



## CERTIFICATI BIANCHI Allegato 2.6 alla Guida Operativa

*Guide Settoriali*

### *IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO*

2026

**INDICE**

|       |                                                                                                            |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO .....                                       | 3  |
| 1.1   | Servizi di acquedotto .....                                                                                | 3  |
| 1.2   | Servizi di depurazione .....                                                                               | 4  |
| 1.3   | Servizi di fognatura .....                                                                                 | 6  |
| 2     | DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA .....                    | 7  |
| 2.1   | Servizi di acquedotto .....                                                                                | 9  |
| 2.1.1 | <i>Impianti di dissalazione</i> .....                                                                      | 9  |
| 2.1.2 | <i>Impianti di potabilizzazione</i> .....                                                                  | 9  |
| 2.1.3 | <i>Re-layout delle reti</i> .....                                                                          | 10 |
| 2.1.4 | <i>Perdite di rete</i> .....                                                                               | 10 |
| 2.1.5 | <i>Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche</i><br><i>11</i> |    |
| 2.2   | Servizi di depurazione .....                                                                               | 12 |
| 2.2.1 | <i>La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione</i> .....                                      | 12 |
| 2.2.2 | <i>Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione</i> .....                              | 13 |
| 2.2.3 | <i>Membrane a ultrafiltrazione</i> .....                                                                   | 13 |
| 2.3   | Interventi di efficientamento energetico integrato.....                                                    | 14 |
| 2.4   | Ulteriori interventi di efficienza energetica .....                                                        | 14 |
| 3     | INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI .....                    | 15 |
| 3.1   | Sistemi di pompaggio.....                                                                                  | 16 |
| 3.2   | Servizio di acquedotto .....                                                                               | 18 |
| 3.3   | Servizi di depurazione .....                                                                               | 20 |
| 3.4   | Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche .....               | 22 |
| 4     | BIBLIOGRAFIA .....                                                                                         | 24 |

# 1 GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

La presente guida vuole fornire alcune metodologie di calcolo del risparmio di energia primaria ottenuto a seguito della realizzazione di interventi di efficienza nel settore idrico, in conformità al D.M. 21 luglio 2025. In particolare, nel documento saranno indicati gli interventi di efficienza energetica realizzabili sull'intero Servizio Idrico Integrato (di seguito SII), definito dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. come *"l'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue"*.

Le principali fasi del processo sono di seguito elencate:

1. captazione delle acque;
2. trattamento delle acque;
3. trasporto delle acque grezze o potabilizzate (adduzione e distribuzione);
4. trasporto dei reflui civili e industriali;
5. depurazione dei reflui civili e industriali.

Di seguito si riporta uno schema semplificato di un SII che indica le principali fasi del processo:

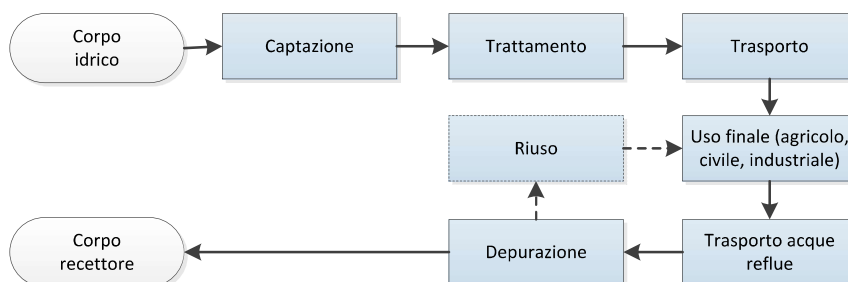


Figura 1: schema del servizio idrico integrato

Ad ognuno di tali servizi sottendono specifiche infrastrutture e processi che presentano peculiarità e tecnologie, e quindi consumi energetici, che dipendono da numerose variabili. A titolo esemplificativo e non esaustivo:

1. nella fase di captazione e trattamento delle acque: la tipologia di corpo idrico (superficiale - come fiume, lago, invaso artificiale, acque piovane - o sotterraneo - come sorgenti, falde sotterranee superficiali o profonde) e le caratteristiche dello stesso (caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua, portate dell'acqua, profondità delle falde, etc.);
2. nella fase di trasporto delle acque grezze o potabilizzate: distanza e dislivello fra il corpo idrico di captazione e l'utenza;
3. nella fase di trasporto delle acque trattate e dei reflui civili e industriali: la conformazione del territorio e le caratteristiche delle utenze o degli impianti di depurazione;
4. nella fase di depurazione dei reflui civili industriali: le caratteristiche dei reflui da trattare e dei corpi ricettivi di scarico, nonché le portate trattate.

## 1.1 Servizi di acquedotto

Gli impianti acquedottistici prevedono tre fasi di processo: la captazione, la potabilizzazione e l'immissione nella rete di distribuzione.

La captazione e l'immissione in rete sono le fasi generalmente più energivore. In particolare gli impianti da acque sotterranee con prelievo tramite pozzo presentano, per la fase di pompaggio, maggiori consumi energetici rispetto agli impianti da acque superficiali. Di contro questi ultimi presentano maggiori consumi legati alla fase di potabilizzazione a causa dell'alta variabilità della qualità dell'acqua elaborata e quindi dei maggiori trattamenti da effettuare. Le tecnologie adottate variano a seconda della tipologia di inquinante da dover trattare e molte di esse sono le stesse utilizzate negli impianti di depurazione.

Il sistema di trasporto delle acque potabilizzate ha il compito di distribuire l'acqua dai punti di trattamento ai serbatoi di raccolta (rete di adduzione) e successivamente, tramite la rete di distribuzione, alle varie utenze.

I consumi energetici sono essenzialmente connessi ai sistemi di pompaggio e dipendono da numerose variabili come le portate, l'orografia del territorio, le tipologie di condotte (ovvero condotte che lavorano a gravità - in pressione o a pelo libero - o in sollevamento), le interconnessioni tra le condotte, la numerosità e la tipologia di serbatoi di raccolta e la tipologia di rete di distribuzione, che varia in funzione della localizzazione, tipologia, numerosità e densità delle utenze.

## 1.2 Servizi di depurazione

Gli impianti di trattamento delle acque reflue civili e/o industriali hanno lo scopo di depurare i reflui dalle sostanze organiche e inorganiche, sedimentabili e non, al fine di permettere lo scarico delle acque trattate nel corpo idrico recettore entro i limiti di legge, o l'eventuale riuso delle acque stesse.

Quasi sempre, specialmente nel caso di sistemi fognari misti, a monte del depuratore è presente uno scolmatore, che ha lo scopo di regolare e gestire i flussi di reflui in ingresso agli impianti di depurazione.

A livello impiantistico, a seconda dei differenti limiti normativi allo scarico si possono avere differenti configurazioni:

1. impianti di piccola potenzialità, dove è previsto solamente il trattamento primario (trattamenti preliminari, sedimentazione/chiariflocculazione e disinfezione);
2. impianti dove è previsto il trattamento primario e secondario (con un trattamento biologico per la rimozione della sostanza organica);
3. impianti che prevedono il trattamento terziario (rimozione di azoto e fosforo) per lo scarico in aree sensibili o per gli scarichi sul suolo.

In Figura 2 è riportato uno schema completo di un impianto di depurazione, dove è evidenziata in nero la linea acqua e in rosso la linea fanghi (si precisa che le specifiche sottofasi di processo possono presentare una sequenzialità differente da quella indicata).

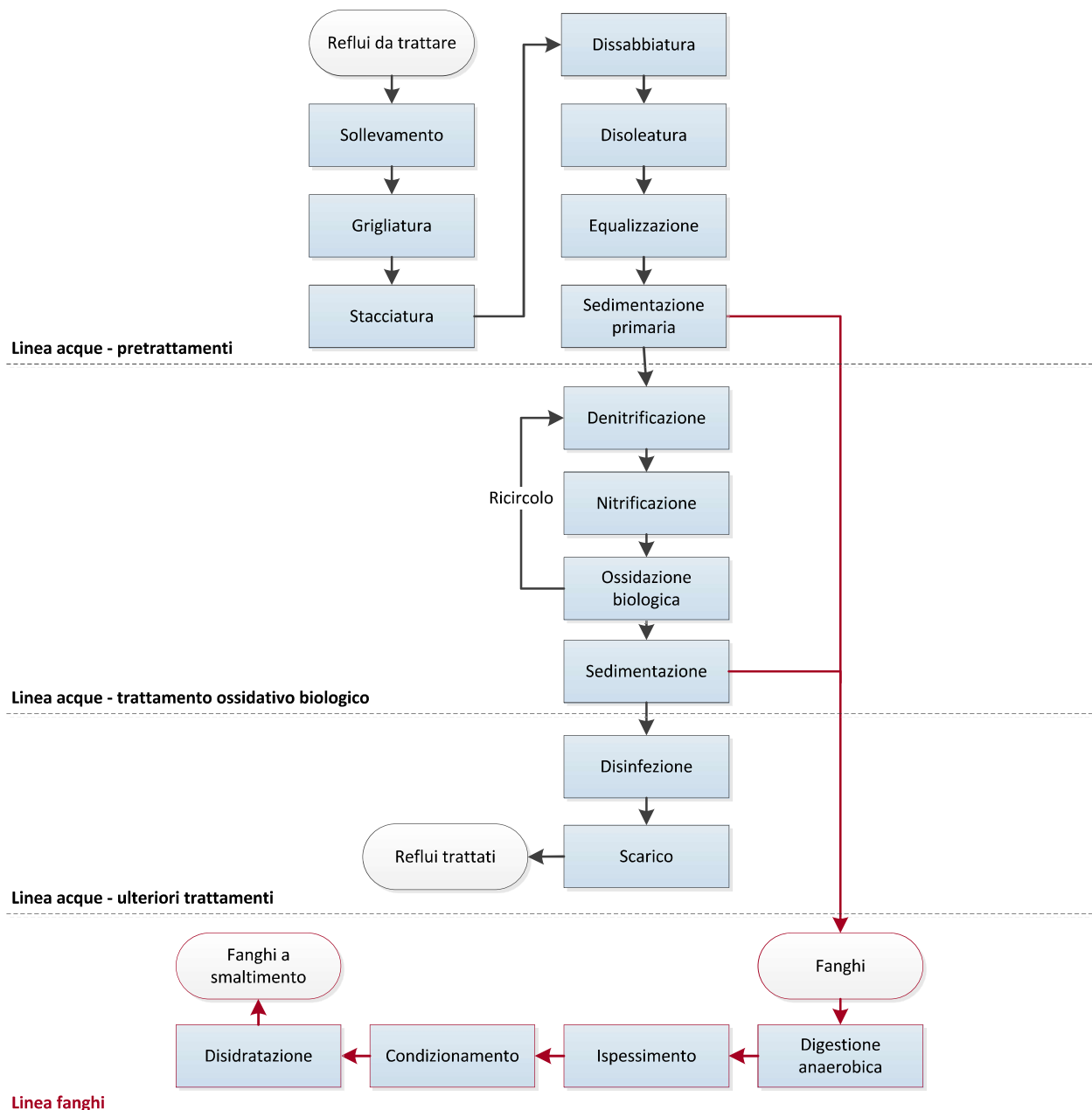


Figura 2: flusso del processo tipo di un impianto di depurazione

La **linea acque** prevede tre fasi principali di processo:

1. **pretrattamento:** durante questa fase le sostanze sedimentabili vengono eliminate dal refluo proveniente dal sistema fognario. Le sottofasi di processo consistono nella grigliatura, stacciatura, dissabbiatura, disoleatura, equalizzazione e sedimentazione primaria.  
Nel pretrattamento i consumi energetici sono connessi agli impianti di produzione di aria compressa (utilizzata per la pulizia delle attrezzature e per l'insufflaggio di aria in alcune sottofasi di trattamento) e ai motori elettrici utilizzati per la sminuzzatura, la raccolta degli olii, gli agitatori e la movimentazione dei fanghi e dei reflui;

2. *trattamento ossidativo biologico*: durante questa fase il refluo viene depurato delle sostanze organiche presenti nell'acqua, grazie all'impiego di specifici microrganismi.

Gli impianti più diffusi e a maggiore efficienza di depurazione sono quelli a fanghi attivi. Molto spesso durante questo trattamento avviene la rimozione dell'azoto presente nei reflui con processi di denitrificazione e nitrificazione.

Negli impianti a fanghi attivi, l'ossidazione avviene tramite l'impiego di batteri aerobici. L'aerazione dei reflui può essere effettuata mediante aerazione meccanica (rimescolamento continuo della superficie del refluo) o mediante insufflaggio d'aria o di ossigeno. Al fine di migliorare la solubilità dell'ossigeno nel refluo, lo stesso viene costantemente mantenuto in movimento mediante agitatori. I consumi energetici, pertanto, sono connessi al funzionamento di tali componenti;

3. *ulteriori trattamenti* di affinamento del grado di depurazione: in questa fase possono essere attuati ulteriori trattamenti come la sedimentazione secondaria, la chiariflocculazione, la filtrazione su tela o la disinfezione (che può avvenire o tramite l'impiego di cloro e acido peracetico, o tramite ozonizzazione o attraverso i raggi UV).

In questo caso, i consumi energetici sono connessi ai motori elettrici utilizzati per la movimentazione dei fanghi e dei reflui, alle lampade UV e agli eventuali impianti di produzione di ozono.

La **linea fanghi** prevede il trattamento dei fanghi derivanti dalla linea acque, che vengono stabilizzati per permetterne lo smaltimento o il riuso. Secondo i dati di Utilitalia, al 2014, circa il 75% dei fanghi è destinato al riutilizzo, prevalentemente in agricoltura e per il compostaggio.

I principali trattamenti dei fanghi sono:

1. la *stabilizzazione biologica*, effettuata generalmente con impianti di digestione anaerobica, ma possono essere presenti anche impianti aerobici;
2. l'*ispessimento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua nei fanghi), che può essere effettuato per sedimentazione (gravità o flottazione) o centrifugazione. I consumi elettrici sono legati ai motori delle pompe, delle tramogge e dei raschiatori, nonché alle centrifughe o ai sistemi di aerazione;
3. il *condizionamento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua presente nelle sostanze colloidali), quasi sempre realizzato mediante l'impiego di sostanze chimiche;
4. la *disidratazione*, che può essere effettuata mediante:
  - a) sistemi meccanici, ovvero centrifugazione o filtrazione (sottovuoto, con i filtri a nastro, a pori e a dischi; sotto pressione, con filtropresse, presse a vite e nastropresse);
  - b) sistemi termici, ovvero essiccatori o forni di incenerimento.

I consumi energetici variano sensibilmente in funzione dal carico idraulico e della caratteristica dei reflui (carico organico dei reflui, carico di nutrienti e presenza di altri inquinanti).

### 1.3 Servizi di fognatura

Il sistema di trasporto fognario convoglia i reflui dalle varie utenze agli impianti di depurazione. Anche in questo caso le variabili che influenzano i consumi sono molteplici e del tutto simili a quelle sopra indicate. I consumi energetici della rete fognaria, comunque, sono in generale decisamente inferiori a quelli degli acquedotti in quanto è ancora prevalente il sistema di trasporto a gravità.

## 2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Di seguito si riporta una tabella non esaustiva di interventi realizzabili nel SII. In particolare, gli interventi riportati sono suddivisi per tipologia di servizio (acquedotti, depurazione e fognatura) e sezione di impianto del servizio stesso. Per ogni singolo intervento, inoltre, viene riportata la modalità di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

| Servizio idrico | Sezione di impianto del servizio idrico                                                          | Intervento                                                                                                                                                        | Tipo progetto |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ACQUEDOTTO      | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                                                                   | PS o PC       |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter                                     | PC            |
|                 |                                                                                                  | Contestuale installazione o sostituzione di sistemi di pompaggio, di motori elettrici, dismissione di serbatoi piezometrici, realizzazione di condotte di by-pass | PC            |
|                 | Impianti di dissalazione                                                                         | --                                                                                                                                                                | PC            |
|                 | Impianti di potabilizzazione                                                                     | Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione                                                                                             | PC            |
|                 | Re-layout delle reti                                                                             | Realizzazione di tratti di rete                                                                                                                                   | PC            |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di sistemi/impianti di pompaggio                                                                                                                    | PC            |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di serbatoi di accumulo                                                                                                                             | PC            |
|                 |                                                                                                  | Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete                                                  | PC            |
|                 | Perdite di rete                                                                                  | Gestione e controllo delle pressioni                                                                                                                              | PC (mc)       |
|                 |                                                                                                  | Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite                                                                                                            | PC (mc)       |
|                 |                                                                                                  | Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura                                                                                                  | PC            |
|                 | Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche           |                                                                                                                                                                   | PC            |
| DEPURAZIONE     | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                                                                   | PS o PC       |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter                                     | PC            |
|                 | Trattamento ossidativo biologico                                                                 | Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa                                                                                         | PC            |
|                 |                                                                                                  | Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa                                                                                                        | PC            |
|                 |                                                                                                  | Sostituzione di sistemi di movimentazioni dei reflui                                                                                                              | PC            |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica                                                                                                            | PC            |
|                 |                                                                                                  | Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione                                                                                                           | PC            |
|                 |                                                                                                  | Installazione o sostituzione di nuove centrifughe                                                                                                                 | PC            |
|                 | Linea fanghi                                                                                     | Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici                                                                                         | PC            |
|                 |                                                                                                  | Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici                                                                                                 | PC            |
|                 |                                                                                                  |                                                                                                                                                                   |               |
| FOGNATURA       | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                                                                   | PS o PC       |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter                                     | PC            |
|                 |                                                                                                  | Contestuale installazione o sostituzione di sistemi di pompaggio, di motori elettrici, realizzazione di sifoni per il recupero del dislivello geodetico           | PC            |

PC: progetto a consuntivo

PC(mc): progetto a consuntivo, misure comportamentali

PS: progetto standardizzato

Tabella 1: tipologie di interventi realizzabili nel SII

Per il SII, la Tabella 1 dell'Allegato 2 del D.M. 21 luglio 2025 indica i seguenti interventi:

| Tipologie di intervento del SII<br><i>Tabella 1, Allegato 2 al D.M. 21 luglio 2025</i>                                                   | Vita utile          |              |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|
|                                                                                                                                          | Nuova installazione | Sostituzione | Efficientamento integrato |
| Efficientamento reti idriche                                                                                                             | 10                  | 10           | 10                        |
| Sistemi a bolle fini per impianti di depurazione                                                                                         | 7                   | 7            | -                         |
| Impianti di produzione dell'aria compressa                                                                                               | 7                   | 7            | 5                         |
| Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione                                                                                  | 7                   | 7            | -                         |
| Motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter                                                       | 10                  | 10           | -                         |
| Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter                                         | 7                   | 7            | 5                         |
| Interventi di riduzione del consumo idrico con riduzione del consumo energetico nei propri sistemi di pompaggio, ivi compreso il riciclo | 10                  | 10           | 5                         |
| Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche                                                   | 7                   | 7            | -                         |
| Misure comportamentali: Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti                                                        | 3                   | -            | -                         |
| Misure comportamentali: Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli                            | 3                   | -            | -                         |
| Misure comportamentali: Elettificazione dei consumi attraverso l'impiego di sistemi alimentati da energia elettrica proveniente da FER   | 5                   | -            | -                         |

**Tabella 2: tipologie di interventi riconducibili al SII dell'Allegato 2, Tabella 1 del D.M. 21 luglio 2025**

Nella tipologia di intervento di natura comportamentale *“Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti”* rientrano, ad esempio, i sistemi di automazione e controllo. Per questa tipologia di interventi il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“sistema tecnologico assunto come riferimento”*, ovverosia del componente primario. Tale condizione è da applicare agli interventi di installazione/sostituzione di componenti *“secondari”* su componenti *“primari”*. Due possibili interventi rientranti in questa tipologia sono:

- l'adozione di un sistema di controllo (secondario) in grado di ottimizzare mediante logiche predittive i parametri operativi di un impianto di ossidazione (primario);
- l'implementazione di un software (secondario) presso il centro di controllo della rete acquedottistica di un centro urbano, al fine di ottimizzare il funzionamento delle centrali di pompaggio presenti (primario).

Si precisa che gli interventi riportati nella Tabella 1 del presente documento non ricompresi nell'elenco delle tipologie di interventi presenti nella Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 21 luglio 2025, ricadono nella tipologia *“Efficientamento reti idriche”*. Per rientrare nella tipologia di intervento *“Efficientamento reti idriche”*, nei casi di Nuova installazione o Sostituzione, sarà possibile realizzare anche uno solo degli interventi di cui alla Tabella 1 del presente documento. Invece, per i casi di efficientamento energetico integrato riguardanti tipologie di intervento che già compaiono all'interno della Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 21 luglio 2025, resta necessario rispettare quanto indicato dall'art. 2, comma 1, lettera o) del DM 21 luglio 2025<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> o) progetto di efficientamento energetico integrato: insieme di interventi realizzati contestualmente dal medesimo soggetto titolare del progetto, riferiti all'intero componente, mezzo di trasporto, linea produttiva, edificio o loro parti. Il progetto può comprendere la sostituzione o nuova installazione di componenti e dispositivi, nonché la modifica del layout di linee produttive. Sono esclusi interventi di manutenzione e ripristino delle normali condizioni di esercizio. [...].

## 2.1 Servizi di acquedotto

### 2.1.1 Impianti di dissalazione

Attualmente, la dissalazione rappresenta un'importante fonte idrica alternativa per la produzione di acqua potabile, soprattutto nelle aree caratterizzate da scarsità idrica cronica. Le principali tecnologie di dissalazione disponibili si possono distinguere in processi termici e processi fisici, a seconda che l'energia utilizzata sia principalmente di tipo termico o meccanico. I primi processi separano i sali dall'acqua tramite evaporazione e condensazione, mentre i secondi fanno uso di membrane selettive che captano le particelle solide dall'acqua da trattare. Gli impianti MSF (Multi-Stage Flash) e MED (Multiple Effects Distillation) appartengono alla prima categoria, mentre quelli RO (Reverse Osmosis) alla seconda. Il processo più energivoro è rappresentato dalla tecnologia MSF mentre il processo di osmosi inversa si sta affermando soprattutto nelle recenti installazioni sia per il suo minor consumo specifico che per i recenti sviluppi tecnologici.

Le possibili aree di miglioramento, data la complessità di tali impianti, sono assai variegata: dalla sostituzione tecnologica o revamping impiantistico (es: l'impiego delle più recenti tecnologie di osmosi avanzata-FO/deionizzazione capacitiva o l'ibridizzazione dell'impianto stesso) alla sostituzione di singoli componenti (quali pompe, generatori di calore o membrane più efficienti).

### 2.1.2 Impianti di potabilizzazione

La complessità impiantistica degli impianti di potabilizzazione è legata alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque in ingresso e in uscita, ovvero alla tipologia di fonte di approvvigionamento (acque superficiali, acque profonde), nonché alle portate in gioco (che comporta la presenza o meno di un equalizzatore).

Per le acque superficiali, l'art. 80 del D.gs. 152/2006 e s.m.i. identifica, a seconda della categoria di appartenenza dell'acqua da trattare, tre tipologie di impianti e livelli di trattamento:

- categoria A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- categoria A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- categoria A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione.

In particolare, gli impianti con trattamenti fisici semplici sono impianti in cui sono presenti solo le fasi di grigliatura, sedimentazione, staccatura e filtrazione.

Gli impianti con trattamenti fisico-chimici normali e spinti sono invece impianti in cui è presente la fase di chiariflocculazione e quelle necessarie alla correzione delle caratteristiche chimiche dell'acqua (ad es. addolcimento, stabilizzazione, deferrizzazione, demanganizzazione, desilicizzazione, fluorazione e defluorazione, aerazione).

Agli impianti sopra indicati possono aggiungersi ulteriori trattamenti quali:

- la disinfezione: possibile grazie a processi chimici (clorazione, cloro-ammoniazione, ozonizzazione) e/o fisici (irraggiamento con raggi ultravioletti (UVC), attinizzazione, processi oligodinamici);
- l'affinamento: possibile grazie ai seguenti all'aerazione, la chiariflocculazione, la disinfezione, l'adsorbimento su carbone attivo.

Per gli impianti di potabilizzazione da acque profonde la complessità impiantistica è decisamente inferiore e le fasi di trattamento che è possibile identificare sono: ossidazione, adsorbimento su carboni attivi, disinfezione e accumulo finale.

A seconda della complessità impiantistica, gli interventi di efficienza energetica possono interessare l'intero impianto o solo una fase di trattamento.

### 2.1.3 Re-layout delle reti

Per re-layout delle reti si intende la realizzazione contestuale di tutti o parte degli interventi (installazione, dismissione, sostituzione) su sistemi di pompaggio, tratti di rete e serbatoi; rientra in questa casistica anche la realizzazione di interconnessioni tra acquedotti.

Molto spesso questi interventi sono connessi alla realizzazione di interventi di distrettualizzazione, meglio descritti nei paragrafi successivi.

Interventi di questo tipo comportano:

1. un'ottimizzazione del bilanciamento delle reti tra punti di prelievo (maggiore sfruttamento dell'energia potenziale, utilizzo di pozzi con minore prevalenza, etc.) ed utilizzo;
2. una riduzione delle perdite idriche;
3. una riduzione delle perdite di carico nelle condotte.

### 2.1.4 Perdite di rete

Una parte delle perdite idriche totali deriva da quantitativi apparentemente persi, che scaturiscono da volumi sottratti senza autorizzazione, per esempio allacci abusivi, o da errori di misura dei contatori (*perdite idriche apparenti*). Le *perdite idriche reali*, calcolate come differenza tra perdite idriche totali e apparenti, rappresentano la componente fisica delle perdite dovute a corrosione o deterioramento delle tubazioni, rotture o giunzioni difettose. Le perdite idriche reali possono essere ridotte e gestite attraverso gli interventi di seguito indicati.

#### 2.1.4.1 Gestione e controllo delle pressioni

Come ampiamente evidenziato in letteratura, la riduzione della pressione e dei transitori di pressione nella condotta dovuta alla gestione delle valvole è in assoluto la strategia di maggiore efficacia tra quelle possibili. Infatti, la frequenza media con cui si verificano le rotture e la quantità di acqua dispersa dipendono quasi linearmente dalla pressione di esercizio. È perciò necessario ridurre e gestire efficientemente le pressioni nella rete al fine di ridurre le perdite, pur erogando la minima pressione operativa richiesta.

Una delle possibili tecniche per la riduzione delle sollecitazioni alle quali è sottoposta la rete, è l'installazione di valvole di riduzione sulla rete di distribuzione (Pressure Valve Reduction-PVR), al fine di modulare la pressione al valore desiderato evitando pressioni in eccesso e picchi che porterebbero al decadimento meccanico delle condotte.

Ai fini del controllo delle pressioni, invece, la distrettualizzazione della rete è una delle tecniche più efficaci. Questa consiste nella suddivisione del sistema idrico in piccoli "distretti" con un numero limitato di ingressi e uscite, monitorati tramite misuratori di portata (comporta una fase di modellazione matematica del comportamento della rete, individuazione di aree a pressioni omogenee, inserimento di valvole di chiusura e PVR, e molto spesso ridimensionamento dei sistemi di pompaggio e interventi di re-layout come sopra indicato).

Sono generalmente individuabili due tecniche di distrettualizzazione: DMA (District Metering Areas) e PMA (Pressure Managed Areas). La principale differenza tra le due tecniche consiste nell'installazione nelle PMAs di sistemi di monitoraggio delle pressioni e gestione-controllo dei flussi dai serbatoi e dei sistemi di

pompaggio. Si tratta di software che, quasi in tempo reale rispetto alla curva di domanda delle singole aree, regolano gli azionamenti degli inverter delle varie pompe e delle PVR.

#### ***2.1.4.2 Adozione tecniche di controllo attivo delle perdite***

Per tecniche di controllo attivo delle perdite si intendono tutte quelle metodologie che consentono di identificare proattivamente perdite non segnalate e localizzarle puntualmente. Si possono distinguere due fasi principali: monitoraggio e circoscrizione delle perdite e conseguente localizzazione puntuale.

Il monitoraggio e circoscrizione delle perdite può avvenire mediante:

1. sistemi di misurazione installati sulla rete (ad esempio durante i lavori di re-layout o distrettualizzazione);
2. sistemi di prelocalizzazione satellitare.

La localizzazione puntuale delle perdite, invece, può avvenire mediante tecniche di “pinpointing” di tipo acustico e non acustico.

Infine, si ritengono particolarmente vantaggiosi gli interventi di protezione delle condotte, mediante l’installazione di sistemi di protezione catodica.

Si precisa che, ai fini dell’accesso al meccanismo dei certificati bianchi, sono ammissibili esclusivamente le tecniche monitoraggio e circoscrizione delle perdite.

#### ***2.1.4.3 Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura***

Tra le strategie più onerose dal punto di vista economico è possibile identificare il rinnovamento della rete su ampia scala secondo piani di intervento anche di medio-lungo tempo. Come indicato nei paragrafi precedenti, la rigenerazione degli asset di rete comprende la sostituzione o il relining di intere condotte e l’installazione/sostituzione/dimissione di nuovi sistemi di pompaggio o serbatoi. Contestualmente a tali interventi è possibile prevedere l’installazione valvole PVR, misuratori di portata e pressione.

### **2.1.5 Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche**

Nelle reti di distribuzione l’acqua viene trasportata ad alta pressione e prima di essere immessa nella rete finale, o in quella subito a valle, viene ridotta in pressione tramite una valvola per renderla sicura e utilizzabile. Questo processo di riduzione di pressione comporta che l'energia persa dal fluido venga interamente dissipata. L’installazione di una turbina idraulica, in funzione del particolare salto di pressione che deve essere garantito, consente di sfruttare l'energia potenziale dell’acqua in pressione che altrimenti verrebbe dissipata. Usualmente, la turbina viene installata in parallelo o in sostituzione di una valvola riduttrice di pressione, convertendo l'energia cinetica e potenziale del fluido in energia meccanica, che viene poi trasformata in elettricità da un generatore. L'elettricità prodotta può essere utilizzata per alimentare, ad esempio, le pompe dell'acquedotto, le stazioni di trattamento o immessa nella rete elettrica nazionale. L’utilizzo dei sistemi valvola-turbina aiuta a mantenere la pressione all’interno delle reti acquedottistiche a livelli ottimali, riducendo significativamente le perdite idriche.

## 2.2 Servizi di depurazione

Come indicato nei precedenti paragrafi, la sezione più energivora negli impianti di depurazione è quella del trattamento ossidativo biologico della linea acque, legato alle fasi di rimozione delle sostanze organiche, dell'azoto e del fosforo. I consumi energetici sono connessi principalmente agli impianti di produzione e diffusione dell'aria, nonché ai sistemi di agitazione dei reflui all'interno delle vasche.

### 2.2.1 La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione

La linea di produzione dell'aria compressa è composta dalla sezione di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria.

La *produzione di aria compressa* utilizzata per l'ossidazione dei carichi inquinanti avviene tramite l'utilizzo di compressori o soffianti (in caso di elevate portate e basse pressioni). Le pressioni di esercizio variano in base alle applicazioni ma sono solitamente inferiori a 3 bar.

Le principali tipologie di compressori utilizzate sono quelle a lobi, a vite o centrifughi. La scelta della tipologia di compressore varia in funzione della portata di aria richiesta e della pressione di impianto: per basse portate e livelli di pressione intorno ai 3 bar vengono utilizzati compressori a vite, mentre nel caso di pressioni intorno ad 1 bar, ma elevate portate, si utilizzano i compressori centrifughi. Negli impianti che presentano delle richieste variabili nel corso dell'anno sono presenti due diverse tipologie di compressori che possono coprire l'intero range di funzionamento richiesto dall'impianto di depurazione, con maggiore efficienza del sistema.

Sul mercato, inoltre, sono presenti compressori con tecnologie ibride nelle quali si sfrutta il principio di funzionamento dei compressori a vite ma con profili delle viti simili a quelli a lobi.

Il sistema di generazione dell'aria compressa è spesso gestito mediante appositi sistemi di regolazione delle portate dell'aria prodotta in funzione delle reali necessità delle vasche di ossidazione attraverso delle apposite sonde immerse nelle vasche. Infatti, sulla base delle misure dei parametri caratteristici dei reflui (COD, Ammonio, fosforo), è possibile regolare la portata di aria prodotta in funzione del reale fabbisogno.

In alcuni impianti di depurazione l'aria compressa è stata sostituita con l'utilizzo di ossigeno puro in modo da aumentare le potenzialità e la resa della fase di ossidazione.

Tra i sistemi di *diffusione dell'aria* maggiormente utilizzati vi sono quelli a bolle fini, i quali offrono un'elevata resa di trasferimento di ossigeno (SOTE<sup>2</sup> superiore al 20%) e una riduzione del consumo di energia elettrica delle soffianti. I terminali di diffusione possono essere ceramici, o a membrana e con geometrie tubolari o a disco. La loro efficienza varia in funzione della sommergezza, della dimensione delle bolle, dei flussi d'aria specifici sui diffusori, della densità dei diffusori in vasca nonché della loro disposizione.

In generale, l'efficienza energetica di aerazione delle linee di aria compressa è quantificabile con il parametro SAE (Standard Aeration Efficiency), espresso in kgO<sub>2</sub>/kWh e tiene conto del contributo congiunto delle due sezioni di impianto sopra indicate (produzione e distribuzione).

---

<sup>2</sup> SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency, espresso in termini percentuali come il rapporto tra il contenuto di ossigeno trasferito ed il contenuto di ossigeno in aria

## 2.2.2 Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione

Negli impianti di depurazione i mixer hanno la funzione di movimentare i liquami, per garantire l'omogeneizzazione in vasca ed una maggiore efficacia di assorbimento dell'ossigeno da parte dei batteri. Per tale motivo l'utilizzo di mixer ha un impatto diretto sulla resa del processo di abbattimento degli inquinanti.

I due principali sistemi di mixer utilizzati nei sistemi di depurazione sono ad eiezione o a miscelazione.

I mixer ad eiezione sono sistemi di insufflaggio di aria (eiettori aria-acqua) o di acqua (idroiettori) costituiti principalmente da una pompa e da un ugello per l'immissione di aria o acqua, che consentono la movimentazione del fluido nelle vasche di trattamento. I mixer a miscelazione sono invece costituiti da un motore elettrico che movimenta un'elica che imprime il moto al fluido da trattare. L'utilizzo dei sistemi ad eiezione o a miscelazione varia in base alle condizioni di funzionamento dell'impianto (ad esempio in funzione della tipologia di refluo da trattare, della forma e dimensioni della vasca etc.).

## 2.2.3 Membrane a ultrafiltrazione

La sezione dell'impianto di depurazione nella quale si trovano le membrane a ultrafiltrazione è quella relativa al processo biologico. La filtrazione del refluo, a seguito di pretrattamenti di depurazione, può essere realizzata attraverso l'utilizzo di membrane a ultrafiltrazione, impiegate in due differenti configurazioni impiantistiche:

- *side-stream*, dove il refluo viene inviato all'unità di filtrazione esterna;
- *sub merged membrane*, dove le membrane sono nella vasca dei fanghi attivi, e il refluo da trattare viene aspirato tramite le membrane filtranti.

Una volta filtrato, il permeato viene inviato ai successivi passaggi di depurazione o direttamente allo scarico. Il consumo energetico di tale sezione è relativo alla richiesta d'aria compressa per lo scuotimento delle membrane per pulirle dal fango accumulato, affinché esse possano mantenersi efficienti nel tempo. Oltre ai diffusori d'aria sommersi, per lo scuotimento possono essere presenti anche delle pompe operanti in controcorrente per il controlavaggio delle membrane. Il materiale di cui sono costituite (polipropilene) consente loro di subire torsioni senza subire danni.

Le ragioni principali che inducono a rimuovere i depositi dalle superficie delle membrane sono molteplici, tra cui: mantenere un'efficienza operativa massima, prevenire danni permanenti alle membrane, mantenere l'integrità del processo, mitigare i danni alle componenti a valle delle unità di filtrazione. Il controlavaggio è la tecnica più diffusa di pulizia delle membrane. Ci sono però incrostanti che non vengono rimossi dai controlavaggi e per essi è richiesto l'aggiunta di agenti chimici che aumentano l'efficienza di rimozione.

Ogni tipologia di pulizia ha diverse caratteristiche:

- controlavaggio: processo ad intermittenze regolari;
- lavaggio ad aria: strategia di mantenimento tra un ciclo di controlavaggio e l'altro, migliora il trasferimento di massa, effettua un'azione di scuotimento sulle fibre della membrana stessa;
- risciacquo: processo da realizzare anche contemporaneamente al ciclo di filtrazione oppure durante il controlavaggio;
- lavaggio chimico o controlavaggio chimico: metodo utilizzato come strategia di mantenimento realizzato per abbattere principalmente i depositi organici;
- lavaggio sul posto: tecnica usata come strategia di ripristino a seguito di sporcamento pesante e persistente.

## 2.3 Interventi di efficientamento energetico integrato

Di seguito vengono forniti alcuni esempi di progetti di efficienza energetica per le tipologie di intervento riportate all'interno della Tabella 2 del presente documento, che prevedono la casistica di efficientamento energetico integrato:

- per gli *“Impianti di produzione dell'aria compressa”*, la contestuale sostituzione dei motori elettrici dei sistemi di produzione dell'aria compressa con motori più efficienti dotati di inverter e l'adozione di un sistema di controllo dei compressori in funzione della quantità di reflui attualmente presenti nelle vasche di ossidazione;
- per i *“sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter”*, la contestuale sostituzione dei motori dei sistemi di pompaggio con motori più efficienti e la sostituzione delle giranti con giranti caratterizzate da migliori prestazioni fluidodinamiche.

Nei casi di efficientamento integrato, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“Sistema tecnologico assunto come riferimento”*, ad esempio i risparmi relativi al primo dei precedenti esempi dovranno essere quantificati rispetto alla riduzione dei consumi energetici tra la situazione di baseline e post intervento dei sistemi di produzione dell'aria compressa.

## 2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

In aggiunta agli specifici interventi sopra descritti, è possibile considerare anche i seguenti interventi di efficienza energetica:

- per la linea fanghi degli impianti di depurazione: come sopra descritto, le sezioni della linea fanghi più energivore sono quella di ispessimento e quella di disidratazione. Gli interventi possibili in queste sezioni riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori, pompe, centrifughe, filtropresse, essiccatori e forni;
- per la linea acqua degli impianti di depurazione: nella sezione di pretrattamento, gli interventi possibili riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori e pompe;
- nella rete fognaria, i possibili interventi riguardano l'installazione di sistemi di pompaggio più efficienti.

### 3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI

Nel presente capitolo sono indicate le modalità di presentazione, gli indicatori caratteristici, gli algoritmi di calcolo da utilizzare per la determinazione dei risparmi energetici addizionali per le tipologie di intervento di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

| Servizio idrico | Sezione di impianto del servizio idrico                                                          | Intervento                                                                                                                    | Tipo progetto | Indicatore                          | Algoritmo |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-----------|
| ACQUEDOTTO      | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                               | PS o PC       | Scheda PS                           | Scheda PS |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter | PC            | Rendimento                          | 1         |
|                 |                                                                                                  |                                                                                                                               |               | kWh/m <sup>3</sup> *                | 2         |
|                 | Impianti di dissalazione                                                                         | --                                                                                                                            | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 3         |
|                 | Impianti di potabilizzazione                                                                     | Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione                                                         | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 3         |
|                 | Re-layout delle reti                                                                             | Realizzazione di tratti di rete                                                                                               | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di sistemi di pompaggio                                                                                         | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di impianti di pompaggio                                                                                        | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di serbatoi di accumulo                                                                                         | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete              | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 | Perdite di rete                                                                                  | Gestione e controllo delle pressioni                                                                                          | PC (mc)       | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite                                                                        | PC (mc)       | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 |                                                                                                  | Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura                                                              | PC            | kWh/m <sup>3</sup> *                | 4         |
|                 | Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche           |                                                                                                                               | PC            | n.a.                                | 7         |
| DEPURAZIONE     | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                               | PS o PC       | Scheda PS                           | Scheda PS |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter | PC            | Rendimento                          | 1         |
|                 |                                                                                                  |                                                                                                                               |               | kWh/m <sup>3</sup> *                | 2         |
|                 | Trattamento ossidativo biologico                                                                 | Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa                                                     | PC            | SAE                                 | 5         |
|                 |                                                                                                  | Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa                                                                    | PC            | **                                  | **        |
|                 |                                                                                                  | Sostituzione di sistemi di movimentazione dei reflui                                                                          | PC            | SAE                                 | 5         |
|                 |                                                                                                  | Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica                                                                        | PC            | SAE                                 | 5         |
|                 |                                                                                                  | Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione                                                                       | PC            | Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h, | 6         |
|                 | Linea fanghi                                                                                     | Installazione o sostituzione di nuove centrifughe                                                                             | PC            | **                                  | **        |
|                 |                                                                                                  | Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici                                                     | PC            | **                                  | **        |
|                 |                                                                                                  | Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici                                                             | PC            | **                                  | **        |
| FOGNATURA       | Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter |                                                                                                                               | PS o PC       | Scheda PS                           | Scheda PS |
|                 | Sistemi di pompaggio                                                                             | Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter | PC            | Rendimento                          | 1         |
|                 |                                                                                                  |                                                                                                                               |               | kWh/m <sup>3</sup> *                | 2         |

Progetti a consuntivo; PC (mc): Progetto a consuntivo, misure comportamentali; PS: progetti standard

\* Nei casi meglio precisati nel paragrafo 3.2 l'indicatore da considerare è kWh/m<sup>3</sup>/m

\*\* Il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo per determinare i risparmi energetici addizionali conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento.

Tabella 3: algoritmi di calcolo dei risparmi

Di seguito si riporta più dettagliatamente quali sono le informazioni minime da trasmettere per la presentazione di progetti relativi agli interventi precedentemente descritti e gli algoritmi per il calcolo dei risparmi.

### 3.1 Sistemi di pompaggio

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi di energia primaria generabili da interventi di efficienza energetica sui sistemi di pompaggio.

| n. | Algoritmo                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | $RISP = \sum \left[ \left( \frac{\eta_{post}}{\eta_{bas}} - 1 \right) \times E_{post} \right] \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $\eta_{bas}, \eta_{post}$  sono i rendimenti da scheda tecnica delle pompe nella situazione di baseline e post intervento;
- $E_{post}$  è l'energia elettrica consumata dalla pompa nella situazione ex post, espressa in [kWh];
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il valore di rendimento della pompa deve essere quello globale della macchina (girante e motore) comprensivo della quota idraulica, volumetrica e meccanica. Il dato da considerare è quello da scheda tecnica nelle condizioni nominali di progetto, o laddove dimostrabile, sarà possibile utilizzare il rendimento della pompa alle condizioni di esercizio nella situazione di baseline.

Il programma di misura, pertanto, dovrà prevedere la misura giornaliera dell'energia elettrica  $E_{post}$  assorbita dalla pompa oggetto d'intervento, ovvero sia dalla centrale di pompaggio, espressa in [kWh]. Laddove venga utilizzato l'algoritmo n. 1, non sarà necessario monitorare i volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio [m<sup>3</sup>].

In alternativa all'algoritmo n. 1 di cui sopra, è possibile utilizzare il seguente algoritmo:

| n. | Algoritmo                                                  |
|----|------------------------------------------------------------|
| 2  | $RISP = (CS_{bas} - CS_{post}) \times W_{post} \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $CS_{bas}$  è il consumo specifico di baseline, che corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, mentre può corrispondere al consumo ante intervento, ovvero sia al consumo di riferimento<sup>3</sup>, nei casi di sostituzione o efficientamento energetico integrato del sistema di pompaggio, espresso in [kWh/m<sup>3</sup>];

<sup>3</sup> Secondo quanto previsto dal punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025

- $CS_{post}$  è il consumo specifico del sistema di pompaggio nella situazione post intervento, definito come il rapporto tra l'energia elettrica consumata e i volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio, espresso in [kWh/m<sup>3</sup>];
- $W_{post}$  sono i volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio, espressi in [m<sup>3</sup>].
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il programma di misura dovrà prevedere un campionamento con frequenza almeno giornaliera delle grandezze che concorrono alla determinazione dei risparmi energetici addizionali, ovverosia i consumi dei sistemi di pompaggio espressi in [kWh] e i volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio, espressi in [m<sup>3</sup>]. Il soggetto proponente può proporre una frequenza di campionamento diversa purché dimostri che le fluttuazioni del consumo specifico in funzione delle variabili operative non intervengano a livello giornaliero, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione. La medesima frequenza dovrà essere uguale o superiore a quella adottata per la determinazione del consumo di baseline.

Limitatamente ai casi di *sostituzione* o di *efficientamento energetico integrato*, al fine di determinare il consumo di baseline<sup>4</sup>, dovranno essere forniti i risultati della campagna di misura condotta nei 12 mesi ante intervento con dettaglio almeno giornaliero, indicando, per ciascuna misurazione, il valore delle variabili operative del processo e dei consumi energetici. Qualora il soggetto proponente dimostri che le misure proposte siano rappresentative dei consumi annuali, ovvero del range annuale dei parametri di funzionamento che influenzano il consumo, e/o che le fluttuazioni non intervengono a livello giornaliero, può proporre una durata e/o una frequenza di campionamento diverse, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione.

Al fine di garantire una corretta individuazione del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come mostrato di seguito, con relativa documentazione di supporto (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

| Parametri descrittivi                                     | u.m.              | Baseline                |     |                         | Post Intervento         |     |                         |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-----|-------------------------|
|                                                           |                   | Stazione di pompaggio 1 | ... | Stazione di pompaggio n | Stazione di pompaggio 1 | ... | Stazione di pompaggio n |
| Tipologia di pompa                                        | --                |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Portata                                                   | m <sup>3</sup> /h |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Prevalenza                                                | m                 |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Potenza                                                   | kW                |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Presenza inverter                                         | Si/No             |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto | %                 |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Efficienza del motore                                     | %                 |                         |     |                         |                         |     |                         |
| Anno di installazione                                     | --                |                         |     |                         |                         |     |                         |

Tabella 4: tabella di sintesi da fornire per gli interventi sui gruppi di pompaggio

<sup>4</sup> Secondo quanto previsto dal punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 21 luglio 2025

### 3.2 Servizio di acquedotto

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi primaria generabili da interventi di efficienza energetica su impianti di dissalazione o potabilizzazione. Lo stesso algoritmo può essere adottato per l'intero impianto o per sezioni di impianto.

| n. | Algoritmo                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------|
| 3  | $RISP = \sum [(CS_{bas} - CS_{post}) \times W_{out\_post}] \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  è il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $CS_{bas}$ ,  $CS_{post}$  sono i consumi specifici dell'impianto o della sezione d'impianto, definiti come rapporto tra l'energia elettrica consumata e i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione di impianto stessa nella situazione di baseline<sup>3</sup> e post intervento, espressi in [kWh/m<sup>3</sup>];
- $W_{out\_post}$  sono i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione d'impianto nella situazione post intervento, espressi in [m<sup>3</sup>];
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Nel rispetto della definizione di "risparmio addizionale", si precisa che il confronto tra la situazione di baseline e quella post intervento deve avvenire a parità di qualità dell'acqua in uscita. In caso di variazione tra le due configurazioni, sarà necessario introdurre opportuni coefficienti di normalizzazione.

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi primaria generabili da interventi di efficienza energetica di re-layout o di riduzione delle perdite di rete.

| n. | Algoritmo                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | $RISP = \left( \frac{\sum EE_{bas}}{\sum W_{aut\_bas} + \sum W_{exp\_bas}} - \frac{\sum EE_{post}}{\sum W_{aut\_post} + \sum W_{exp\_post} - \Delta W_{app}} \right) \times (\sum W_{aut\_post} + \sum W_{exp\_post} - \Delta W_{app}) \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  è il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $EE$  è l'energia elettrica consumata dai sistemi di pompaggio, espressi in [kWh];
- $\sum W_{aut}$  è la somma dei volumi autorizzati forniti alle utenze (fatturati o non fatturati), espressi in [m<sup>3</sup>];
- $\sum W_{exp}$  è la somma dei volumi esportati verso altri sistemi acquedottistici, espressi in [m<sup>3</sup>];
- $\Delta W_{app}$  è la differenza tra le perdite apparenti, ovvero la differenza tra l'acqua immessa in rete e quella misurata, non causate da rotture fisiche, ma da errori di misurazione o prelievi non contabilizzati, nella situazione di baseline e quella post intervento. Tale termine è da applicarsi solo se maggiore di zero, espresso in [m<sup>3</sup>];
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Per tener conto all'interno dell'algoritmo di calcolo oltre alle esportazioni dei volumi idrici anche delle importazioni da altri sistemi acquedottistici o dalle fonti a gravità è possibile definire un parametro correttivo del calcolo dei risparmi  $k_{in}$ , pari a:

$$k_{in} = \frac{k_{in,post}}{k_{in,ante}} = \frac{W_{grav,post}/W_{in,post}}{W_{grav,ante}/W_{in,ante}} = \frac{1 - W_{import,post}/W_{in,post}}{1 - W_{import,ante}/W_{in,ante}}$$

dove:

- $k_{in,post/ante}$  rappresenta la quota parte di acqua proveniente per gravità sul totale delle importazioni in ingresso, nella situazione di baseline e post intervento, espressa in [m<sup>3</sup>];
- $W_{grav,post/ante}$  rappresenta il volume di acqua proveniente per gravità, espresso in [m<sup>3</sup>];
- $W_{in,post/ante}$  rappresenta il volume di acqua in ingresso proveniente da tutte le fonti, sia interne (gravità) che esterne (altre reti), espresso in [m<sup>3</sup>];
- $W_{import,post/ante}$  rappresenta il volume totale di acqua proveniente da fonti esterne, espresso in [m<sup>3</sup>].

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- consumi di energia elettrica dei sistemi di pompaggio [kWh];
- $W_{aut}$  volumi autorizzati ceduti alle utenze, espressi in [m<sup>3</sup>];
- $W_{exp}$  volumi esportati verso altri sistemi, espressi in [m<sup>3</sup>];
- $W_{imp}$  volumi importati da fonti interne che esterne, espressi in [m<sup>3</sup>].

Nei casi in cui non sia possibile monitorare con frequenza giornaliera i parametri  $W_{aut}$ ,  $W_{exp}$ ,  $W_{imp}$  sarà possibile proporre una loro ricostruzione su base giornaliera a partire dai dati misurati con una frequenza inferiore.

Inoltre, dovranno essere quantificate le perdite apparenti ( $W_{app}$ ) nella situazione di baseline e, con frequenza pari a quella di rendicontazione, le perdite apparenti nella situazione post intervento (fornendo adeguata documentazione a supporto dei valori individuati).

Nel rispetto della definizione di “risparmio addizionale”, si precisa che, qualora vengano effettuati interventi che comportano una variazione della prevalenza dei sistemi di pompaggio tra la situazione di baseline e post intervento, sarà necessario garantire che il calcolo dei risparmi venga effettuato a parità di condizioni (ovvero di prevalenza della situazione post intervento). Pertanto, l'algoritmo 3 dovrà essere modificato prevedendo l'introduzione dell'indicatore kWh/m<sup>3</sup>/m<sub>prevalenza</sub>.

A titolo esemplificativo, alcune casistiche possono essere ricondotte alle seguenti: realizzazione di interventi di re-layout e realizzazione, potenziamento o dismissioni di sistemi di pompaggio; realizzazione di interconnessioni tra sistemi acquedottistici.

Al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, nonché del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

| Parametri descrittivi                                     | u.m.      | Baseline                |      |                         | Post intervento         |      |                         |
|-----------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|------|-------------------------|-------------------------|------|-------------------------|
| <b>Perdite di rete</b>                                    |           |                         |      |                         |                         |      |                         |
| M1a – perdite idriche lineari*                            | m³/km /gg |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>Ltot</sub> *                                       | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>in</sub> *                                         | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>out</sub> *                                        | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>app</sub>                                          | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Misuratori per la misura di W <sub>aut</sub>              | n.        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>aut</sub>                                          | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Misuratori per la misura di W <sub>exp</sub>              | n.        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| W <sub>exp</sub>                                          | m³        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| L <sub>p</sub> *                                          | Km        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| M1b – perdite idriche percentuali*                        | %         |                         |      |                         |                         |      |                         |
| <b>Sistemi di pompaggio</b>                               |           | Stazione di pompaggio 1 | .... | Stazione di pompaggio n | Stazione di pompaggio 1 | .... | Stazione di pompaggio n |
| Tipologia di pompa                                        | --        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Portata                                                   | m³/h      |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Prevalenza                                                | m         |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Potenza                                                   | kW        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Presenza inverter                                         | Si/No     |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto | %         |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Efficienza del motore                                     | %         |                         |      |                         |                         |      |                         |
| Anno di installazione                                     | --        |                         |      |                         |                         |      |                         |
| <b>Serbatoi</b>                                           |           | Serbatoio 1             | .... | Serbatoio n             | Serbatoio 1             | .... | Serbatoio n             |
| Prevalenza                                                | m         |                         |      |                         |                         |      |                         |

\*Definizione degli indicatori come da Deliberazione del 27 dicembre 2017 917/2017/R/IDR Allegato A, artt. 7 e 8

**Tabella 5: tabella di sintesi da fornire per interventi sul servizio di acquedotto**

### 3.3 Servizi di depurazione

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi di energia primaria generabili da interventi di efficienza energetica nella sezione di trattamento ossidativo biologico.

| n. | Algoritmo                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | $RISP = \left( \frac{1}{SAE_{bas}} - \frac{1}{SAE_{post}} \right) \times kgO_2 \times f_e$ |

essendo:

- *RISP* è il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- *kgO<sub>2</sub>* è la quantità di ossigeno presente nel volume di aria elaborato dal sistema di produzione dell'aria compressa nella situazione post intervento e pari alla quantità di aria (espressa in Sm³) per 0,285 kgO<sub>2</sub>/Sm³<sup>5</sup>;
- *SAE<sub>bas</sub>* (Standard Aeration Efficiency) è l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione di baseline [kgO<sub>2</sub>/kWh] pari al rapporto tra i kgO<sub>2</sub> forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;

<sup>5</sup> Calcolato considerando una densità dell'aria di 1,225 kg/Sm³ e la frazione massica dell'ossigeno del 23,3%

- $SAE_{post}$  è l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione post intervento, pari al rapporto tra i  $kgO_2$  forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;
- $f_e$  il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- portata d'aria fornita al sistema di produzione [ $Sm^3/h$ ];
- energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa [kWh]. Si specifica che nel caso in cui l'intervento preveda la contestuale sostituzione dei mixer, dovranno essere monitorati anche tali consumi;
- concentrazione dell'ossigeno disciolto nelle vasche di ossidazione [ppm $O_2$ ].

Qualora il soggetto proponente dimostri che il monitoraggio dei parametri sopracitati con frequenza diversa da quella giornaliera siano rappresentative dei consumi annuali, ovvero del range annuale dei parametri di funzionamento che influenzano il consumo, e/o che le fluttuazioni non intervengono a livello giornaliero, può proporre una frequenza di campionamento diversa, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'Amministrazione.

Nel rispetto della definizione di "*risparmio addizionale*", si precisa che il  $SAE_{bas}$  non può essere un valore fisso, ma dipenderà dalla quantità di  $O_2$  prodotto; pertanto, dovrà essere definita un'opportuna funzione in relazione alla quantità dell'ossigeno prodotto. Inoltre, al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, dovrà essere effettuato il calcolo dei seguenti parametri nelle condizioni post intervento:

- SOTR, Standard Oxygen Transfer Rate [ $kgO_2/h$ ];
- SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency [%].

Infine, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

| Parametri descrittivi                     | u.m.        | Baseline | Ex post |
|-------------------------------------------|-------------|----------|---------|
| SOTR                                      | $kgO_2/h$   |          |         |
| SOTE                                      | %           |          |         |
| Tipologia di impianto di produzione       | --          |          |         |
| Aria                                      | $Nm^3/h$    |          |         |
| Potenza elettrica sistema di produzione   | kW          |          |         |
| Tipologia di sistema di diffusione        | --          |          |         |
| Potenza elettrica mixer                   | kW          |          |         |
| SAE                                       | $kgO_2/kWh$ |          |         |
| Valore medio annuo di COD in ingresso     | mg/l        |          |         |
| Valore medio annuo di COD in uscita       | mg/l        |          |         |
| Valore medio annuo di Azoto in ingresso   | mg/l        |          |         |
| Valore medio annuo di Azoto in uscita     | mg/l        |          |         |
| Valore medio annuo di Fosforo in ingresso | mg/l        |          |         |
| Valore medio annuo di Fosforo in uscita   | mg/l        |          |         |
| Portata media annua trattata              | $m^3$       |          |         |
| Abitanti equivalenti                      | AE          |          |         |

**Tabella 6: tabella di sintesi da fornire per interventi sulla sezione di trattamento ossidativo biologico**

Per i casi in cui il parametro SAE non risulti rappresentativo del reale funzionamento dell'impianto, in virtù del particolare intervento realizzato, è data facoltà all'operatore di proporre un differente programma di

misura e un algoritmo di calcolo che consentano di quantificare correttamente i risparmi di energia primaria generabili dall'intervento. Tale algoritmo dovrà essere definito individuando un opportuno indicatore di consumo specifico, normalizzato tra la situazione di baseline e post intervento rispetto alle variabili operative che influenzano il consumo energetico.

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi di energia primaria generabili da interventi di efficienza energetica di installazione di membrane a ultrafiltrazione.

| n. | Algoritmo                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| 6  | $RISP = [(AS_{bas} - AS_{post}) \times CS_{ac} \times S] \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  è il risparmio di energia primaria, espresso in [tep];
- $AS_{bas}$  è la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane ante intervento, espressa in [ $\text{Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ];
- $AS_{post}$  è la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane post intervento, espressa in [ $\text{Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ];
- $CS_{ac}$  è il consumo specifico dei compressori a servizio delle membrane, espresso in [ $\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ];
- $S$  è la superficie delle membrane in esercizio, espressa in [ $\text{m}^2$ ];
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il programma di misura dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica consumata dai compressori e della quantità di aria compressa richiesta per lo scuotimento delle membrane come variabile operativa. Per interventi di “Nuova installazione” in impianti di depurazione di reflui civili, il valore di riferimento da adottare per la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane a ultrafiltrazione pari a  $0,25 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$ , funzione della superficie delle membrane. Qualora siano utilizzati ulteriori componenti per la pulizia delle membrane (ad esempio le pompe per il controlavaggio), il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo, differente dall'algoritmo di calcolo n. 6 della presente guida settoriale, per determinare i risparmi energetici aggiuntivi conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento.

### 3.4 Recupero di energia elettrica dalla regolazione della pressione nelle condotte idriche

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi di energia primaria generabili da interventi di efficienza energetica finalizzati al recupero di energia elettrica attraverso la regolazione della pressione nelle condotte idriche a seguito dell'installazione di una turbina idraulica, in luogo di una valvola. Per l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, si specifica che i tratti di rete sui quali è possibile installare la turbina sono quelli per cui la pressione da regolare sia stata ottenuta tramite sistemi di pompaggio. L'energia elettrica prodotta per la quale è possibile richiedere i Certificati Bianchi deve essere esclusivamente quella autoconsumata in sito.

| n. | Algoritmo                                          |
|----|----------------------------------------------------|
| 7  | $RISP = (E_{prod} - E_{aus} - E_{imm}) \times f_e$ |

essendo:

- $RISP$  è il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- $E_{prod}$  è l'energia elettrica prodotta dalla turbina, espressa in [kWh];
- $E_{aus}$  è l'energia elettrica assorbita dagli apparecchi ausiliari necessari al funzionamento della turbina (ad esempio inverter, UPS, trasformatori, quadri di controllo, ecc.), espressa in [kWh];
- $E_{imm}$  è l'eventuale quota parte di energia elettrica immessa in rete attribuibile all'impianto oggetto di intervento, espressa in [kWh];
- $f_e$  è il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero delle grandezze denominate  $E_{prod}$ ,  $E_{aus}$ ,  $E_{imm}$  come descritto sopra.

Infine, si rappresenta che è possibile proporre l'applicazione di differenti modalità di calcolo rispetto a quanto sopra riportato che saranno valutate dal GSE nell'ambito dell'iter istruttorio, al fine di verificare che sia comunque garantita la corretta quantificazione dei risparmi di energia primaria.

## 4 BIBLIOGRAFIA

- Relazione 11 aprile 2018, 268/2018/I/IDR, *“Relazione di trasmissione dell’elenco degli interventi necessari e urgenti per il settore idrico ai fini della definizione della sezione «acquedotti» del piano nazionale di cui all’articolo 1, comma 516, della legge n. 205/2017”*;
- Deliberazione 27 dicembre 2017, 917/2017/R/IDR, *“Regolazione della qualità tecnica del servizio idrico integrato ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono (RQTI)”*;
- Deliberazione 23 febbraio 2017, 89/2017/R/IDR, *“Chiusura dell’indagine conoscitiva, avviata con deliberazione dell’autorità 595/2015/R/IDR, sulle modalità di individuazione delle strategie di pianificazione, adottate nei programmi degli interventi del servizio idrico integrato*;
- *Blue Book 2017: il settore idrico in Italia*, Utilitalia;
- *Advances in Water Loss management: an international perspective*, C. Merks, M. Fantozzi, A. Lambert, luglio 2017;
- *EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM*, European Union, 2015;
- *Energia ed efficienza energetica del servizio idrico integrato*, RSE, Ricerca di Sistema 2016 Prot. 17002208;
- *Integrazione sistema elettrico-sistema idrico: stato dell’arte*, RSE, Ricerca di Sistema, 2015 Prot. 16001900;
- *Guida operativa per il servizio idrico integrato*, ENEA, 2014;
- *La gestione di perdite e pressioni idriche a Reggio Emilia*, M. Fantozzi, F. Calza, rivista servizi a rete settembre-ottobre 2014;
- *Risparmio energetico nei sistemi di approvvigionamento idropotabile. Captazione, trattamento e distribuzione*, di C. Collivignarelli (a cura di), S. Sorlini, Maggioli Editore, 2014;
- *Rapporto sulle performance ambientali: Italia 2013*, OCSE, p. 148;
- *Relazione sperimentale tra perdite ed energia in reti idriche alimentate da pompe a giri variabili*. Artina & al 2010. L’ACQUA, 2/2010 Supplemento, pagg. 45-48;
- *Linee guida per la gestione delle perdite idriche nelle reti*, progetto Interreg IV Italia-Austria GAP-UK, 2008;
- <http://www.associazioneanea.it>;
- <http://www.autorita.energia.it>;
- <http://www.leakssuite.com>;
- <https://iwa-connect.org>.