



Acea Elabiori SpA

---

LG 021 – Ed. 2 - Rev. 1

## Linee guida per la redazione dei progetti dei serbatoi di compenso degli acquedotti

Linea Guida

Validità: 16 settembre 2019

---

| REDAZIONE              |      | VERIFICA      |  | APPROVAZIONI      |  |                |
|------------------------|------|---------------|--|-------------------|--|----------------|
| Responsabile Execution | Team | Michela MAZZA | Responsabile Centro di Competenza Modellistica Idraulica | Eugenio BENEDETTI | Rappresentante della Direzione del Sistema Integrato Qualità, Ambiente e Sicurezza | Paolo MORICONI |
|                        |      |               | Responsabile Sistema Gestione Qualità                    | Laura CAPUANI     |  |                |

---

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>MODALITÀ DI DISTRIBUZIONE .....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>SCOPO .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>CAMPO DI APPLICAZIONE .....</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>4</b> | <b>DEFINIZIONI .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>5</b> | <b>ELABORATI DI PROGETTO .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>6</b> | <b>MODALITA' OPERATIVE .....</b>  | <b>5</b>  |
|          | <b>6.1 CONTENUTI MINIMI DEGLI ELABORATI TECNICO SPECIALISTICI .....</b> | <b>5</b>  |
|          | <b>6.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....</b>                       | <b>6</b>  |
|          | 6.2.1 RACCOLTA DEI DATI .....   | 6         |
|          | 6.2.2 RILIEVI E MISURE.....   | 6         |
|          | 6.2.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....                           | 6         |
|          | <b>6.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....</b>                               | <b>7</b>  |
|          | 6.3.1 BACINO DI UTENZA .....  | 7         |
|          | 6.3.2 FABBISOGNI IDROPOTABILI .....                                     | 8         |
|          | 6.3.3 VALUTAZIONE DEL VOLUME DI PROGETTO DEL SERBATOIO .....            | 9         |
|          | 6.3.4 SCHEMA IDRAULICO .....  | 9         |
|          | 6.3.5 CONFIGURAZIONE DELLE VASCHE DEL SERBATOIO .....                   | 9         |
|          | 6.3.6 CAMERA DI MANOVRA .....   | 10        |
|          | 6.3.7 APPARECCHIATURE SULLA CONDOTTA DI INGRESSO E DI USCITA.....       | 10        |
|          | 6.3.8 MOTORIZZAZIONE E TELECONTROLLO .....                              | 11        |
|          | 6.3.9 DISPOSITIVO DI SFIORO.....  | 11        |
|          | 6.3.10 SISTEMA DI SVUOTAMENTO DELLE VASCHE.....                         | 12        |
|          | 6.3.11 SIFONE GENERALE E SISTEMA DI SCARICO DEL SERBATOIO .....         | 13        |
|          | 6.3.12 ACCESSO ED AREAZIONE DELLE VASCHE.....                           | 13        |
|          | 6.3.13 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO CONDOTTA DI SCARICO .....              | 14        |
|          | 6.3.14 DIMENSIONAMENTO CONDOTTE DI ADDUZIONE/ALIMENTAZIONE.....         | 15        |
|          | <b>6.4 ASPETTI COSTRUTTIVI .....</b>                                    | <b>17</b> |
|          | 6.4.1 SOTTOFONDO DRENANTE IN CALCESTRUZZO POROSO .....                  | 17        |
|          | 6.4.2 PLATEE DI FONDAZIONE, PARETI E SETTI IN ELEVAZIONE .....          | 17        |
|          | 6.4.3 SOLAI DI COPERTURA .....  | 18        |
|          | 6.4.4 COPERTURA DEL SERBATOIO .....                                     | 18        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.4.5    | GIUNTI STRUTTURALI .....                                  | 19        |
| 6.4.6    | RIVESTIMENTO PROTETTIVO DELLE PARETI .....                | 19        |
| 6.4.7    | DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE E DI INFILTRAZIONE ..... | 19        |
| 6.4.8    | SISTEMAZIONE ESTERNA DELL'AREA DEL CENTRO IDRICO .....    | 19        |
| 6.4.9    | TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI .....                          | 20        |
| 6.4.10   | CARPENTERIE METALLICHE .....                              | 20        |
| 6.4.11   | SOSTEGNO DELLE TUBAZIONI E DELLE APPARECCHIATURE .....    | 20        |
| 6.4.12   | TUBAZIONI IN INGRESSO/USCITA ALLE VASCHE .....            | 20        |
| 6.4.13   | IMPIANTI ELETTRICI .....                                  | 21        |
| <b>7</b> | <b>ELENCO MODULI .....</b>                                | <b>22</b> |

## **1 MODALITÀ DI DISTRIBUZIONE**

La distribuzione avviene tramite pubblicazione su rete intranet aziendale.

## **2 SCOPO**

Le presenti linee guida per la redazione dei progetti di acquedotti hanno lo scopo di definire i criteri ed i requisiti minimi da osservare nella progettazione dei serbatoi di compenso degli acquedotti nonché le modalità di redazione degli elaborati tecnici specialistici riguardanti tale progettazione.

## **3 CAMPO DI APPLICAZIONE**

Il presente documento si applica alle attività di progettazione svolte dalla Società ACEA Elabiori S.p.A. e deve quindi essere applicata da tutto il personale coinvolto in tale attività al fine di standardizzare le caratteristiche generali delle opere progettate e la produzione degli elaborati tecnici riguardanti le stesse.

I criteri descritti in questa linea guida devono essere estesi anche agli eventuali Consulenti Specialistici esterni, qualora la documentazione da loro prodotta diventi parte integrante dei documenti progettuali, senza ulteriori elaborazioni da parte dei tecnici del citato CdC o in generale della Società ACEA Elabiori S.p.A..

## **4 DEFINIZIONI**

### **Serbatoio di compenso dell'acquedotto**

Il "serbatoio di compenso dell'acquedotto" (detto in seguito anche "Centro Idrico") svolge le seguenti funzioni principali:

- funzione di compenso della variabilità dei consumi dell'utenza rispetto all'adduzione;
- funzione di accumulo d'acqua per riserva e per antincendio;

a cui per i serbatoi di testa si possono aggiungere:

- funzione di disconnessione idraulica tra adduzione e distribuzione;
- funzione di stabilizzazione della piezometrica di alimentazione della rete.

### **Camera di manovra**

Di norma nella camera di manovra sono previsti i necessari collegamenti ed apparecchiature idrauliche (ad es.: per la misura, regolazione, intercettazione, by-pass, sfiati e scarichi) delle tubazioni in arrivo e partenza, scarico e sfioro delle vasche.

## 5 ELABORATI DI PROGETTO

I documenti che dovranno essere redatti nel rispetto della norma vigente ed in particolare di quanto riportato all'art. 23 del DLgs 50/2016 e ss.mm.ii.

Fino alla data di entrata in vigore del Decreto di cui al comma 3 dell'art. 23 del DLgs 50/2016 e ss.mm.ii., ai sensi dell'art. 216, comma 4 del medesimo Decreto, dovranno essere ancora utilizzati i livelli di progettazione contenuti nelle disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I, nonché negli allegati o le parti di allegati ivi richiamate del DPR n. 207/2010 e ss.mm.ii.. che dovranno rispettare i requisiti di seguito riportati:

- "Relazione Illustrativa" del progetto **preliminare** (Art. 18 del D.P.R. 207/2010)
- "Relazione Idraulica" del progetto **preliminare** (Art. 19 del D.P.R. 207/2010)
- "Relazione Generale" del progetto **definitivo** (Art. 25 del D.P.R. 207/2010)
- "Relazione Idraulica" del progetto **definitivo** (Art. 26 del D.P.R. 207/2010)
- "Relazione Generale" del progetto **esecutivo** (Art. 34 del D.P.R. 207/2010)
- "Relazione Idraulica" del progetto **esecutivo** (Art. 35 del D.P.R. 207/2010)

## 6 MODALITA' OPERATIVE

Nella redazione di progetti riguardanti la realizzazione di acquedotti devono essere di norma osservati i criteri di seguito esposti.

### 6.1 CONTENUTI MINIMI DEGLI ELABORATI TECNICO SPECIALISTICI

La "Relazione Illustrativa" allegata al **progetto preliminare** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 2)

La "Relazione Idraulica" allegata al **progetto preliminare** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 3)

La "Relazione Generale" allegata al **progetto definitivo** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 4)

La "Relazione Idraulica" allegata al **progetto definitivo** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 5)

La "Relazione Generale" allegata al **progetto esecutivo** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 6)

La "Relazione Idraulica" allegata al **progetto esecutivo** di norma dovrà prevedere i contenuti minimi elencati in allegato (Modulo 7)

## **6.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE**

### **6.2.1 Raccolta dei dati**

Nell'ambito dell'iter progettuale si deve procedere alla raccolta dei dati disponibili relativamente alle aree interessate. Per quanto riguarda la cartografia a livello generale si può ricorrere a:

- Carta Tecnica Regionale (C.T.R. – scala 1:10.000/1:5.000);
- Aerofotogrammetria del territorio comunale (scala 1:2.000);
- Elaborati cartografici tematici forniti dai Comuni e/o da ACEA (es. planimetria rete idrica ed acquedotti).

Si deve procedere inoltre ad acquisire gli strumenti di pianificazione urbanistica, la cartografia ambientale, paesaggistica ed archeologica dell'area di intervento.

### **6.2.2 Rilievi e misure**

Al fine di definire le possibili alternative progettuali e scegliere il tracciato della condotta di progetto, in fase preliminare di progettazione è importante effettuare sopralluoghi specifici, da affiancare alle informazioni tratte dalla cartografia, allo scopo di:

- definire lo stato dei luoghi e le interferenze con sottoservizi esistenti;
- realizzare una esauriente documentazione fotografica dei luoghi;
- misurare le profondità delle reti esistenti a cui dovranno collegarsi le condotte di collegamento in ingresso/uscita dal serbatoio;
- individuare il possibile recapito per lo scarico del serbatoio e , nel caso di fogna mista, misurarne lo scorrimento.

In fase di progettazione definitiva deve essere affiancato un rilievo topografico dell'area di intervento, per fasce di piani quotati, e se trattasi di ampliamento di un centro idrico esistente effettuato il rilievo anche delle vasche esistenti per determinare quota fondo vasca, quota sfioro, scarico.

Deve essere inoltre effettuato un rilievo geologico-tecnico che, unitamente ai dati di letteratura, permetta di definire l'assetto litostratigrafico dei livelli interessati dalle opere in progetto.

La cartografia di base per redigere gli elaborati tecnici è quella aerofotogrammetrica comunale in scala 1:2000/ 1:5000.

### **6.2.3 Criteri generali di progettazione**

Il progetto di un serbatoio è rappresentato su cartografia di scala adeguata al livello di progettazione, di norma:

- Progetto preliminare: scala non inferiore a 1: 5.000
- Progetto definitivo ed esecutivo: scala non inferiore a 1: 2.000

I serbatoi di compenso devono seguire i seguenti criteri generali per la progettazione:

- posizionare le opere di progetto in considerazione della conformazione plano-altimetrica del terreno, degli ingombri in pianta dei manufatti, delle quote idrauliche di progetto del serbatoio, della facilità di accesso, dei distacchi dai confini, in modo da utilizzare al meglio la superficie occupata;
- ridurre il costo di investimento dell'intervento, minimizzando quando possibile l'entità dei volumi di scavo, le lunghezze delle tubazioni di collegamento, nonché il costo delle specifiche opere d'arte da realizzare. Generalmente si prevede un serbatoio parzialmente interrato, poiché tale scelta rappresenta la soluzione tecnico-economica più vantaggiosa e di minor impatto visivo ed ambientale;
- minimizzare l'impatto ambientale delle opere, sia in corso di esecuzione sia a lavori ultimati, cercando di rispettare le caratteristiche urbanistiche e paesaggistiche del territorio interessato;
- posizionare le tubazioni in ingresso ed in uscita dalle vasche ed in camera di manovra coerentemente con le direzioni esterne;
- ridurre, per quanto possibile, le interferenze con gli impianti esistenti, ed i servizi presenti nel sottosuolo (tubazioni idriche e del gas, fognature, linee elettriche AT e MT, polifore telefoniche);
- agevolare l'accessibilità agli impianti, per favorire le operazioni di manutenzione e contenerne sia i costi che i tempi d'intervento;
- adottare tutte le misure e gli accorgimenti (qualità e caratteristiche dei materiali, tecnologie di esecuzione dei lavori, accessibilità ed ispezionabilità dei manufatti, ecc.) per cercare di garantire la migliore affidabilità degli impianti.

Particolare cura andrà inoltre posta nel considerare le caratteristiche urbanistiche e paesaggistiche del territorio interessato dagli interventi in questione, uniformandosi alle prescrizioni ricevute dagli Enti interpellati.

### **6.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO**

#### **6.3.1 Bacino di utenza**

Per il dimensionamento del volume di compenso del serbatoio, che avrà vita utile pari a circa 40 anni, si dovrà stimare la popolazione futura a saturazione di PRG.

La popolazione di progetto a lungo termine viene calcolata a partire dagli indici fissati dalle NTA del P.R.G. o dei Piani Particolareggiati, specifici per ogni zona di espansione (valore di densità demografica a saturazione in ab/ha, oppure indici di fabbricabilità in m<sup>3</sup>/ha) ed è legata al completamento dei processi di urbanizzazione e degli insediamenti previsti dal P.R.G.

### 6.3.2 Fabbisogni idropotabili

Per la dotazione idrica giornaliera media annua per abitante si assume il valore indicato nel Piano regolatore generale degli acquedotti (PRGA) che assume all'orizzonte temporale del 2040 un valore pari a 350 l ab/giorno per tutti i comuni dell'Ato.

Sulla base della popolazione futura attesa e della relativa dotazione idrica, si determina la portata  $Q_a$  di fabbisogno medio annuo della zona idrica che sarà servita dal nuovo serbatoio.

La portata media annua risulta quindi pari a:

$$Q_a \text{ (l/s)} = d \times P$$

La portata media del giorno di massimo consumo  $Q_g$  si può calcolare in funzione della portata media annua  $Q_a$ , assumendo per il coefficiente di punta giornaliera  $\alpha_g$ , quello caratteristico di zone urbane di tipologia simile a quelle in esame desunto da letteratura (tab. 1).

$$Q_g \text{ (l/s)} = Q_a \times \alpha_g$$

La portata media del giorno di massimo consumo è utilizzata per il dimensionamento della condotta adduttrice del serbatoio.

La portata di punta oraria di progetto  $Q_h$  si calcola in funzione della portata media annua  $Q_a$ , assumendo come coefficiente di punta oraria  $\alpha_h$  che viene desunto da letteratura per zone urbane di tipologia simile a quelle in esame (tab. 1) o con la formula di Gibbs ( $\alpha_h = cp = 5/(p^{1/6})$ ):

$$Q_h \text{ (l/s)} = Q_a \times \alpha_h$$

La portata dell'ora di massimo consumo è utilizzata per il dimensionamento della/e condotta/e alimentatrici in uscita dal serbatoio.

Tab. 1: da Valerio Milano "Acquedotti"

Valori dei coefficienti di punta mensili, giornalieri e orari per città di importanza media (A), di importanza medio-alta (B) e di importanza molto grande (C)

| Tipo di città | $K_m = \frac{Q_{m \max}}{Q}$ | $K_g = \frac{Q_{g \max}}{Q_{m \max}}$ | $\alpha_g = \frac{Q_{g \max}}{Q}$ | $K_h = \frac{Q_{h \max}}{Q_{g \max}}$ | $\alpha_h = \frac{Q_{h \max}}{Q}$ |
|---------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Città tipo A  | 1,30                         | 1,23                                  | 1,60                              | 1,56                                  | 2,50                              |
| Città tipo B  | 1,25                         | 1,16                                  | 1,45                              | 1,40                                  | 2,00                              |
| Città tipo C  | 1,18                         | 1,10                                  | 1,30                              | 1,32                                  | 1,70                              |

### 6.3.3 Valutazione del volume di progetto del serbatoio

In sede progettuale per dimensionare il serbatoio è necessario stimare il volume  $V_c$  di compenso e quello  $V_r$  di riserva (in caso di interruzione del rifornimento) e quello  $V_i$  a scopo antiincendio, per cui si avrà  $V_{tot} = V_c + V_r + V_i$ .

La capacità di compenso  $V_c$  necessaria, nell'impossibilità di poter prevedere la curva degli afflussi e dei deflussi, può essere determinata con un criterio di carattere semiempirico, in base al quale deve essere di norma compresa tra il 15% e il 33% del volume d'acqua  $V_g$  richiesto dalla rete di distribuzione idrica nel giorno di massimo consumo (con le % maggiori per i centri abitati più piccoli), nel caso di adduzione a gravità; mentre nel caso di adduzione con sollevamento è opportuno considerare una percentuale maggiore.

In applicazione dell'anzidetto criterio, assumendo ad esempio il 25% del  $V_{gmax}$  (ossia il volume corrispondente all'erogazione in 6 h della portata media  $Q_g$  del giorno di massimo consumo), la capacità di compenso  $V_c$  risulta pari a:

$$V_c = 0.25 \cdot V_{g_{max}} = 0.25 \cdot 86.4 \cdot Q_g (m^3)$$

Il volume  $V_r$  dipenderà dalla prevedibile durata di eventuali interruzioni dell'adduzione a cui si intende sopperire.

Il volume  $V_i$  si può considerare trascurabile rispetto al volume di compenso e/o riserva di centri abitati di non modesta entità.

### 6.3.4 Schema idraulico

Lo schema idraulico raffigura il funzionamento idraulico di progetto dell'impianto. Generalmente tale schema deve prevedere:

- il by-pass del serbatoio per la messa fuori servizio dell'impianto;
- l'intercettazione, la regolazione e la misura delle portate sulla condotta in ingresso all'impianto;
- tutte le apparecchiature idrauliche previste per le regolazioni e le manovre sull'impianto;
- l'intercettazione, la chiusura d'emergenza (valvola di sicurezza a sgancio automatico), la misura delle portate sulla condotta in uscita all'impianto;
- la linea di scarico degli sfiori di sicurezza di troppo pieno e di svuotamento di fondo delle vasche;
- gli scarichi di fondo delle vasche;
- Suddivisione delle vasche in comparti.

### 6.3.5 Configurazione delle vasche del serbatoio

Di norma il serbatoio è articolato in due o più vasche di uguali forma e dimensioni, necessarie al fine di effettuare le opportune operazioni di manutenzione e pulizia senza dover interrompere l'esercizio dell'impianto.

Al fine di impedire la formazione di zone di ristagno, le vasche sono internamente suddivise per mezzo di setti longitudinali che poggiano sulla platea di fondazione e sostengono la copertura che presentano a loro volta dei vani di passaggio al piede per agevolare il movimento dell'acqua.

Tra le pareti delle vasche e le pareti perimetrali della costruzione è necessario prevedere un'intercapedine per l'isolamento termico del serbatoio e consentire l'ispezione dello stato e della tenuta delle pareti delle vasche.

Alla base della superficie esterna delle pareti delle vasche è opportuno prevedere una canalina di raccolta delle acque di condensa e delle eventuali perdite. Tale canalina correrà lungo l'intercapedine, lungo il perimetro esterno delle vasche e avrà esito nella canaletta grigliata prevista in camera di manovra.

#### 6.3.6 Camera di manovra

Nella camera di manovra sono previsti i necessari collegamenti ed apparecchiature idrauliche di manovra, misura e regolazione dei flussi.

La camera di manovra deve disporre di accessi e spazi adeguati per le necessarie operazioni di manutenzione ed eventuale rimozione/sostituzione delle apparecchiature interne ed eventualmente di apparecchiature di sollevamento a soffitto (carri ponte, paranchi, ecc.).

#### 6.3.7 Apparecchiature sulla condotta di ingresso e di uscita

Generalmente, sulla condotta di ingresso deve essere prevista:

- l'installazione di un'apparecchiatura di regolazione della portata che può essere manovrata o a funzionamento automatico;
- l'installazione di un misuratore della portata;
- il sezionamento (in caso di adozione di sfioro di sicurezza unico a servizio di entrambe le vasche, sulla tubazione di arrivo allo sfioratore non va previsto alcun sezionamento);
- l'installazione di una valvola di sezionamento a galleggiante con relativo filtro a Y (che chiude l'alimentazione delle vasche al raggiungimento del livello di sfioro del serbatoio);
- l'installazione di giunti di smontaggio;

Lo sbocco all'interno delle vasche sarà previsto sopra o sotto il massimo livello, con o senza un diffusore a calice a seconda delle condizioni di funzionamento idraulico previste per l'adduzione.

Sulla condotta di uscita deve essere prevista:

- l'installazione di apparecchiature di intercettazione per ogni vasca;

- l'installazione di un misuratore di portata;
- l'installazione di un dispositivo di chiusura (valvola a sgancio automatico) in caso di velocità eccessive per rotture a valle.
- l'installazione di giunti di smontaggio

All'imbocco delle tubazioni di presa dalle vasche va prevista una succhieruola in acciaio inossidabile.

In ogni vasca deve essere prevista la misura del livello idrico.

#### 6.3.8 Motorizzazione e telecontrollo

La motorizzazione e l'eventuale telecontrollo delle apparecchiature di manovra, regolazione e misura va o meno prevista in funzione delle dimensioni delle stesse e/o delle esigenze di esercizio dell'impianto.

#### 6.3.9 Dispositivo di sfioro

Il dispositivo di sfioro di sicurezza di troppo pieno delle vasche è di norma costituito da un ciglio libero sfiorante alla quota del massimo livello idrico di accumulo, di lunghezza adeguata al livello idrico massimo assoluto raggiungibile.

L'acqua sfiorata viene raccolta in una canaletta retrostante, da cui con un discendente verticale viene convogliata al sistema di allontanamento delle acque di scarico al fondo della camera di manovra.

Va prevista la chiusura idraulica dell'anzidetta linea di sfioro e scarico (ad es. con pozzetto sifonato al piede del discendente) per isolare le vasche dall'ambiente esterno.

Per portate rilevanti può essere conveniente prevedere un dispositivo di sfioro di sicurezza unico a servizio di entrambe le vasche, costituito da una specifica camera/vasca esterna alle vasche, alimentata dalla stessa tubazione in ingresso e dotata di soglia sfiorante posta al massimo livello idrico di accumulo delle vasche, con stramazzone in un pozzo sifonato di calma e partenza delle acque nella tubazione di scarico (in questo caso, sulla tubazione di arrivo al dispositivo di sfioro di sicurezza non va previsto alcun sezionamento).

#### *Dimensionamento della lunghezza della soglia di sfioro*

Il dimensionamento idraulico del manufatto di sfioro di sicurezza è finalizzato a garantire la verifica della soglia sfiorante. La lunghezza della soglia di sfioro deve essere tale che, nel caso di portata massima sfiorante, il livello idrico in vasca risulti inferiore alla quota alla quale sono collocate le finestre di ispezione e areazione.

In via cautelativa, si ipotizza che si verificano contemporaneamente le seguenti situazioni:

- portata in ingresso pari alla portata prevista nel giorno di massimo consumo,  $Q_g$ ;
- afflusso in un'unica vasca per fuori servizio delle altre (qualora presenti);

- chiusura della valvola di sicurezza a sgancio automatico posta sulla condotta alimentatrice in uscita dal serbatoio.

Lo stramazzo sulla soglia sfiorante di progetto si può considerare uno stramazzo in soglia grossa ( $s > 0,60h$ ), senza contrazione laterale, non rigurgitato (tipo Belangér).

La portata sfiorante  $Q_s$  [m<sup>3</sup>/s] è calcolata come

$$Q_s = \mu L h \sqrt{2gh} \quad (2)$$

con  $L$  [m]: lunghezza della soglia sfiorante;

$h$  [m]: tirante idrico sulla soglia sfiorante;

$\mu$ : coefficiente d'efflusso sullo stramazzo che assume valori tra  $0,35 < \mu < 0,39$ .

#### *Dimensionamento del discendente del manufatto di troppo pieno*

Il manufatto di troppo pieno del dispositivo di sfioro è costituito da tubazioni di raccolta discendenti che recapitano le acque di sfioro a canalette poste sul fondo della camera di manovra. Il dimensionamento delle tubazioni di raccolta discendenti viene effettuato nelle ipotesi di fuori servizio di una delle vasche e smaltimento della massima portata di sfioro dal singolo discendente.

Considerando trascurabili le perdite di carico nel breve tratto della tubazione, la massima portata di deflusso nel discendente,  $Q_{discendente}$  [m<sup>3</sup>/s], è calcolata con la formula dell'efflusso da una bocca a battente come

$$Q_{discendente} = \mu A \sqrt{2gh} \quad (3)$$

con  $A$  [m<sup>2</sup>]: area della sezione della luce d'efflusso;

$h$  [m]: battente sopra la luce d'efflusso;

$\mu$ : coefficiente d'efflusso per luci a battente assunto pari a  $\mu = 0,6-0,8$ .

#### 6.3.10 Sistema di svuotamento delle vasche

L'operazione di svuotamento delle vasche è realizzata sezionando le tubazioni in ingresso e continuando ad alimentare l'uscita e/o aprendo lo scarico di fondo. Lo scarico di fondo è un tronchetto di tubazione posto nel punto più basso della vasca necessario per effettuare lo svuotamento delle vasche e consentire le operazioni di manutenzione e/o pulizia. Le portate scaricate attraverso lo scarico di fondo devono essere raccolte e convogliate al sifone generale del centro idrico.

#### *Dimensionamento dello scarico di fondo*

La massima portata di deflusso,  $Q_{scarico}$  [ $m^3/s$ ], è calcolata con la formula dell'efflusso da una luce a battente come

$$Q_{scarico} = \mu A \sqrt{2gh} \quad (4)$$

con  $A$  [ $m^2$ ]: area della sezione della luce d'efflusso;

$h$  [m]: battente sopra la luce d'efflusso;

$\mu$ : coefficiente d'efflusso per luci a battente assunto pari a  $\mu = 0,6$ .

La durata di svuotamento della vasca di progetto, nell'ipotesi di serbatoio pieno all'istante iniziale, è calcolata integrando la formula dell'efflusso per un passo temporale  $\Delta t$  di durata sufficientemente modesta ( $\Delta t < 2$  minuti).

#### 6.3.11 Sifone generale e sistema di scarico del serbatoio

Il suddetto *sifone generale* consiste in un pozzetto sifonato ispezionabile che raccoglie tutte le acque di scarico dell'impianto. A tale pozzetto arrivano:

1. la tubazione proveniente dalla camera di manovra che raccoglie i drenaggi delle vasche, lo scarico di fondo e le eventuali acque di sfioro;
2. la tubazione di raccolta dei drenaggi della copertura
3. la tubazione di raccolta dei drenaggi al piede della fondazione del serbatoio

Generalmente tale manufatto viene realizzato affiancando due pozzetti prefabbricati come riportato in Allegato 20.

A tale pozzetto è connesso un collettore a gravità per il recapito verso un recettore esterno (corso d'acqua o fognatura mista). Tale *collettore di scarico* deve essere di idonee dimensioni per assicurare il recapito a gravità delle massime portate di sfioro e di scarico del centro idrico.

#### 6.3.12 Accesso ed areazione delle vasche

Per consentire le operazioni di pulizia e/o di manutenzione, deve essere possibile accedere all'interno delle vasche con porte e/o passi d'uomo di dimensioni adeguate per il passaggio di personale, materiali e attrezzature di lavoro. (Allegato 8 e Allegato 9).

Per consentire l'ispezione e l'areazione delle vasche, per ogni settore delle vasche delimitato dai setti, devono essere realizzati dei vani-finestra sulle pareti predisposte di lampade-proiettori sul lato interno. I suddetti vani-finestra devono essere posti ad una quota superiore al massimo livello idrico e tali da essere raggiungibili dalla camera di manovra e/o intercapedini laterali.

Le finestre di ispezione devono avere infissi in profilati di lega leggera di alluminio e sono costituite da due elementi di cui un'anta vetrata per l'ispezione visiva e un filtro di aereazione. Quest'ultimo, dovrà essere del tipo a secco per uno spessore non minore di 50mm costituito da due superfici esterne in rete di lamierino zincata o da tessuto resino-plastico a trama larga con specifiche proprietà elettrostatiche e da un pacco filtrante interno in materiale acrilico ad alto potere di trattenimento della polvere.

Deve essere assicurata l'aereazione diretta degli ambienti di servizio del serbatoio quali intercapedini e camera di manovra, e l'aereazione indiretta delle vasche per mezzo dei filtri. Tale scopo è assolto da aeratori dotati di cappello superiore di protezione anti intemperie ed anti intrusione i cui tubi di presa d'aria attraversano il solaio di copertura lungo le intercapedini. (Allegato 10 e Allegato 11).

### 6.3.13 Dimensionamento idraulico condotta di scarico

La verifica dei collettori a gravità è finalizzata a valutare la capacità di deflusso per le portate transistanti. Il dimensionamento e/o la verifica idraulica viene effettuata applicando la formula di Chézy, espressa come:

$$\bullet \quad v = \chi \sqrt{R i} \quad \bullet \quad (5)$$

con  $v$  [m/s]: velocità media del fluido;

$\chi$  [m<sup>1/2</sup>/s]: parametro di Chézy (coefficiente di conduttanza);

$R$  [m]: raggio idraulico;

$i$ : inclinazione della linea del carico totale.

Il parametro di Chézy  $\chi$  viene determinato mediante la formula empirica di Gauckler-Strickler:

$$\bullet \quad \chi = k_s R^{1/6} \quad \bullet \quad (6)$$

dove il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $k_s$  [m<sup>1/3</sup>/s] assume i valori riportati in Tabella 1.

Nel caso di dimensionamento e/o verifica dei collettori di scarico di un serbatoio è opportuno utilizzare il valore massimo tra la portata di sfioro dalle vasche e la portata dello scarico di fondo come calcolata nel par. 3.2.8. Per non eccedere nella gravosità della verifica, che porterebbe ad onerosi nonché inutili sovradimensionamenti, è possibile considerare lo svuotamento di una singola vasca alla volta.

Tabella 2 – Valori del coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $k_s$  [m<sup>1/3</sup>/s]

| - Tipo di tubazione | - $k_s$ [m <sup>1/3</sup> /s] |
|---------------------|-------------------------------|
|---------------------|-------------------------------|

|   | - Minimo(*) | - Massimo(**) |
|---|-------------|---------------|
| <b>- Tubazioni in acciaio</b>                                       |             |               |
| <i>a) rivestimenti degradabili</i>                                  |             |               |
| - tubi nuovi, verniciati per centrifugazione                        | - 120       |               |
| - bitumati per immersione   | - 100       |               |
| - in servizio corrente con leggera ruggine                          | - 90        |               |
| - con asfalto o catrame applicati a mano                            | - 85        | - 80          |
| - con tuberculizzazione diffusa                                     | - 75        | - 70          |
| <i>b) rivestimenti non degradabili</i>                              |             |               |
| - cemento applicato per centrifugazione                             | - 120       |               |
| <b>- Tubazioni in lamiera saldata</b>                               |             |               |
| - in buone condizioni   | - 90        |               |
| - in servizio corrente, con incrostazioni                           | - 85        | - 75          |
| <b>- Tubazioni in ghisa</b>   |             |               |
| - con rivestimento cementizio centrifugato                          | - 105       |               |
| - nuove, rivestite internamente con bitume                          | - 100       |               |
| - nuove, non rivestite  | - 90        |               |
| - con lievi incrostazioni   | - 85        | - 75          |
| - in servizio corrente, parzialmente arrugginite                    | - 75        | - 70          |
| - fortemente incrostate   | - 65        |               |
| <b>- Tubazioni in cemento</b>                                       |             |               |
| - cemento amianto   | - 105       |               |
| - c.a. nuove, intonaco perfettamente liscio                         | - 100       |               |
| - c.a. con intonaco liscio, in servizio da più anni                 | - 70        |               |
| - gallerie con intonaco di cemento, a seconda del grado di finitura | - 70        | - 65          |
| <b>- Tubazioni in altri materiali</b>                               |             |               |
| - Gres vetrificato  | - 75        | - 85          |
| - PVC   | - 125       | - 167         |

(\*) Minimo = assolutamente rispondente alla descrizione (\*\*) Massimo = in condizioni limite per passare alla condizione "peggiore"

#### 6.3.14 Dimensionamento condotte di adduzione/alimentazione

Per quanto riguarda il calcolo delle perdite di carico distribuite nel caso di moto uniforme nelle condotte in pressione si utilizza la formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda v^2}{2Dg} \quad (7)$$

con  $J$  [m/m]: cadente piezometrica;

$D$  [m]: diametro del tubo;

$\lambda$ : indice di resistenza;

$v$  [m/s]: velocità media del fluido;

$g$  [m/s<sup>2</sup>]: accelerazione di gravità.

Nel caso di regime turbolento l'indice di resistenza  $\lambda$  può essere calcolato mediante la formula di Colebrook-White introducendo il coefficiente di scabrezza  $\epsilon$ :

$$\bullet \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon}{3,71 D} \right) \bullet \quad (8)$$

Il coefficiente di scabrezza  $\epsilon$ [mm] assume i valori riportati in Tabella 2.

Tabella 3 – Valori del coefficiente di scabrezza  $\epsilon$ [mm]

| - Tipo di tubazione  | - $\epsilon$ [mm] |               |
|--|-------------------|---------------|
|  | - Minimo(*)       | - Massimo(**) |
| <b>- Tubazioni in acciaio</b>                              |                   |               |
| - Nuove  |                   |               |
| - grezze non saldate                                       | - 0,03            | - 0,06        |
| - grezze saldate   | - 0,03            | - 0,08        |
| - Nuove con rivestimenti degradabili nel tempo             |                   |               |
| - verniciati per centrifugazione                           | - 0,02            | - 0,05        |
| - bituminati per immersione                                | - 0,10            | - 0,15        |
| - con asfalto o catrame                                    | - 0,5             | - 0,6         |
| - In servizio, grezze o con rivestimenti degradabili       |                   |               |
| - con leggera ruggine                                      | - 0,6             | - 0,8         |
| - con tubercolizzazione diffusa                            | - 1               | - 4           |
| - Con trattamenti o rivestimenti non degradabili nel tempo |                   |               |
| - zincati  | - 0,02            | - 0,05        |
| - galvanizzati   | - 0,015           | - 0,03        |
| - rivestimento bituminoso a spessore                       | - 0,015           | - 0,04        |
| - rivestimento cementizio applicato per                    | - 0,05            | - 0,15        |
| <b>- Tubazioni in ghisa</b>                                |                   |               |
| - Nuove  |                   |               |
| - grezze   | - 0,2             | - 0,4         |
| - rivestite internamente con bitume                        | - 0,1             | - 0,2         |
| - In servizio, grezze o con rivestimenti degradabili       |                   |               |
| - con lievi incrostazioni                                  | - 0,4             | - 1           |
| - parzialmente arrugginite                                 | - 1               | - 2           |
| - con forti incrostazioni                                  | - 3               | - 5           |
| - Con rivestimenti non degradabili nel tempo               |                   |               |

| - Tipo di tubazione                                | - $\epsilon$ [mm] |               |
|--|-------------------|---------------|
|  | - Minimo(*)       | - Massimo(**) |
| - rivestimento cementizio applicato per            | - 0,05            | - 0,15        |
| <b>- Tubazioni in cemento</b>                      |                   |               |
| - cemento amianto (nuovi)                          | - 0,03            | - 0,1         |
| - in servizio                                      | - 0,1             | - 0,4         |
| - cemento armato con intonaco perfettamente        | - 0,1             | - 0,15        |
| - cemento armato con intonaco perfettamente        | - 1               | - 3           |
| - gallerie con intonaco in cemento, in funzione di | - 1               | - 10          |

(\*) Minimo = assolutamente rispondente alla descrizione (\*\*) Massimo = in condizioni limite per passare alla condizione "peggiore"

## 6.4 Aspetti costruttivi

### 6.4.1 Sottofondo drenante in calcestruzzo poroso

Al di sotto della platea di fondazione delle vasche deve essere previsto uno strato drenante in calcestruzzo poroso per il monitoraggio della tenuta idraulica. Questo è costituito a partire dalla quota di fondo scavo da (Allegati 16, 17, 18):

- uno strato di magrone;
- un massetto delle pendenze di calcestruzzo magro con superficie superiore sagomata a falde;
- un manto impermeabile dello spessore di 4mm costituito da guaina bituminosa posto in opera con sovrapposizioni non inferiori a 20cm;
- uno strato di protezione in feltro di tessuto-non-tessuto bi-composto del peso di almeno 140g/m<sup>2</sup>, posto in opera con sovrapposizioni non inferiori a 20cm;
- una rete di tubazioni drenanti finestrate del diametro DN 100mm in PVC rigido pesante, con giunto a bicchiere ed anello elastomerico di tenuta, disposte lungo le linee di compluvio del massetto delle pendenze. Tali tubazioni di drenaggio confluiscono in una canaletta di raccolta ricavata nello spessore della caldana del pavimento della camera di manovra, le cui acque vengono collettate al sifone generale del centro idrico;
- riempimento superiore in calcestruzzo poroso.

### 6.4.2 Platee di fondazione, pareti e setti in elevazione

Al fine di evitare fessurazioni e filtrazioni d'acqua nei giunti di ripresa dei getti, il getto delle platee di fondazione e quello delle pareti delle vasche debbono essere eseguiti senza soluzione di continuità; a garanzia dell'impermeabilità del collegamento pareti-platea delle

vasche e del pozzetto di presa, va prevista una barriera costituita da una lamiera metallica continua verticale annegata nei getti e da un cordone idro-espandente posto lato vasca rispetto al lamierino.

#### 6.4.3 Solai di copertura

Il solaio di copertura delle vasche deve essere di norma realizzato in lastre prefabbricate in calcestruzzo armato vibrante o precompresso (predalles) appoggiate sui setti, con la sovrapposizione di elementi alleggeriti in polistirolo espanso e successivo getto in conglomerato cementizio armato della soletta superiore e delle nervature/travetti tra detti elementi.

Il solaio di copertura della camera di manovra, deve essere di norma realizzato in lastre prefabbricate alveolari in c.a., tipo spiroll, appoggiate sulle pareti delle vasche e solidarizzate con un getto superiore di completamento in calcestruzzo.

#### 6.4.4 Copertura del serbatoio

Al di sopra dei solai delle vasche e della camera di manovra deve essere prevista una copertura che assicuri l'isolamento termico e lo smaltimento delle acque di infiltrazione.

La copertura del serbatoio può essere di due diverse tipologie di seguito descritte.

##### Copertura in terra

- il massetto delle pendenze in calcestruzzo alleggerito;
- un manto impermeabile, costituito da doppio strato di guaina bituminosa dello spessore di 4mm posto in opera con sovrapposizioni non inferiori a 20cm;
- una rete di tubazioni drenanti finestate del diametro DN 100mm in PVC rigido pesante
- un materassino drenante geocomposito, con funzione di facilitare il recapito delle acque di infiltrazione verso le tubazioni drenanti poste lungo le linee di compluvio delle pendenze;
- uno strato di terreno inerbito dello spessore di circa 60cm. (Allegati nn. 12, 13).

##### Copertura pavimentata

- sull'estradosso del solaio di copertura, con funzione di protezione termica, è disposto un sistema di casseri a perdere (tipo igloo) per definire un volume ventilato di altezza utile interna pari a 50 cm, racchiuso superiormente da soletta in c.a. di spessore minimo 4 cm;
- il massetto delle pendenze in calcestruzzo alleggerito;
- Guaina impermeabilizzante ardesiata 4+4mm (Allegati 14, 15).

#### 6.4.5 Giunti strutturali

Ad eccezione dei serbatoi di piccolo volume che possono strutturalmente essere realizzati come strutture monolitiche, per gli altri serbatoi le vasche devono essere strutturalmente separate dalla camera di manovra e/o dai corpi d'opera al fine di evitare fessurazioni da ritiro, tramite l'interposizione di giunti strutturali tra platea, pareti e copertura.

Detti giunti strutturali hanno la funzione di consentire cedimenti differenziali senza che si inducano, nelle strutture in calcestruzzo armato sollecitazioni superiori alla resistenza dei materiali. I cedimenti differenziali considerati sono dovuti ad eventuali assestamenti del terreno di fondazione, nonché eventuali dilatazioni o contrazioni dovute alle escursioni termiche e/o al ritiro del calcestruzzo.

La dimensione e la larghezza dei giunti deve essere proporzionata all'altezza delle membrature dei due corpi d'opera affiancati, per evitare il martellamento in caso di oscillazioni sismiche.

#### 6.4.6 Rivestimento protettivo delle pareti

Le pareti interne ed il soffitto delle vasche devono essere protette ed impermeabilizzate con un rivestimento a base di resine epossidiche senza solvente, idoneo al contatto con acqua potabile, da applicare previa pulizia e preparazione delle superfici con applicazione di primer di fondo.

Le pareti interne in cemento a vista della camera di manovra e delle intercapedini del serbatoio devono essere protette con l'applicazione di un ciclo di pitturazione che comprende la pulizia del disarmante, l'applicazione di un fissativo a base di resine sintetiche e successiva mano di finitura con idropittura acrilica.

Le pareti esterne contro terra del serbatoio devono essere protette dalle infiltrazioni con l'applicazione di un manto impermeabile costituito da una guaina bituminosa, dello spessore di 4 mm, previa spalmatura di idoneo primer aggrappante sulla superficie di appoggio. Sul manto bituminoso viene steso un telo di tessuto-non-tessuto a protezione dalla punzonatura dei clasti del terreno di rinterro.

#### 6.4.7 Drenaggio delle acque meteoriche e di infiltrazione

Al piede esterno delle pareti del serbatoio deve essere prevista una canalizzazione, in tubazioni drenanti in PVC rinfiacati con calcestruzzo poroso, che raccoglie e recapita al sistema di allontanamento delle acque di scarico, le acque di infiltrazione del terreno di rinterro delle pareti esterne. I discendenti del sistema di raccolta delle acque di pioggia della copertura delle vasche recapitano invece in una rete di raccolta superficiale che confluisce con una condotta distinta al medesimo sistema di allontanamento delle acque di scarico.

#### 6.4.8 Sistemazione esterna dell'area del centro idrico

L'area del centro idrico deve comprendere oltre al serbatoio ed ai manufatti accessori (pozzetti di misura e regolazione, gruppo elettrogeno, cabina di trasformazione MT/BT ove necessaria) adeguate superfici di sosta e di manovra dei mezzi; occorre anche rispettare le distanze minime prescritte delle costruzioni dai confini e dalle strade prospicienti.

L'intero perimetro dell'impianto deve essere delimitato da una recinzione anti-intrusione costituita da un muretto in calcestruzzo armato, di larghezza 0,20m ed altezza fuori terra variabile da circa 0,20m a 0,60m. Tale muretto deve essere sormontato da uno schermo costituito da pannelli, di norma grigliati, zincati a caldo e verniciati se è richiesta una tinta per una migliore integrazione nel contesto ambientale.

La pavimentazione dei percorsi carrabili, dei piazzali di manovra e dei parcheggi interni all'area del centro idrico è prevista di norma in masselli in calcestruzzo (betonelle) allettati su strato di sabbia o in misto cementato, evitando di prevedere sistemi/reti di raccolta delle acque di pioggia.

Il cancello d'ingresso, se posto lungo la strada, deve essere arretrato dalla carreggiata al fine di consentire la sosta dei mezzi senza intralcio alla circolazione stradale; esso sarà possibilmente di tipo "scorrevole" con binario a terra, realizzato con telaio e montanti in profilati di ferro e pannelli di chiusura simili a quelli della recinzione.

Le zone di terreno sistemate a verde saranno delimitate dalle zone pavimentate mediante la realizzazione di appositi cigli prefabbricati in cemento vibrocompresso, smussati nello spigolo a vista (Allegato 19).

#### 6.4.9 Tubazioni e pezzi speciali

Tubazioni e pezzi speciali interni alla camera di manovra devono essere in acciaio, con rivestimento protettivo interno in resina epossidica senza solvente, idonea al contatto con acque destinate al consumo umano, di spessore non inferiore a 250µm, e con rivestimento esterno comprendente il seguente ciclo di pitturazione:

- trattamento di preparazione delle superfici metalliche con pulizia meccanica non inferiore al grado St3 ISO 8501-1;
- applicazione di una mano di fondo con zincante epossidico monocomponente dello spessore non inferiore a 70 µm;
- mano intermedia e mano a finire con smalto a base di resina epossidica reticolata con agente poliamminico dello spessore a finire non inferiore a 80µm per mano.

#### 6.4.10 Carpenterie metalliche

Le carpenterie metalliche di scale, pianerottoli, passerelle e parapetti a norma, saranno realizzate mediante strutture portanti in profilati metallici zincati a caldo con piani di calpestio in pannelli grigliati alveolari in piattina di acciaio zincata a caldo.

#### 6.4.11 Sostegno delle tubazioni e delle apparecchiature

Il sostegno delle tubazioni, delle valvole e delle apparecchiature idrauliche installate nella camera di manovra deve essere fornito da appositi baggioli in c.a. e/o carpenterie metalliche a colonna.

#### 6.4.12 Tubazioni in ingresso/uscita alle vasche

Su tutte le tubazioni in ingresso ed uscita dalle vasche deve essere prevista l'installazione di giunti elastici a soffiutto che hanno la funzione di giunti di smontaggio delle

apparecchiature idrauliche e di assorbimento di piccoli spostamenti delle tubazioni indotti da eventuali assestamenti delle strutture a cui sono solidali.

Per il passaggio delle tubazioni attraverso le pareti in cemento armato delle vasche, deve essere prevista la predisposizione, con inghisaggio nel getto di calcestruzzo, di tronchetti in acciaio rinforzati con corniere e con rivestimento protettivo in resina epossidica senza solvente idonea per il contatto con acqua potabile (Allegato 11).

#### 6.4.13 Impianti elettrici

Di norma per l'alimentazione elettrica degli impianti del centro idrico deve essere prevista l'attivazione di una fornitura in BT.

Qualora la potenza impegnata superi i 100 kW è di norma opportuno prevedere la fornitura in MT e la realizzazione di una cabina di trasformazione MT/BT.

I quadri elettrici devono essere ubicati all'interno della camera di manovra e in una posizione dalla quale siano comunque visibili tutte le apparecchiature idrauliche elettriche (servomotori delle apparecchiature di sezionamento e manovra, elettropompe).

Qualora siano presenti apparecchiature idrauliche di rilevanti dimensioni e/o di assoluta continuità di esercizio, motorizzate, telecomandate, va di norma prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno.

## 7 ELENCO MODULI

| Titolo modulo   | Codice modulo |
|---|---------------|
| Check List _Progettazione dei serbatoi di compenso degli acquedotti                         | MD.LG021.A    |
| Fac-Simile Indice - Relazione Illustrativa del progetto preliminare                         | FS.021.01     |
| Fac-Simile Indice - Relazione Idraulica del progetto preliminare                            | FS.021.02     |
| Fac-Simile Indice - Relazione Generale del progetto definitivo                              | FS.021.03     |
| Fac-Simile Indice - Relazione Idraulica del progetto definitivo                             | FS.021.04     |
| Fac-Simile Indice - Relazione Generale del progetto esecutivo                               | FS.021.05     |
| Fac-Simile Indice - Relazione Idraulica del progetto esecutivo                              | FS.021.06     |
| Disegno Tipologico – Porta stagna   | FS.021.07     |
| Disegno Tipologico – Passo d’uomo   | FS.021.08     |
| Disegno Tipologico - Aeratore   | FS.021.09     |
| Disegno Tipologico – Tronchetto di passaggio tubazioni ed aeratori                          | FS.021.10     |
| Disegno Tipologico – Drenaggio copertura in terra   | FS.021.11     |
| Disegno Tipologico – Pozzetti di raccolta delle acque di drenaggio della copertura in terra | FS.021.12     |
| Disegno Tipologico – Copertura pavimentata  | FS.021.13     |
| Disegno Tipologico – Drenaggio copertura pavimentata  | FS.021.14     |
| Disegno Tipologico – Drenaggio fondazione   | FS.021.15     |
| Disegno Tipologico – Scarico pulizia vasca  | FS.021.16     |

| Titolo modulo  | Codice modulo |
|--|---------------|
| Disegno Tipologico – Canaletta di drenaggio                  | FS.021.17     |
| Disegno Tipologico – Recinzione                              | FS.021.18     |
| Disegno Tipologico – Sifone generale                         | FS.021.19     |
| Disegno Tipologico – Pozzetto riunione drenaggi serbatoio    | FS.021.20     |
| Disegno Tipologico – Pozzetto di scarico tubazione di sfioro | FS.021.21     |