-bocca), il quale rappresenta la principale via di contagio delle malattie diarroiche.

Nella trasmissione oro-fecale, la forma di trasmissione (e di interruzione della catena di contagio) è rappresentata dalle feci che penetrano nell'organismo attraverso l'acqua e il canale alimentare. Tale modalità è chiaramente illustrata nel diagramma sotto riportato, dal quale si evince come questa catena di trasmissione sia direttamente collegata alla mancanza di pratiche igieniche, alla defecazione all'aperto, all'accesso inadeguato ai servizi igienico-sanitari e all'acqua potabile.

Le malattie collegate alla carenza di igiene possono insediarsi nell'organismo umano attraverso vettori o possono essere veicolate da acqua o alimenti contaminati. I microrganismi patogeni possono trovarsi negli alimenti, svilupparsi durante la loro manipolazione o residuare sugli stessi a causa della mancanza di acqua necessaria per le pratiche igieniche di base.

Al fine di proporre una schematica analisi delle molte malattie con varie modalità connesse alla mancanza di igiene, in questa sede si propone una categorizzazione, che suddivide queste malattie tra quelle trasmesse da vettori, quelle di origine alimentare e quelle legate all'acqua²¹. Si tenga presente però che non tutte le malattie hanno un'unica modalità di trasmissione. Alcune possono infatti essere trasmesse da vettori sia attraverso l'ambiente sia tramite l'acqua (ad esempio la dengue), oppure possano entrare in contatto con gli organismi sia attraverso gli alimenti che tramite l'acqua (ad esempio il colera).

20 Safer Water, Better Health. 2019 Update, WHO, 2019

21 Tale suddivisione è stata ripresa dallo studio WASH Guidelines for Field Practitioners- Part 3: Hygiene, Malteser International, 2017

The F diagram: faecal–oral transmission of diarrhoeal diseases

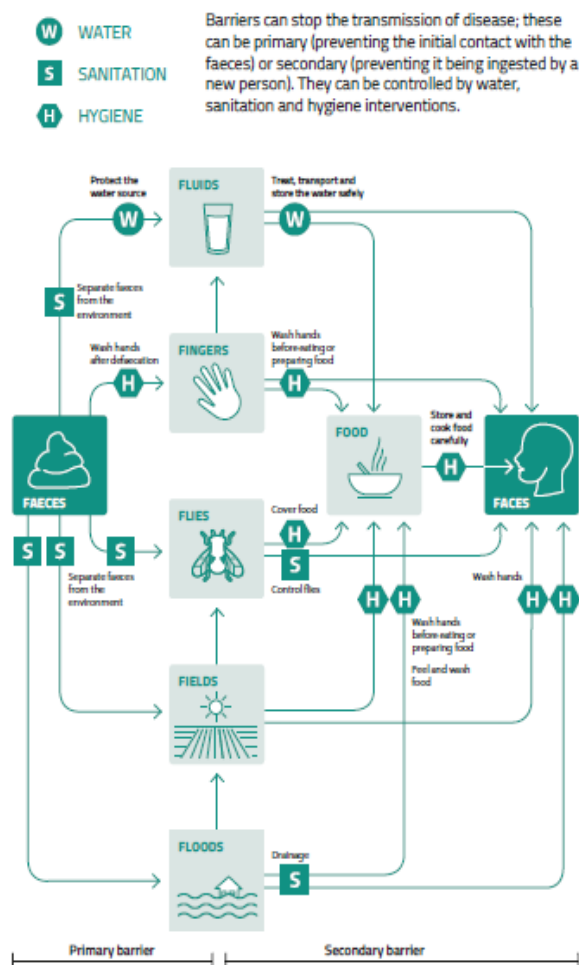


Fig. 4

Seguendo la suddivisione precedentemente esposta, la prima categoria riguarda le **malattie trasmesse da vettori**, ossia da quegli agenti, quali ad esempio le zanzare, responsabili del contagio della malaria e di altre malattie come la febbre gialla, la dengue e la febbre emorragica. Oltre alle zanzare altri vettori sono rappresentati da zecche, mosche, pappataci, pulci e cimici.

La **malaria** è una malattia trasmessa dalle zanzare del genere *Anopheles*, e per essere contagiati è sufficiente una sola puntura di zanzara infetta. Le principali misure di prevenzione sono rivolte alla riduzione del contatto tra zanzare e uomo, attraverso attività di controllo dei vettori e azioni volte a prevenire l'esposizione della pelle alle punture delle zanzare. Tra le misure di controllo dei vettori rientrano la bonifica del terreno, incluso le fonti d'acqua, i siti di raccolta degli escrementi e gli altri spazi umidi nei quali le zanzare stazionano e si riproducono. Tra le azioni volte a ridurre la possibilità di contatto con l'uomo rientrano invece l'applicazione di repellenti per insetti sulle parti del corpo esposte e l'utilizzo di tende e zanzariere anche trattate con insetticidi.

Nella stessa categoria ritroviamo la **dengue**, malattia virale trasmessa dalle zanzare del genere *Aedes* e presente soprattutto nelle aree urbane e periferiche caratterizzate da una forte densità abitativa e da scarsa igiene. La particolarità della trasmissione di questa malattia, presente durante e dopo la stagione

delle piogge, è che tali zanzare si riproducono spesso in piccole pozze d'acqua stagnanti presenti anche nei pressi delle abitazioni. Tra le misure di prevenzione per la diffusione della dengue, oltre a quelle di protezione e controllo dei vettori già indicate per la malaria, rientrano anche le pratiche igieniche a livello domestico e comunitario come l'eliminazione dei ristagni di acqua e la copertura dei contenitori di raccolta dell'acqua.

Diversi risultano essere dunque gli strumenti diretti a ridurre l'esposizione ai vettori. In termini generali, la fornitura di servizi igienico-sanitari dovrebbe essere accompagnata dalla distribuzione di mezzi di protezione, dal corretto smaltimento degli escrementi e dei rifiuti solidi e da una robusta erogazione della promozione delle buone pratiche di igiene domestica e personale.

Nella seconda categoria troviamo le **malattie di origine alimentare**, il cui contagio avviene attraverso gli alimenti (colera e salmonella).

Il **colera** è un'infezione diarroica acuta a trasmissione oro-fecale causata dal batterio *Vibrio cholera* che può essere contratta in seguito all'ingestione di acqua o alimenti contaminati da materiale fecale. I cibi più a rischio sono quelli crudi o poco cotti. Anche la prevenzione del colera risulta avere un approccio multisettoriale. Infatti, oltre al corretto smaltimento degli escrementi e alla depurazione delle acque, per la prevenzione di tale malattia è raccomandata una corretta igiene alimentare soprattutto per ciò che concerne la preparazione degli alimenti e il consumo dell'acqua che dovrebbe essere bollita o clorata prima dell'utilizzo in caso di rischio di contaminazione della stessa.

Un'altra importante malattia appartenente a quelle di origine alimentare è la **Salmonella**, anch'essa a trasmissione oro-fecale, causata dall'ingestione di cibi o di bevande in cui sia presente il batterio del genere *Salmonella*. La contaminazione con tale batterio può avvenire sia al momento della produzione che della manipolazione degli alimenti. In particolare, sono da considerarsi alimenti a rischio uova, carni, latte non pastorizzato e cioccolata. Questa malattia può essere prevenuta da corrette pratiche igieniche personali e dall'applicazione di adeguate tecniche di igiene alimentare.

Tra le malattie di origine alimentare è utile menzionare anche l'**Epatite A** e il **Tifo**, anch'esse trasmesse per via oro-fecale e molto comuni e diffuse in paesi LMIC.

L'Epatite A è una malattia infettiva acuta causata da un virus (HAV) a RNA classificato come prototipo del nuovo genere degli *Hepatovirus* che si riproduce nelle cellule del fegato. L'HAV è un picornavirus ed è la causa più frequente di epatite virale acuta, malattia particolarmente frequente nei bambini e nei giovani adulti.

Il **Tifo**, o febbre tifoide, è una malattia infettiva sistemica provocata da un batterio (*Salmonella typhi*). Tale patologia colpisce prevalentemente i bambini. La trasmissione del batterio avviene da persona a persona per via oro-fecale oppure attraverso l'ingestione di cibo o acqua contaminata.

Ai fini di prevenire le malattie di origine alimentare, cinque sono i punti chiave identificati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità²²; essi rappresentano i principi di base che ogni individuo dovrebbe conoscere per prevenire tutte le malattie di origine alimentare:

1. assimilare e adottare comportamenti igienici di base;
2. separare gli alimenti crudi da quelli cotti;
3. cuocere bene gli alimenti;
4. conservare gli alimenti alla giusta temperatura;
5. utilizzare solo acqua potabile e materie prime non contaminate.

22 Five Keys to Safer Food Manual, WHO, 2006

Infine, dopo le malattie trasmesse dai vettori e quelle di origine alimentari, si riportano le numerose **malattie legate all'acqua**. Alcune di queste malattie possono essere causate da agenti patogeni che si sviluppano nell'acqua o che sono trasmessi attraverso la stessa, altre malattie possono essere invece dovute alla insufficienza di acqua per garantire l'igiene di base.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità le suddivide in quattro categorie²³:

1. malattie trasmesse dall'acqua (*water-borne diseases*): infezioni diffuse attraverso l'acqua potabile contaminata (colera e la febbre tifoidea);
2. malattie trasmesse a causa della scarsità di acqua (*water-washed diseases*): malattie dovute alla mancanza di strutture sanitarie adeguate e da mancanza di igiene (ascariosi);
3. malattie legate all'acqua (*water-based diseases*): infezioni trasmesse attraverso un organismo invertebrato acquatico (bilarziosi);
4. malattie da vettori legati all'acqua (*water-related vector-borne diseases*): malattie trasmesse da insetti che dipendono dall'acqua per la loro propagazione (malaria e dengue).

Tale suddivisione è chiaramente illustrata nel seguente schema:

Transmission route	Description	Disease group	Examples
Waterborne	The pathogen is in water that is ingested	Faecal-oral	Diarrheal disease, dysenteries, typhoid fever
Water-washed (or water scarce)	Person-to-person transmission because of lack of water for hygiene	Skin and eye infections	Scabies, trachoma
Water-based	Transmission via aquatic intermediate host (for example a snail)	Water based	Schistosomiasis, guinea worm
Water related insect vector	Transmission by insects that breed in water or bite near water	Water related insect vector	Dengue, malaria, trypanosomiasis

Tab. 15 - Fonte: WASH Guidelines for Field Practitioners - Part 3: Igiene, Malteser International, 2017

Il **tracoma** è una delle più devastanti malattie dovute alla scarsità di acqua necessaria all'igiene e rappresenta la principale causa mondiale di cecità di origine infettiva. Colpisce soprattutto le popolazioni delle zone calde e aride dove vi è carenza di acqua e di servizi igienico-sanitari. Tale malattia è causata dalla diffusione del microrganismo *chlamydia trachomatis* e si trasmette attraverso il contatto diretto con gli occhi di una persona infetta o attraverso l'utilizzo comune di oggetti contaminati quali asciugamani o fazzoletti o tramite insetti infetti. Il tracoma può essere largamente prevenuto attraverso il lavaggio regolare delle mani e del viso con sufficiente quantità di acqua pulita.

Accesso ai servizi igienico-sanitari, disponibilità di acqua pulita sufficiente per l'igiene di base, riduzione dei vettori e corretto smaltimento degli escrementi rappresentano dunque forme di prevenzione comuni a tutte malattie legate all'igiene, siano esse trasmesse da vettori, dall'acqua, dagli alimenti e/o dall'ambiente circostante.

È importante sottolineare però come la fornitura di servizi igienico-sanitari non è sufficiente, da sola, ad assicurare un impatto significativo sulla salute della popolazione. Se la disponibilità di acqua non contaminata per l'igiene e l'accesso alle latrine possono contribuire alla prevenzione di molte malattie, solo il corretto utilizzo dei servizi migliorati e l'attuazione di corretti comportamenti di igiene alimentare, pulizia degli ambienti e igiene personale, riescono a consolidarne il reale impatto sulle popolazioni beneficiarie.

²³ Environmental Management for Vector Control- WHO- 1988

Basti pensare che la morbilità per patologia diarroica nei contesti in cui si effettuano interventi WASH può essere diminuita dal 44% al 39% attraverso la promozione dell'igiene focalizzata sul lavaggio delle mani con acqua e sapone. Le mani sono l'ultima linea di difesa nella catena di trasmissione dei germi gastrointestinali direttamente da mano a bocca, o indirettamente dalla manipolazione di cibo o acqua. Le mani giocano anche un ruolo nella trasmissione di infezioni delle vie respiratorie, della pelle e degli occhi. È quindi importante garantire che la fornitura di strutture per il lavaggio delle mani e il loro uso siano priorità in tutte le risposte in cui la salute pubblica è a rischio.

3.2.3. Cenni su igiene per la prevenzione del COVID-19

Il COVID-19 ha messo a dura prova i sistemi sociali, sanitari ed economici a livello globale. Il diffondersi del virus ha mostrato l'importanza dell'igiene nella prevenzione dei contagi e ha evidenziato i limiti dell'accesso alle cure e all'igiene in molte aree del mondo.

Il virus si diffonde principalmente attraverso il contatto stretto con una persona infetta. La principale via di contagio è rappresentata dalle goccioline del respiro. Sulla prevenzione del virus influiscono la corretta adozione di misure igieniche, primo tra tutti il lavaggio delle mani, ma anche l'igiene degli ambienti, l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale e il ruolo svolto dalle strutture sanitarie nelle attività di monitoraggio, prevenzione e cura. La diffusione globale del Covid-19 ha mostrato la fragilità dei sistemi sanitari in molte aree del mondo nelle quali ospedali e cliniche, oltre a non disporre di vaccini, farmaci e dispositivi medici, ancora mancano dei servizi igienici di base e di una corretta educazione all'igiene.

Il lavaggio delle mani rappresenta una delle azioni più efficaci per ridurre la diffusione di agenti patogeni e prevenire le infezioni come il Covid-19. Per essere efficaci, il lavaggio delle mani dovrebbe avvenire per almeno 60 secondi se si utilizza acqua e sapone e per almeno 20-30 secondi nei casi di utilizzo di soluzioni igienizzanti a base alcolica. Inoltre, dovrebbe essere eseguito in molti momenti della giornata (ad esempio prima di toccarsi gli occhi, il naso e la bocca, prima e dopo aver maneggiato alimenti e utilizzato i servizi igienici). Dispositivi per il lavaggio delle mani con sapone dovrebbero essere presenti in tutti i luoghi accessibili al pubblico come negozi, mercati e fermate degli autobus, e dovrebbero essere posizionati entro cinque metri da tutti i servizi igienici, sia pubblici che privati.

Anche il lavaggio con sola acqua, sebbene sia meno efficace, può ridurre la trasmissione del virus. Queste semplici raccomandazioni sono però particolarmente difficili da realizzare in luoghi dove vi è carenza di acqua e dove non esistono sufficienti dispositivi per il lavaggio delle mani con acqua e sapone.

L'accesso all'acqua non contaminata diviene dunque un elemento fondamentale nella prevenzione del Covid-19, ma ciò non potrà prescindere dal suo corretto utilizzo per le pratiche igieniche. Allo stesso modo, così come avviene per l'utilizzo dei servizi igienico-sanitari e con la distribuzione dei kit igienici, anche la fornitura di dispositivi di protezione individuale non produrrà gli effetti sperati sulla salute pubblica se gli stessi non verranno correttamente utilizzati e le pratiche igieniche correttamente eseguite.



3.3. Accesso e quantità di acqua necessaria per l'igiene

L'accesso all'acqua è riconosciuto a livello internazionale come un diritto umano universale, ma quasi 1 persona su 3 a oggi non dispone di acqua potabile in sicurezza. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2017 il 71% della popolazione mondiale (5,3 miliardi di persone) utilizzava servizi di acqua potabile gestiti in modo sicuro, di cui un terzo (1,9 miliardi di persone) viveva in aree rurali. Circa 785 milioni erano invece coloro che non disponevano di servizi di base di acqua potabile e, tra loro, circa 144 milioni dipendevano dall'acqua di superficie²⁴.

Sebbene si registri un progressivo miglioramento, l'accesso all'acqua continua a rimanere critico ed è continuamente minacciato. UNICEF e l'Organizzazione Mondiale della Sanità, analizzando gli sviluppi registrati tra il 2010 e il 2017, riferiscono che la percentuale di popolazione mondiale che utilizza acqua gestita in modo sicuro è aumentata di 10 punti percentuali, passando dal 61% al 71%. Lo stesso incremento è stato registrato nei paesi in via di sviluppo, dove si è passati dal 25% al 35%. Nello stesso periodo, 1,8 miliardi di persone hanno ottenuto l'accesso ai servizi di base e la popolazione priva di acqua potabile da 1,1 miliardi si è ridotta a 785 milioni. Anche il numero di persone che dipendono dall'acqua di superficie è diminuito sensibilmente, passando da 256 a 144 milioni²⁵.

Sebbene si registrino molti progressi, l'accesso all'acqua è tutt'altro che garantito in un contesto in cui mancanza di infrastrutture, cattiva gestione e contaminazione del territorio, ma anche maggiore richiesta dovuta a urbanizzazione e industrializzazione, minacciano costantemente la disponibilità per milioni di persone, con conseguenze drastiche sulla salute pubblica.

Quantità e qualità dell'acqua assumono dunque un ruolo fondamentale nel campo della tutela della salute, influenzando notevolmente sullo sviluppo di bambini, famiglie e comunità.

3.3.1. Stima delle quantità di acqua

Non esiste un'unica definizione di quantità minima di acqua necessaria per l'igiene, in quanto la stessa è fortemente influenzata da molti fattori quali, ad esempio, i comportamenti e il tempo dedicato alle pratiche igieniche, i tempi di accesso all'acqua e la disponibilità di servizi igienico-sanitari.

In questa sede ci si limita a riportare alcune prime stime e si rimanda alla bibliografia di riferimento per ulteriori approfondimenti. L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima la quantità di acqua minima necessaria per l'alimentazione e per l'igiene di base in 20 litri al giorno a persona, non includendo ulteriori eventuali pratiche igieniche quali, ad esempio, la maggiore frequenza di lavaggio delle mani in risposta a focolai di malattie²⁶. Un'altra analisi, ampiamente ripresa a riferimento in studi del settore è quella della Sphere Association²⁷, secondo la quale sarebbero 15 i litri necessari alle esigenze quotidiane per l'alimentazione e l'igiene di base, quantità che si può ridurre a 7,5 litri in caso di fasi acute di siccità e limitatamente a un breve periodo. Lo studio in esame suddivide le quantità di acqua per le varie esigenze come si vede nella seguente tabella 16.

Il bisogno riconducibile alla sopravvivenza (alimentazione) varia, secondo tali stime, tra i 2,5 e i 3 litri

24 Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals, WHO, 2019

25 Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities, WHO, UNICEF, 2019

26 Domestic Water Quantity, Service Level and Health, Second Edition, WHO, 2020

27 The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, Fourth Edition, Sphere Association, 2018. Sphere è un'associazione senza scopo di lucro con sede legale a Ginevra. È l'organizzazione più affermata e riconosciuta nel campo dell'identificazione degli standard di qualità degli interventi umanitari.

al giorno e risulta influenzato dalle condizioni climatiche e dalla fisiologia delle persone. Per le pratiche igieniche vengono invece ritenuti necessari dai 2 ai 6 litri al giorno e tale quantità è condizionata anche da norme sociali e culturali, mentre per la preparazione degli alimenti si stima che la quantità minima possa variare dai 3 ai 6 litri al giorno per persona. Come si affronterà meglio in seguito, anche la quantità di acqua necessaria all'igiene alimentare dipenderà da fattori propri del contesto, quali la tipologia di alimenti consumati e il contesto culturale.

3.3.2. Stima dei tempi di accesso all'acqua

L'utilizzo dell'acqua dipende non solo dalle pratiche igieniche e dalla qualità, ma anche dall'accessibilità della stessa, intesa come distanza dal punto di raccolta. Secondo UN-WATER, nel 2018 solo l'89% della popolazione mondiale (6,5 miliardi di persone) riusciva a utilizzare un servizio di base, cioè una fonte sicura accessibile in 30 minuti (tra andata e ritorno), mentre 263 milioni di persone impiegavano oltre 30 minuti (tra andata e ritorno) per raccogliere l'acqua²⁸.

Needs	Quantity (litres/person/day)	Adapt to context based on
Survival: water intake (drinking and food)	2.5–3	Climate and individual physiology
Hygiene practices	2–6	Social and cultural norms
Basic cooking	3–6	Food type and social and cultural norms
Total basic water	7.5–15	

Tab.16

Una minore distanza di accesso all'acqua è correlata a una maggiore igiene personale e quindi ha il duplice beneficio di prevenire le malattie e ridurre il rischio della loro trasmissione. Uno studio condotto in 26 Paesi dell'Africa sub-sahariana rileva una forte relazione tra tempi di percorrenza per la raccolta dell'acqua e la diffusione della diarrea, dimostrando come in quel contesto, una riduzione di 15 minuti di cammino comporti una diminuzione del 41% delle malattie diarroiche tra i bambini²⁹.

Oltre che alla diffusione delle malattie e alla qualità dell'igiene, distanza e tempo di accesso all'acqua influiscono su molti altri aspetti relativi alla sicurezza e al benessere delle comunità, in particolar modo sui segmenti maggiormente vulnerabili della popolazione. Nelle famiglie che non dispongono di acqua a livello domestico o nelle immediate vicinanze, sono spesso donne e bambini che si recano a raccogliere l'acqua, frequentemente senza l'ausilio di semplici mezzi di trasporto. La distanza e il tempo impiegato nel trasporto dell'acqua sono correlati a dolore, fragilità e affaticamento ma anche a lesioni fisiche e violenza, inclusi stupro e abuso fisico. Tali situazioni si ripercuotono poi anche sulle famiglie e sulle comunità. In famiglie che dispongono di acqua a livello domestico, le donne hanno maggiori probabilità di partorire in una struttura sanitaria e più tempo da dedicare alle cure familiari. Accessibilità e vicinanza all'acqua sono inoltre correlate a maggiore frequenza scolastica dei minori e minor tasso di mortalità tra i bambini.

28 www.unwater.org/app/uploads/2018/10/WaterFacts_water_sanitation_hygiene_Sep2018.pdf

29 Domestic Water Quantity, Service Level and Health, Second Edition, WHO, 2020

3.3.3. Accenni all'igiene alimentare

Le malattie di origine alimentare rappresentano un grave problema di salute pubblica in tutto il mondo e il bilancio in termini di vite umane e sofferenza è enorme. Molti sono i fattori di rischio per la contaminazione degli alimenti, quali ad esempio l'uso non corretto di pesticidi che risultano in un accumulo di residui chimici tossici e l'utilizzo di acque reflue non trattate per l'irrigazione. A tal riguardo si pensi che oggi ancora il 10% della popolazione mondiale consuma cibo irrigato utilizzando acque reflue³⁰.

Gli alimenti non sicuri possono includere, ad esempio, carni crude, frutta e verdura contaminate da escrementi umani o animali, o cibi contaminati da sostanze chimiche (come il mercurio). Fortunatamente, molte malattie di origine alimentare possono essere prevenute utilizzando comportamenti corretti nella manipolazione degli alimenti.

La crescita di microbi sugli alimenti è inoltre favorita da altri fattori quali climi caldi, tempi e temperatura di cottura e conservazione insufficienti ed eccessivo tempo trascorso dalla preparazione al consumo del cibo. I germi sugli alimenti consumati possono causare gravi malattie e arrivare a causare persino la morte, soprattutto tra i settori più vulnerabili della comunità. Inoltre, la perdurante contaminazione chimica degli alimenti può portare ad avvelenamento acuto e malattie a lungo termine come il cancro.

Obiettivo della promozione dell'igiene alimentare è promuovere la comprensione dei concetti di base relativi alla salute alimentare quali il corretto lavaggio delle mani, l'accurata pulizia e conservazione dei cibi, delle superfici e degli utensili.

Esempi di malattie di origine alimentare sono: salmonella, colera, epatite A, encefalopatia spongiforme bovina ("malattia della mucca pazza"), giardia³¹.

Molte malattie di origine alimentare possono essere in parte prevenute adottando comportamenti corretti per la manipolazione degli alimenti.

Per aiutare a prevenire la contaminazione degli alimenti e contribuire a garantire un cibo più sicuro, sono cinque i passi chiave e relative buone pratiche da ricordare nelle campagne di promozione dell'igiene alimentare:

1. **mantenere gli ambienti domestici e di lavoro puliti.** I germi possono spostarsi rapidamente dalle mani al cibo. Le principali buone pratiche da diffondere possono essere così riassunte:
 - lavarsi le mani con acqua e sapone prima di maneggiare, preparare, servire o mangiare cibo. Lavarsi le mani durante la manipolazione o preparazione in caso di contatto con materiali non igienici (carni crude);
 - lavare e disinfettare le superfici, gli utensili e le attrezzature utilizzate per la preparazione del cibo proteggere le aree di consumo da insetti, parassiti e altri animali;
2. **separare i cibi crudi e cibi cotti.** I cibi crudi di origine animale possono contenere pericolosi germi che possono diffondersi in altri alimenti o negli utensili per cucinare e mangiare. Le principali buone pratiche da trasmettere possono essere così riassunte:
 - separare le carni crude, il pollame e i frutti di mare dagli altri alimenti durante la manipolazione e la conservazione;
 - usare attrezzature e utensili diversi per preparare cibi crudi e altri cibi;
3. **cuocere accuratamente il cibo.** Alcuni alimenti, come le carni crude, richiedono un'adeguata cottura prima del consumo. La cottura, grazie all'innalzamento della temperatura, favorisce l'eliminazione dei germi. Le principali buone pratiche nelle campagne di comunicazione possono

30 Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals, WHO, 2019

31 OMS (2015). Salute Alimentare. Scheda Informativa N°399

essere così riassunte:

- portare a ebollizione zuppe e stufati e cuocere carni, pollame e frutti di mare accuratamente;
 - riscaldare bene il cibo cotto prima di mangiare;
4. **mantenere il cibo a temperature adeguate (sicure).** Il cibo può essere conservato prima o dopo essere stato consumato per un periodo di tempo non lungo e dipendente dalla temperatura di conservazione. Le principali buone pratiche possono essere così riassunte:
- evitare di lasciare il cibo cotto a temperatura ambiente;
 - refrigerare il cibo cotto e quello deperibile;
 - riscaldare accuratamente il cibo prima di servirlo;
5. **usare acqua potabile e materie prime sicure.** L'acqua usata per il lavaggio del cibo e degli utensili e per cucinare, dovrebbe essere potabile. Allo stesso modo, le materie prime utilizzate per cucinare dovrebbero essere di alta qualità e non dovrebbero essere avariate o contaminate. Le principali buone pratiche possono essere così riassunte:
- usare acqua potabile per cucinare, per lavare gli alimenti crudi e per lavare gli utensili da cucina e gli utensili per mangiare;
 - assicurarsi che gli alimenti siano freschi e non avariati;
 - non consumare il cibo oltre la data di scadenza.

Tali pratiche dipenderanno dalla disponibilità di acqua pulita in sufficiente quantità. Il volume di acqua sufficiente per l'igiene alimentare è però complesso da stimare, dipendendo da molti elementi quali tradizioni e cultura e tipologia di cibo consumato. Ad esempio, se lo studio della Sphere Association precedentemente menzionato stimava che per l'igiene alimentare fosse necessaria una quantità variabile tra i 3 e i 6 litri per individuo, uno studio effettuato presso una baraccopoli in Perù ha stimato un utilizzo medio di 6.4 litri di acqua al giorno per famiglia, mentre un altro studio effettuato in Sudan ha stimato una quantità variabile tra 1,5 e 3 litri a persona necessaria per il lavaggio degli utensili e la preparazione del cibo³².

La promozione di buone pratiche e comportamenti corretti si rivela dunque determinante al fine di promuovere una corretta igiene alimentare, ma non può prescindere da altri elementi quali adeguati servizi igienico-sanitari e disponibilità di sufficiente acqua pulita.

32 Domestic Water Quantity, Service Level and Health, Second Edition, WHO, 2020

3.4. Programmare e attuare la promozione dell'igiene nelle iniziative di cooperazione internazionale allo sviluppo

L'Agenda 2030 ha identificato negli obiettivi di sviluppo sostenibile 3 (Assicurare la salute) e 6 (Garantire l'accesso all'acqua potabile e ai servizi igienici) diritti umani determinanti per lo sviluppo sociale, economico e ambientale. Questi sono divenuti alcuni tra i principali obiettivi delle iniziative internazionali WASH.

Il miglioramento della salute può essere ottenuto concentrandosi su tre aree fondamentali: il sistema sanitario, le infrastrutture idriche e igienico-sanitarie e il comportamento della popolazione in materia di igiene.

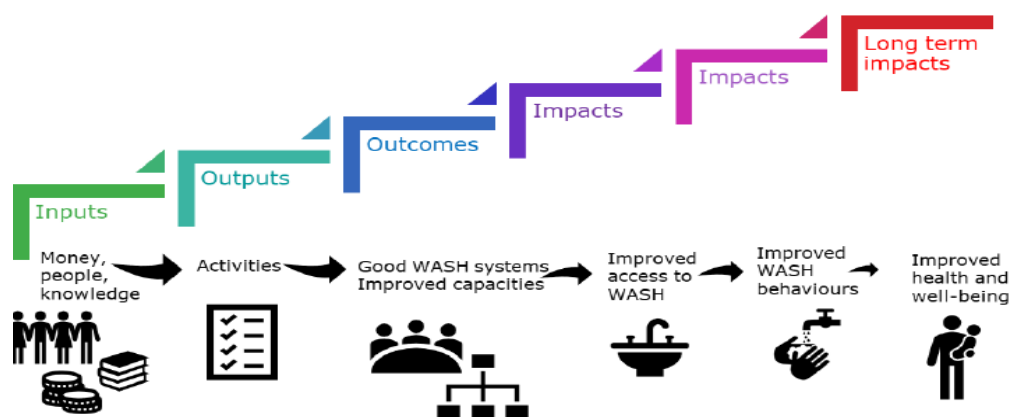


Figure 2 Simplified WASH results chain
Source: Kome, 2018.

Fig. 5

L'igiene è una componente del WASH che ha acquisito sempre più importanza negli ultimi anni grazie alla sua comprovata efficacia nel migliorare la salute, in particolare nella lotta contro le malattie diarroiche e le infezioni respiratorie.

L'obiettivo di molti programmi è quello di ridurre il rischio di diffusione delle malattie legate all'acqua e ai servizi igienici, attraverso un approccio integrato in cui l'approvvigionamento idrico, il trattamento delle acque reflue e lo sviluppo di servizi igienico-sanitari e la promozione dell'igiene sono strettamente collegati.

I temi più frequenti sviluppati nei programmi di promozione dell'igiene sono:

- trasmissione delle malattie, comprensione dei rischi e soluzioni;
- promozione e uso corretto dei servizi igienici;
- uso corretto dell'acqua: raccolta, trasporto, conservazione e consumo;
- igiene personale di base;
- igiene ambientale;
- igiene alimentare;
- igiene dei bambini.

L'igiene dipende dalle abitudini, che, a loro volta, dipendono principalmente da cinque fattori:

- credenze e tabù: alcune credenze possono essere collegate a rischi per la salute. L'acqua ha un

valore sacro per molte comunità e le iniziative dovrebbero essere adattate alla specificità e alla cultura delle comunità;

- conoscenza: molte comunità non sono consapevoli della relazione tra l'ambiente e le malattie, né delle vie di trasmissione e delle misure per evitarle;
- comportamenti e abitudini esistenti: alcune abitudini esistenti hanno un impatto negativo sulla salute e sono difficili da cambiare, soprattutto se sono legate a credenze;
- percezione del rischio: in situazioni normali e non pandemiche, anche se la mancanza di igiene ha un rilevante impatto sulla salute, le persone sono abituate a sopravvivere in condizioni non igieniche e il comportamento è più difficile da modificare;
- disponibilità di strutture: l'acqua pulita e i servizi igienici sono necessari per facilitare e sostenere le abitudini igieniche di base e permettere la loro adozione.

Qualsiasi cambiamento nel comportamento igienico è difficile da ottenere, soprattutto a breve termine, perché è una questione molto personale, influenzata da aspetti culturali e sociali. La promozione dell'igiene dovrebbe quindi essere affrontata simultaneamente a diversi livelli (famiglia, comunità e scuole) per aumentarne le possibilità di successo.

Il capitolo si propone di fornire una disamina delle principali raccomandazioni inerenti alla promozione dell'igiene quale parte integrante e sostanziale delle iniziative WASH, declinate nelle differenti fasi del ciclo di progetto, dalla identificazione alla formulazione, dall'attuazione al monitoraggio e valutazione.

Il capitolo deve intendersi quale parte del manuale operativo WASH indirizzato al personale AICS per contribuire a incrementare le conoscenze sulla promozione dell'igiene nelle iniziative WASH.

Sulla base dell'analisi delle esperienze maturate dalle eccellenze di settore (ACF, ADB, SNV, OXFAM, UNICEF, UNDP, UNHCR, WHO tra le principali), il capitolo intende mettere a fattor comune le conoscenze consolidate per una pianificazione e attuazione efficace della promozione dell'igiene.

L'obiettivo è quello di contribuire a rendere disponibili informazioni per garantire sostenibilità di lungo periodo alle iniziative WASH, risaltando la fase della promozione dell'igiene quale fase di chiusura di successo degli interventi di approvvigionamento idrico, trattamento delle acque reflue e adozione di servizi igienico-sanitari.

Il capitolo si compone di 4 paragrafi principali che esplorano come progettare, attuare, monitorare e valutare la promozione dell'igiene. Nello specifico, si illustreranno i più rilevanti strumenti per l'esecuzione degli studi preliminari volti a identificare le carenze igieniche dei beneficiari, gli obiettivi, i risultati e le attività caratteristiche della promozione dell'igiene, i messaggi per una promozione volta al cambio di comportamenti, i metodi e gli approcci per una comunicazione efficace, la composizione di kit igienici e gli indicatori di monitoraggio e valutazione applicati a iniziative per il miglioramento dell'igiene.

Cenni verranno dati agli approcci e metodologie operative per una efficace comunicazione dei messaggi propri della promozione dell'igiene, evidenziando che, al di là delle attività caratteristiche intrinseche, la vera scommessa per creare impatto, inteso come cambio di comportamenti per migliorare lo stato di salute della popolazione *target*, sia nell'adottare, in fase di attuazione, pratiche di comunicazione specifiche ed efficaci.

Infine, laddove possibile, il presente documento fornirà passaggi pratici da raccomandare, suddivisi su 4 contesti essenziali per la promozione dell'igiene:

- domestico/familiare e comunitario;
- scolastico;
- ospedaliero;
- igiene intima femminile.

3.4.1. Gli studi preliminari per individuare le carenze igieniche

È prassi ormai consolidata fissare gli obiettivi e pianificare le attività di una iniziativa di cooperazione internazionale allo sviluppo sulla base di studi preliminari di contesto e di esigenze da soddisfare. In una iniziativa di promozione dell'igiene, tali analisi sono più complicate in quanto i comportamenti che comportano rischi sanitari non sono di facile interpretazione e spiegabili a prima vista. Un'abitudine e/o una pratica rischiosa per l'igiene e dannosa per la salute può trarre origine da fattori culturali, tradizionali, sociali, da tabù, che non sempre sono vissuti con consapevolezza, anzi molte volte sono percepiti come aspetti riservati e personali della vita ed è quindi necessario un maggiore sforzo per portare in superficie pratiche non igieniche. Prima di proporre una nuova pratica per sostituirla una rischiosa, si dovrebbe essere sicuri che non rappresenti un problema per le persone interessate in termini di cultura, economia, tradizione, tabù ecc. Ecco perché gli studi preliminari richiedono tempo e mezzi sufficienti: dovrebbero essere adattati al contesto, alla natura della popolazione interessata e dovrebbero essere in grado di identificare specifici problemi di salute legati all'igiene.

Poiché ogni attività di promozione dell'igiene mira a ridurre l'incidenza delle malattie legate all'acqua e all'igiene e quindi le pratiche antigigieniche, la prima informazione da individuare è l'identificazione delle infezioni principali che incidono sulla salute. Una volta stabilito, si dovrebbe stimare in che misura il problema di salute è causato dal comportamento umano. Queste informazioni mediche ed epidemiologiche preliminari possono essere trovate presso le istituzioni sanitarie (ospedali, centri sanitari, ministero della salute ecc.) o altrove (altre agenzie che lavorano sulla salute, autorità locali, guaritori tradizionali).

Il passo successivo consiste nel definire l'area fisica e la popolazione obiettivo in cui esiste il problema e dove i comportamenti igienici devono essere valutati. Le informazioni necessarie per progettare un programma di educazione e promozione dell'igiene sono principalmente legate a questioni sociali. La raccolta di alcune informazioni generali riguardanti le persone che vivono nell'area (lingue parlate, gruppi etnici, religione, tabù, informazioni di genere, autorità tradizionali) sono rilevanti per comprendere i sottostanti comportamenti igienici.

Gli studi preliminari includono l'analisi e valutazione delle pratiche igieniche, utilizzando una varietà di tecniche, come le discussioni di gruppo, interviste a informatori chiave e "passeggiate sanitarie" (par. 7.3.1). Dovrebbero identificare i problemi igienici esistenti e possibili soluzioni, anche provvisorie, che permettano una migliore igiene in assenza di una migliore infrastruttura.

Le principali domande che dovrebbero essere affrontate durante gli studi preliminari sono:

- quali sono le principali malattie che colpiscono la popolazione? Qual è l'incidenza delle malattie diarroiche?
- quali sono le pratiche che comportano un rischio elevato?
- tra queste pratiche, quali sono le più comuni e le più facili da sostituire con nuove pratiche sicure?
- quali sono i vantaggi percepiti di queste pratiche sicure per la comunità?
- chi esegue le pratiche a rischio e chi le influenza?
- quali sono le barriere all'adozione di comportamenti più efficaci?

- quali canali di comunicazione sono affidabili per i messaggi di promozione dell'igiene?
- quali sono le esigenze di apprendimento della popolazione *target*?
- dove accedono le persone per comprare gli articoli essenziali per l'igiene?
- chi decide quali articoli acquistare e a quali dare la priorità?
- quali sono le esigenze e le preferenze di donne e ragazze per le pratiche di igiene intima?

L'identificazione delle pratiche a rischio è essenziale per decidere quale tipo di intervento di promozione dell'igiene sia necessario attuare. I principali rischi sanitari devono essere identificati anche attraverso la conoscenza delle vie di trasmissione delle malattie. Per esempio, se il punto d'acqua fornisce acqua potabile che viene contaminata a livello domestico, allora si dovrebbero promuovere pratiche corrette di gestione dell'acqua a livello familiare. Anche se l'acqua è potabile alla fonte, solo un comportamento sicuro in termini di raccolta, trasporto e conservazione dell'acqua permetterà di berla senza essere esposti a un rischio sanitario.

Si riporta, a titolo esemplificativo e non esaustivo, un elenco delle principali domande per una valutazione preliminare dei rischi igienici e quindi per una corretta identificazione delle attività proprie della promozione dell'igiene.

Gestione della salute	Quali sono le principali malattie e loro vie di trasmissione che affliggono la popolazione <i>target</i> ?
Gestione dell'acqua	Quale è l'origine dell'acqua? È potabile?
	I contenitori utilizzati per la raccolta per il trasporto e la conservazione dell'acqua vengono adeguatamente puliti?
	Le persone toccano l'acqua da consumare?
	Esistono luoghi di acqua stagnante?
	È trattata l'acqua prima di berla?
	I punti di raccolta sono puliti e adeguatamente riparati?
Gestione degli alimenti	Dove e come si conserva il cibo?
	È protetto dal calore e dai vettori delle malattie?
	Come vengono eseguiti il lavaggio e la manipolazione del cibo?
Gestione degli escrementi	Dove si defeca?
	Qual è lo stato e l'uso delle latrine?
	Come viene eseguita la pulizia anale?
Gestione dell'igiene ambientale	Come avviene lo smaltimento delle acque reflue?
	Dove e come le persone smaltiscono i loro rifiuti?
Gestione dell'igiene personale e domestico	Le persone si lavano le mani? Come? Quando? Prima di mangiare? Dopo la defecazione? Cosa usano per lavarsi le mani?
	Quanto spesso le persone fanno il bagno/doccia?
	Come e dove lavano e stendono i vestiti?
	Sono presenti strumenti di igiene domestica?

Tab. 18

La popolazione *target* dovrebbe essere coinvolta nell'indagine, nell'analisi e nell'interpretazione della loro situazione. Ciò è estremamente importante per infondere nei beneficiari il senso di proprietà delle informazioni raccolte al fine di accrescere il loro interesse e la loro motivazione nella mitigazione dei rischi igienici e nell'adozione di pratiche sicure.

3.4.2. I metodi e le tecniche per effettuare gli studi preliminari

Svariati sono i metodi e le tecniche che possono essere utilizzati per effettuare gli studi preliminari. Se ne riportano in forma sintetica i principali, ricordando che essi sono complementari e il loro uso combinato permette un controllo incrociato delle informazioni raccolte.

3.4.2.1. Passeggiata sanitaria

Lo scopo di questo metodo è quello di formare una rapida comprensione dell'ambiente in cui i comportamenti igienici si svolgono. Questo metodo è, in effetti, una visita strutturata a un insediamento e/o comunità senza effettuare una ricerca più strutturata e approfondita. Può durare mediamente da 1 a 3 ore, durante le quali gli operatori di campo camminano, osservando le diverse pratiche igieniche e le interazioni tra le persone e discutendo con alcune di esse incontrate durante la passeggiata. La passeggiata sanitaria si svolge nei luoghi dove si svolgono le principali pratiche igieniche, come i punti d'acqua, le latrine, le aree di lavaggio, i mercati, i dintorni delle case e i luoghi dove i bambini giocano. È un metodo che permette al personale di farsi una prima impressione dell'ambiente, del contesto e dei comportamenti. Gli elementi da osservare durante le passeggiate possono essere così suddivisi:

- punti d'acqua: ubicazione e stato degli impianti di approvvigionamento idrico, pratiche igieniche intorno a essi;
- pulizia del punto d'acqua: è ben mantenuto? Il drenaggio dell'acqua è adeguato? È previsto l'accesso di animali al punto d'acqua? Sono presenti rifiuti o feci nei dintorni?
- raccolta dell'acqua: sistema usato (pompa, corda e secchio). Viene usato lo stesso secchio per tutti o ogni persona porta il proprio secchio? Viene pulito il secchio prima di riempirlo?
- gestione dell'acqua: avviene un contatto persona-acqua durante il processo di raccolta/trasporto/stoccaggio?
- servizi igienici: in caso di assenza di latrine, dove defecano le persone?
- stato delle latrine (se esistono). Sono utilizzate? È disponibile l'acqua vicino alla latrina?
- persone: aspetto, stato apparente di pulizia di mani, corpi e vestiti. È possibile percepire qualche malattia della pelle? Come avvengono i contatti fisici tra le persone?
- ambiente comunitario: sono presenti feci vicino alle abitazioni domestiche? È presente acqua stagnante? Come viene effettuato lo smaltimento dei rifiuti? Sono presenti mosche e/o zanzare? Sono presenti animali da cortile e/o bestiame?
- ambiente domestico: il contenitore usato per conservare l'acqua è lo stesso del trasporto? È coperto? Le persone toccano con le mani l'acqua conservata? Dove si conserva il cibo? È protetto da roditori? Sono applicate zanzariere?

Se l'osservatore è abbastanza rigoroso e competente, i dati raccolti con questo metodo possono risultare più oggettivi e affidabili rispetto alle informazioni secondarie ricevute dalle persone.

3.4.2.2. Intervista con informatori chiave

Questo metodo è appropriato per ottenere informazioni specifiche su questioni igieniche. Consiste nell'intervistare persone che si presume siano ben informate sui problemi legati alla salute, all'igiene, ai servizi igienici e all'acqua. Gli informatori chiave tipici per queste questioni possono essere:

- operatori sanitari;
- autorità tradizionali e membri anziani della comunità;
- personale dei ministeri competenti sulla salute.

3.4.2.3. Indagini KAP (Knowledge, Attitudes and Practices)

L'indagine KAP è un metodo che permette una valutazione delle esigenze e dell'impatto di un programma di promozione dell'igiene. Questo metodo viene attuato attraverso interviste strutturate, il che

permette di ottenere risultati quantitativi che possono poi essere analizzati statisticamente. Può coprire tutta la popolazione *target* (se la dimensione di questa ha dimensioni limitate) o può essere realizzata su un campione rappresentativo della popolazione. Il limite principale è la modalità di partecipazione direttiva “top-down” e non diretta interattiva (“one to one”) in cui le interviste vengono effettuate, con il rischio di raccolta di informazioni distorte. È sempre bene integrare questo sondaggio con un metodo partecipativo come la discussione di gruppo. L’applicazione di indagini KAP è molto rilevante nell’educazione all’igiene in quanto permette di “misurare” il cambiamento comportamentale nel tempo.

3.4.2.4. *Discussione di gruppo*

I gruppi di discussione sono conversazioni su un argomento specifico, condotte con persone provenienti da contesti simili e con *background* simili. Si scelgono gruppi omogenei perché mischiare età, sesso o livelli sociali può inibire alcune persone, specialmente le donne, dall’esprimere le loro opinioni.

Questo non è un metodo a sé stante, ma può completarne un altro, un’indagine KAP per esempio, per comprendere particolari comportamenti igienici che non possono essere chiariti statisticamente.

Un punto chiave di questa tecnica è ascoltare e osservare i partecipanti: il contenuto di ciò che le persone dicono è importante quanto il modo in cui lo dicono. La dimensione del gruppo può andare dai 6 ai 10 partecipanti e il numero di rilevatori richiesti è compreso tra 2 e 3: l’animatore, che conduce la conversazione e solleva i temi di interesse, l’annotatore, che scrive ciò che viene discusso e, eventualmente, l’osservatore, che osserva la discussione. Con questa tecnica, si riescono a raccogliere informazioni anche sulle conoscenze delle persone in materia di igiene, pratiche a rischio e loro cause, percezione delle persone sul loro comportamento igienico, abitudini igieniche e culturali, ruoli di genere.

3.4.2.5. *Altre tecniche*

Esistono altre tecniche da adottare per l’attuazione degli studi preliminari in merito ai quali si rimanda alla letteratura specifica in quanto usati con minor frequenza:

- “*three-pile sorting*”: prevede di suddividere in tre categorie le pratiche igieniche (buona, cattiva, neutra);
- “*history line*”: ha come obiettivo la comprensione della percezione dei rischi igienici attraverso il racconto della storia locale raccontata dagli anziani di una comunità;
- “*community mapping*”: prevede che i partecipanti disegnino una mappa del loro ambiente, mostrando i luoghi dove le persone raccolgono l’acqua, dove gettano i loro rifiuti, dove sono posizionate le latrine;
- “*seasonal calendar*”: utile per capire la frequenza e la distribuzione delle malattie nel corso dell’anno in funzione del clima;
- “*gender role/task analysis*”: permette di rispondere alla domanda “chi fa cosa?” in termini di genere. L’igiene personale è una delle priorità della maggior parte delle donne, eppure le donne non sempre trovano facile esprimere i loro bisogni. L’argomento dovrebbe essere affrontato con particolare sensibilità dagli operatori sanitari femminili.

Infine, l’analisi dell’acqua è un metodo complementare che può fornire informazioni oggettive sui rischi sanitari causati dalla cattiva qualità dell’acqua potabile.

È importante sottolineare che la squadra responsabile della realizzazione degli studi preliminari debba includere anche personale locale e rappresentanti autorevoli e rispettati della comunità *target*.

3.4.3. I risultati degli studi preliminari

Gli studi preliminari dovrebbero terminare con l'analisi e la valutazione dei risultati, che dovrebbero consentire di rispondere alle domande "qual è il principale problema igienico-sanitario?", "quali sono le cause di questo problema?" e "quali sono i comportamenti adottati dalla popolazione per affrontare il problema?" in modo che possano essere elaborate strategie di intervento appropriate che affrontino i problemi identificati e identifichino le pratiche *target*.

Per essere efficace, l'iniziativa di promozione dell'igiene dovrebbe concentrarsi su poche pratiche selezionate tra quelle identificate durante gli studi preliminari.

I criteri per identificare le pratiche che più facilmente produrranno cambiamenti nei comportamenti sono:

- importanza della nuova pratica in termini di riduzione della malattia;
- capacità delle persone di adottare questa pratica: ne hanno i mezzi?
- volontà delle persone: vorranno adottare la nuova pratica?
- beneficio ottenuto in rapporto allo sforzo richiesto.

Le pratiche igieniche che solitamente vengono promosse nelle iniziative sono:

- lavaggio delle mani;
- uso di latrine e gestione degli escrementi dei bambini;
- pulizia e manutenzione dei punti d'acqua;
- smaltimento dei rifiuti solidi a livello domestico e comunitario.

È essenziale verificare se le pratiche scelte per sostituire quelle a rischio siano fattibili e realistiche.

Un metodo per testarle è la prova di comportamento, in cui un numero limitato di volontari, dopo essere stato formato, adotta i comportamenti più sicuri per un periodo limitato, ma sufficiente a produrre risultati tangibili in termini di miglioramento di igiene e salute, e successivamente presenta i vantaggi dell'adozione delle nuove pratiche tra il pubblico *target*.

Un altro metodo è quello della "famiglia modello", che si basa sul presupposto che famiglie modello saranno in grado di dare l'esempio e incoraggiare le comunità ad abbracciare stili di vita sani. Le famiglie influenti selezionate ricevono una formazione, con accompagnamento quotidiano e monitoraggio da parte di operatori addestrati. Al termine del processo formativo, le famiglie scelte sostengono prove pratiche e, se le superano, ottengono una sorta di "diploma- certificazione", attestante l'assimilazione e l'adozione delle pratiche igieniche.

3.5. Identificazione dei beneficiari *target*

I destinatari *target* sono i gruppi di persone che devono essere raggiunti dal programma di promozione dell'igiene. I destinatari primari sono coloro che eseguono le pratiche a rischio (per esempio madri e bambini), i secondari sono coloro che hanno contatti immediati con i primari e sui quali possono esercitare un potere di influenza (padri e compagni di scuola). I destinatari terziari sono formati principalmente dai "leader d'opinione" (capi comunità, capi religiosi, anziani). Si dovrebbe dare la priorità ai gruppi più vulnerabili, senza però escludere quelli che detengono il potere di influenzare i comportamenti.³³

3.5.1. Obiettivi e attività proprie delle iniziative di promozione dell'igiene

La promozione dell'igiene può essere definita come l'attuazione di una iniziativa pianificata e sistematica volta al corretto, efficace e duraturo utilizzo dei servizi idrici, sanitari e igienici per produrre un positivo impatto sulla salute della popolazione *target*. La promozione dell'igiene non dovrebbe essere ridotta all'incoraggiamento dell'igiene personale e al solo lavaggio delle mani, poiché il suo scopo principale è quello di migliorare la salute pubblica attraverso la promozione delle capacità, comportamenti e azioni delle comunità beneficiarie.

La promozione dell'igiene poggia essenzialmente su 4 pilastri:



Fig. 6

33 Water, Sanitation and Hygiene for Populations at Risk- Action Against Hunger, 2005.

1. l'*advocacy*³⁴ per incoraggiare i decisori a adottare politiche appropriate;
2. l'educazione all'igiene diretta alla più ampia platea possibile (famiglie, comunità, personale scolastico e studenti, operatori sanitari, funzionari pubblici, ecc.) per incoraggiare l'adozione di comportamenti e pratiche igieniche che aiutino a prevenire le malattie legate all'approvvigionamento idrico e ai servizi igienico-sanitari;
3. il piano di comunicazione per il cambiamento comportamentale (BCC – *Behaviour Change Communication*);
4. la distribuzione di *kit* igienici per migliorare l'accesso e l'uso dei servizi igienici.

3.5.1.1. Pilastro I: sostegno sociale - sviluppare una strategia di advocacy

Il pilastro del sostegno sociale mira a porre fine a pratiche igienico-sanitarie rischiose e promuove il cambiamento dei comportamenti attraverso la costruzione di un ambiente sociale di supporto. Viene realizzato attraverso azioni di *advocacy*.

UNICEF definisce "*advocacy*" come un processo, basato su prove dimostrate, teso a influenzare direttamente e indirettamente i responsabili delle decisioni, le parti interessate e il pubblico pertinente per sostenere e promuovere azioni che contribuiscano alla realizzazione, in questo caso, del diritto alla salute. Lo scopo dell'*advocacy* è quello di promuovere cambiamenti politici, ridefinire norme sociali o influenzare scelte politiche. L'*advocacy* è spesso necessaria per spingere i responsabili politici a finanziare programmi nazionali o locali di educazione all'igiene. Senza questo impegno, i miglioramenti nell'accesso e uso dei servizi WASH saranno solo parzialmente efficaci.

Creare una strategia di *advocacy* aiuta a comprendere il potere relativo delle parti interessate, identificare il pubblico *target*, i messaggi adeguati e gli attori incaricati per la diffusione degli stessi. Le più importanti domande alle quali è necessario rispondere per sviluppare una strategia di *advocacy* sono:

- Cosa si vuole ottenere?
- Chi può farlo accadere?
- Cosa hanno bisogno di sentire i decisori?
- Da chi hanno bisogno di sentirlo?
- Come può essere assicurato l'ascolto?
- Quali sono le evidenze che si possono mostrare?

Una volta compreso il quadro delle relazioni dei decisori con le parti interessate, siano queste famiglie, comunità, operatori sanitari o educatori, le principali attività di *advocacy* per costruire un ambiente sociale più favorevole alla promozione dell'igiene possono includere:

- campagne di sensibilizzazione, con il coinvolgimento dei media per mobilitare il pubblico, cambiare le percezioni e costruire il sostegno per influenzare i decisori;
- pubblicazioni di evidenze diffuse attraverso conferenze ed eventi, tracciando raccomandazioni che possono essere affrontate dai decisori;
- seminari in cui far incontrare i portatori di interesse e i decisori per esaminare gli aspetti problematici legati al cambio di comportamenti e identificare potenziali soluzioni;
- forum nazionali e/o internazionali per favorire lo scambio di apprendimento;
- mobilitazione digitale sociale, attraverso piattaforme digitali come Facebook, WhatsApp, Viber per coinvolgere un'ampia gamma di pubblico (soprattutto giovani) e portatori di interesse a livello nazionale e locale a sostegno della promozione dell'igiene.

34 Processo attraverso il quale la società civile o un gruppo di persone cercano di supportare una politica, che sia essa sociale, economica, e di influenzare la relativa distribuzione delle risorse umane e monetarie. <https://www.treccani.it/vocabolario/advocacy/>

È quindi necessario sviluppare e stringere forti collaborazioni e alleanze con le reti comunitarie, gruppi della società civile e religiosa, leadership tradizionali, organizzazioni giovanili e altre, al fine di coinvolgere quanti più attori possibili per cercare di influenzare i decisori.

Affinché una strategia di *advocacy* sia efficace è necessario dotarsi di specialisti della comunicazione per lo sviluppo (*Communication for Development - C4D*) che possono offrire le loro conoscenze ed esperienze su come influenzare le norme sociali attraverso una mirata *advocacy* pubblica, la mobilitazione sociale e la comunicazione interpersonale. Inoltre, se la strategia di *advocacy* è multisettoriale, l'impatto appare rafforzato.

3.5.1.2. Pilastro II: conoscenze e competenze

Ricerche realizzate in tutto il mondo mostrano che spesso non si ha una conoscenza accurata sulla relazione tra salute e igiene. Per affrontare questa mancanza di conoscenza, è auspicabile lavorare con i Ministeri responsabili dell'istruzione e della salute per integrare i pacchetti educativi sulla promozione dell'igiene nei curricula scolastici e nei processi formativi degli operatori sanitari.

Secondo gli standard internazionali, i programmi curriculari incentrati sulla promozione dell'igiene dovrebbero essere scientificamente accurati e specifici per il pubblico uditorio (insegnanti, operatori sanitari, genitori, bambini, giovani, ecc.).

Il supporto educativo può essere erogato in programmi di educazione formale o non formale. Di solito, la promozione dell'igiene è inclusa nelle lezioni di scienze o di biologia dei programmi curriculari o può essere sviluppata in quelli extracurricolari sulla salute, erogati alla fine dei turni di lavoro o dopo le lezioni scolastiche.

Il pubblico principale per le attività di costruzione di conoscenze e competenze possono essere le studentesse e gli studenti delle scuole e gli operatori sanitari.

Il pubblico secondario dipenderà dal contesto locale e può includere genitori, leader comunitari e religiosi per facilitare e rendere coerente e armonico il processo del cambiamento dei comportamenti, funzionari pubblici per costruire la capacità professionale all'interno dei governi a rispondere adeguatamente al miglioramento della salute tramite la promozione dell'igiene, il personale delle organizzazioni della società civile, attuatrici dei programmi di promozione dell'igiene, per garantire che le loro risorse siano debitamente qualificate, gli istituti di ricerca per rafforzare la conoscenza scientifica sui benefici di una corretta igiene.

Una volta identificati i destinatari per la costruzione di conoscenze e competenze, il passo successivo è lo sviluppo di materiali per l'insegnamento e l'apprendimento, lavorando con i settori della salute e dell'istruzione. I materiali sviluppati (libri con figure, video, fumetti, ecc.) dovrebbero includere evidenze scientifiche e affrontare le prevalenti convinzioni e comportamenti dannosi.

Un'altra priorità delle iniziative di promozione dell'igiene è lo sviluppo di capacità e supporto istituzionale all'interno dei sistemi sanitari e educativi attraverso l'erogazione di specifici programmi nazionali di formazione professionale. In molti paesi in via di sviluppo, infatti, insegnanti e operatori sanitari possono mancare di informazioni accurate sull'igiene o possono possedere percezioni errate in quanto influenzate dalla cultura e credenze caratteristiche del contesto in cui vivono.

3.5.1.3. Pilastro III: il piano di comunicazione per il cambiamento dei comportamenti (BCC – Behaviour Change Communication)

I pilastri I, II e IV devono favorire e promuovere la sostituzione dei comportamenti a rischio con comportamenti virtuosi. Anche in presenza di servizi igienico-sanitari, senza il cambiamento dei comportamenti, l'impatto sulla salute si riduce di molto.

3.5.1.3.1. I determinanti comportamentali

La comunicazione sul cambiamento comportamentale (BCC – Behaviour Change Communication) basata sull'evidenza è una componente chiave delle iniziative di promozione dell'igiene.

La comunicazione che mira a influenzare il comportamento di igiene personale fa parte dei programmi di salute WASH da tempo. Quando si guarda agli approcci di comunicazione utilizzati, si può osservare una tendenza a passare da una comunicazione informativa e educativa verso una comunicazione più persuasiva influenzata da approcci di *marketing*.

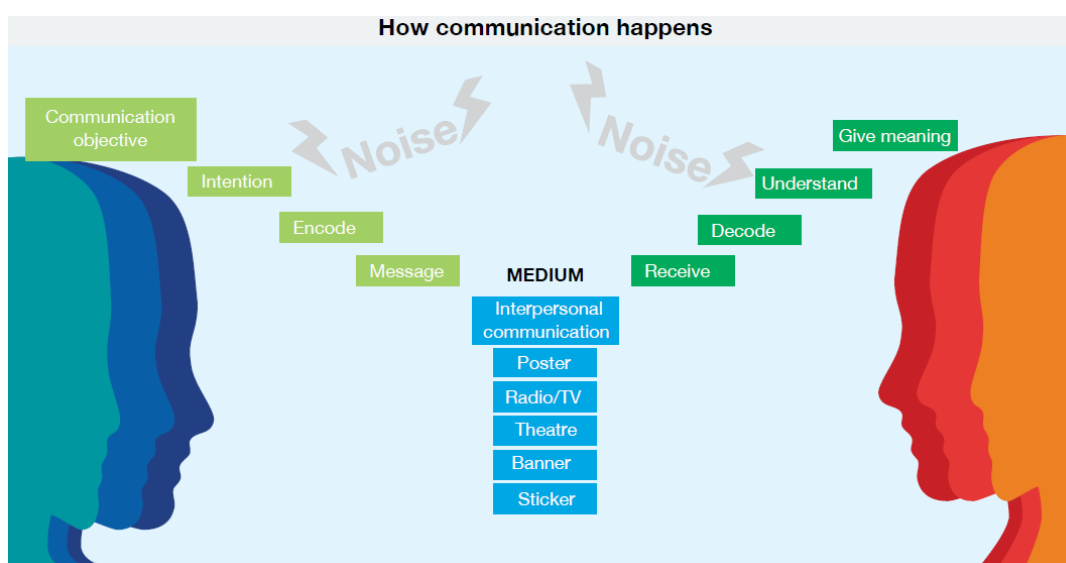


Fig. 7

In passato, gran parte della comunicazione mirava a informare e educare le persone sui pericoli dei comportamenti igienici impropri e a insegnare le buone pratiche. Tuttavia, il tempo per analizzare e valutare gli atteggiamenti e le credenze era limitato e ciò ha avuto come riflesso una scarsa attitudine al cambiamento dei comportamenti. La BCC, basata sull'evidenza, parte dal cercare di capire, a un livello più profondo, come pensano e cosa sentono le persone e cosa le motiva a comportarsi in un determinato modo e a non accettare il cambiamento.

Le intuizioni e comprensioni acquisite dallo studio del comportamento costituiscono la base per lo sviluppo del messaggio e rendere efficace la comunicazione.

La BCC, quindi, è un approccio alla promozione dell'igiene che utilizza una profonda comprensione del comportamento delle persone per progettare una comunicazione persuasiva.

Per cambiare un comportamento, è necessario capire i fattori che lo influenzano, noti come "determinanti comportamentali", che influenzano la capacità e la motivazione di un individuo a impegnarsi nel cambiamento di un determinato comportamento igienico-sanitario. I determinanti comportamentali sono specifici della popolazione e dell'ambiente in cui l'individuo vive.

3.5.1.3.2. Le buone pratiche per una corretta progettazione della BCC

Nella sua forma più semplice, la comunicazione è un processo che si svolge tra un mittente e un ricevitore.

Il processo di comunicazione di un messaggio è il seguente:

1. il mittente ha una intenzione (messaggio da comunicare);
2. questa è codificata in una forma che può essere condivisa con il ricevitore (discorso, testo, ecc.);
3. il messaggio viene trasmesso al destinatario attraverso un mezzo scelto (radio, TV, poster, ecc.);
4. il ricevente riceve il messaggio;
5. il ricevente decodifica il messaggio in modo da comprenderlo e dargli significato.

L'efficacia della comunicazione per il cambiamento del comportamento non riguarda solo la qualità del processo, ma anche il modo in cui viene compreso e applicato nella pratica. Gli aspetti chiave che determinano la persuasività del messaggio sono:

- realizzare una ricerca formativa per comprendere non solo COSA le persone fanno, ma anche, e soprattutto, PERCHE' lo fanno al fine di identificare i messaggi migliori e lo sviluppo di strategie locali di BCC;
- applicare la teoria del cambiamento sulla base dei determinanti comportamentali più salienti (identificati attraverso la ricerca formativa) che possono essere influenzati attraverso la comunicazione;
- centrare la promozione dell'igiene sul comportamento piuttosto che sul materiale: materiali attraenti possono aiutare a catturare l'attenzione di qualcuno, ma non convincono da soli a cambiare comportamento;
- concentrare il messaggio su fattori sociali, fisici ed emotivi (orgoglio, convenienza, comodità, senso di appartenenza) e non solo sulla "salute" in quanto raramente è l'unico stimolo per un cambiamento comportamentale;
- affrontare pochi comportamenti a rischio alla volta per potersi focalizzare con la dovuta attenzione sui determinanti comportamentali essenziali;
- contestualizzare il messaggio, traducendo le intuizioni in un linguaggio comprensibile localmente;
- bilanciare i riceventi con parità di genere, includendo uomini e ragazzi e non esclusivamente le donne.

In particolare, l'applicazione della teoria del cambiamento aiuta a definire tre livelli di obiettivi:

- **obiettivi comportamentali** che contengono i nuovi comportamenti che si auspica che una percentuale di pubblico *target* adotti;
- **obiettivi di comunicazione** che identificano quali determinanti comportamentali dovrebbero essere affrontati (e cambiati) dalle attività di comunicazione affinché il pubblico *target* adotti il nuovo comportamento (conoscenze, atteggiamenti, credenze);
- **obiettivi di diffusione** che stimano la portata del pubblico oggetto della comunicazione per ottenerne la sensibilizzazione.

Il seguente è un esempio di una teoria del cambiamento relativa al lavaggio delle mani con sapone applicata a educatori di bambini sotto i cinque anni. Utilizza il concetto di rispetto e si concentra sull'appartenenza di gruppo e il disgusto come motivazioni.

La convinzione è che il reciproco rispetto è importante e che i saluti con stretta di mano sono una parte del rispetto	La stretta di mano evoca disgusto e paura di rifiuto. È socialmente accettato che è irrispettoso stringere mani se esse non sono pulite	Molte persone non si lavano le mani con acqua e sapone e sono quindi irrispettose	Le persone percepiscono che se non si lavano le mani con acqua e sapone potrebbero essere escluse socialmente	Le persone vogliono essere socialmente accettate e mostrare rispetto (per essere rispettate) e quindi cominciano a lavarsi le mani con acqua e sapone
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tab.19

L'esempio rende più espliciti i rapporti di gerarchia tra i tre obiettivi sopracitati.

Obiettivo comportamentale: aumentare la frequenza del lavaggio delle mani con il sapone da parte degli educatori di bambini sotto i cinque anni del 20% prima di alimentarsi.

Obiettivo di comunicazione: dopo la campagna, gli educatori (pubblico):

- saranno convinti che anche le mani dall'aspetto pulito possono essere sporche se non si usa il sapone;
- sapranno che pulire le mani, ad esempio con la cenere, non è sufficiente. Lavarsi le mani con acqua e sapone è il modo migliore per pulire le mani.

Obiettivo di sensibilizzazione: 100 educatori di bambini sotto i cinque anni saranno il pubblico *target* della campagna di comunicazione.

Ogni obiettivo è importante al fine del monitoraggio dell'iniziativa di promozione dell'igiene. Infatti, dal raggiungimento o meno dell'obiettivo comportamentale si saprà se gli educatori ora si lavano le mani prima di toccare il cibo; dall'obiettivo di comunicazione si comprenderà se gli educatori hanno cambiato le loro convinzioni sul lavaggio delle mani e dall'obiettivo di diffusione se gli educatori hanno recepito il messaggio.

Una volta sviluppati i messaggi chiave della campagna di comunicazione, è necessario testarli per assicurarsi che i concetti e i materiali scelti per la campagna siano comprensibili, attraenti, accettabili e persuasivi per i gruppi *target*. I messaggi non dovrebbero solo possedere un forte focus sulla conoscenza, ma anche "toccare" le emozioni e ispirare.

3.5.1.3.3. L'obiettivo ultimo della BCC

Le comunicazioni sul cambiamento del comportamento in materia di igiene dovrebbero essere sostenute nel tempo. Dovrebbero anche rispondere alle priorità e alle mutevoli esigenze di un settore in evoluzione e alle questioni sanitarie emergenti. Tutto ciò non può essere fatto nell'ambito di una iniziativa della durata di uno o due anni. Più importante che condurre una campagna di comunicazione su un comportamento specifico è costruire la capacità delle preposte organizzazioni locali e/o autorità pubbliche di sviluppare, testare e attuare la BCC. Pertanto, l'obiettivo finale della BCC è quello di migliorare la capacità dell'agente di cambiamento locale nel promuovere le attività di comunicazione per il cambiamento del comportamento su scala nella loro area.

3.5.1.3.4. I canali di comunicazione

Nella scelta dei canali di comunicazione da utilizzare, alcuni aspetti devono essere tenuti in debita considerazione:

- quale tipologia di pubblico è raggiunto da ogni canale? Quanto spesso e quando?
- quali sono i canali attrattivi per le diverse tipologie di pubblico?
- qual è il canale di comunicazione più comune tra la popolazione *target*?
- quali sono le diverse forme di discussione, incontri, celebrazioni e pratiche religiose?
- che percentuale della popolazione *target* sa leggere?
- esistono modi tradizionali di comunicare come la musica, il teatro, la danza ecc. che possono essere utilizzati per trasmettere un messaggio?
- quale accesso ai mass media è disponibile nel territorio?

I canali sovente usati includono media nazionali o locali (televisione, radio, cartelloni pubblicitari all'aperto, giornali, riviste), media sociali.

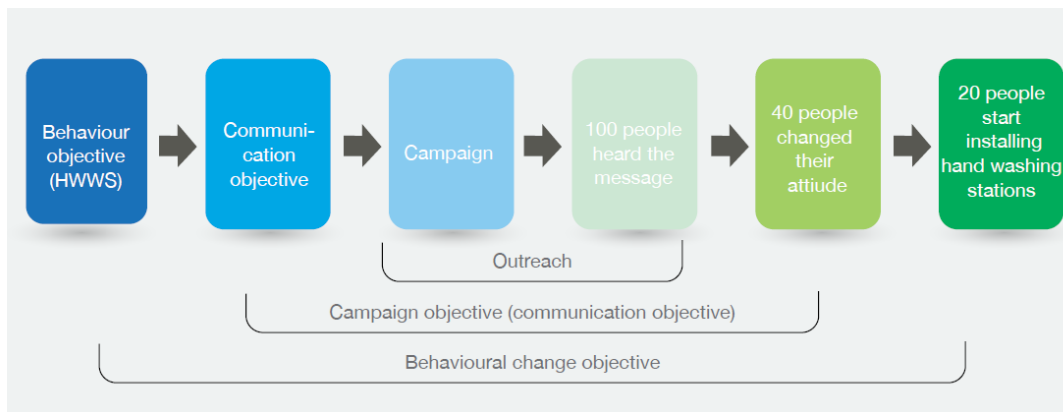
Il canale di comunicazione dovrebbe essere scelto in base al tipo di messaggio da trasmettere e alle dimensioni della popolazione *target*. I canali da utilizzare dipendono dal livello di pubblico scelto. Se esso è individuale/familiare, vanno preferiti le consulenze "one-to-one" e le visite a domicilio; se il livello è comunitario sono appropriate le discussioni di gruppo, i piccoli eventi e mostre; se, infine, il livello è regionale o nazionale, i mass media e la mobilitazione sociale sono i più suggeriti.

Gli obiettivi di comunicazione devono essere tradotti in attività ed eventi progettati per trasmettere il messaggio. Questi sono comunemente noti come supporti di comunicazione. I vari supporti possono essere classificati in audiovisivi (video, annunci radiofonici), orali (una storia, una canzone), scritti e visivi (volantini, manifesti, articoli sulla stampa, poster). Nella scelta dei supporti per il piano di comunicazione ci sono particolari accorgimenti pratici che dovrebbero essere tenuti a mente: l'uso dell'idioma locale, l'immediatezza del messaggio, la ripetizione dei concetti chiave, essere provocatori e accattivanti, mostrare esempi concreti.

I supporti della comunicazione più usati sono:

- le immagini contestualizzate come componenti dei media stampati;
- il teatro per promuovere la partecipazione della comunità o i burattini attraenti, per i bambini o nei contesti dove le marionette rappresentano una tradizione, anche per la loro capacità di trasmettere messaggi sensibili minimizzando la possibilità di offendere il pubblico;
- la narrazione (*storytelling*) nelle quali le persone si identificano con i protagonisti e le situazioni raccontate;
- le canzoni e le danze, usate tradizionalmente per raccontare eventi e storie;
- video e mass media.

3.5.1.3.5. Misurare l'efficacia della BCC



Quando si misura l'efficacia della promozione dell'igiene, è necessario fare una distinzione tra misurare l'obiettivo comportamentale e cioè il cambiamento del comportamento stesso, l'obiettivo della comunicazione e l'obiettivo della diffusione.

Fig. 8

Per esempio, nel misurare l'efficacia di una campagna di comunicazione volta a promuovere il lavaggio delle mani con il sapone, se non si è registrato un cambiamento nel comportamento, è bene chiedersi:

- è successo perché non hanno ricevuto il messaggio (problema di diffusione del messaggio)?
- i messaggi non si rivolgevano al determinante comportamentale corretto (problema dell'obiettivo di comunicazione)?

Quindi, per misurare l'efficacia nel cambiamento del comportamento è necessario valutare se, ad esempio, i determinanti comportamentali mirati sono cambiati o se il messaggio non è arrivato a destinazione.

3.5.1.3.6. Messaggi di base per la promozione dell'igiene

I messaggi di promozione dell'igiene dovrebbero essere semplici, positivi e attraenti per il pubblico a cui sono destinati. Ciò suggerisce la necessità di concentrarsi su un piccolo numero di messaggi di base, che enfatizzino i benefici che si ottengono seguendo una buona pratica igienica.

Qualunque siano i determinanti comportamentali, i canali di comunicazione e i supporti alla comunicazione utilizzati, i messaggi più importanti da trasmettere nelle iniziative di promozione dell'igiene attraverso le campagne di comunicazione sono:

- lavarsi le mani con il sapone dopo la defecazione e prima di mangiare;
- usare esclusivamente acqua potabile per usi alimentari in modo efficiente, riducendone al minimo gli sprechi;
- lavare le verdure con acqua potabile, pelare la frutta, cuocere bene gli alimenti di origine animale e conservarli in modo sicuro per un tempo limitato;
- assicurare la corretta manutenzione e pulizia dei punti di raccolta dell'acqua potabile;
- ridurre al minimo il rischio di contaminazione dell'acqua durante l'estrazione dalla fonte, il trasporto, lo stoccaggio e l'accesso da parte degli utenti;
- raccogliere l'acqua in recipienti puliti impedendo che l'acqua venga a contatto con le mani e conservarla in recipienti coperti;
- mantenere i servizi igienici puliti, rimuovendo qualsiasi contaminazione fecale dalle ciotole per la pulizia anale;

- evitare di produrre ostruzioni, scaricando oggetti ingombranti attraverso le toilette;
- chiudere i rubinetti dopo l'uso;
- organizzare la rimozione periodica e lo smaltimento sicuro dei fanghi che si accumulano nelle fosse.

3.5.1.4. Pilastro IV: distribuzione *kit* igienici

Per rendere maggiormente efficaci gli interventi di educazione all'igiene, è necessario prevedere la distribuzione di *kit* igienici il cui scopo è quello di rendere immediatamente concreti, attraverso esercitazioni pratiche, gli apprendimenti erogati.

I componenti dei *kit* igienici dovrebbero essere identificati in funzione della tipologia dei discenti del percorso educativo. Esisteranno quindi specifici *kit* per l'igiene per le scuole, per le strutture sanitarie, per le comunità e per l'igiene femminile.

La distribuzione di articoli per l'igiene rappresenta una componente fondamentale alla buona riuscita delle attività di promozione. Così come la fornitura di acqua pulita e servizi igienico-sanitari dovrebbe essere accompagnata da comportamenti che ne assicurino il corretto utilizzo, allo stesso modo l'educazione all'igiene non potrà produrre gli effetti sperati sulla salute pubblica senza la presenza dei materiali necessari per le corrette pratiche igieniche.

Una distribuzione di *kit* igienici di successo potrà realizzarsi solo attraverso un'attenta identificazione delle diverse necessità di uomini, donne, anziani, bambini e persone con disabilità. Un attivo coinvolgimento della popolazione beneficiaria dovrebbe inoltre accompagnare tutte le fasi dell'intervento, dall'identificazione degli articoli, alla distribuzione dei *kit*, fino alla valutazione dell'azione attraverso "feedback" sull'adeguatezza e sull'utilizzo dei materiali, e sulla soddisfazione della metodologia di intervento.

Tale attività dovrebbe essere preceduta da un'attenta analisi delle esigenze, degli atteggiamenti e degli aspetti culturali e tradizionali, ma anche di altri fattori quali la disponibilità degli articoli sul mercato locale di riferimento. La scelta dei prodotti attraverso i mercati locali risulta l'opzione preferibile, anche al fine di sostenere l'economia locale. Esistono varie modalità di acquisto e distribuzione dei *kit* igienici. I prodotti possono essere acquistati dalle organizzazioni esecutrici dell'intervento e poi distribuiti tra la popolazione. Tale forma di acquisto, seppur sia preferibile che avvenga sul mercato locale, può anche avvenire sul mercato regionale e internazionale. La successiva distribuzione dovrebbe anch'essa tener conto del contesto. Si dovrebbero, ad esempio, identificare le eventuali barriere all'accesso ai luoghi di distribuzione, in particolare da parte di donne, ragazze, anziani e persone con disabilità. Come alternativa, i prodotti igienici possono essere acquistati direttamente dai beneficiari attraverso pacchetti di assistenza monetaria o voucher. In tal caso è richiesto che i prodotti siano reperibili sul mercato locale e che le persone abbiano un adeguato livello di conoscenza dei materiali da acquistare.

I *kit* igienici possono essere composti da un'ampia varietà di articoli, alcuni in grado di rispondere con efficacia ai rischi epidemiologici (si pensi a repellenti e articoli per il lavaggio delle mani), altri maggiormente "belli da avere", ma utili a garantire la dignità di alcuni *target* della popolazione (ad esempio una spazzola per capelli o lo *shampoo*). Alcuni prevedono una maggiore frequenza di distribuzione (come il sapone e gli assorbenti igienici), mentre altri impongono una consegna meno frequente (ad esempio i contenitori per l'acqua o gli asciugamani).

Di seguito si propone un elenco, seppur non esaustivo, di articoli che possono comporre i *kit* igienici, suddividendoli secondo la necessità principale alla quale rispondono: igiene personale e riduzione del

rischio di diffusione delle malattie trasmesse dai vettori, corretto utilizzo dell'acqua e igiene alimentare, igiene femminile e ambientale. Si evidenzia però che la composizione dei kit potrà includere contemporaneamente articoli rispondenti a più o a tutte le tipologie di esigenze di seguito prese in considerazione.

3.5.1.4.1. *Kit per l'igiene personale*

Il primo gruppo di articoli comprende quelli volti ad assicurare l'igiene personale come materiali per il lavaggio delle mani, la pulizia del corpo, l'igiene domestica e quella dei neonati. Vi rientrano ad esempio i **contenitori per l'acqua**, come scodelle o bacinelle, di diverse dimensioni a seconda dell'uso. Potranno essere di medie dimensioni se dedicate al lavaggio delle mani e del viso, più grandi per la pulizia del corpo, più piccole se dirette a permettere la pulizia intima. Comunemente presente nei kit rivolti all'igiene personale è il **sapone**. Oltre a quello per il lavaggio delle mani, possono essere previsti altri tipi di sapone, come quello per il bucato, per il lavaggio dei piatti e delle superfici. Spesso nei kit igienici vengono inclusi **tagliaunghie**, utili a interrompere la trasmissione di agenti patogeni attraverso le unghie sporche. Tale articolo si rivela particolarmente importante in quei contesti nei quali le persone mangiano con le mani e condividono il pasto con altre persone. Possono poi essere inclusi diversi **articoli per l'igiene dei neonati**, come i pannolini, che potranno essere di stoffa o usa e getta. Nella fornitura dei pannolini usa e getta, al pari degli assorbenti intimi e per l'incontinenza, dovranno essere presi in considerazione gli effetti sull'ambiente, nel caso non esista un efficace sistema di smaltimento dei rifiuti. Altri articoli rivolti all'igiene dei neonati includono i vasini e altri materiali diretti al corretto smaltimento delle feci. Nella categoria dell'igiene personale rientrano anche prodotti per l'incontinenza, **biancheria intima**, **asciugamani**, **spazzolini** e **dentifrici**. Infine, la distribuzione di **materiali come disinfestanti, insetticidi e repellenti** può rivelarsi necessaria per interrompere la diffusione di malattie trasmesse da insetti e altri vettori. A tal fine può essere utile anche la distribuzione di altri materiali protettivi come le zanzariere.

3.5.1.4.2. *Kit per l'uso e la conservazione dell'acqua*

Un secondo gruppo di articoli è rivolto al corretto utilizzo e alla potabilità dell'acqua. La distribuzione di **contenitori per la raccolta e la conservazione dell'acqua** si pone l'obiettivo di diminuire la frequenza di raccolta, facilitare il sicuro trasporto e il corretto utilizzo dell'acqua. I contenitori per la raccolta, che devono essere coperti e di dimensione appropriata all'età e alla capacità di carico di chi la usa, si stima possano avere una capienza variabile tra i 5 e i 20 litri. Vi sono poi i contenitori per lo stoccaggio dell'acqua, che devono essere coperti per prevenire possibili contaminazioni, e devono essere in grado di permettere l'erogazione in sicurezza. Seppur la dimensione dipenderà dal numero dei componenti della famiglia, si stima che la capienza di tali contenitori possa variare tra i 30 e i 100 litri. Vi sono poi articoli volti a permettere la **depurazione e la potabilizzazione dell'acqua**. Tra questi vi è il cloro, distribuito soprattutto in caso di epidemie di colera e focolai di diarrea. Seppur molto utile per il trattamento dell'acqua a livello domestico e comunitario, il cloro può essere pericoloso se maneggiato in modo errato ed è necessario formare gli utenti. Articoli alternativi o complementari al cloro possono essere bustine o pastiglie di materiali per la purificazione dell'acqua e bollitori. Nei casi in cui non sia possibile bollire l'acqua per mancanza di combustibile o per fattori culturali, in aggiunta a tali articoli, potranno essere distribuiti dei filtri che aiutino a mantenere l'acqua pulita. Infine, altri articoli volti a facilitare il corretto utilizzo dell'acqua e l'igiene alimentare possono essere ciotole o misurini dotati di manico per raccogliere l'acqua dai contenitori in modo igienico.

3.5.1.4.3. *Kit per la pulizia dei servizi igienico sanitari*

I kit igienici possono inoltre includere articoli diretti alla **corretta gestione dei rifiuti** e alla **pulizia dei servizi igienico-sanitari e delle latrine**. Nel primo caso i kit possono comprendere articoli come guanti, mascherine, stivali di plastica, disinfettanti, pale e rastrelli. Per la pulizia delle latrine possono invece essere distribuiti guanti, mascherine, stivali di plastica, e altri materiali come saponi e prodotti igienizzanti, secchi e spazzole.

3.5.1.4.4. Kit per l'igiene intima

Una particolare importanza riveste poi la distribuzione dei **kit per l'igiene intima**, contenenti materiali che aiutino donne e ragazze a vivere normalmente la loro vita nel periodo mestruale. A tale obiettivo rispondono articoli come sapone, contenitori per il lavaggio e assorbenti, i quali possono essere di vario tipo. Vi sono tipologie riutilizzabili e di usa e getta. La scelta tra le varie opzioni dipende in primo luogo dalle preferenze, abitudini e tradizioni delle beneficiarie, ma anche da altri fattori quali la disponibilità sul mercato, la robustezza dei materiali, l'assorbenza e la compatibilità con l'abbigliamento e la biancheria intima utilizzata. Altri elementi che possono essere inclusi nei *kit* per l'igiene femminile sono ad esempio biancheria intima, articoli per il lavaggio degli indumenti quali contenitori, saponi e stendibiancheria, ma anche articoli volti a garantire il corretto smaltimento dei rifiuti.

3.5.2. Monitoraggio e valutazione

Il monitoraggio può essere definito come “funzione di *management* che usa la raccolta metodologica di dati per determinare se le risorse materiali e finanziarie sono sufficienti; se le persone incaricate della gestione hanno qualifiche idonee sia tecniche che personali; se le attività rispondono alla pianificazione fatta e se quanto pianificato è stato fatto e ha permesso di raggiungere gli obiettivi fissati”³⁵. L'obiettivo del monitoraggio è quello di rispondere alla domanda: l'iniziativa sta procedendo come previsto?

La valutazione, invece, può essere definita come la “periodica verifica sulla efficienza, efficacia, impatto, sostenibilità e rilevanza di un progetto nel contesto di obiettivi definiti. È sovente portata a termine da un esame indipendente con lo scopo di formulare principi che possano guidare future prese di decisioni”³⁶. L'obiettivo di una valutazione *ex post* è quello di rispondere alla domanda: il programma ha raggiunto il suo obiettivo proposto?

Si riporta, a titolo esemplificativo, uno schema estratto dalla pubblicazione “Handwashing Promotion Monitoring and Evaluation Module” pubblicata da Unicef nel 2013.

35 Development Assistance Committee DAC Working Party on Aid Evaluation. Glossary. “A continuing function that uses systematic collection of data on specified indicators to provide management and the main stakeholders of an ongoing development intervention with indications of the extent of progress and achievement of objectives and progress in the use of allocated funds” www.oecd.org/dataoecd/29/21/2754804.pdf

36 European-commission's-project-cycle-management-guidelines-(2004). Glossary. “A periodic assessment of the efficiency, effectiveness, impact, sustainability and relevance of a project in the context of stated objectives. It is usually undertaken as an independent examination with a view to drawing lessons that may guide future decision-making”. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/46681c3f-81f8-4cd6-a90b-c0235489a56e>

Input	Core human and financial resources required to develop and/or implement the programme	E.g. Number of hygiene promoters hired
Process	Activities and efforts implemented to achieve programme goals	E.g. Advertisements played on radio twice a week (as scheduled)
Output	Direct results of the efforts/ processes at the programme level	E.g. Number of television advertisements aired promoting soap use for handwashing
Outcome	Effects of the outputs measured at the population level	E.g. Increased number of mothers who know critical times for HW
Impact	Effects of outcome(s) on broader health and well-being of the population attributable to the programme	E.g. Reduced risk of diarrhoeal disease

Tab.20

Una iniziativa consta essenzialmente di 5 componenti: *input*, attività, *output*, *outcome* (a diversi livelli) e impatto. Tipicamente gli *input*, le attività e i prodotti sono monitorati continuamente, mentre gli obiettivi e gli impatti sono valutati in specifici momenti. Gli indicatori che misurano gli *input*, le attività e i prodotti servono a descrivere l'attuazione dell'iniziativa, mentre gli indicatori che misurano gli obiettivi e gli impatti servono a descrivere gli effetti reali o potenziali dell'iniziativa sulla popolazione *target*.

Tipicamente, le iniziative che promuovono l'igiene hanno obiettivi che mirano a modificare le conoscenze e i comportamenti di specifiche popolazioni *target* con il fine ultimo di migliorare il loro stato di salute.

In termini generali, gli indicatori possono essere suddivisi nei 3 pilastri caratteristici di una iniziativa di promozione dell'igiene:

- *advocacy*;
- educazione;
- cambiamento di comportamenti.

Si riportano nei paragrafi successivi, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alcuni tra gli indicatori più utilizzati per monitorare e valutare una iniziativa di promozione dell'igiene in ottica "Result Based Management".

3.5.2.1. Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione di attività di *advocacy*

Indicatori di risultato inteso come prodotto

Numero di messaggi pubblicitari di promozione dell'igiene diffusi

Numero di eventi di promozione dell'igiene realizzati

Numero di partecipanti per evento di promozione dell'igiene

Percentuale di madri, dell'area obiettivo, raggiunta dai messaggi pubblicitari

Indicatore di risultato inteso come obiettivo intermedio

Percentuale di madri dell'area *target* che hanno compreso e assimilato il contenuto dei messaggi della pubblicità

Indicatore di risultato inteso come obiettivo specifico

Lezioni di promozione dell'igiene inserite nei curricula scolastici

Indicatore di impatto

Allocazione finanziaria su una specifica voce di bilancio pubblico per la promozione dell'igiene

3.5.2.2. Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione dell'educazione

Indicatori di risultato inteso come prodotto

Numero di lezioni erogate nel sistema educativo formale sulla promozione dell'igiene

Numero di eventi scolastici realizzati sulla promozione dell'igiene

Indicatore di risultato inteso come obiettivo intermedio

Percentuale di bambini che conoscono i benefici del lavaggio delle mani con acqua e sapone

Percentuale di bambini che conoscono i momenti critici per il lavaggio delle mani con acqua e sapone

Indicatore di risultato inteso come obiettivo specifico

Percentuale di bambini che usano il sapone prima di alimentarsi e dopo la defecazione

Indicatore di impatto

Percentuale di casi diarrei nei bambini che hanno usufruito del programma educativo di promozione dell'igiene

3.5.2.3 Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione del cambiamento del comportamento

Indicatori di risultato inteso come prodotto

Numero di eventi di comunicazione sul cambiamento di comportamento

Numero di partecipanti agli eventi di comunicazione sul cambiamento di comportamento

Indicatori di risultato inteso come obiettivo intermedio

Percentuale di famiglie fornite di sapone nel posto dove usualmente si lavano le mani

Percentuale di famiglie che hanno il sapone in casa



Indicatori di risultato inteso come obiettivo specifico

Percentuale di famiglie con mani che appaiono pulite prima di alimentarsi

Percentuale di famiglie con mani che appaiono pulite dopo la defecazione

Percentuale di famiglie che asserisce di aver lavato le mani

Indicatore di impatto

Percentuale di casi diarrei nei bambini che vivono nelle famiglie *target*

3.6. La promozione dell'igiene applicata a diversi contesti

Nei paragrafi che seguono vengono riportate alcune peculiarità in termini di obiettivi, attività e indicatori specifici per 4 contesti per i quali la promozione dell'igiene riveste particolare importanza al fine di ottenere cambi di comportamenti che migliorino lo stato di salute dei beneficiari. I 4 contesti analizzati sono:

- domestico/familiare e comunitario;
- scuole;
- ospedali e ambulatori;
- igiene intimo femminile.

3.6.1. La promozione dell'igiene in ambito domestico/familiare e comunitario

La consapevolezza della possibilità di un miglioramento degli standard igienici e della necessità di cambiare le pratiche antigiene è il primo passo verso un cambiamento efficace del comportamento igienico. Le famiglie e le comunità dovrebbero essere educate e assimilare i vantaggi concreti derivanti dal cambiamento del comportamento igienico. Il miglioramento delle pratiche igieniche porta a una salute migliore e a una minor diffusione di malattie tra conviventi sia adulti sia bambini. I genitori e gli anziani possono avere una vita più produttiva, i bambini frequentare con maggior frequenza e rendimento le lezioni scolastiche, mentre tutta la famiglia potrà risparmiare maggiormente, spendendo meno per le spese mediche.

Nell'introdurre il cambiamento del comportamento igienico, è più efficace promuovere solo alcuni obiettivi semplici e raggiungibili alla volta. I cambiamenti nel comportamento igienico potrebbero anche essere percepiti come una minaccia da alcuni membri della famiglia e/o della comunità, come gli anziani che potrebbero essere meno propensi ad accettare cambiamenti nel loro modello di abitudini. Quando si intraprende un cambiamento di comportamento igienico a livello familiare e/o comunitario, è, quindi, importante coinvolgere tutti i membri della famiglia e/o della comunità, indipendentemente dall'età, dal sesso, dalla classe sociale o dal "background" educativo, sia nelle fasi di pianificazione sia in quelle di attuazione dell'intervento: uomini, donne, bambini e anziani, poiché tutti hanno specifiche esigenze e ragioni per cambiare (o meno) il loro comportamento. È importante puntare alla trasformazione del comportamento igienico per l'intera comunità e non concentrarsi solo su alcuni gruppi.

La partecipazione comunitaria è utile per incoraggiare il coinvolgimento di donne, bambini, anziani e persone con disabilità, che in alcune culture possono essere riluttanti a esprimere le loro opinioni. Un'ampia inclusione comunitaria ha anche il vantaggio di fare percepire ai membri della comunità stessa che i cambiamenti nei comportamenti avvengono attraverso un processo maieutico interno piuttosto che imposto dall'esterno.

Processi partecipativi per aumentare la consapevolezza dell'importanza dell'igiene nelle condizioni di vita e di salute e nella riduzione delle malattie infettive sono il primo passo per cambiare in meglio i comportamenti igienici. Se adattati inoltre alle condizioni locali, essi contribuiscono a far assimilare le pratiche igieniche sane, accrescendo il senso di responsabilità reciproca dei membri della comunità.

Evidenze mostrano che la promozione dell'igiene a livello comunitario dovrebbe partire dall'analisi e valutazione delle conoscenze e pratiche igieniche, con particolare attenzione all'uso delle latrine, al lavaggio delle mani, all'igiene alimentare, all'uso e alla conservazione dell'acqua e all'igiene ambientale e identificare le lacune nelle pratiche igieniche. Il passo successivo è quello di verificare la percezione

delle comunità sulle lacune identificate nelle pratiche di igiene e valutare se la comunità avverte la necessità di affrontarle. È buona prassi infine identificare insieme alla comunità le poche pratiche igieniche prioritarie che richiedono un cambiamento e promuovere il cambiamento del comportamento a livello comunitario solo per 1-2 pratiche alla volta.

Gli interventi di trasformazione del comportamento igienico a livello comunitario dovrebbero essere poi collegati ad attività consequenziali a livello domestico.

3.6.1.1. Gli obiettivi e le attività di promozione dell'igiene in ambito domestico/familiare e comunitario

Si riportano qui di seguito, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alcuni tra gli obiettivi e attività più comuni delle iniziative di promozione dell'igiene nelle comunità.

Obiettivi

- Aumentare la consapevolezza sull'importanza dell'igiene per minimizzare la trasmissione della malaria;
- promuovere l'adozione di pratiche igieniche tra le comunità per la prevenzione della malaria;
- migliorare le conoscenze per la diminuzione delle malattie diarroiche;
- supportare l'attuazione di pratiche igieniche volte alla riduzione delle malattie diarroiche.

Attività

- Organizzare corsi di formazione informali presso le comunità sull'igiene nella preparazione dei pasti e nello smaltimento dei rifiuti con particolare riferimento alle cause, pericoli per la salute, azioni da intraprendere e mezzi di prevenzione per combattere le malattie diarroiche;
- organizzare corsi di formazione informali presso le comunità sull'igiene in ambito domestico e ambientale con particolare riferimento alle cause, pericoli per la salute, azioni da intraprendere e mezzi di prevenzione per prevenire la diffusione della malaria;
- organizzare corsi di formazione sulla gestione dell'acqua (pericoli legati all'acqua contaminata, pratiche igieniche sicure per la raccolta, il trasporto, la conservazione e il consumo dell'acqua);
- distribuire *kit* per l'igiene con particolare attenzione alla preparazione di soluzioni reidratanti;
- distribuire zanzariere e saponette insetto-repellenti.

3.6.1.2. Indicatori specifici per la promozione dell'igiene in ambito domestico/familiare e comunitario

- Percentuale di famiglie che descrivono correttamente almeno una misura per la prevenzione di malattie legate all'uso non corretto dell'acqua e degli alimenti;
- Percentuale di famiglie che descrivono correttamente almeno una misura per la prevenzione di malattie legate all'uso non corretto dei servizi sanitari;
- Percentuale di famiglie che riferiscono di lavarsi sempre le mani con il sapone prima di alimentarsi o dopo la defecazione;
- Percentuale di famiglie nelle quali sono disponibili acqua e sapone per lavarsi le mani;
- Percentuale di famiglie che conservano l'acqua potabile in contenitori puliti e coperti;
- Percentuale di famiglie che smaltiscono i rifiuti solidi in modo appropriato;

- Percentuale del reddito familiare utilizzato per acquistare articoli per l'igiene.

3.6.2. La promozione dell'igiene nelle scuole


I bambini hanno dimostrato di essere un eccellente punto di partenza per promuovere cambiamenti nel comportamento igienico. Nella fase di pianificazione della promozione dell'igiene è importante quindi includere le scuole. I bambini sono di solito una parte importante del pubblico *target* e la formazione degli insegnanti all'igiene è fondamentale per aumentare l'impatto dell'iniziativa e garantire una certa sostenibilità.

Lavorare con le scuole e i bambini presenta diversi vantaggi:

- i bambini sono i più esposti alle malattie diarroiche;
- i bambini sono generalmente più ricettivi al cambiamento e hanno un'apertura mentale maggiore rispetto agli adulti nel recepire messaggi. Il messaggio viene assimilato più facilmente perché hanno meno abitudini consolidate, rendendo più facile l'adozione di nuove pratiche più sicure;
- lavorare con i bambini è un investimento per il futuro. Se adottano una nuova pratica, sarà con loro per tutta la vita. Inoltre, se gli insegnanti vengono formati per includere l'igiene nei loro programmi, questo fornisce una certa continuità una volta terminata l'iniziativa;
- i bambini possono anche diventare agenti di cambiamento. I bambini che adottano pratiche sicure possono ripeterle nelle loro case, facilitando la diffusione delle stesse tra i genitori e la comunità.
- Per promuovere un buon comportamento igienico nelle scuole, è essenziale combinare componenti *"hardware"* e *"software"* per produrre un ambiente scolastico sano e per sviluppare o sostenere comportamenti igienici sicuri. Quindi insieme all'accesso all'acqua e a servizi igienico-sanitari, è indispensabile assicurare la disponibilità di sapone e materiali per la pulizia negli edifici.

Per una efficace promozione dell'igiene nelle scuole, è necessario innanzitutto analizzare le correnti conoscenze e pratiche igieniche degli studenti e del personale relative all'uso delle latrine, alle consuetudini di lavaggio delle mani, all'igiene alimentare, alla pulizia del complesso scolastico, all'uso e alla conservazione dell'acqua e all'igiene ambientale. Ciò per identificare le lacune nelle pratiche igieniche e quindi impostare il piano di promozione dell'igiene. Risulta imprescindibile discutere le esigenze di sviluppo dell'igiene scolastica con tutte le parti interessate coinvolte: autorità educative, personale docente, genitori e studenti per giungere a un piano realistico e mobilitare il sostegno di tutti. Può risultare utile la creazione di *"club scolastici della salute"* quali centri formativi delle attività di promozione dell'igiene e includere in essi anche la gestione dell'igiene mestruale.

La pandemia di COVID-19 evidenzia la necessità di accelerare i progressi della promozione dell'igiene nelle scuole. La chiusura globale delle scuole in risposta alla pandemia COVID-19 presenta un rischio senza precedenti per l'istruzione e il benessere dei bambini. Le chiusure prolungate avranno un impatto negativo sui risultati dell'apprendimento e interromperanno servizi scolastici essenziali per la nutrizione, la salute, il benessere e la protezione dei bambini vulnerabili. Le linee guida dell'Organizzazione Mondiale per la Salute e quelle dell'UNICEF identificano una serie di misure che dovrebbero essere poste in atto affinché le scuole possano riaprire e operare in sicurezza. Sottolineano l'importanza dell'igiene per ridurre la trasmissione e raccomandano la presenza di *"stazioni"* per il lavaggio delle mani in tutte le strutture scolastiche, la disinfezione quotidiana, la pulizia delle superfici, oltre alla fornitura di acqua, l'accesso a servizi igienici e sistemi per la gestione dei rifiuti. Tuttavia, nei 60 paesi identificati come a più alto rischio di crisi sanitaria e umanitaria a causa del COVID-19 (<https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/in->



form-index/inform-covid-19), una scuola su due non dispone di servizi idrici e igienico-sanitari di base e tre su quattro non hanno impianti di base per il lavaggio delle mani. Accelerare i progressi nei servizi WASH è quindi fondamentale per migliorare la sicurezza delle scuole e quindi una loro solida riapertura.

3.6.2.1. Gli studi preliminari per l'identificazione delle carenze igieniche nelle scuole

Le informazioni sulle conoscenze e sulle pratiche igieniche esistenti sono necessarie per predisporre un piano di miglioramento dei comportamenti, basato sulle condizioni reali piuttosto che su quelle presunte. L'indagine sulle attuali conoscenze e pratiche igieniche dovrebbe concentrarsi sulle seguenti domande:

- cosa sanno gli studenti sull'igiene?
- cosa fanno gli insegnanti sull'igiene?
- cosa fanno effettivamente gli studenti per mantenere l'igiene di base?
- cosa fanno effettivamente gli insegnanti per mantenere l'igiene di base?
- sussistono differenze tra ciò che gli studenti e gli insegnanti fanno e ciò che fanno? Quali sono le ragioni di queste differenze?

Le risposte all'ultima domanda, in particolare le ragioni delle differenze tra conoscenza e pratica, possono identificare i vincoli al miglioramento della pratica igienica. I miglioramenti nella pratica richiederanno azioni per superare questi vincoli, che potrebbero riguardare carenze fisiche e/o modelli di pensiero profondamente radicati. Per esempio, anche se gli studenti sanno cosa costituisce una buona pratica, non possono adottarla perché le strutture non sono in grado di applicare tale conoscenza. Fattori semplici come la mancanza di sapone nei bagni possono impedire agli studenti di eseguire la disciplina di base del lavaggio delle mani con il sapone.

Le conoscenze e le pratiche degli insegnanti possono essere esplorate attraverso discussioni di gruppo guidate. Capire come pensano gli insegnanti è importante per il loro ruolo nel trasmettere le conoscenze agli studenti e monitorare i loro progressi nel mettere in pratica le conoscenze.

Oltre a valutare la situazione attuale nelle singole scuole, si dovrebbe cercare di identificare qualsiasi materiale e programma di educazione all'igiene già disponibile a livello nazionale.

3.6.2.1.1. L'indagine su conoscenze, atteggiamenti e pratiche (KAP) nelle scuole

Le attività di educazione all'igiene hanno maggiori probabilità di essere efficaci se si basano su ciò che studenti e insegnanti già fanno e sono quindi in grado di riconoscere anche se poi non lo fanno, e rispondono in sintesi a ciò che essi vogliono. È allora essenziale capire le conoscenze, le credenze e le pratiche esistenti tra gli studenti e gli insegnanti, cosa che può essere ottenuta generalmente ponendo semplici domande come le seguenti:

- cosa credono e cosa fanno gli studenti e gli insegnanti?
- cosa fanno?
- perché lo fanno?
- quali barriere impediscono loro di adottare pratiche "migliori"?

L'indagine può concentrarsi su di una molteplicità di domande volte a esplorare conoscenze, credenze e atteggiamenti relativi alle seguenti aree tematiche:

- l'acqua: disponibilità ubicazione e accesso;
- disponibilità, ubicazione e utilizzo del sapone;
- Comportamenti degli studenti in diverse situazioni che richiedono misure igieniche specifiche;

- Comportamenti degli insegnanti in diverse situazioni che richiedono misure igieniche specifiche.

Quando l'osservazione rivela differenze tra ciò che studenti e insegnanti dicono di credere e sapere e quello che effettivamente fanno, gruppi di discussione informali con studenti e/o insegnanti possono aiutare a capire la ragione del loro comportamento e delle barriere che incontrano nell'adottare pratiche migliori. Le indagini KAP possono rivelare gli atteggiamenti e le credenze che probabilmente creano barriere al cambiamento comportamentale.

Un'indagine KAP può riguardare i seguenti argomenti:

- la conoscenza degli studenti sull'uso dell'acqua, delle strutture sanitarie e sull'igiene;
- la percezione degli studenti sui servizi igienici e la gestione dei rifiuti;
- l'uso da parte degli studenti delle strutture igienico-sanitarie a scuola;
- le pratiche igieniche e sanitarie degli studenti al di fuori della scuola;
- la percezione degli insegnanti sui servizi igienici e la gestione dei rifiuti;
- le pratiche igieniche e sanitarie degli insegnanti al di fuori della scuola;
- le esigenze formative degli insegnanti sull'educazione all'igiene;
- le opinioni degli insegnanti sulle pratiche igieniche degli studenti a scuola e al di fuori della scuola.

3.6.2.1.2. Le domande chiave sull'igiene nelle scuole

Accesso

Esistono a scuola strutture per lavarsi le mani?

- Entrambi acqua e sapone sono disponibili presso le strutture per lavarsi le mani?
- Esistono strutture per lavarsi le mani accessibili a chi ha una mobilità o una vista limitata?
- Esistono strutture per lavarsi le mani accessibili ai bambini più piccoli della scuola?

Disponibilità

- Dove sono posizionate le strutture per lavarsi le mani con acqua e sapone nella scuola?
- Quante strutture per lavarsi le mani con acqua e sapone si trovano nella scuola?

Qualità

- Quante volte alla settimana vengono svolte attività di promozione e educazione al lavaggio delle mani per gruppi di studenti?
- Esistono strutture o orari separati per studentesse e studenti nell'accesso ai servizi igienici?
- C'è almeno un servizio igienico accessibile alle studentesse con mobilità limitata e uno, separato, per studenti con mobilità limitata?
- È disponibile acqua calda nei bagni degli studenti?

3.6.2.2. Gli obiettivi e le attività di educazione all'igiene nelle scuole

I requisiti minimi per un'efficace educazione all'igiene nelle scuole sono:

- l'inclusione nel programma scolastico della pulizia delle mani, e dei denti, della gestione dei rifiuti e dell'uso dei servizi igienico-sanitari;

- lo sviluppo e la distribuzione di materiali divulgativi di educazione all'igiene appropriati all'età degli studenti e alle loro esigenze di sviluppo;
- la formazione del personale scolastico, affinché sia anche in grado di sensibilizzare i genitori su questioni relative alla salute;
- la promozione di attività doposcuola sulle pratiche igieniche apprese in classe;
- lo sviluppo di un sistema di monitoraggio interno per valutare i cambiamenti negli atteggiamenti e nel comportamento degli studenti e del personale scolastico.

La promozione dell'igiene nelle scuole dovrebbe coinvolgere il dialogo e l'interazione tra insegnanti e studenti piuttosto che messaggi standardizzati. L'analisi basata su studi formativi in 11 Paesi ha scoperto che le motivazioni chiave per il lavaggio delle mani sono il disgusto, il nutrimento, il conforto e il sentirsi parte di un gruppo. La paura delle malattie non ha motivato il lavaggio delle mani se non transitoriamente durante malattie epidemiche come il colera (Curtis, Danquah e Aunger 2009). È quindi essenziale che i promotori d'igiene formati siano consapevoli della necessità di riconoscere le credenze esistenti degli studenti e degli insegnanti, comprendere le pratiche attuali degli stessi e indagare i vincoli che impediscono a studenti e insegnanti di cambiare le loro pratiche.

Di seguito, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alcuni tra gli obiettivi e attività più comuni delle iniziative di promozione dell'igiene nelle scuole.

Obiettivi

- Migliorare la conoscenza tra i bambini in età da scuola primaria dei benefici del lavarsi le mani con il sapone prima di toccare il cibo e dopo la defecazione;
- Migliorare la conoscenza della corretta tecnica del lavaggio delle mani tra i bambini in età da scuola primaria;
- Migliorare la consapevolezza dell'importanza di lavarsi le mani con il sapone tra le madri prima di toccare/preparare/cuocere il cibo e dopo l'uso dei servizi igienico-sanitari;
- Aumentare il numero di dirigenti del Ministero dell'Educazione introdotti ai benefici della promozione del lavaggio delle mani;
- Ottenere impegni concreti, in termini di risorse, dal Ministero dell'Educazione per sostenere la promozione del lavaggio delle mani nelle scuole primarie.

Attività

- Organizzare incontri con gli amministratori scolastici e il personale delle scuole primarie per sviluppare, presentare e sostenere l'integrazione delle pratiche igieniche del lavaggio delle mani nei programmi scolastici;
- Formare gli insegnanti sull'importanza dell'igiene delle mani;
- Creare gruppi di igiene guidati doposcuola per mettere in pratica le conoscenze acquisite in classe relative al lavaggio corretto delle mani;
- Monitorare la pulizia delle mani degli studenti da parte dei membri dei gruppi di igiene guidati;
- Organizzare visite porta a porta da parte dei promotori dell'igiene per discutere con i componenti delle famiglie l'importanza del lavarsi le mani con il sapone;
- Allestire posti dimostrativi per il lavaggio delle mani con acqua e sapone in luoghi interni alle scuole accessibili a tutti;
- Distribuire kit igienici nelle scuole.

3.6.2.3. Indicatori specifici per la promozione dell'igiene nelle scuole

- Percentuale di scuole con protocolli per il funzionamento e la manutenzione dei servizi igienici;
- Percentuale di scuole in cui i protocolli vengono rispettati;
- Percentuale di scuole con fondi stanziati per il funzionamento e manutenzione dei servizi igienici;
- Percentuale di scuole che hanno utilizzato i fondi stanziati per i servizi igienici;
- Percentuale di scuole con insegnanti che promuovono pratiche igienico-sanitarie durante le loro lezioni;
- Percentuale di scuole con una scorta di forniture per la pulizia dei bagni;
- Percentuale di scuole in cui gli insegnanti sono periodicamente formati sulla promozione dell'igiene;
- Percentuale di studenti formati per promuovere il cambiamento di comportamento in materia di igiene.

3.6.3. La promozione dell'igiene nelle strutture sanitarie

La promozione dell'igiene, combinata con l'approvvigionamento idrico, la gestione delle acque reflue, lo smaltimento dei rifiuti sanitari e l'accesso a servizi igienici, è essenziale al fine di garantire:

- assistenza di qualità nelle cure;
- protezione agli operatori sanitari in prima linea e ai pazienti;
- prevenzione e controllo della diffusione di patogeni;
- cure materne adeguate;
- riduzione della mortalità materna e neonatale.

Inoltre, condizioni di igiene inadeguate nelle strutture sanitarie hanno un impatto negativo sul morale del personale e sul comportamento dei pazienti, dissuadendo in alcuni casi, in particolare le donne incinte, dal cercare assistenza.

Le seguenti azioni legate all'igiene sono particolarmente importanti:

- impegnarsi in un frequente lavaggio delle mani usando tecniche appropriate;
- attuare pratiche regolari di pulizia e disinfezione dell'ambiente;
- gestire e smaltire gli escrementi (feci e urine) in modo sicuro, assicurando che nessuno ne entri in contatto;
- gestire e smaltire in sicurezza i rifiuti sanitari;
- assicurare che l'igiene personale possa essere mantenuta sia per i pazienti sia per il personale sanitario;
- lavare regolarmente le lenzuola e gli indumenti dei pazienti.

3.6.3.1. Le domande chiave sull'igiene nelle strutture ospedaliere e negli ambulatori

- Esiste una struttura funzionale per l'igiene delle mani nei punti di cura?
- Esiste una struttura funzionale per l'igiene delle mani nei servizi igienici?
- Come vengono trattati i rifiuti sanitari?
- Come vengono separati i rifiuti sanitari?
- Come vengono smaltiti i rifiuti sanitari?
- Sono disponibili protocolli di pulizia?
- Il personale addetto alle pulizie ha ricevuto una formazione sull'applicazione dei protocolli?

3.6.3.2. Gli obiettivi e le attività di promozione dell'igiene nelle strutture sanitarie

Sviluppare le capacità del personale sanitario è essenziale per ottenere il miglioramento della salute della popolazione. In particolare, la pulizia e la gestione sicura dei rifiuti sanitari richiede personale formato e supportato attraverso politiche dedicate.

È indispensabile supportare i governi dei Paesi *Partner* nella identificazione, pianificazione e finanziamento di una tabella di marcia nazionale che contenga obiettivi e attività minimi per affrontare le lacune interne del servizio sanitario pubblico in materia di igiene. Gli obiettivi dovrebbero essere specifici, prendendo in considerazione le aree poco servite e i gruppi vulnerabili.

Una task force congiunta di politici e tecnici su salute e promozione dell'igiene può rappresentare un efficace meccanismo per aiutare a stabilire obiettivi e coordinare gli sforzi di attuazione. Idealmente, tale *task force* dovrebbe essere guidata dal Ministero della salute e includere i primi dirigenti, sia a livello nazionale sia a livello locale e i rappresentanti dei donatori.

L'investimento in una forza lavoro sanitaria ben formata e ben addestrata consente ai sistemi sanitari di rispondere adeguatamente alle sfide della promozione dell'igiene. Questo è diventato ancora più evidente con il ruolo degli operatori sanitari nella risposta alla pandemia di COVID-19. Il personale delle strutture sanitarie merita di lavorare in un ambiente che protegga la loro salute e sicurezza e permetta di svolgere il lavoro al meglio delle loro capacità. La formazione in servizio dovrebbe essere fornita a tutto il personale della struttura sanitaria, sia medico (medici, infermieri) sia di supporto (addetti alle pulizie, inservienti, tecnici dei rifiuti sanitari) e dovrebbe sottolineare l'importanza delle migliori pratiche basate su evidenze scientifiche.

La formazione sanitaria è essenziale quanto il coinvolgimento dei responsabili politici che, a livello sistemico, dovrebbero assicurare condizioni di lavoro dignitose, promuovere la sicurezza degli operatori sanitari e garantire la copertura dei servizi affrontando anche le carenze di risorse umane nell'assistenza sanitaria, in particolare materna e neonatale.

La formazione degli operatori sanitari può essere fornita attraverso una varietà di istituzioni: scuole di specializzazione, università accreditate e associazioni professionali.

Obiettivo

- Migliorare le conoscenze e competenze, a livello nazionale e locale, della forza lavoro sanitaria in merito alla promozione dell'igiene.

Attività

- Creare un *team* di progetto nazionale multisetoriale e multidisciplinare che includa adeguate competenze nella formazione, commisurate al mercato del lavoro sanitario locale;
- Sviluppare un piano d'azione con ruoli e responsabilità definiti a livello nazionale e locale, inclusivo di costi;
- Organizzare percorsi formativi specifici per le differenti tipologie di operatori sanitari.

3.6.3.3. Indicatori specifici per la promozione dell'igiene nelle strutture sanitarie

- Percentuale di rifiuti correttamente segregati in almeno tre bidoni etichettati nelle sale chirurgiche;
- Percentuale di strutture sanitarie con protocolli di pulizia per le sale chirurgiche;
- Percentuale del personale responsabile della pulizia delle sale chirurgiche formato sui protocolli.

3.6.4. La promozione dell'igiene femminile

La promozione dell'igiene durante il periodo mestruale (MHM- *Menstrual Hygiene Management*) si è ormai consolidata quale attività trasversale nella promozione dell'igiene in generale.

Disuguaglianza di genere, norme sociali discriminatorie, tabù culturali, povertà e mancanza di servizi di base spesso fanno sì che i bisogni di igiene intima delle ragazze e delle donne non vengano soddisfatti. Le ragazze adolescenti possono affrontare stigma, molestie ed esclusione sociale durante il periodo delle mestruazioni. Ciò impatta negativamente la loro vita, limitandone la mobilità e libertà, influenzandone la frequenza e la partecipazione alla vita scolastica e comunitaria e compromettendone la sicurezza.

Nel 2012, il Joint Monitoring Programme for Drinking Water, Sanitation, and Hygiene (JMP) dell'OMS/ UNICEF ha individuato il MHM come "la possibilità per donne e ragazze adolescenti di usare materiale mestruale pulito per assorbire o raccogliere il sangue mestruale, che può essere cambiato in privato quando necessario per tutta la durata del periodo mestruale, usando acqua e sapone per lavare il corpo e avere accesso a strutture per smaltire il materiale mestruale usato".

L'igiene intima si basa su questo concetto, ma include fattori sistemici psicologici, sociopolitici e ambientali che collegano le mestruazioni alla salute, all'istruzione e al lavoro. La promozione dell'igiene femminile dovrà quindi contemplare la diffusione della conoscenza, la disponibilità di materiali puliti e accessibili e l'adozione di norme sociali positive.

3.6.4.1. Le domande chiave sull'igiene femminile

- Sono disponibili nelle scuole assorbenti e spazi in bagno per il cambio degli stessi?
- Esistono sistemi di smaltimento per i rifiuti intimi nella scuola?

3.6.4.2. Gli obiettivi e le attività di promozione dell'igiene femminile


Gli obiettivi di una iniziativa di promozione dell'igiene femminile sono estremamente sfidanti a causa di retaggi culturali, credenze e tabù.

Obiettivi

- Migliorare lo stato di salute e di benessere delle donne e delle ragazze;
- Promuovere l'uguaglianza di genere tra ragazze e ragazzi;
- Rafforzare l'impegno politico volto alla diffusione di norme sociali di uguaglianza di genere e di contrasto a stigma, discriminazione ed emarginazione sociale;
- migliorare le conoscenze e competenze delle donne e ragazze sull'igiene nel periodo mestruale, sostenendole nel vivere in un contesto di sicurezza e dignità, contribuendo a garantire loro l'accesso a strutture e servizi adeguati.

Attività

- Promuovere attività di advocacy, mirata a influenzare i Ministeri dell'istruzione e della salute sulla promozione del contrasto alla disuguaglianza di genere, a norme sociali discriminatorie e tabù culturali;
- Sviluppare linee guida ministeriali di promozione dell'igiene, che tengano conto della parità di

- 
- genere;
- Attivare il dialogo sociale per affrontare stigma ed esclusioni sociali;
 - Sviluppare materiali di insegnamento e materiali di apprendimento;
 - Organizzare processi formativi e educativi formali e informali per ragazzi e ragazze;
 - Organizzare processi formativi per insegnanti, operatori sanitari e genitori;
 - Distribuire kit di igiene femminile nelle scuole e nelle comunità.

3.6.4.3. Indicatori specifici per la promozione dell'igiene femminile

- Percentuale di scuole con acqua e sapone disponibili nei bagni delle ragazze per la gestione dell'igiene intima nei bagni delle ragazze;
- Percentuale di scuole attrezzate nei bagni delle ragazze con bidoni coperti per lo smaltimento dei materiali per l'igiene intima;
- Percentuale di scuole con meccanismi di smaltimento per i rifiuti femminili;
- Percentuale di ragazze che hanno accesso a materiali appropriati per la gestione dell'igiene intima nelle scuole;
- Percentuale di scuole che hanno inserito nei curricula l'educazione dell'igiene femminile.

3.7. Cenni a metodi e approcci per comprendere i determinanti comportamentali e favorire il cambiamento dei comportamenti igienici

I modelli volti a favorire il cambiamento dei comportamenti si possono indirizzare sull'individuo, sulla famiglia o sulla comunità. La maggior parte delle teorie sono state adattate dalle scienze sociali e comportamentali e si basano su una varietà di diverse discipline, tra cui psicologia, sociologia, antropologia e *marketing*. I principi comuni alle teorie e ai modelli di cambiamento del comportamento possono essere così sintetizzati:

- la conoscenza non equivale a un cambiamento di comportamento;
- le persone acquisiscono i nuovi comportamenti in funzione di età e sesso;
- le credenze e i valori hanno un peso;
- l'esperienza gratificante favorisce il cambiamento di comportamento;
- le relazioni e le norme sociali sono importanti;
- il comportamento è dipendente dal contesto;
- i messaggi sull'igiene dovrebbero essere positivi;
- i canali di comunicazione dovrebbero essere appropriati.

Il successo dei programmi di cambiamento del comportamento igienico dipende dalla capacità e dalla volontà delle persone di cambiare il loro comportamento. La domanda fondamentale è quali attività di promozione specifiche sono le più efficaci nel cambiare le percezioni e le convinzioni sulle azioni igieniche e sono quindi in grado di cambiare il comportamento nei momenti chiave.

Esistono diversi approcci e metodi per capire i determinanti comportamentali e quindi organizzare una campagna di comunicazione efficace basata sulle evidenze per la promozione dell'igiene. La ricerca non è finora riuscita a identificare quali approcci siano più efficaci di altri. Purtroppo, sembra che quelli basati sulla comunità siano i più promettenti. Di seguito si riportano cenni degli approcci e metodi più diffusi.

3.7.1. Modelli di cambiamento del comportamento a livello individuale

HC3 - Health Communication Capacity Collaborative

Il modello HC3 si basa sulle convinzioni individuali sulla salute. Secondo il modello delle convinzioni sulla salute, il comportamento sanitario dipende dalle percezioni personali sulla malattia. Queste percezioni si basano su tre elementi nodali:

- minaccia percepita;
- benefici percepiti;
- barriere percepite.

Sulla base delle percezioni si vanno a modulare i messaggi di modifica che dovranno andare a influenzare le percezioni errate, modificarle e quindi favorire l'adozione di una pratica igienica sicura.

Theory of Reasoned Action

La teoria dell'azione ragionata è anche conosciuta come teoria del comportamento pianificato. Secondo questa teoria, il comportamento è influenzato da:

- attitudine: il comportamento è vantaggioso per l'individuo;
- norme soggettive: il comportamento è accettabile e accettato a livello sociale;
- capacità e controllo: l'individuo possiede le abilità e la capacità per praticare il comportamento;

Fornire informazioni chiare sul “come fare” a praticare il comportamento, con simulazioni o prove di comportamento, può essere utile.

Stages of Change Model

Il modello delle fasi del cambiamento suggerisce che il cambiamento del comportamento è un processo e non un evento e che un individuo si muoverà attraverso cinque diverse fasi nel viaggio verso il cambiamento: precontemplazione, contemplazione, preparazione, azione e mantenimento. Il modello *Stages of Change* può essere applicato durante le interazioni uno-a-uno, per esempio, durante le visite a domicilio.

Social Learning Theory Model

Il modello della teoria dell'apprendimento sociale considera l'individuo nel proprio ambiente e suggerisce che il modo in cui impariamo è attraverso l'osservazione del comportamento degli altri e delle sue conseguenze. L'apprendimento- come base per il cambiamento- è quindi un processo sia cognitivo sia comportamentale. La teoria dell'apprendimento sociale illustra l'importanza di creare un ambiente sociale favorevole in modo che il cambiamento desiderato sia reso più facile.

3.7.2. Modelli di cambiamento del comportamento a livello familiare e/o comunitario

I modelli comunitari mirano a facilitare il cambiamento collettivo di un comportamento. Numerosi modelli rientrano in questa categoria, ma tendono a condividere alcuni elementi comuni. La partecipazione comunitaria è vista come un processo attraverso il quale le comunità o i gruppi comunitari sono sostenuti per identificare le pratiche a rischio, sviluppare piani d'azione e mobilitare risorse per raggiungere obiettivi collettivi. Idealmente il processo è guidato dalla comunità, ma sono possibili vari livelli di controllo e influenza. Il concetto di “*empowerment*”, in cui le persone acquisiscono conoscenze, abilità e fiducia, è solitamente importante per l'adozione del cambiamento. Si riportano qui di seguito esempi di approcci che enfatizzano l'azione comunitaria nel WASH e si basano su modelli partecipativi di cambiamento.

EAST- Easy, Attractive, Social and Timely

È un approccio utilizzato dal governo britannico. EAST sta per Facile, Attraente, Sociale e Tempestivo.

1. Rendere il messaggio facile. Gli obiettivi della comunicazione dovrebbero prevedere il cambiamento di pochi comportamenti, scegliendo quelli che comportano il minimo sforzo per cambiarli, rendendoli di più facile comprensione e assimilazione;
2. Rendere il messaggio attraente. Cercare di attirare l'attenzione del pubblico attraverso l'identificazione, la personalizzazione e l'uso di immagini. Considerare la possibilità di includere gare, giochi, premi e sanzioni;
3. Rendere il messaggio sociale. Diffondere il messaggio a una platea più ampia possibile. Usare il potere delle reti per mobilitare l'azione collettiva;
4. Fare in modo che sia tempestivo. Sollecitare le persone quando è probabile che siano più ricet-

tive. Concentrarsi sul cambiamento dei comportamenti che hanno effetto immediato anche in termini di costi e benefici piuttosto che su quelli i cui effetti arrivano più tardi.

Small (Immediate) Doable Actions (SIDA)

È un approccio utilizzato più per le famiglie, e prevede Piccole Azioni Fattibili (Immedie). La promozione dell'igiene spesso si concentra sul tentativo di raggiungere "un comportamento ideale". L'enfasi sulle piccole azioni fattibili riconosce il fatto che la pratica ideale può spesso essere difficile da raggiungere nella sua completezza in una sola volta. Le domande che devono essere poste ai membri della famiglia sono:

- Cosa rende questa azione difficile da fare?
- Cosa la renderebbe più facile?
- Chi vi aiuterà a farla?
- Quali problemi potreste affrontare se la fate?
- Chi vi approverà/disapproverà se la fate?

L'obiettivo è trasformare un comportamento appreso in una abitudine automatica perché è stata praticata numerose volte nello stesso contesto.

CLTS /SLTS /CATS- Community Led Total Sanitation - School Led Total Sanitation - Community Approaches to Total Sanitation

Detti approcci e metodi facilitano le comunità ad analizzare le loro attuali pratiche igieniche per motivare il cambiamento. Il SLTS applica il processo CLTS a un ambiente scolastico per spingere i bambini a impegnarsi nell'adozione di pratiche igieniche non a rischio. Il metodo mira a innescare un senso di vergogna e disgusto per le attuali pratiche igieniche rischiose (come la defecazione all'aperto) e fa leva sulla pressione sociale esercitata dai membri della comunità stessa. Per maggiori informazioni:

<http://www.communityledtotalsanitation.org/> e <https://sanitationlearninghub.org/>

PHAST- Participatory Hygiene and Sanitation Transformation

Il metodo fornisce una guida puntuale per la promozione dell'igiene e dei servizi igienici rivolta agli operatori sul campo, con pubblico *target* le comunità. Lo scopo è incoraggiare la comunità a pianificare le proprie iniziative igienico-sanitarie, sia a livello domestico che comunitario.

La metodologia si concentra sull'apprendimento e mira a incoraggiare l'adozione dell'igiene e dei servizi igienico-sanitari attraverso un contatto regolare con gruppi di comunità per un certo periodo di tempo. I gruppi sono guidati attraverso una serie sistematica di attività interattive che incoraggiano la valutazione della comunità e l'analisi dei problemi igienico-sanitari che i membri della comunità stessa stanno affrontando. Attraverso discussioni e dibattiti, viene identificata dalla comunità una risposta a pratiche antigieniche.

Il PHAST è quindi uno strumento di supporto decisionale che usa un approccio partecipativo costituito in sette fasi per facilitare la pianificazione e l'azione della comunità.

- Identificazione del problema;
- analisi del problema;
- pianificazione delle soluzioni;
- selezione delle opzioni;
- pianificazione di nuove strutture e cambiamento di comportamento;
- pianificazione per il monitoraggio;
- valutazione partecipativa.

Ogni fase prevede strumenti di comunicazione di accompagnamento che permettono al pubblico *target* di concettualizzare problemi e soluzioni. L'accento è posto sulla capacità delle persone di sviluppare e realizzare i propri piani per migliorare la loro situazione. I piani adottati possono includere sia la costruzione, sia la gestione di nuove strutture fisiche sia la promozione di comportamenti igienici collettivi.

Il PHAST utilizza una serie di immagini che rappresentano situazioni possibili. Ai gruppi di persone viene chiesto di descrivere come queste situazioni possibili si riferiscono alla situazione locale e cosa avrebbero bisogno di fare per risolvere i problemi identificati. La raccolta delle opinioni avviene attraverso un processo chiamato "*pocket chart voting*", che permette ai partecipanti di votare in segreto. I risultati sono poi discussi dal gruppo nel suo insieme senza che i singoli debbano svelare la loro scelta.

L'approccio partecipativo mira a costruire l'autostima e la fiducia del gruppo *target* a lavorare insieme per l'adozione dei cambiamenti dei comportamenti, creando un forte senso di responsabilità nell'adozione di nuovi comportamenti. Il coinvolgimento effettivo della comunità nel monitoraggio e nella valutazione assicura che i messaggi sviluppati e diffusi rispondano alle esigenze della comunità.

È uno tra i metodi più utilizzati.

Per maggiori informazioni:

http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/envsan/EOS96-11a.pdf

CHAST- Child Hygiene and Sanitation Transformation of Children's Hygiene and Sanitation Training

Un esempio interessante di applicazione dell'approccio PHAST è il *Children's Hygiene and Sanitation Training* (CHAST), che promuove il coinvolgimento attivo dei bambini negli sforzi per migliorare la loro igiene personale. L'approccio utilizza il lavoro di gruppo, le canzoni, le illustrazioni e i giochi per sviluppare e condividere le idee, così come attività pratiche, tra cui lavarsi le mani, lavarsi i denti, coprire il cibo e usare il bagno. Durante le fasi di identificazione e analisi del problema, i bambini sono incoraggiati a lavorare in coppia o in piccoli gruppi, e poi a presentare i loro pensieri e risultati a gruppi più grandi. Alcuni strumenti CHAST includono:

- *Poster* colorati. Questi sono usati per introdurre personaggi e situazioni nelle storie, mostrare esempi di comportamenti buoni e cattivi e illustrare storie raccontate dai bambini su problemi e soluzioni legati all'igiene;
- Marionette. Gli operatori hanno trovato le marionette particolarmente utili per coinvolgere le bambine e i bambini. Gli spettacoli di burattini incoraggiano i bambini a seguire e a prendere parte alle "buffonate" di un burattino parlante. Gli spettacoli di burattini si sono dimostrati utili per introdurre argomenti delicati e permettere la discussione di questioni che altrimenti potrebbero essere considerate tabù e non adatte.
- Giochi di ruolo. I giochi di ruolo possono essere usati per illustrare situazioni comuni nella vita di tutti i giorni, per aumentare la consapevolezza sui comuni problemi di igiene e per creare un ambiente positivo per la discussione di argomenti sensibili.
- Giochi di carte. Questi sono progettati per rafforzare le lezioni su ciò che costituisce un comportamento igienico buono e cattivo. I bambini sono incoraggiati a memorizzare le carte, ricordando così i messaggi chiave.

SaniFOAM e FOAM- *Focus, Opportunity, Ability and Motivation*

FOAM sta per Focalizzazione, Opportunità, Abilità e Motivazione. Sia FOAM (per il lavaggio delle mani) che SANIFOAM (per i servizi igienici) sono stati sviluppati dal *Water and Sanitation Programme* (WSP) della Banca Mondiale. I determinanti comportamentali sono organizzati in tre gruppi che coprono opportunità, abilità e motivazione. Inoltre, la popolazione *target* e gli obiettivi specifici sono definiti da un "*focus*", inteso come particolare interesse, su dette tre aree specifiche.

- Focus: chi è la popolazione *target*? Quali cambiamenti specifici si vuole osservare?
- Opportunità: qual è la probabilità di cambiamento? Cosa potrebbe impedire o permettere il cambiamento?
- Abilità: l'individuo e la comunità sono in grado di eseguire il comportamento desiderato?
- Motivazione: l'individuo e la comunità vogliono eseguire il comportamento desiderato?

RANAS- *Risks, Attitudes, Norms, Abilities, Self-Regulation*


- Rischi: la comprensione e la consapevolezza del rischio per la salute da parte della persona/comunità (include la conoscenza della salute e la gravità e la vulnerabilità percepita);
- Atteggiamenti: l'attitudine positiva o negativa di una persona/comunità nei confronti di un comportamento (include i costi e i benefici percepiti così come le emozioni);
- Norme: la pressione sociale percepita per praticare (o meno) un comportamento (include il comportamento degli altri, l'approvazione o disapprovazione);
- Abilità: la fiducia e la capacità della persona di praticare un comportamento (include la conoscenza di come fare qualcosa e l'autoefficacia);
- Autoregolazione: i tentativi della persona di pianificare, autocontrollare e gestire obiettivi contrastanti o spunti di distrazione.

BCD - *Behaviour Centred Design*

Il BCD è un approccio al cambiamento del comportamento che incorpora nuove scoperte sul grado di apprendimento delle persone. I sostenitori di questo approccio suggeriscono che i programmi di cambiamento del comportamento "devono concentrarsi sul comportamento piuttosto che sulla cognizione o sulla comunicazione" (Aunger 2015). L'approccio segue cinque passaggi:

1. analisi;
2. costruzione;
3. creazione;
4. consegna;
5. valutazione.

Le fasi di analisi e di costruzione comportano la realizzazione di una ricerca formativa per esplorare le ipotesi sui probabili determinanti comportamentali e utilizzano una varietà di metodi innovativi come la mappatura motivazionale, la prioritizzazione dei determinanti comportamentali e la video etnografia. La fase di creazione prevede l'utilizzazione di un *team* creativo nella progettazione dell'intervento con l'obiettivo di rendere i materiali innovativi, coinvolgenti e motivanti. I messaggi identificati ed elaborati vengono poi diffusi (consegnati) attraverso vari canali di comunicazione.



L'approccio utilizza i concetti di motivazioni e abitudini come mezzi per capire cosa influenzi il comportamento delle persone. Gli autori sostengono che cambiare le motivazioni e/o le abitudini è una leva potente per cambiare il comportamento. I motivi, e in particolare alcune sensazioni ed emozioni come la comodità, la fame, la paura, il disgusto, l'affiliazione sono importanti determinanti comportamentali che influenzano il comportamento e su di essi dovrebbe vertere la campagna di comunicazione, il cui fine ultimo è quello di trasformare un nuovo comportamento virtuoso in una abitudine.

COMBI - Communication for Behavioural Impact

La comunicazione per l'impatto comportamentale fornisce un quadro di pianificazione e attuazione per guidare gli interventi di promozione dell'igiene sia in situazioni croniche che acute.

Come per i metodi precedenti, l'enfasi è posta sulla "ricerca formativa" conosciuta come "analisi di mercato situazionale". L'ascolto del "consumatore" è fondamentale durante questa fase di indagine e permette l'identificazione delle credenze e delle pratiche socioculturali che potrebbero essere ostacoli all'adozione del comportamento desiderato. Il piano di comunicazione dovrebbe coinvolgere le persone a tutti i livelli della società usando una varietà di messaggi e canali di comunicazione.

Bibliografia

- *A Guide to Sanitation and Hygiene for Those Working in Developing Countries*, Tampere Polytechnic University of Applied Sciences, 2006;
- *Community-Led Urban Environmental Sanitation Planning: CLUES - Complete Guidelines for Decision-Makers with 30 Tools*, Eawag, UN-Habitat, 2011;
- *Compendium of Accessible WASH Technologies*, WECD, Water Aid, Share, 2014;
- *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*, 2nd revised edition, Eawag, 2014;
- *Core Questions and Indicators for Monitoring WASH in Health Care Facilities in the Sustainable Development Goals*, WHO, UNICEF, 2018;
- *Core Questions and Indicators for Monitoring WASH in Schools in the Sustainable Development Goals*, WHO, UNICEF, 2018;
- *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*, WHO, 2020;
- *Five Keys to Safer Food Manual*, WHO, 2006;
- *Global Framework for Urban Water, Sanitation and Hygiene*, UNICEF, 2019;
- *Global Progress Report on Water, Sanitation and Hygiene in Health Care Facilities: Fundamentals First*, WHO, 2020;
- *Governance of Water and Sanitation - As Applied to Humanitarian and Development Projects, Action Against Hunger*, 2017;
- *Guidance on Menstrual Health and Hygiene*, UNICEF, 2019;
- *Guidelines for Drinking-Water Quality: fourth edition incorporating the first addendum*, WHO, 2017;
- *Handwashing Promotion - Monitoring and Evaluation Module*, UNICEF, 2013;
- *Hygiene Promotion Guidelines*, UNHCR, 2017;
- *Improving Water, Sanitation and Hygiene in Schools: Guide for Practitioners and Policy Makers in Mongolia*, Asian Development Bank, 2020;
- *Overview and Meta-Analysis of Global Water, Sanitation and Hygiene (WASH) - Impact Evaluations*, WBG, 2018;
- *Participatory Community WASH Mapping and Action Planning: Guidelines*, CEDT, 2014;
- *Performance Monitoring Framework, part 1. Introduction and Impact Indicators*, SNV, 2019;
- *Programming for Sustainability in Water Services – A Framework*, UNICEF, SIWI Water Governance Facility, UNDP, 2018;
- *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene in Schools: Special Focus on Covid-19*, WHO, UNICEF, 2020;
- *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities*, WHO, UNICEF, 2019;
- *Protecting Surface Water for Health Identifying, Assessing and Managing Drinking-Water Quality Risks in Surface-Water Catchments*, WHO, 2016;
- *Safer Water, Better Health. 2019 Update*, WHO, 2019;
- *SSH4A Performance Monitoring Framework, part 2. Outcome Indicators*, SNV, 2019;
- *State of the World's Sanitation: An Urgent Call to Transform Sanitation for Better Health, Environments, Economies and Societies*, WHO, UNICEF, 2020;
- *Strategy for Water, Sanitation and Hygiene 2016–2030*, UNICEF, 2016;
- *Sustainability Checks Guidance to Design and Implement Sustainability Monitoring in WASH*, UNICEF, 2017;
- *Technical Brief on Water, Sanitation, Hygiene and Wastewater Management to Prevent Infections and Reduce the Spread of Antimicrobial Resistance*, WHO, FAO, OIE, 2020;

- *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, fourth edition, Sphere Association, 2018;*
- *The State of the World's Children 2019. Children, Food and Nutrition: Growing Well in a Changing World, UNICEF, 2019;*
- *UNHCR WASH Manual: Practical Guidance for Refugee Settings, UNHCR, 2020;*
- *Unravelling the Linkages between Water, Sanitation, Hygiene and Rural Poverty: the WASH Poverty Index, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013;*
- *Urban WASH Planning Guidance Note, UNHCR, 2018;*
- *WASH Climate Resilient Development. Guidance Note. Risk Assessments for WASH, UNICEF, GWP, 2017;*
- *Wash Climate Resilient Development. Strategic Framework, UNICEF, GWP, 2017;*
- *WASH Climate Resilient Development. Technical Brief. Appraising and Prioritizing Options for Climate Resilient WASH, UNICEF, GWP, 2017;*
- *WASH Climate Resilient Development. Technical Brief. Integrating Climate Resilience into National WASH Strategies and Plans, UNICEF, GWP, 2015;*
- *WASH Climate Resilient Development. Technical Brief. Linking Risk with Response: Options for Climate Resilient WASH. UNICEF, GWP, 2017;*
- *WASH Climate Resilient Development. Technical Brief. Local Participatory Water Supply and Climate Change Risk Assessment: Modified Water Safety Plans, UNICEF, GWP, 2017;*
- *WASH Climate Resilient Development. Technical Brief. Monitoring and Evaluation for Climate Resilient WASH, UNICEF, GWP, 2017;*
- *WASH Field Note, UNICEF, 2019;*
- *WASH Guidelines for Field Practitioners - part 3: Hygiene, Malteser International, 2017;*
- *WASH@WORK: Self-Training Handbook, ILO, 2016;*
- *Water and Development: Evaluation of World Bank Support, volume 1, WB, 2010;*
- *Water and Development: Evaluation of World Bank Support, volume 2, WB, 2010;*
- *Water and Sanitation Indicators Measurement Guide, USAID, 1999;*
- *Water, Sanitation & Hygiene Policy, Action Against Hunger, 2018;*
- *Water, Sanitation and Hygiene Evidence Paper, DFID, 2013;*
- *Water, Sanitation and Hygiene for Populations at Risk, Action Contre la Faim, 2005;*
- *Water, Sanitation and Hygiene Portfolio Review, DFID, 2012;*
- *Water, Sanitation, Hygiene (WASH) and Waste Management for the Prevention of Covid-19 Updated Technical Note-2nd edition, WHO, UNICEF, 2020;*
- *Water, Sanitation, Hygiene and Health: Primer for Health Professionals, WHO, 2019;*
- *WHO Water, Sanitation and Hygiene Strategy 2018-2025, WHO, 2018;*
- *World Health Statistics 2020: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals, WHO, 2020.*

1

**A
L
L
E
G
A
T
O**

***CHECK-LIST* E
INDICATORI PER LA
PROGETTAZIONE E
VALUTAZIONE DI
UN'INIZIATIVA WASH**



Allegato I - CHECK-LIST E INDICATORI PER LA PROGETTAZIONE E VALUTAZIONE DI UN'INIZIATIVA WASH

Il presente allegato ha l'ambizione di fornire uno strumento divulgativo e operativo di supporto al personale dell'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo per la scrittura/progettazione e/o valutazione di una proposta di finanziamento nel settore WASH, accessibile anche a chi non possiede particolari competenze tecniche.

Esso si compone di 3 capitoli principali:

- il capitolo 1 illustra la check-list intesa come strumento per la redazione di una proposta di finanziamento di un'iniziativa WASH, ipotizzando un percorso in cui siano incluse tutte le tappe intermedie per trarre in considerazione l'elaborazione di una proposta di successo;
- il capitolo 2 mira ad affiancare il controllore e/o valutatore nelle fasi di monitoraggio e valutazione di una iniziativa WASH, esplorando i principali indicatori applicabili alle componenti del settore: approvvigionamento idrico, servizi igienico-sanitari e promozione dell'igiene. Esso si arricchisce, inoltre, di indicatori trasversali utili per misurare la qualità della *governance*, dell'uso dei fondi, della resilienza e della sensibilità verso i gruppi vulnerabili;
- il capitolo 3 intende, infine, rappresentare un esempio metodologico degli elementi costitutivi degli indicatori citati nel capitolo 2, fornendo indicazioni in merito alla loro applicabilità.

1 Check-list per la progettazione di un'iniziativa WASH

Nel capitolo in parola è riportata una check list di cui fanno parte elementi formali e contenutistici, la cui presenza è raccomandata nella presentazione o nella valutazione di una iniziativa WASH nel contesto di progetti di sviluppo o di aiuto umanitario.

Tale check list è strutturata seguendo lo schema di presentazione proposto nel documento unico di progetto (DUP) di AICS. I paragrafi corrispondono alla numerazione riportata nel documento ufficiale, ma il loro contenuto è coerente con la maggior parte dei formulari comunemente utilizzati dalle organizzazioni che finanziano progetti di sviluppo.

Quanto riportato nel presente capitolo segue, inoltre, la logica della gestione basata sui risultati.

Un numero sempre crescente di donatori considera prioritario l'utilizzo dell'approccio Result Based Management (RBM) quale strategia di progettazione, gestione e realizzazione delle iniziative di cooperazione allo sviluppo.

Tale strategia di gestione dei progetti e programmi presuppone una catena dei risultati (Result Chain) strutturata in modo più rigoroso di come i quadri logici richiedevano in passato. Ciò significa mettere in atto un percorso logico a ritroso, nel quale si parte dalla definizione di obiettivi finali in termini di benefici per un gruppo *target* di beneficiari diretti (risultati come obiettivo/i specifico/i o generale/i), si definiscono a ricaduta e come logica conseguenza, prima i benefici intermedi a essi collegati con rigorosi nessi causali (risultati come obiettivi intermedi) infine si individuano *output* da realizzare (risultati come prodotti) e attività da implementare e, di riflesso, risorse umane, finanziarie e tecniche da impiegare (*input*).

1.1 Informazioni generali dell'iniziativa

Laddove, nelle informazioni generali, venga richiesto di esprimere la rilevanza del progetto rispetto ai codici OCSE/DAC, si raccomanda di verificare che sia citato almeno uno dei seguenti parametri:

1.1.1. Codici OCSE/DAC

121 Health General

In dettaglio

12110	<i>Health policy and administrative management</i>
--------------	----------------------------------------------------

122 Basic Health

In dettaglio:

12250	<i>Infectious Disease Control</i>
12261	<i>Health Education</i>
12281	<i>Health Personnel Development</i>

130 Population Policy/Programs and Reproductive Health

In dettaglio:

13020	<i>Reproductive health care</i>
13081	<i>Personnel development for population and reproductive health</i>

140 Water Supply and Sanitation

In dettaglio:

14010	<i>Water Sector Policy and Administrative Management</i>
14015	<i>Water Resources Conservation (including Data Collection)</i>
14020	<i>Water Supply and Sanitation - Large Systems</i>
14021	<i>Water Supply - Large Systems</i>
14022	<i>Sanitation - Large Systems</i>
14030	<i>Basic Drinking Water Supply and Basic Sanitation</i>
14031	<i>Basic Drinking Water Supply</i>
14032	<i>Basic Sanitation</i>
14081	<i>Education and Training In Water Supply And Sanitation</i>

1.1.2. Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e relativi Target

Dove venga richiesto di esprimere la rilevanza del progetto rispetto agli **Obiettivi di Sviluppo Sostenibile** e relativi **Target**, i seguenti possono essere selezionati in un intervento WASH:

SDG N°3 Salute e benessere per tutti. In particolare, i *target*:

- 3.4 Entro il 2030, ridurre di un terzo la mortalità prematura da malattie non trasmissibili attraverso la prevenzione e la cura;
- 3.9 Entro il 2030, ridurre sostanzialmente il numero di decessi e malattie da sostanze chimiche pericolose e da inquinamento e contaminazione di aria, acqua e suolo.

SDG N°6 Acqua pulita e servizi igienico-sanitari. In particolare, i *target*:

- 6.1 Entro il 2030, conseguire l'accesso universale ed equo all'acqua potabile sicura e alla portata di tutti;
- 6.2 Entro il 2030, raggiungere un adeguato ed equo accesso ai servizi igienico-sanitari e di igiene per tutti ed eliminare la defecazione all'aperto, con particolare attenzione ai bisogni delle donne e delle ragazze e di coloro che si trovano in situazioni vulnerabili;
- 6.3 Entro il 2030, migliorare la qualità dell'acqua riducendo l'inquinamento, eliminando le pratiche di scarico non controllato e riducendo al minimo il rilascio di sostanze chimiche e materiali pericolosi, dimezzare la percentuale di acque reflue non trattate e aumentare sostanzialmente il riciclaggio e il riutilizzo sicuro a livello globale;
- 6.4 Entro il 2030, aumentare sostanzialmente l'efficienza idrica da utilizzare in tutti i settori e assicurare prelievi e fornitura di acqua dolce per affrontare la scarsità d'acqua e ridurre in modo sostanziale il numero delle persone che soffrono di scarsità d'acqua;

- 6.5 Entro il 2030, attuare la gestione integrata delle risorse idriche a tutti i livelli, anche attraverso la cooperazione transfrontaliera a seconda dei casi;
- 6.a Entro il 2030, ampliare la cooperazione internazionale e la creazione di capacità di supporto a sostegno dei paesi in via di sviluppo in materia di acqua e servizi igienico-sanitari, tra cui i sistemi di raccolta dell'acqua, la desalinizzazione, l'efficienza idrica, il trattamento delle acque reflue, le tecnologie per il riciclo e il riutilizzo;
- 6.b Sostenere e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nel miglioramento della gestione idrica e fognaria.

SDG N° 11 Città e comunità sostenibili. In particolare, i *target*:

- 11.1 Entro il 2030, garantire a tutti l'accesso ad alloggi adeguati, sicuri e convenienti e ai servizi di base e riqualificare i quartieri poveri;
- 11.6 Entro il 2030, ridurre l'impatto ambientale negativo pro capite delle città³⁷.

1.1.3. Policy Objectives OCSE DAC

Dove venga richiesto di indicare, secondo la **legenda OCSE DAC**, uno o più temi collegati all'area WASH (Policy Objectives OCSE DAC) specificando se si tratta di obiettivi principali o significativi, i seguenti potrebbero essere coerenti con l'intervento:

- *Gender Equality* (nella componente di accesso all'acqua dove questa contribuisca a promuovere l'uguaglianza di genere);
- *Aid to Environment* (nelle componenti di accesso all'acqua e di predisposizione di strutture igienico-sanitarie dove ciò possa concorrere alla tutela ambientale);
- Sviluppo partecipativo/ *Good Governance*;
- *Nutrition* (lo scopo di questo marker è quello di migliorare l'identificazione delle attività correlate alla nutrizione (*nutrition related*). Tale marker può riguardare progetti in una varietà di settori, compresi gli interventi umanitari, salute materna, approvvigionamento idrico e igiene (WASH), agricoltura, istruzione e protezione sociale).

1.1.4. Rio Marker

Rispetto ai **Rio Marker**, i seguenti potrebbero adattarsi a un intervento WASH, specificando se si tratta di obiettivi principali o significativi:

- Desertificazione;
- Adattamento ai cambiamenti climatici.

Vanno selezionati se l'iniziativa WASH contribuisce in modo diretto e significativo alla tutela di uno o più degli aspetti descritti nei marker, principalmente attraverso la componente WASH di accesso alle risorse idriche e loro utilizzo.

Rispetto ai marker sociosanitari l'intervento WASH potrebbe dare un contributo alla salute materno infantile attraverso le tre componenti nelle quali si esplica (approvvigionamento idrico, servizi igienico-sanitari, promozione dell'igiene).

³⁷ Gli impatti negativi, cui ci si riferisce per quanto concerne questo *target*, sono inerenti soprattutto allo scorretto utilizzo della risorsa idrica in ambiente urbano nonché il suo degrado in termini di inquinamento e mancato trattamento e idoneo smaltimento. Questi aspetti sono rilevanti anche per l'ambito igienico – sanitario.

Si raccomanda inoltre di fornire, tra le informazioni generali relativamente al Paese di attuazione del progetto, ove disponibili, una lista di documenti e strategie settoriali, tematiche, regionali e/o nazionali delle Sedi AICS all'interno della quale siano evidenti i riferimenti al settore WASH coerenti con il progetto, indicando gli obiettivi WASH e i relativi indicatori adottati cui la proposta intende contribuire.

1.1.5. Marker sociosanitari

Rispetto ai **Marker Socio Sanitari**, il seguente potrebbe adattarsi a un intervento WASH, specificando se si tratta di obiettivi principali o significativi:

- Contribution to Reproductive, Maternal, Newborn, and Child Health (RMNCH);

Si segnala che la componente WASH ha assunto negli anni un notevole peso all'interno di questo *Marker* e il meccanismo con il quale si può misurare è "MUSKOKA 2 initiative" il quale è in grado di esprimere oggettivamente il peso dei finanziamenti messi a disposizione per le attività rivolte a questo settore (SRMNCH). Il marker punta a rintracciare tutte le attività che possono contribuire al miglioramento della salute materno infantile, non solo quelle tipiche del settore di intervento della salute, ma anche di settori quali: Educazione, Nutrizione, WASH, *Governance*.

1.2 Descrizione sintetica del Progetto

Dove questo paragrafo venga richiesto, accertarsi che nella descrizione sintetica, vengano incluse le rilevanti componenti WASH o negli obiettivi generali o nell'obiettivo specifico o in almeno uno degli obiettivi intermedi. Accertarsi che le attività elencate in questa sezione mostrino con chiarezza il contributo al raggiungimento di tali obiettivi e che sia chiaro il gruppo *target* (beneficiari diretti) a cui ci si riferisce con le attività WASH.

1.3. Coerenza e rilevanza dell'iniziativa nel contesto locale

- Gli obiettivi dell'iniziativa relativi al settore WASH devono essere dichiarati coerenti rispetto alle priorità europee e degli organismi multilaterali e tale coerenza deve essere supportata da idonea documentazione;
- Gli obiettivi dell'iniziativa relativi al settore WASH devono essere dichiarati coerenti rispetto alle priorità espresse nelle politiche locali delle istituzioni dei paesi di realizzazione e tale coerenza deve essere supportata da idonea documentazione;
- Gli obiettivi dell'iniziativa relativi al settore WASH devono essere dichiarati coerenti rispetto alle priorità dei beneficiari diretti e tale coerenza deve essere supportata da idonea documentazione;
- Le attività e gli obiettivi dell'iniziativa relativi al settore WASH devono essere dichiarati coerenti rispetto alle priorità espresse nel Documento Triennale di Programmazione e Indirizzo della Cooperazione Italiana (DTPI 2019-2021 o DTPI successivi);
- Le attività e gli obiettivi dell'iniziativa relativi al settore WASH devono essere dichiarati coerenti rispetto alle priorità espresse nel Documento Strategia Paese (DSP).

1.4. Identificazione dei bisogni e analisi dei problemi

- Accertarsi che in tale paragrafo sia menzionata la metodologia usata per l'identificazione dei problemi/bisogni di natura WASH, specificando da chi, come e in che condizioni tali problemi sono stati raccolti e se ci sia stata qualche forma di coordinamento con i *Partner* o con altri Enti;

- Verificare che siano menzionati problemi direttamente collegati agli obiettivi WASH e che siano specificate le fonti da cui sono stati evinti, quantificandone la dimensione e descrivendo la reale possibilità di farne fronte con il progetto.

1.5. Logica e strategia d'intervento – Obiettivi, prodotti e attività

- Sarebbe opportuna l'esistenza di almeno un obiettivo generale che rispecchi l'effetto positivo di lungo periodo connesso ad attività WASH sulla collettività, a cui il progetto contribuisce. Tale nesso causale deve essere evidente e diretto e almeno un indicatore dovrebbe quantificarlo. Tutti gli indicatori di obiettivo collegati ad aspetti del settore WASH dovrebbero essere coerenti con gli SDG e i settori OCSE/DAC citati sopra e dovrebbero essere corredati da una indagine preliminare, contenente dati, se applicabili, disaggregati per genere;
- L'obiettivo specifico del progetto, preferibilmente uno solo, deve essere coerente con le attività WASH pianificate e almeno un indicatore, che ne misura il raggiungimento, deve essere a esse collegato. Tutti gli indicatori WASH di obiettivo dovrebbero essere coerenti con gli SDG e i settori OCSE/DAC citati sopra e dovrebbero essere corredati da una indagine preliminare, contenente dati, se applicabili, disaggregati per genere;
- Eventuali *outcome* intermedi (risultati come *outcome*) dovrebbero descrivere i servizi (in termini di benefici acquisiti dai *target group* toccati dalle attività WASH), che il progetto fornisce attraverso i propri *output* (prodotti materiali o immateriali). Tali servizi devono essere coerenti con le attività e opportunamente corredati da indicatori di *outcome*. Tutti gli indicatori WASH di obiettivo dovrebbero essere coerenti con gli SDG e i settori OCSE/DAC citati sopra e dovrebbero essere corredati da una indagine preliminare, contenente dati, se applicabili, disaggregati per genere;
- I prodotti WASH materiali o immateriali (risultati come *output*) sono descritti con opportuni indicatori e sono coerenti con le attività. Gli indicatori WASH di risultato come *output*, analogamente agli indicatori di obiettivo, sono disaggregati per genere e accompagnati da una indagine preliminare, quando ciò sia fattibile;
- Le attività di progetto sono necessarie e sufficienti per dare origine ai prodotti e ai servizi descritti nella Logica di Intervento del progetto;
- Le attività previste dal progetto sono coerenti con quelle descritte nella parte narrativa delle Linee Guida metodologiche WASH;
- Le attività di progetto si basano su analisi tecniche documentate e nascono da expertise settoriali specifiche e di alto profilo descritte dal progetto;
- Le comunità locali sono attivamente coinvolte nella gestione dei prodotti WASH ed è possibile evincerlo chiaramente dalla descrizione delle attività.

1.6. Beneficiari

- Il progetto deve esprimere i beneficiari delle attività WASH in termini o di individui e/o di famiglie e/o di organizzazioni (es: comunità);
- I beneficiari devono essere accuratamente descritti e, dove possibile, quantificati per sesso e fasce di età e condizione di disabilità;
- Se il progetto prevede beneficiari di attività WASH diretti o indiretti, entrambi questi gruppi vanno descritti e dettagliati per sesso e fasce di età e condizione di disabilità.

1.7. Esperienza del Soggetto proponente e dei partner

- Tutti i soggetti coinvolti nelle componenti WASH, che si tratti del proponente o di altri *stakehol-*

der vanno descritti in termini di esperienze WASH maturate specificando in quali aree geografiche, in che tipologie di progetti e in che *range* di attività, evidenziando le risorse finanziarie WASH gestite e i risultati WASH raggiunti;

- È opportuno analizzare anche la capacità finanziaria del proponente o di altri *stakeholder* e le relative modalità di finanziamento adottate da ciascuno di essi per le componenti WASH.

1.8. Modalità organizzative, gestionali e di assunzione delle decisioni

- Il progetto è in grado di descrivere la macchina organizzativa delle componenti WASH mettendo in evidenza il sistema decisionale di management in atto e quale sia il flusso di responsabilità tra i *Partner* all'interno di tali componenti;
- Nel progetto sono descritti i profili professionali e i ruoli delle principali risorse umane previste in Italia e nel Paese di realizzazione delle attività WASH;
- Nel progetto è descritta la strategia per mettere a disposizione del progetto i beni (inclusi i veicoli), le forniture, i servizi e i lavori necessari al raggiungimento degli obiettivi WASH;
- Nel progetto sono menzionati eventuali altri interventi che si stanno svolgendo o che si sono già svolti parallelamente al progetto stesso, di Istituzioni locali e altri attori, nazionali e/o internazionali attivi nel settore WASH, specificando le modalità attraverso le quali si eviteranno duplicazioni e sovrapposizioni e/o si costruiranno sinergie;
- Sono spiegate le modalità realizzative di ciascuna delle principali attività WASH previste (es: individuazione dell'Ente realizzatore tramite procedura di gara, ecc.);
- Vengono espressamente esplicitate in seno alle attività WASH, le policy e gli standard internazionali per la promozione e l'uguaglianza di genere, empowerment femminile, la protezione dalla violenza di genere, la tutela delle minoranze e dei gruppi vulnerabili (compresi i giovani e gli anziani), la disabilità, la tutela dell'ambiente;
- Sono state previste attività di valutazione esterna in particolare sulle componenti WASH del progetto con l'appoggio di esperti valutatori con esperienza tecnico specifica nel settore WASH.

1.9. Condizioni per l'avvio

- Sono state specificate tutte le condizioni necessarie per l'avvio delle attività WASH (es: stipula di Accordi di Progetto, avvenuto trasferimento dei fondi, iscrizione dei fondi nel bilancio del Paese beneficiario, ecc.) e relativa tempistica.

1.10. Sostenibilità

Sono molteplici i fattori attraverso i quali si può osservare e valutare la sostenibilità. I principali fattori sono i seguenti: ambientali, economici, socio-culturali, politico-istituzionali, appropriatezza di tecnologie/tecniche e quelli legati alla gestione del rischio.

Fattori Ambientali

- Ogni realizzazione di opera, infrastruttura o impianto WASH è corredato di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) qualora il suo costo monetario ecceda i 300.000 euro;
- Ogni realizzazione di opera, infrastruttura e impianto WASH di importo monetario inferiore ai 300.000 euro prevede un "assessment" di impatto ambientale;
- Il progetto dimostra che i materiali o le metodologie utilizzate in ambito WASH non determineranno impatti negativi sulle popolazioni delle aree *target* e sul loro ambiente;
- Il progetto dimostra di aver preso in considerazione la fase di "fine vita" degli impianti, attrezzature o opere WASH introdotte o loro componenti. Eventuali bonifiche, smaltimenti, decontaminazione, smontaggio, rimozioni sono stati adeguatamente considerati anche se avverranno anni dopo il termine temporale del progetto stesso (LCA *assessment*);

- Il progetto identifica ipotesi (ultima colonna del Quadro Logico) collegate direttamente alle attività WASH identificate con un'analisi del rischio ambientale accuratamente documentata sia nella Proposta di Finanziamento (PDF) che nel POG dell'iniziativa di cooperazione.

Fattori economici

- Nell'analisi di sostenibilità sono state dovutamente analizzate le possibili criticità in ambito economico che potrebbero ostacolare la copertura dei costi ricorrenti legati alle componenti WASH;
- Il progetto ha inserito nelle attività WASH elementi che si rifanno al concetto di economia circolare.

Fattori socioculturali

- Nell'analisi di sostenibilità sono state dovutamente analizzate le possibili criticità in ambito sociale, e culturale che potrebbero compromettere la sostenibilità delle componenti WASH.

Fattori politico istituzionali

- Il progetto dimostra che le Istituzioni locali sono state coinvolte, formate e attrezzate per le attività WASH e possiedono una "ownership" delle componenti WASH che ne renderanno possibile la presa in carico a fine progetto, anche per gli aspetti di manutenzione. L'*ownership* viene assunta, per i diversi livelli di erogazione, anche da comitati comunitari di gestione e cura degli impianti.

Fattori legati alle tecnologie/tecniche introdotte

- Il progetto dettaglia adeguatamente le forme di trasferimento di competenze collegate al settore WASH trasferite a *partner e stakeholder*;
- Il progetto dettaglia adeguatamente l'adozione di tecniche o tecnologie WASH sotto il profilo dell'innovatività (relativamente al contesto territoriale o ai beneficiari che ne fruiranno), sotto il profilo della loro adeguatezza (nei termini del loro mantenimento e capacità di garantirne il funzionamento nel tempo) e dimostra che si tratta delle migliori tecniche o tecnologie disponibili dato il contesto in cui vengono introdotte.


Fattori legati alla gestione del rischio

Il progetto identifica ipotesi collegate direttamente alle attività WASH individuate con un'analisi del rischio accuratamente documentata sia nella Proposta di Finanziamento (PDF) che nel Piano Operativo Generale (POG) dell'iniziativa di cooperazione;

- Il progetto identifica ipotesi collegate direttamente alle attività WASH che danno origine a indicatori di monitoraggio di contesto;
- Le attività WASH sono corredate da una matrice del rischio che prevede attività di mitigazione dello stesso esplicitate nel dettaglio.

1.11. Monitoraggio

- Esiste un sistema di monitoraggio con indicatori di monitoraggio e fonti di verifica coerenti con gli indicatori WASH e direttamente collegati ad attività WASH. Essi devono essere chiaramente identificati nel Quadro Logico e quindi descritti nello specifico paragrafo del DUP, includendo anche le risorse e le modalità con le quali verranno misurati i 4 livelli della catena dei risultati;

- 
- È previsto il supporto al monitoraggio delle attività WASH di esperti del settore incaricati della revisione, elaborazione degli indicatori in itinere;
 - Il processo di monitoraggio si avvale di risorse umane locali deputate alla raccolta ed elaborazione dei dati;
 - È previsto il coinvolgimento delle comunità locali in un processo di monitoraggio delle strutture WASH continuo e strutturato.

1.12. Comunicazione e visibilità

- Sono previste azioni di comunicazione/disseminazione a diversi livelli atte a promuovere la consapevolezza e la conoscenza relative al settore WASH sia di *stakeholder* istituzionali che di OSC, settore privato e beneficiari individuali;
- Il piano di comunicazione relativo al settore WASH di cui sopra è articolato e si basa sull'uso dei social media, eventi, manifestazioni, siti web la cui sostenibilità è garantita e documentata;
- Esistono attività di comunicazione relative alle attività inerenti al settore WASH tanto in Italia quanto del Paese di realizzazione del progetto e/o in paesi limitrofi a quest'ultimo per conferire alla comunicazione un ambito "regionale".

1.13. Piano finanziario e cronogramma

- Le risorse finanziarie previste e allocate per le attività WASH sono coerenti con i valori raccomandati dalla letteratura tematica³⁸ e sufficienti per coprire le voci di spesa richieste da una efficiente gestione delle attività;
- La risorsa tempo prevista e allocata per la realizzazione delle attività WASH è coerente con i tempi raccomandati dalla letteratura tematica³⁹ e congrui per una efficiente gestione delle attività.

38 *Improving Water, Sanitation and Hygiene in Schools, a Guide for Practitioners and Policy Makers in Mongolia, Asian Development Bank, 2020*

39 *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, Fourth Edition, Sphere Association, 2018*

2 Indicatori applicabili al settore WASH

Nel paragrafo che segue sono riportati un campione rappresentativo, ma non esaustivo, di indicatori applicabili al settore WASH. Trattandosi di una lista di indicatori applicabili ad un ventaglio variegato di possibili interventi, si è volutamente scelto di non scendere nell'ambito tecnico, bensì di rimandare ai documenti di esame narrativo una trattazione più tecnica con un più elevato grado di approfondimento quali/quantitativo. Per questa ragione, soltanto per pochissimi indicatori, si è voluto fornire un parametro quantitativo a puro scopo esemplificativo, ma non esaustivo, che dovrà comunque essere adattato al contesto specifico al quale l'intervento si riferisce. Gli indicatori sono stati suddivisi tra quelli di outcome e quelli di output. Sulla base della complessità interpretativa, per alcuni è stato fornito un livello esplicativo di dettaglio.

1.1. Approvvigionamento idrico	
Indicatori di <i>outcome</i>	Spiegazioni di dettaglio
1	<p>Numero di persone che hanno accesso ai servizi di base dell'acqua potabile⁴⁰</p> <p>I servizi di acqua potabile di base sono definiti come fonti o punti di consegna (delivery point) migliorati che, per natura della loro costruzione o attraverso un intervento attivo/migliorativo, sono protetti dalla contaminazione esterna (in particolare dalla contaminazione esterna con materia fecale) e dove il tempo di raccolta non supera i 30 minuti per un viaggio di andata e ritorno, inclusa l'attesa per le persone in fila per la collezione dell'acqua. L'accesso deve essere misurato dal luogo di residenza del beneficiario e non include l'accesso a un asilo nido, a una struttura sanitaria o al luogo di lavoro.</p> <p>Le fonti di acqua potabile che soddisfano questi criteri includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • approvvigionamento idrico potabile in loco; • rubinetto/paletto pubblico, pozzo del tubo/pozzo trivellato; • pozzo protetto; • sorgente protetta; • acqua piovana protetta; • acqua in bottiglia. <p>Tutti gli altri servizi sono considerati "non migliorati", inclusi: pozzo scavato non protetto, sorgente non protetta, carrello con piccola cisterna / fusto, camion cisterna, acque superficiali (fiume, diga, lago, stagno, ruscello, canale, canale di irrigazione).</p> <p>I seguenti criteri devono essere soddisfatti per le persone conteggiate come aventi accesso ai servizi di acqua potabile di base a seguito dell'iniziativa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Il tempo totale di raccolta deve essere di 30 minuti o meno per un viaggio di andata e ritorno (compreso il tempo di attesa)⁴¹. Data questa definizione, il numero di persone che si ritiene abbiano "ottenuto l'accesso" a un servizio di base sarà limitato dalla distanza fisica al servizio dalle abitazioni dei beneficiari, dalla quantità di tempo tipicamente trascorso in coda al servizio e dalla capacità di produzione del servizio;

40 Ai fini del calcolo dell'indicatore, contano solo le persone che, prima dell'istituzione o della riabilitazione del servizio di base dell'acqua potabile, non hanno mai avuto accesso a detti servizi.

41 Una minore distanza di accesso all'acqua è correlata ad una maggiore igiene personale e ha il duplice beneficio di prevenire le malattie e ridurre il rischio della loro trasmissione. Uno studio condotto in 26 Paesi dell'Africa sub-sahariana rileva

1.1. Approvvigionamento idrico		
		<p>2. Il servizio deve essere in grado di produrre costantemente (cioè, tutto l'anno) 20 litri al giorno per ogni persona considerata come "accesso". Questo valore è considerato il minimo giornaliero richiesto per soddisfare efficacemente le esigenze di consumo e igiene di una persona;</p> <p>3. Il servizio è stato istituito di recente o è stato riabilitato da uno stato non funzionante entro l'anno di riferimento (a seguito dell'iniziativa).</p>
2	Numero di persone che hanno ottenuto l'accesso a servizi di acqua potabile gestiti in modo sicuro	<p>Un servizio di acqua potabile gestito in modo sicuro è definito come quello che soddisfa la definizione di un servizio di acqua potabile di base⁴² ed è anche:</p> <p>situato nei locali: l'acqua viene fornita direttamente alla casa o nei locali;</p> <p>disponibile quando necessario: produce costantemente 20 litri al giorno per ogni persona conteggiata come "accesso". Questo importo è considerato il minimo giornaliero richiesto per soddisfare efficacemente le esigenze di consumo e igiene di una persona;</p> <p>conforme agli standard fecali (e chimici prioritari): soddisfa uno standard di coliformi fecali di 0 CFU / 100 ml, uno standard di arsenico di 10 parti per miliardo e (come minimo) standard del Paese ospitante per altre sostanze chimiche che sono state identificate per rappresentare un rischio specifico del sito per la salute umana.</p> <p>Le persone vengono conteggiate come "accesso" a un servizio di acqua potabile gestito in modo sicuro se il servizio è di nuova costituzione, riabilitato da uno stato non funzionale o aggiornato da un servizio idrico di base entro l'anno di riferimento a seguito dell'iniziativa.</p>

una forte relazione tra tempi di percorrenza per la raccolta dell'acqua e la diffusione della diarrea, dimostrando come in quel contesto, una riduzione di 15 minuti di cammino comporti una diminuzione del 41% delle malattie diarroiche tra i bambini (Domestic Water Quantity, Service Level and Health, Second Edition, WHO, 2020).

⁴² I servizi di acqua potabile di base sono definiti come fonti o punti di consegna (*delivery point*) migliorati che, per natura della loro costruzione o attraverso un intervento attivo/migliorativo, sono protetti dalla contaminazione esterna (in particolare dalla contaminazione esterna con materia fecale) e dove il tempo di raccolta non supera i 30 minuti per un viaggio di andata e ritorno, inclusa l'attesa per le persone in fila per la collezione dell'acqua.



1.1. Approvvigionamento idrico		
3	Numero di persone che ricevono una migliore qualità del servizio da un servizio di acqua potabile di base o gestito in modo sicuro	<p>Una persona viene conteggiata per questo indicatore quando il suo attuale servizio di acqua potabile primaria si qualifica come “di base” o “gestito in sicurezza” (vedere gli indicatori 1 e 2) ma, la qualità del “servizio” ricevuto è ulteriormente “migliorato” come risultato dell’iniziativa in termini di facilità di accessibilità, affidabilità, qualità dell’acqua e/o convenienza. L’accesso deve essere misurato dal luogo di residenza del beneficiario e non include l’accesso a un asilo nido, a una struttura sanitaria o al luogo di lavoro.</p> <p>Nello specifico, si definisce “miglioramento della qualità del servizio” se:</p> <p>la misura di accessibilità, il tempo impiegato per raccogliere l’acqua da un servizio di base o gestito in sicurezza, è ulteriormente ridotto al di sotto dei requisiti minimi per un servizio idrico di base (vedere indicatore 1) o un servizio idrico gestito in sicurezza (vedere indicatore 2) e/o</p> <p>l’affidabilità dell’approvvigionamento migliora in modo tale che il servizio principale della persona sia disponibile regolarmente o più frequentemente, vale a dire che non vi è un razionamento regolare dell’offerta o un guasto stagionale regolare del suo servizio migliorato e/o</p> <p>viene garantita la potabilità dell’acqua a lungo termine, libera da contaminazione fecale, biologica o chimica grazie a costruzione di sistemi di trattamento dell’acqua, supporto al fornitore di servizi per clorare costantemente l’acqua, implementazione di piani di sicurezza idrica) e/o</p> <p>l’accessibilità ai servizi di acqua potabile di base o gestiti in modo sicuro migliora in modo tale che il prezzo medio per l’acqua non sia superiore a due volte la tariffa media dell’acqua convogliata nell’abitazione nel loro paese (se applicabile).</p>

1.1. Approvvigionamento idrico		
4	Numero di strutture istituzionali che ottengono l'accesso ai servizi di base dell'acqua potabile	<p>Gli ambienti istituzionali sono definiti come scuole e strutture sanitarie. Le scuole, con riferimento a questo indicatore, sono diurne per bambini dai 6 ai 18 anni che tornano a casa dopo la scuola. Le scuole possono essere pubbliche o private. Le strutture sanitarie possono essere pubbliche o private.</p> <p>Si considera che un'Istituzione abbia ottenuto l'accesso a un servizio di base di acqua potabile se:</p> <p>il servizio è stato istituito di recente o riabilitato da uno stato non funzionale entro l'anno fiscale di riferimento a seguito dell'iniziativa e l'Istituzione non aveva in precedenza un "accesso" simile;</p> <p>il servizio è collocato nei locali dell'Istituzione;</p> <p>il servizio soddisfa la definizione di servizio di base di acqua potabile come definito nell'indicatore 1.</p>
5	Percentuale dei villaggi con numero di utenti per punto di rifornimento in linea con gli standard nazionali	Il rapporto fra il numero dei villaggi il cui numero di utenti per punto di rifornimento è inferiore o pari agli standard nazionali rispetto al numero di villaggi esaminati, espresso in forma di percentuale.
6	Proporzione delle strutture sanitarie con servizi di fornitura idrici di base	La proporzione di strutture sanitarie con acqua proveniente da una fonte migliorata disponibile nei locali, rispetto al totale delle strutture sanitarie presenti nel territorio oggetto del monitoraggio.
Indicatori di <i>Output</i>		
7	Numero di servizi di base dell'acqua potabile realizzati o migliorati	
8	Numero di servizi di acqua potabile gestiti in modo sicuro	

1.2. Servizi igienico-sanitari		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Numero di comunità che non sono costrette alla defecazione all'aperto e i membri delle quali utilizzano i servizi igienico-sanitari	<p>La condizione di comunità libera da defecazione all'aperto richiede che tutti nella comunità abbiano un luogo designato per i servizi igienico-sanitari (indipendentemente dal fatto che soddisfi la definizione di "struttura igienico-sanitaria di base", sia una struttura condivisa o altrimenti non migliorata) e che non vi siano prove di defecazione all'aperto nella comunità in quanto i membri della comunità utilizzano detti servizi igienico-sanitari.</p> <p>Tuttavia, laddove esistono standard nazionali più elevati, lo stato di comunità libera dalla defecazione all'aperto dovrebbe essere definito in conformità con le normative nazionali e/o un sistema nazionale stabilito. Se non esiste una politica nazionale, i <i>partner</i> attuatori concorderanno una definizione con AICS durante lo sviluppo del piano di monitoraggio e valutazione del progetto. Lo stato di comunità libera dalla defecazione all'aperto deve essere verificato tramite un processo di certificazione stabilito, rivisto da una terza parte o dal <i>partner</i> di attuazione del progetto.</p>
2	Percentuale della popolazione di una comunità che pratica, anche in modo saltuario, la defecazione a cielo aperto, nonostante la presenza di servizi igienico-sanitari	<p>Tale indicatore misurerà il cambiamento dei comportamenti di rischio sanitario da parte dei membri di una comunità in presenza di servizi igienico-sanitari. In parole povere, quanti tra di essi li utilizzano.</p> <p>Tale indicatore segnalerà l'aumento o riduzione della presenza di feci umane nella comunità in cui le persone, vivono, studiano e lavorano. Esso si basa tanto sulla rilevazione diretta su di una o più porzioni di comunità prese a campione, quanto su interviste a campione rivolte a individui che si muovono frequentemente sul territorio della comunità (pastori, agricoltori) finalizzate a valutare la loro percezione sulla presenza di feci umani nella comunità.</p> <p>Misura l'adozione di comportamenti virtuosi a livello di individui in una stessa comunità e non a livello di comunità' nel suo insieme.</p>

1.2. Servizi igienico-sanitari

3	Numero di persone che ottengono l'accesso a un servizio igienico-sanitario di base	<p>Un servizio igienico-sanitario di base, definito secondo il WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Drinking Water, Sanitation, and Hygiene (JMP), consiste in 1) una struttura igienico-sanitaria che separa igienicamente gli escrementi umani dal contatto umano (ovvero una struttura igienico-sanitaria migliorata) e 2) che non è condiviso con altre famiglie.</p> <p>Le strutture igienico-sanitarie migliorate includono i seguenti tipi:</p> <p>impianto di risciacquo o versamento / lavaggio collegato a reti fognarie, fognature o fossa</p> <p>compostaggio</p> <p>latrine a fossa migliorate o ventilate (con lastra).</p> <p>Tutti gli altri servizi igienici non soddisfano questa definizione e sono considerati "non migliorati". I servizi igienico-sanitari non migliorati includono: i servizi igienici senza un collegamento fognario; latrine a fossa senza lastra/fossa aperta; latrine a secchio; o servizi igienici/latrine sospesi.</p> <p>Le famiglie che 1) dispongono di strutture igienico-sanitarie non migliorate o 2) hanno una struttura migliorata condivisa con altre famiglie, non sono considerate aventi accesso a un servizio igienico-sanitario di base.</p> <p>Una famiglia è definita come un gruppo di persone che abitualmente vivono e mangiano insieme.</p> <p>Le persone vengono conteggiate come "accesso" a strutture igienico-sanitarie migliorate, sia di nuova costituzione o riabilite da uno stato non funzionante o non migliorato, a seguito dell'iniziativa, se la loro famiglia non aveva un "accesso" simile, vale a dire, una migliore igiene in quanto la struttura non era disponibile per uso domestico prima del completamento di una struttura igienico-sanitaria migliorata associata all'iniziativa.</p> <p>Questa iniziativa può arrivare sotto forma di promozione dell'igiene ma può anche presentarsi come programmi per facilitare l'accesso alle forniture e ai servizi necessari per installare strutture migliorate o miglioramenti nelle catene di approvvigionamento.</p>
---	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.2. Servizi igienico-sanitari		
4	Numero di persone che ottengono l'accesso a servizi igienico-sanitari gestiti in modo sicuro	<p>Un servizio igienico-sanitario gestito in modo sicuro è definito come un servizio di struttura igienico-sanitaria di base che non è condiviso con altre famiglie e dove gli escrementi vengono smaltiti in modo sicuro in situ o rimossi per essere trattati fuori sede.</p> <p>I servizi igienico-sanitari gestiti in modo sicuro sono quelli che separano efficacemente gli escrementi dal contatto umano e garantiscono che gli escrementi non rientrino nell'ambiente circostante. Ciò significa che gli escrementi domestici vengono contenuti, estratti e trasportati a un sito di smaltimento o trattamento designato o, se appropriato a livello locale, vengono riutilizzati in modo sicuro a livello familiare o comunitario.</p> <p>Le persone vengono conteggiate come "accesso" a un servizio igienico-sanitario gestito in modo sicuro se la loro famiglia non aveva in precedenza un "accesso" simile. Ciò può includere famiglie che in precedenza disponevano di strutture igienico-sanitarie di base, ma non disponevano di rimozione o smaltimento sicuro degli escrementi.</p>
5	Percentuale di servizi igienici segnalati come sicuri da donne e ragazze intervistate a campione dopo la fruizione degli stessi	<p>Si intende per sicuri servizi: ad una distanza massima di 50 metri dall'abitazione, ben illuminati sia all'esterno che all'interno, con la possibilità di chiudere la porta a chiave e dotati di privacy (impossibilità di essere visti all'interno).</p> <p>Tale indicatore di baserà su interviste fatte ad un campione di individui di sesso femminile che utilizzano le strutture con diverse condizioni metereologiche e in diversi momenti nell'arco delle 24 ore.</p>

1.2. Servizi igienico-sanitari

6	Numero di strutture igienico-sanitarie di base fornite in contesti istituzionali	<p>Gli ambienti istituzionali sono definiti come scuole e strutture sanitarie. Le scuole nel contesto di questo indicatore sono scuole diurne per bambini dai 6 ai 18 anni che tornano a casa dopo la scuola. Le scuole possono essere pubbliche o private. Le strutture sanitarie possono essere pubbliche o private.</p> <p>Un impianto igienico-sanitario di base (vedere l'indicatore 2) è quello che fornisce privacy e separa igienicamente gli escrementi umani dal contatto umano e include:</p> <ul style="list-style-type: none">• impianto di lavaggio o versamento / lavaggio collegato a un sistema fognario convogliato• un sistema settico o una latrina a fossa con lastra• compostaggio wc• latrine a fossa migliorate ventilate (con lastra). <p>Tutti gli altri servizi igienici non soddisfano la definizione "di base" e sono considerati "non migliorati". I servizi igienico-sanitari non migliorati includono: i servizi igienici senza un collegamento fognario; latrine a fossa senza lastra/fossa aperta; latrine a secchio; o servizi igienici/latrine sospese.</p> <p>Per i blocchi latrine con diversi buchi tozzi, il conteggio "strutture igienico-sanitarie" è il numero di buchi tozzi nel blocco. Verranno conteggiati anche i servizi igienico-sanitari riparati per soddisfare gli <i>standard</i> stabiliti dal governo locale. Le strutture igienico-sanitarie conteggiate sono solo quelle che dispongono di strutture per il lavaggio delle mani all'interno o vicino ai servizi igienici e si trovano nei locali dell'istituto. Nelle strutture scolastiche, devono essere presenti strutture igienico-sanitarie specifiche per genere e devono essere rispettati gli standard del paese ospitante relativi al rapporto di studenti per WC.</p>
7	Percentuale di scuole o altre strutture pubbliche in cui gli utenti con mobilità ridotta segnalano la capacità di accesso e utilizzo degli impianti igienico sanitari in linea con le loro esigenze	Indicatore a variabile qualitativa nel quale gli intervistati dovranno basare e motivare le loro dichiarazioni di soddisfazione su elementi oggettivi e riscontrabili quali: accessibilità al luogo delle strutture; ingresso, uscita e dimensioni delle strutture; accesso ai dispositivi interni alla struttura; accesso all'acqua per l'igiene intima e presenza di dispositivi idonei per tale tipologia di igiene e livelli di pulizia.

1.2. Servizi igienico-sanitari		
8	Percentuale di famiglie equipaggiate con una stazione di lavaggio delle mani con acqua e sapone presso la latrina	<p>Una stazione per il lavaggio delle mani è un luogo in cui i membri della famiglia vanno a lavarsi le mani. In alcuni casi, si tratta di posizioni fisse in cui i dispositivi per il lavaggio delle mani sono incorporati e vengono posizionati in modo permanente presso la latrina. Possono anche essere dispositivi mobili che possono essere collocati presso la latrina per l'uso da parte dei membri della famiglia. La misurazione avviene tramite osservazione da parte di un operatore durante la visita familiare.</p> <p>Una stazione per il lavaggio delle mani "comunemente usata" presso la latrina è quella che può essere prontamente osservata dall'operatore durante la visita familiare e dove i partecipanti allo studio indicano che i membri della famiglia generalmente si lavano le mani.</p> <p>Numeratore: numero di famiglie ponderate in base al campione in cui la stazione di lavaggio con acqua e sapone è posizionata presso la latrina ed è usata comunemente.</p> <p>Denominatore: numero totale ponderato per campione di famiglie osservate.</p>
9	Numero di persone che ricevono una migliore qualità del servizio igienico-sanitario da un servizio esistente "limitato" o "di base"	<p>Una persona viene conteggiata per questo indicatore quando il suo attuale servizio di igiene primaria si qualifica come "di base" (vedere indicatore 2) o "limitato" (condiviso) e riceve un miglioramento della qualità del servizio igienico-sanitario come risultato dell'iniziativa.</p> <p>Nello specifico, si definisce "miglioramento della qualità del servizio igienico-sanitario" se:</p> <p>il contenimento degli escrementi domestici (es. fossa settica) è migliorato per essere immagazzinato, svuotato e trasportato in modo più sicuro in un luogo ufficialmente designato per lo smaltimento / trattamento o</p> <p>viene stabilito e utilizzato il servizio di trasporto dei fanghi fecali o</p> <p>la consegna a un luogo designato per il trattamento è garantita (ad esempio, stabilire il monitoraggio GPS del camion) o</p> <p>sono stati apportati miglioramenti al trattamento dei fanghi fecali in situ presso le famiglie.</p>
10	Numero di individui sensibilizzati sul corretto uso delle strutture igienico sanitarie	<p>Questo indicatore pone l'accento sul fatto che gli individui toccati dalle azioni di sensibilizzazione abbiano interiorizzato il messaggio sul corretto uso delle strutture igienico sanitarie e si attivino con comportamenti adeguati e congruenti. Non va confuso con il numero di individui che hanno partecipato o sono stati toccati da dette azioni di sensibilizzazione.</p>

1.2. Servizi igienico-sanitari		
11	Percentuale di organizzazioni territoriali (province, comuni, distretti...) in grado di raccogliere dati, analizzarli e segnalare disfunzioni relativamente a sistemi igienico sanitari presenti sul territorio di riferimento	Tale indicatore presuppone l'esistenza di un sistema di monitoraggio che implichi la raccolta e l'analisi dei dati e che consenta alle Istituzioni territoriali di rilevare disfunzioni e attivarsi affinché tali disfunzioni siano corrette. Esso misura il numero in percentuale di Istituzioni ai diversi livelli che utilizzano in maniera attiva e continuativa tali strumenti di rilevazione.
Indicatori di <i>output</i>		
12	Numero di strutture igienico sanitarie costruite / migliorate /riabilite	
13	Numero di svuotamenti di fanghi effettuati nei sistemi di gestione degli escrementi in situ in rapporto alla loro dimensione	
14	Frequenza di pulizia delle strutture	
15	Numero di scuole nelle quali siano stati attivati gruppi informali tra gli studenti incaricati della promozione delle strutture igienico sanitarie e del cambiamento di comportamento nella gestione delle stesse	
16	Esistenza di norme locali scritte o orali riguardanti in mantenimento e la cura delle strutture igienico sanitarie con corrispondenti sanzioni o ricompense	

1.3. Finanza per approvvigionamento idrico, igiene e produttività

Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Numero di Istituzioni del settore idrico e igienico-sanitario rafforzate per gestire le risorse idriche o migliorare l'approvvigionamento idrico e i servizi igienico-sanitari	<p>Questo indicatore misurerà il numero di Istituzioni del settore idrico che dimostrano un miglioramento della <i>governance</i> sulla base di un indice di valutazione istituzionale specifico per attività. L'indice può essere specifico dell'attività, ma deve seguire le linee guida riportate di seguito e deve essere in grado di realizzare uno studio preliminare rispetto al quale misurare il miglioramento. I cambiamenti devono derivare dall'iniziativa e soddisfare gli obiettivi fissati all'inizio dell'attività.</p> <p>Le Istituzioni sotto questo indicatore possono includere:</p> <p>Ministeri del governo locale, regionale o nazionale</p> <p>Regolatori</p> <p>Organizzazioni della società civile che conducono attività a sostegno dell'elaborazione e dell'attuazione delle politiche governative</p> <p>Un singolo istituto può essere conteggiato una sola volta in un singolo anno di rendicontazione, indipendentemente dall'entità del miglioramento ottenuto. Un istituto può essere conteggiato di nuovo negli anni successivi se vengono apportati ulteriori miglioramenti.</p> <p>I miglioramenti saranno misurati utilizzando un indice di valutazione istituzionale specifico per attività. L'indice misurerà i cambiamenti basati sui risultati, nei quali devono essere considerate le seguenti categorie:</p> <ul style="list-style-type: none">• risorse umane• sistemi di monitoraggio• gestione finanziaria (esecuzione del budget, capacità di superare un audit annuale)• pianificazione del progetto e gestione dell'attuazione• applicazione delle politiche (protezione dei bacini idrografici, sistemi di assegnazione)• equità (fissazione delle tariffe, scarsa politica inclusiva, politica di integrazione della dimensione di genere)• responsabilità verso le parti interessate.

1.3. Finanza per approvvigionamento idrico, igiene e produttività

2	Valore dei nuovi finanziamenti mobilitati per i settori dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari	<p>Questo indicatore misurerà il valore totale (EUR) dei nuovi finanziamenti mobilitati per espandere o migliorare i servizi idrici o igienico-sanitari o promuovere attività di gestione delle risorse idriche. Il finanziamento deve essere assegnato al Ministero competente o erogato da altre organizzazioni per essere considerato mobilitato.</p> <p>I finanziamenti nell'ambito di questo indicatore possono includere:</p> <ul style="list-style-type: none">• risorse pubbliche nazionali (stanziamenti di bilancio, tasse)• finanziamento pubblico nazionale (emissione obbligazionaria)• pagamenti utente (tariffe)• finanziamento privato / commerciale (ad esempio tramite una banca commerciale o un istituto di microfinanza)• finanziamento privato tramite partenariati pubblico-privato (PPP) o Alleanze per lo sviluppo globale (GDA)• i fondi del <i>partner</i> di sviluppo o dei donatori. <p>Questo finanziamento deve essere applicato al settore idrico e igienico-sanitario, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none">• progetti di investimento di capitale per la nuova costruzione, sostituzione, riabilitazione o miglioramento delle infrastrutture WASH• gestione e manutenzione dell'infrastruttura WASH esistente• sviluppo e commercializzazione di nuovi prodotti WASH• capitale di espansione per le piccole imprese che forniscono acqua e prodotti o servizi igienico-sanitari• campagne di cambiamento del comportamento sociale del governo• attività di gestione delle risorse idriche
---	----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Finanza per approvvigionamento idrico, igiene e produttività		
		<p>I finanziamenti contati per questo indicatore devono essere nuovi finanziamenti, che non sarebbero altrimenti disponibili per il settore senza l'iniziativa.</p> <p>L'iniziativa che porta alla mobilitazione di fondi può includere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • promozione di maggiori bilanci nazionali e provinciali per WASH e assegnazione di fondi pubblici • sviluppo di proposte finanziarie, pipeline e prodotti finanziari • strutturazione e implementazione di PPP o GDA • creazione di garanzie di credito di sviluppo • miglioramenti della capacità che aumentano l'affidabilità creditizia dei fornitori di servizi o delle piccole imprese. <p>I finanziamenti mobilitati segnalati in base a questo indicatore dovrebbero essere disaggregati come nazionali o internazionali. La finanza nazionale è un investimento che ha avuto origine all'interno del Paese (ad esempio, fondi del governo nazionale per sostenere l'attuazione di un progetto all'interno di quel paese) e la finanza internazionale è finanza transfrontaliera (ad esempio, una società privata con sede in un Paese che contribuisce con progetto in un altro Paese).</p>
3	Numero di persone che hanno beneficiato dell'adozione e dell'attuazione di misure per migliorare la gestione delle risorse idriche	<p>Questo indicatore misura il numero di persone che beneficiano di un aumento dell'allocazione equa delle risorse, della protezione e del ripristino dei bacini idrografici, nonché di una migliore qualità e disponibilità dell'acqua o attraverso un ridotto rischio correlato all'acqua.</p> <p>Le misure per migliorare la gestione delle risorse idriche possono includere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • costruzione di infrastrutture verdi, zone cuscinetto o rimboschimento • determinazione del pagamento per i servizi eco-sistemici legati all'acqua • promozione e applicazione di piani di gestione delle risorse idriche • raccolta di dati per supportare il processo decisionale sulla gestione delle risorse idriche con modifiche risultanti nei programmi.

1.4. Promozione dell'igiene		
Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione di attività di <i>advocacy</i>		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Popolazione che beneficia dell'allocazione finanziaria su una specifica voce di bilancio pubblico per la promozione dell'igiene	Lo stanziamento di fondi pubblici dedicati alla promozione dell'igiene per il personale delle strutture pubbliche educative e sanitarie.
2	Percentuale di madri dell'area <i>target</i> che hanno compreso e assimilato il contenuto dei messaggi della pubblicità istituzionale	<p>Proporzione (o percentuale) di madri della popolazione <i>target</i> che hanno compreso e assimilato il contenuto della pubblicità in relazione al numero totale di persone intervistate.</p> <p>La proporzione di individui della popolazione <i>target</i> che hanno compreso e assimilato il messaggio pubblicitario può rivelare anche la misura in cui il messaggio di promozione del lavaggio delle mani è stato diffuso.</p>
Indicatori di <i>output</i>		
3	Numero di scuole nelle quali le lezioni di promozione dell'igiene sono state inserite nei curricula scolastici	
4	Numero di messaggi pubblicitari diffusi sulla promozione dell'igiene	
5	Numero di eventi di promozione dell'igiene realizzati	
6	Numero di partecipanti per evento di promozione dell'igiene	
7	Percentuale di madri dell'area obiettivo raggiunta dai messaggi pubblicitari	
Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione dell'educazione		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio



1.4. Promozione dell'igiene		
8	Percentuale di casi diarrei- ci nei bambini che hanno usufruito del programma educativo di promozione dell'igiene	<p>L'obiettivo finale della promozione dell'igiene è quello di prevenire le malattie. Le due principali cause di morte nei bambini piccoli che vivono in ambienti poveri di risorse sono la diarrea e le malattie respiratorie, entrambe prevenibili con pratiche igieniche quali, ad esempio, il lavaggio delle mani con il sapone. Misurare l'incidenza e la prevalenza della diarrea <i>ex ante</i>, in itinere ed <i>ex post</i> può rivelare se il programma ha avuto un impatto sulla salute.</p> <p>L'incidenza è definita come il numero di episodi di una malattia durante il periodo di tempo di osservazione.</p> <p>La prevalenza è la proporzione tra il tempo di osservazione in cui è presente, senza soluzione di continuità, la malattia e il tempo totale di osservazione.</p> <p>Basi scientifiche indicano che l'indicatore risulta essere accurato se in grado di misurare la prevalenza in un arco temporale di almeno 72 ore.</p> <p>In genere, sono necessari campioni di grandi dimensioni per rilevare le differenze nei risultati di incidenza e prevalenza nelle diverse fasi progettuali.</p> <p>Le grandi dimensioni del campione e/o il follow-up ripetuto per un lungo periodo di tempo possono richiedere finanziamenti sostanziali.</p>
9	Percentuale di bambini che usano il sapone prima di alimentarsi e dopo aver defecato	Il numero di bambini che usano il sapone prima di alimentarsi e dopo aver defecato in relazione al numero totale dei bambini intervistati.

1.4. Promozione dell'igiene		
10	Percentuale di bambini che conoscono i benefici del lavaggio delle mani con acqua e sapone	<p>Il numero di bambini che conoscono i benefici del lavaggio di mani con acqua e sapone in relazione al numero totale di bambini intervistati.</p> <p>La conoscenza corretta dei benefici del lavaggio delle mani con il sapone non riflette le pratiche di lavaggio delle mani. Non ci sono prove che supportano un'associazione tra la conoscenza relativa ai benefici del lavaggio delle mani</p> <p>e il comportamento di lavaggio delle mani e quindi l'auspicato miglioramento dei risultati in termini di salute. La conoscenza può essere considerata necessaria per migliorare o modificare le pratiche di lavaggio delle mani, ma è spesso considerata insufficiente per farlo.</p>
11	Percentuale di bambini che conoscono i momenti critici per il lavaggio delle mani con acqua e sapone	<p>Il numero di bambini che conoscono i momenti critici per lavarsi le mani in relazione al numero totale dei bambini intervistati.</p> <p>Un "momento critico" è un evento specifico che pone un rischio potenziale per la salute e che potrebbe essere evitato lavandosi le mani con il sapone.</p> <p>I momenti o eventi critici comunemente identificati nelle iniziative di promozione dell'igiene sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dopo la defecazione • prima di mangiare • prima della preparazione del cibo • prima di servire il cibo • dopo il contatto con feci umane • dopo aver pulito l'ano di un bambino • dopo il contatto con lo sterco del bestiame • prima di allattare un bambino al seno • dopo essersi soffiato il naso • dopo aver gestito il bestiame • dopo aver pulito o spazzato dentro o fuori casa.



1.4. Promozione dell'igiene		
12	Percentuale di famiglie nelle aree <i>target</i> che praticano un uso corretto delle tecnologie raccomandate per il trattamento dell'acqua per uso domestico	<p>Le famiglie verranno conteggiate per questo indicatore se stanno praticando correttamente almeno una forma di trattamento delle acque domestiche basato sull'evidenza (HWT – <i>Hygiene Water Treatment</i>). L'HWT è anche noto come punto di utilizzo e comprende tutti i metodi con una base di prove <i>peer-reviewed</i> che ha dimostrato di migliorare la qualità microbiologica dell'acqua secondo gli standard OMS di <1 CFU di coliformi fecali / 100 ml di campione.</p> <p>Le tecnologie HWT specifiche considerate per questo indicatore includono (da sole o in combinazione per raggiungere <1 CFU / 100 ml):</p> <p>clorazione (disinfezione chimica)</p> <p>flocculante / disinfettante (disinfezione fisico-chimica)</p> <p>filtrazione (rimozione fisica)</p> <p>disinfezione solare (disinfezione UV / termica)</p> <p>bollitura (disinfezione tramite calore).</p> <p>La corretta pratica di una tecnologia HWT non conta per gli indicatori 1 (numero di persone che hanno accesso a una fonte di acqua potabile di base) o 3 (numero di persone che ricevono una migliore qualità del servizio da un servizio di acqua potabile di base esistente o gestito in modo sicuro) dell'approvvigionamento idrico.</p> <p>Questo indicatore si concentra sul miglioramento della qualità dell'acqua potabile esistente.</p>
Indicatori di <i>output</i>		
13	Numero di lezioni erogate nel sistema educativo formale sulla promozione dell'igiene	
14	Numero di eventi scolastici realizzati sulla promozione dell'igiene	
Indicatori rilevanti per il monitoraggio e la valutazione del cambiamento del comportamento nelle famiglie		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio

1.4. Promozione dell'igiene		
15	Percentuale di famiglie i componenti delle quali presentano mani che appaiono pulite prima di alimentarsi e/o dopo aver defecato	<p>L'aspetto delle mani e delle unghie indica la presenza fisica di contaminanti visibili (come sporco o cibo). Il lavaggio delle mani può diminuire la presenza fisica di contaminanti visibili. Questo indicatore misura il numero di persone del nucleo familiare che hanno mani dall'aspetto pulito in relazione al numero di persone le cui mani sono state osservate.</p> <p>Questo indicatore misura in maniera sostitutiva il comportamento di lavaggio delle mani e come altre misure sostitutive non può rivelare la frequenza della pratica del lavaggio delle mani.</p> <p>Alcuni intervistati potrebbero sentirsi imbarazzati o a disagio se si chiede loro di mostrare le mani. In alcuni contesti culturali, le ispezioni delle mani sono considerate inappropriate e inaccettabili.</p> <p>Le madri di bambini piccoli di solito hanno molti contatti con l'acqua durante il giorno (lavare i vestiti, i piatti, lavare i loro figli, pulire l'abitazione, ecc.) per cui tali attività possono influenzare e/o falsare la misura corretta dell'indicatore.</p>
16	Percentuale di famiglie i componenti delle quali asseriscono di aver lavato le mani in almeno 2 momenti critici durante la giornata	<p>Un "momento critico" è un evento specifico che rappresenta un potenziale rischio per la salute che potrebbe essere evitato lavandosi le mani con il sapone (dopo la defecazione, prima di mangiare, prima della preparazione del cibo).</p> <p>Questo indicatore misura il numero di persone del nucleo familiare che hanno dichiarato di lavarsi le mani con acqua e sapone in almeno 2 momenti critici durante la giornata su numero totale di persone intervistate.</p> <p>Diversi studi hanno dimostrato che il comportamento del lavaggio delle mani auto-riferito sopravvaluta l'effettivo comportamento.</p>



1.4. Promozione dell'igiene		
17	Percentuale di famiglie fornite di sapone nel posto dove usualmente si lavano le mani	<p>Osservare se il sapone e l'acqua sono presenti insieme in un luogo specificato come il luogo per lavarsi le mani indica se gli strumenti per lavarsi le mani sono disponibili e accessibili per coloro che intendono praticare il comportamento, se scelgono di farlo.</p> <p>L'indicatore è una misura sostitutiva dell'effettivo comportamento di lavaggio delle mani. Mentre la ricerca ha dimostrato che avere acqua e sapone insieme in un posto per lavarsi le mani è associato alla pratica di lavarsi le mani con il sapone, questa misura non può rivelare la frequenza del lavaggio delle mani da parte degli individui.</p>
18	Percentuale di famiglie che hanno il sapone in casa	<p>Numero di famiglie che mostrano di avere il sapone in casa sul numero totale di famiglie a cui è stato chiesto di mostrare il sapone al momento dell'osservazione.</p> <p>Questo indicatore è una misura sostitutiva dell'effettivo comportamento del lavaggio delle mani; non può rivelare la frequenza e non riflette il comportamento a livello individuale poiché, nella maggior parte delle famiglie in contesti poveri di risorse, il sapone è un bene familiare, non individuale.</p> <p>La presenza di sapone in casa può riflettere la disponibilità di sapone ma non l'accessibilità del sapone. In altre parole, il sapone può essere presente in casa ma può non essere utilizzato perché considerato "bene pregiato".</p>
Indicatori di <i>output</i>		
19	Numero di eventi di comunicazione sul cambiamento di comportamento realizzati	
20	Numero di partecipanti agli eventi di comunicazione sul cambiamento di comportamento	
Indicatori specifici per la promozione dell'igiene nelle strutture sanitarie		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio

1.4. Promozione dell'igiene		
21	Percentuale del personale responsabile della pulizia delle sale chirurgiche che ha acquisito know-how sui protocolli di pulizia	Il "personale responsabile delle pulizie" si riferisce agli operatori non sanitari come gli addetti alle pulizie o il personale ausiliario, così come gli operatori sanitari che, oltre ai loro compiti clinici e di cura del paziente, svolgono compiti di pulizia come parte del loro ruolo. La formazione si riferisce all'insegnamento strutturato e all'istruzione condotta da un formatore o da un supervisore adeguatamente qualificato e può riferirsi alla formazione impartita durante la formazione infermieristica di base o in servizio/post-qualificazione.
22	Percentuale di rifiuti correttamente segregati in almeno tre bidoni etichettati nelle sale chirurgiche	Osservare se i rifiuti taglienti, i rifiuti infettivi e i rifiuti generici non infettivi sono segregati in tre diversi bidoni. I bidoni dovrebbero essere codificati per colore e/o chiaramente etichettati, non più di tre quarti (75%) pieni, e ogni bidone non dovrebbe contenere rifiuti diversi da quelli corrispondenti alla sua etichetta. I bidoni dovrebbero essere appropriati al tipo di rifiuti che devono contenere; i contenitori per oggetti taglienti dovrebbero essere a prova di puntura e gli altri dovrebbero essere a prova di perdite. I bidoni per i rifiuti taglienti e i rifiuti infettivi dovrebbero avere dei coperchi.

1.5. Governance in ambito WASH		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Percentuale di comunità in cui l'iniziativa WASH coinvolge con regolarità un Comitato Comunitario di Gestione, sia esso di nuova formazione o già presente	Questo indicatore di <i>governance</i> descrive il meccanismo di gestione dei sistemi WASH installati. L'accento è posto sulla gestione a livello comunitario. La presenza di un comitato o di una struttura formale o informale analoga deve essere accompagnata da un regolamento formalizzato, un calendario aggiornato continuamente e la presenza di responsabili ben definiti a rotazione per tutte le diverse funzioni che una gestione efficace comporta.
2	Percentuale di comunità in cui è stato realizzato il trasferimento di know-how riguardo alla gestione e manutenzione ordinaria dei sistemi idrici	In questo indicatore di <i>governance</i> l'accento è posto sulla necessità di attività di rafforzamento del know-how necessario, tanto per la gestione quanto per la manutenzione dei sistemi WASH introdotti o già esistenti. Tale rafforzamento può avvenire tramite attività formative o di affiancamento e deve coprire un numero di membri della comunità sufficiente a garantire un adeguato turn over.



1.5. Governance in ambito WASH		
3	Esistenza e applicazione di un quadro legislativo chiaro per l'assegnazione dei diritti sull'acqua	<p>L'indicatore rileva l'esistenza o meno di un quadro giuridico e istituzionale completo, coerente e prevedibile che stabilisca regole, standard e linee guida per raggiungere i risultati della politica di gestione delle acque e che preveda la pianificazione integrata a lungo termine.</p> <p>Il quadro legislativo deve inoltre garantire che le principali funzioni di regolamentazione siano assolte da agenzie pubbliche, Istituzioni dedicate e che le Autorità di regolamentazione siano dotate delle risorse necessarie. Deve infine garantire che regole e processi tra le diverse Istituzioni coinvolte siano ben coordinati, trasparenti, non-discriminatori, partecipativi (ove possibile) e di facile comprensione e applicazione.</p>

1.6. Gruppi vulnerabili in ambito WASH

Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Percentuale di persone vulnerabili, anziani, persone con disabilità, che dichiara di avere accesso ai servizi WASH	L'indicatore in questione tocca l'accesso ai servizi WASH (acqua o servizi igienico sanitari) da parte di individui a mobilità ridotta, bambini o minori, anziani, o persone considerate fisicamente o psicologicamente fragili. L'accesso deve essere garantito con qualunque condizione meteorologica e lungo tutto il corso delle 24 ore e in ogni giorno dell'anno. Nell'accesso ai servizi va ugualmente considerato l'accesso ai dispositivi igienici ad essi affiancati e la necessità di accedere con strutture di raccolta o di sostegno alla mobilità.
2	Percentuale di donne che riferiscono una significativa riduzione del tempo speso a raccogliere l'acqua	Tale indicatore di genere mette l'accento sul risparmio di tempo che le strutture WASH di accesso all'acqua potrebbero implicare come effetto positivo di ricaduta. Non sempre tale impatto è presente, ma laddove possa configurarsi per una parte o per la totalità della collettività beneficiaria, l'accento è posto sulla popolazione femminile, tradizionalmente deputata alla ricerca dell'acqua. Va qui quantificato il tempo medio risparmiato nell'approvvigionamento idrico per qualunque finalità, rispetto al campione di donne analizzato.
3	Numero di donne o gruppi di donne che partecipano alle consultazioni con gli <i>stakeholder</i> su piani e gestione delle risorse idriche	Tale indicatore di genere mette l'accento sulla partecipazione nei processi decisionali e di gestione delle donne nelle iniziative WASH. Di solito le donne vengono escluse dai processi decisionali nonostante il loro know-how sulla gestione dell'acqua e dei servizi igienici. I servizi erogati dai progetti WASH dovranno rispondere alle esigenze delle donne e delle bambine. Una maggiore partecipazione delle donne nei processi decisionali permetterà alle donne di monitorare che le loro esigenze vengano accolte anche dagli altri gruppi decisionali e vengano realmente implementate all'interno dei progetti WASH.



1.7. Resilienza in ambito WASH		
Indicatori di <i>outcome</i>		Spiegazioni di dettaglio
1	Percentuale di unità produttive che, a valle dell'iniziativa, hanno introdotto e utilizzano nuovi sistemi WASH che prevedono risparmi della risorsa idrica	Tale indicatore di resilienza climatica mette in evidenza l'applicazione di tecniche di adattamento e/o mitigazione al cambiamento climatico nel settore WASH (uso di pannelli solari per la captazione di acqua, creazione di <i>compost</i> per la fertilizzazione dalla maturazione di fanghi).
2	Con riferimento all'indicatore precedente 1, percentuale di unità produttive che utilizzano i risparmi della risorsa idrica per attività di promozione dell'igiene	Tale indicatore pone l'accento sull'utilizzazione del risparmio idrico in attività volte alla promozione dell'igiene (lavaggio mani, alimenti, ecc.) ed è una misura indiretta di migliorati comportamenti igienici.
3	Percentuale di comunità che hanno installato un sistema di stoccaggio a livello comunitario, sufficiente a sostenere l'intera comunità per almeno 72 ore	L'indicatore misura la capacità di resilienza delle comunità in aree soggette a severi effetti del cambiamento climatico che limitano l'accesso all'acqua di qualità (alluvioni, siccità). In contesti sottoposti a rischio di eventi a carattere catastrofico (terremoti), la progettazione dovrebbe prevedere tecniche strutturali antisismiche. Il sistema di stoccaggio dovrebbe essere posizionato in luoghi protetti da eventi climatici estremi (es: alluvioni) e da pericoli di infiltrazioni inquinanti. Il sistema dovrebbe sempre essere coperto per evitare contaminazioni e prevedere sistemi di trattamento delle acque soprattutto se captate da fiumi o bacini.

3 Esempio metodologico per misurare gli indicatori per il monitoraggio e la valutazione della qualità degli interventi in ambito WASH

Dal punto di vista metodologico, l'aggregazione dei risultati rilevati tramite l'utilizzo degli indicatori si ottiene utilizzando delle definizioni standard stabilite e fornendo le istruzioni per le misurazioni, al fine di garantire la qualità dei dati e mantenere la coerenza nel reporting. A tale riguardo, di seguito si allegano 3 schede-tipo relative agli indicatori di approvvigionamento idrico, servizi igienico sanitari e promozione dell'igiene. In particolare, le 3 schede-tipo contengono, oltre alla definizione dell'indicatore in esame, altre informazioni rilevanti circa l'applicazione del medesimo, ovvero il collegamento dell'indicatore con il risultato o l'impatto a lungo termine, il tipo di indicatore (di *outcome* o di *output*), l'unità di misura, l'uso dell'indicatore (*programme management*, allocazione delle risorse, ecc.), la frequenza delle rilevazioni e le fonti per la rilevazione dei dati.

Approvvigionamento idrico	
Indicatore	Numero di persone che hanno accesso ai servizi di base dell'acqua potabile
Definizione	<p>I servizi di acqua potabile di base sono definiti come fonti o punti di consegna (delivery point) migliorati che, per natura della loro costruzione o attraverso un intervento attivo/migliorativo, sono protetti dalla contaminazione esterna (in particolare dalla contaminazione esterna con materia fecale) e dove il tempo di raccolta non supera i 30 minuti per un viaggio di andata e ritorno, inclusa l'attesa per le persone in fila per la collezione dell'acqua. L'accesso deve essere misurato dal luogo di residenza del beneficiario e non include l'accesso a un asilo nido, a una struttura sanitaria o al luogo di lavoro.</p> <p>Le fonti di acqua potabile che soddisfano questi criteri includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rubinetto / fontana pubblica protetta • pozzo trivellato protetto • sorgente protetta • acqua piovana adeguatamente raccolta, stoccata e protetta • acqua in bottiglia. <p>Tutti gli altri servizi sono considerati "non migliorati", inclusi: pozzo scavato non protetto, sorgente non protetta, carrello con piccola cisterna / fusto, camion cisterna, acque superficiali (fiume, laghetto artificiale, lago naturale, stagno, ruscello, canale, canale di irrigazione).</p> <p>I seguenti criteri devono essere soddisfatti per le persone conteggiate come aventi accesso ai servizi di acqua potabile di base a seguito dell'iniziativa.</p> <p>Il tempo totale di raccolta deve essere di 30 minuti o meno per un viaggio di andata e ritorno (compreso il tempo di attesa). Data questa definizione, il numero di persone che si ritiene abbiano "ottenuto l'accesso" a un servizio di base sarà limitato dalla distanza fisica al servizio dalle abitazioni dei beneficiari, dalla quantità di tempo tipicamente trascorso in coda al servizio e dalla capacità di produzione del servizio</p> <p>Il servizio deve essere in grado di produrre costantemente (tutto l'anno) 20 litri al giorno per ogni persona considerata come "accesso". Questo valore è considerato il minimo giornaliero richiesto per soddisfare efficacemente le esigenze di consumo e igiene di una persona. Il servizio è stato istituito di recente o è stato riabilitato da uno stato non funzionante entro l'anno di riferimento (a seguito dell'iniziativa).</p>

Approvvigionamento idrico	
	<p>Le persone che contano per l'indicatore non devono aver avuto in precedenza un "accesso" simile ai servizi di base dell'acqua potabile, prima dell'istituzione o della riabilitazione del servizio di base.</p> <p>Limitazioni:</p> <p>Fornire "accesso" non garantisce necessariamente l'uso del beneficiario di un servizio di base di acqua potabile e quindi non è certo che i potenziali benefici per la salute si realizzino semplicemente fornendo "accesso". Questo indicatore non coglie le dimensioni complete dell'affidabilità e/o della convenienza di un servizio idrico, due altri importanti fattori che influenzano la probabilità che coloro che sono definiti "aventi accesso" utilizzino effettivamente il servizio.</p>
Collegamento agli obiettivi/ <i>outcome</i> o ai prodotti/ <i>Output</i> o all'impatto a lungo termine	L'utilizzo di un servizio di acqua potabile "di base", come definito, è fortemente legato alla diminuzione dell'incidenza delle malattie trasmesse dall'acqua, soprattutto tra i bambini sotto i cinque anni. La diarrea rimane la seconda causa di decessi infantili in tutto il mondo. Pur non garantendo l'utilizzo del servizio di acqua potabile, questo indicatore misura i progressi nel rendere disponibile l'acqua potabile di base in un modo che, tipicamente, porta all'uso del servizio.
Tipo di indicatore	<i>Outcome</i>
Unità di misura	Numero
Uso dell'indicatore	Utile per la gestione del programma, per le assegnazioni di fondi e il monitoraggio e la creazione di rapporti sugli obiettivi della strategia di sviluppo e acqua.
Frequenza della rilevazione	Annuale

Approvvigionamento idrico

Fonti

I metodi accettabili con cui raccogliere i dati per questo indicatore sono:

- osservazioni dei servizi idrici e conteggio diretto dei beneficiari o delle famiglie con stime del numero di persone che vivono in quelle famiglie. Ciò deve includere una valutazione del “tempo di raccolta” delle sole persone che vivono nel raggio di fornitura del servizio. Questo numero potrebbe essere ulteriormente ridotto, tuttavia, a seconda del volume di erogazione misurato del servizio rispetto allo standard minimo di 20 litri / pro capite / giorno
- indagini domestiche su un campione rappresentativo e statisticamente significativo di coloro che hanno avuto accesso per verificare che i servizi idrici soddisfino gli standard nella definizione di un servizio idrico di base. Questa fonte di dati richiede che sia realizzata una indagine preliminare tra i potenziali beneficiari prima dell’inizio dell’attuazione dell’attività di assistenza per misurare l’attuale “tempo di raccolta” e il tipo di “principali servizi di acqua potabile” esistenti tra le famiglie. Questo indicatore può essere difficile e richiedere molto tempo per la sua misurazione.

Servizi igienico-sanitari	
Indicatore	Numero di persone che ottengono l'accesso a un servizio igienico-sanitario di base
Definizione	<p>Un servizio igienico-sanitario di base, definito secondo il WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Drinking Water, Sanitation, and Hygiene (JMP), consiste in:</p> <p>1) una struttura igienico-sanitaria che separa igienicamente gli escrementi umani dal contatto umano (ovvero una struttura igienico-sanitaria migliorata);</p> <p>2) che non è condivisa con altre famiglie.</p> <p>Le strutture igienico-sanitarie migliorate includono i seguenti tipi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • impianto di risciacquo o versamento / lavaggio collegato a reti fognarie, fognature o fossa • Compostaggio • latrine a fossa migliorate o ventilate (con lastra). <p>Tutti gli altri servizi igienici non soddisfano questa definizione e sono considerati "non migliorati". I servizi igienico-sanitari non migliorati includono: i servizi igienici senza un collegamento fognario; latrine a fossa senza lastra / fossa aperta; latrine a secchio; o servizi igienici / latrine sospesi.</p> <p>Le famiglie che 1) dispongono di strutture igienico-sanitarie non migliorate o 2) hanno una struttura migliorata condivisa con altre famiglie, non sono considerate aventi accesso a un servizio igienico-sanitario di base.</p> <p>Una famiglia è definita come un gruppo di persone che abitualmente vivono e mangiano insieme.</p> <p>Le persone vengono conteggiate come "accesso" a strutture igienico-sanitarie migliorate, sia di nuova costituzione o riabilite da uno stato non funzionante o non migliorato, a seguito dell'iniziativa, se la loro famiglia non aveva un "accesso" simile, vale a dire, una migliore igiene in quanto la struttura non era disponibile per uso domestico prima del completamento di una struttura igienico-sanitaria migliorata associata all'iniziativa.</p> <p>Questa iniziativa può arrivare sotto forma di promozione dell'igiene ma può anche presentarsi come programmi per facilitare l'accesso alle forniture e ai servizi necessari per installare strutture migliorate o miglioramenti nelle catene di approvvigionamento.</p>

Servizi igienico-sanitari	
	<p>Limitazioni:</p> <p>È importante notare che fornire “accesso” non garantisce necessariamente l’uso da parte del beneficiario di una struttura igienico-sanitaria di base e quindi non è certo che i potenziali benefici per la salute si realizzino semplicemente fornendo “accesso”. Non tutti i membri della famiglia possono utilizzare regolarmente le strutture igienico-sanitarie di base indicate. In particolare, in molte culture i bambini piccoli sono spesso lasciati a defecare all’aperto e creano rischi per la salute di tutti i membri della famiglia, compresi loro stessi. La misurazione di questo indicatore non coglie un comportamento igienico così dannoso e irregolare all’interno di una famiglia.</p> <p>Ulteriori limiti di questo indicatore: non misura completamente la qualità dei servizi, ovvero l’accessibilità, la quantità e l’accessibilità economica, o la questione delle strutture per un’adeguata gestione dell’igiene mestruale.</p>
Collegamento agli Obiettivi/ <i>Outcome</i> o ai Prodotti/ <i>Output</i> o all’Impatto a lungo termine	L’uso di strutture igienico-sanitarie migliorate da parte delle famiglie è fortemente legato alla diminuzione dell’incidenza delle malattie trasmesse dall’acqua tra i membri della famiglia, specialmente tra i minori di cinque anni. La diarrea rimane la seconda causa di decessi infantili in tutto il mondo.
Tipo di indicatore	<i>Outcome</i>
Unità di misura	Numero
Uso dell’indicatore	Utile per la gestione del programma, le assegnazioni di fondi, il monitoraggio e la creazione di rapporti sugli obiettivi della strategia di sviluppo e acqua di AICS.
Frequenza della rilevazione	Annuale
Fonti	<p>I metodi accettabili con cui è possibile raccogliere i dati per questo indicatore sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • conteggio diretto delle famiglie beneficiarie e stime del numero di persone che vivono in quelle famiglie su base trimestrale o annuale. • indagini sulle famiglie di un campione rappresentativo e statisticamente significativo di coloro che hanno avuto “accesso” per verificare che l’impianto igienico-sanitario soddisfi gli standard nella definizione di struttura di base. Questa fonte di dati richiede che una indagine preliminare debba essere realizzata prima dell’inizio dell’implementazione dell’attività tra le famiglie. <p>Questo indicatore può essere difficile da misurare e richiedere molto tempo per la sua misurazione.</p>

Promozione dell'igiene	
Indicatore	Percentuale di famiglie i componenti delle quali sono stati osservati lavarsi le mani con acqua e sapone nei momenti critici
Definizione	<p>Proporzione di membri dei nuclei familiari che si lavano le mani con acqua e sapone nei momenti critici sul totale dei membri della famiglia.</p> <p>Percentuale di famiglie i componenti delle quali si lavano le mani con acqua e sapone nei momenti critici sul totale delle famiglie osservate.</p> <p>Poiché il comportamento del lavaggio delle mani auto-riferito spesso sopravvaluta la pratica reale, l'osservazione diretta del lavaggio delle mani in un determinato periodo di tempo è una misura più oggettiva dell'effettivo cambiamento in positivo del comportamento.</p> <p>Un "momento critico" è un evento specifico che pone un rischio potenziale per la salute e che potrebbe essere evitato lavandosi le mani con il sapone.</p> <p>I momenti o eventi critici comunemente identificati nelle iniziative di promozione dell'igiene sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dopo la defecazione • prima di mangiare • prima della preparazione del cibo • prima di servire il cibo • dopo il contatto con feci umane • dopo aver pulito l'ano di un bambino • dopo il contatto con lo sterco del bestiame • prima di allattare un bambino al seno • dopo essersi soffiato il naso • dopo aver gestito il bestiame • dopo aver pulito o spazzato dentro o fuori casa.



Promozione dell'igiene	
Collegamento agli Obiettivi/ <i>Outcome</i> o ai Prodotti/ <i>Output</i> o all'Impatto a lungo termine	Il lavaggio delle mani osservato dopo il contatto fecale e prima della preparazione del cibo ha dimostrato di essere associato a un rischio ridotto di casi di diarrea. La diarrea rimane la seconda causa di decessi infantili in tutto il mondo.
Tipo di indicatore	<i>Outcome</i>
Unità di misura	Numero percentuale
Uso dell'indicatore	Utile per la gestione del programma per comprendere il cambiamento del comportamento e quindi l'efficacia delle iniziative
Frequenza della rilevazione	Dipendente dal numero e dalla frequenza delle campagne di comunicazione per il cambiamento di comportamento erogate

Promozione dell'igiene

Fonti

La misurazione dell'indicatore si realizza attraverso l'osservazione strutturata.

L'osservazione strutturata è un'osservazione continua e diretta del comportamento

utilizzando un formato standardizzato per identificare e registrare i momenti critici e il comportamento relativo al lavaggio delle mani.

L'osservatore si trova in una casa per un lungo periodo di tempo (3-7 ore) e osserva il comportamento degli osservati.

L'osservazione degli individui può determinare un incremento della reattività a causa della presenza dell'osservatore. La reattività è anche dipendente da differenze socioeconomiche tra gli osservati che mediano la consapevolezza delle aspettative sociali di questo comportamento.

La misurazione di questo indicatore richiede tempo; tipicamente l'osservazione strutturata dura dalle 3 alle 7 ore, a valle di una prima interazione necessaria con la famiglia.

È necessario dotarsi di personale di campo ben addestrato. Lo sforzo di registrare il comportamento del lavaggio delle mani nei momenti critici deve essere bilanciato con la minimizzazione degli effetti della presenza dell'osservatore sui membri della famiglia.

“Il posto migliore per posizionarsi” è dove si può osservare un numero ottimale di momenti critici. L'osservatore deve essere in grado di sentirsi a suo agio a muoversi e farlo in un modo che non sia minimamente di disturbo.

Il comportamento degli osservati può essere influenzato se l'osservatore intralcia le attività quotidiane, impegna i membri della famiglia in conversazioni frequenti o risulta essere invadente.



Promozione dell'igiene

Se i membri della famiglia interagiscono con l'osservatore (chiacchierando, offrendo cibo o bevande, ecc.), questi deve essere in grado di comprendere se un rifiuto possa essere considerato offensivo.

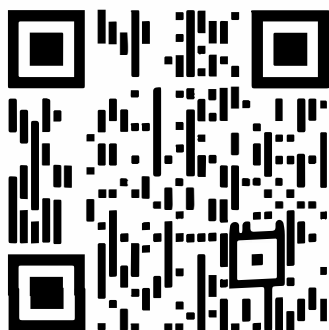
È quindi necessario saper bilanciare un buon rapporto con gli osservati e una minima interazione durante l'osservazione.

Quando i momenti critici si verificano in una sequenza (ad esempio, una madre usa la latrina, si lava le mani e poi va direttamente a cucinare il pranzo), l'osservatore deve essere in grado di comprendere quale momento ha motivato il comportamento.

Ai momenti critici dovrebbero essere dati diversi livelli di priorità legati alla trasmissione del patogeno. Ad esempio, i momenti di contatto fecale sono prioritari rispetto a quelli di preparazione del cibo.

Seguici su:

 www.aics.gov.it



- [@AgenziaItaliana
PerLaCooperazioneAlloSviluppo](https://www.linkedin.com/company/agenziaitaliana-per-la-cooperazione-allo-sviluppo)
- [@agenziaitalianacooperazione](https://www.facebook.com/agenziaitalianacooperazione)
- [@aics_it](https://twitter.com/aics_it)
- [@aics_cooperazione_it](https://www.instagram.com/aics_cooperazione_it)