

**valido da: 28 luglio 2025**

Automesches Speichern

druckvorlageB-0.8.1.0 - Auf "diem PC" gespeichert

Sachen

Datei

Start

Einfügen

Seitenlayout

Formeln

Daten

Überprüfen

Ansicht

Automatisieren

Hilfe

Acrobat

Zwischenspeicher

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

Ä

<

[illegible]

**NUSSBAUM<sub>RN</sub>**

**Gut installiert    Bien installé    Ben installato**

## Tematiche

## Indice

|       |                                                                                              |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introduzione .....                                                                           | 4  |
| 2     | Leggi, norme e direttive .....                                                               | 5  |
| 2.1   | Norme SIA 385/1 e 385/2 .....                                                                | 5  |
| 2.2   | W3 della SVGW .....                                                                          | 5  |
| 2.3   | Direttiva W4 della SVGW .....                                                                | 5  |
| 2.4   | Norme SIA 384/1 e SIA 384/2 .....                                                            | 5  |
| 2.5   | Direttiva G1 della SVGW per installazioni a gas naturale negli edifici (Direttiva gas) ..... | 6  |
| 2.6   | Direttiva CFSL 6517 .....                                                                    | 6  |
| 2.7   | Guida L1 Circolo di lavoro GPL .....                                                         | 6  |
| 3     | Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti idrosanitari .....                     | 7  |
| 3.1   | Principi e requisiti .....                                                                   | 7  |
| 3.1.1 | Termini, definizioni, unità .....                                                            | 7  |
| 3.1.2 | Requisiti di sistema secondo SIA 385/1 .....                                                 | 7  |
| 3.1.3 | Velocità di flusso .....                                                                     | 8  |
| 3.1.4 | Condizioni di pressione .....                                                                | 8  |
| 3.1.5 | Flusso massimo in l/s in funzione del flusso cumulativo .....                                | 9  |
| 3.1.6 | Tempi di erogazione e perdita di pressione .....                                             | 10 |
| 3.1.7 | Basi del dimensionamento ai sensi della direttiva W3, edizione 2013 .....                    | 13 |
| 3.2   | Metodi di determinazione del diametro dei tubi .....                                         | 16 |
| 3.2.1 | Condizioni operative in cui viene applicato il metodo semplificato .....                     | 16 |
| 3.2.2 | Condizioni operative in cui viene applicato il metodo di calcolo .....                       | 16 |
| 3.3   | Determinazione del diametro dei tubi .....                                                   | 17 |
| 3.3.1 | Conduttura di allacciamento all'abitazione .....                                             | 17 |
| 3.3.2 | Batteria di distribuzione .....                                                              | 18 |
| 3.3.3 | Metodo semplificato .....                                                                    | 19 |
| 3.3.4 | Metodo di calcolo .....                                                                      | 36 |
| 4     | Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti di riscaldamento .....                 | 55 |
| 4.1   | Principi e requisiti .....                                                                   | 55 |
| 4.1.1 | Termini, definizioni, unità .....                                                            | 55 |
| 4.1.2 | Parametri per il calcolo delle reti di tubazioni in impianti di riscaldamento .....          | 55 |
| 4.1.3 | Velocità di flusso raccomandate .....                                                        | 55 |
| 4.2   | Determinazione del diametro dei tubi .....                                                   | 56 |
| 4.2.1 | Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa .....                         | 56 |
| 4.3   | Determinazione della pompa di circolazione .....                                             | 56 |
| 4.3.1 | Calcolo della portata volumetrica della pompa .....                                          | 56 |
| 4.3.2 | Determinazione della prevalenza della pompa .....                                            | 57 |

|       |                                                                                                       |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4   | Tabelle di perdita di pressione per tubi Optipress-Therm in acciaio zincato ...                       | 58  |
| 4.4.1 | Medio: acqua a 40 °C.....                                                                             | 58  |
| 4.4.2 | Medio: acqua a 60 °C.....                                                                             | 64  |
| 4.5   | Tabelle di perdita di pressione Optipress 1.4520 .....                                                | 70  |
| 4.5.1 | Medio: acqua a 7 °C.....                                                                              | 70  |
| 4.5.2 | Medio: acqua a 40 °C.....                                                                             | 76  |
| 4.5.3 | Medio: acqua a 60 °C.....                                                                             | 82  |
| 4.6   | Tabelle di perdita di pressione Optiflex-Flowpress.....                                               | 88  |
| 4.6.1 | Medio: acqua a 7 °C.....                                                                              | 88  |
| 4.6.2 | Medio: acqua a 40 °C.....                                                                             | 92  |
| 4.6.3 | Medio: acqua a 60 °C.....                                                                             | 96  |
| 4.7   | Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting<br>Optipress-Therm e rubinetteria ..... | 100 |
| 5     | Dimensionamento di sistemi di condutture per gas.....                                                 | 101 |
| 5.1   | Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per<br>gas naturale H.....      | 101 |
| 5.2   | Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per<br>gas liquido .....        | 102 |
| 6     | Ulteriori informazioni .....                                                                          | 103 |

# 1 Introduzione

Oltre ai materiali per tubi e all'esecuzione, a influenzare in misura determinante la qualità dell'acqua potabile sono le dimensioni delle relative **condutture**. Il diametro delle condutture d'uso e di circolazione deve pertanto essere determinato eseguendo un dimensionamento accurato nell'osservanza delle regole e delle norme tecniche vigenti.

In Svizzera è la SVGW a stabilire le regole tecniche nei settori dell'approvvigionamento di acqua e gas. La regolamentazione SVGW Acqua rappresenta il quadro normativo per l'approvvigionamento idrico su cui si basano progettisti, costruttori e gestori di impianti di acqua potabile.

La direttiva **W3** si fonda sulle precedenti «Direttive per la realizzazione di impianti di acqua potabile» e stabilisce i requisiti relativi agli impianti di acqua potabile negli edifici. Per le imprese di approvvigionamento, questa direttiva serve inoltre da standard per la valutazione di installazioni esistenti e di nuovi progetti di installazione. In qualità di fornitore nel settore idrosanitario, la R. Nussbaum SA è consapevole della propria responsabilità e si accerta che tutti i diagrammi e le tabelle disponibili si basino sull'attuale standard della direttiva W3.

Nelle **condutture di impianti di riscaldamento**, un'opportuna pressione di pompaggio va di pari passo con una rete di tubazioni dimensionata in modo ottimale. Non vanno selezionate velocità di flusso troppo elevate, in modo che durante l'esercizio non si verifichino rumori di flusso e che le perdite di pressione nell'impianto e il consumo energetico della pompa di riscaldamento si mantengano a livelli ridotti. I costi d'investimento e i costi d'esercizio devono essere bilanciati. Negli impianti di riscaldamento, gli aspetti igienici sono irrilevanti.

La norma SIA 384 definisce i requisiti relativi alla progettazione e alla realizzazione di impianti di riscaldamento.

I **gasdotti** sono mezzi di trasporto importanti per la distribuzione del gas e sono anch'essi soggetti a diverse norme e direttive. I numerosi compiti e requisiti posti agli impianti a gas possono tuttavia essere qui descritti solo in termini generali. Il presente documento non sostituisce in alcun caso l'attenta lettura delle prescrizioni di legge e dei regolamenti tecnici.

I requisiti relativi alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio di un **impianto a gas naturale** sono stabiliti dalla direttiva G1 (Direttiva gas) della SVGW. Tale direttiva serve da standard alle imprese di approvvigionamento per la valutazione di installazioni esistenti e di nuovi progetti di installazione.

Nel settore del **gas liquido**, la direttiva CFSL 6517 e la Guida L1 del Circolo di lavoro GPL stabiliscono i requisiti relativi agli impianti. Il Circolo di lavoro GPL si occupa di sicurezza nel campo degli impianti a gas liquido. Gli aspetti trattati comprendono la formazione, la progettazione, l'installazione, il controllo, lo stoccaggio, il trasbordo, la gestione e l'uso di gas liquido in ambito professionale, aziendale e privato. L'obiettivo primario dell'associazione è quello di garantire il funzionamento sicuro di impianti e attrezzature per lo stoccaggio e l'utilizzo di gas liquido (impianti a gas liquido).

## 2 Leggi, norme e direttive

Tutti i componenti dell'impianto devono essere progettati, utilizzati e sottoposti a manutenzione in conformità alla Direttiva per gli impianti di acqua potabile W3 e alla Direttiva per installazioni a gas naturale G1 della SVGW.

### 2.1 Norme SIA 385/1 e 385/2

Le due norme riguardano gli impianti per acqua potabile calda negli edifici. La norma SIA 385/1 contiene i relativi principi e requisiti. A novembre 2020 è entrata in vigore una versione rielaborata della norma. La norma SIA 385/2 descrive i metodi di calcolo relativi alla progettazione di impianti di acqua calda. Le norme accompagnano i lavori di progettazione e disciplinano il riscaldamento dell'acqua, l'accumulo e la distribuzione di acqua calda efficienti a livello energetico e ineccepibili sotto l'aspetto igienico.

### 2.2 W3 della SVGW

La direttiva W3 della SVGW illustra i requisiti degli impianti di acqua potabile dalla conduttura di allacciamento interna all'abitazione – dal bordo interno del punto di entrata nell'edificio o dal contatore dell'acqua – fino ai punti di presa e agli apparecchi allacciati.

Vi sono inoltre quattro complementi:

- **Direttiva W3/C1 della SVGW**

Il complemento 1 «Protezione contro il riflusso negli impianti sanitari» descrive le misure cautelari da adottare per evitare il riflusso di acqua non potabile dagli impianti domestici nella rete di approvvigionamento di acqua potabile, in modo da garantire una qualità costante dell'acqua potabile.

- **Direttiva W3/C2 della SVGW**

Il complemento 2 «Esercizio e manutenzione di impianti sanitari» stabilisce i requisiti per l'esercizio e la manutenzione di impianti idrosanitari negli edifici.

- **Direttiva W3/C3 della SVGW**

Il complemento 3 «Igiene negli impianti di acqua potabile» descrive le misure per assicurare la buona prassi procedurale prevista dalla legge, in particolare per il rispetto delle buone prassi igieniche e di fabbricazione, al fine di garantire acqua potabile calda e fredda di qualità ineccepibile negli impianti di acqua potabile. Il 1° settembre 2020, la prima edizione del 2018 è stata sostituita da una nuova versione che contiene misure e requisiti ancora più dettagliati per tutte le fasi nel ciclo di vita di un impianto di acqua potabile – dalla progettazione fino all'esercizio. Tutti gli edifici con licenza di costruzione a partire da tale data devono essere realizzati secondo la nuova direttiva. Anche i futuri risanamenti dovranno essere progettati sulla base di questa direttiva. Nella nuova versione della direttiva, le prescrizioni relative alla prova di pressione, al primo riempimento e al lavaggio sono rimaste invariate.

- **Direttiva W3/C4 della SVGW**

Il complemento 4 «Autocontrollo basato sul rischio negli impianti di acqua potabile negli edifici» è entrato in vigore il 1° marzo 2021. Il documento contiene prescrizioni dettagliate per la garanzia della qualità da parte dei proprietari/gestori.

### 2.3 Direttiva W4 della SVGW

La Direttiva W4 della SVGW descrive i requisiti relativi alla pianificazione, alla progettazione nonché alla costruzione, all'esercizio e alla manutenzione di impianti di approvvigionamento di acqua potabile all'esterno degli edifici.

### 2.4 Norme SIA 384/1 e SIA 384/2

Le due norme riguardano gli impianti di riscaldamento negli edifici. La norma SIA 384/1 (2009) sostituisce la raccomandazione SIA 384/1 (1991) Riscaldamenti centrali. Rispetto alla raccomandazione precedente, la nuova norma 384/1 si basa su una corrispondente norma europea.

La norma SIA 384/1 definisce i requisiti relativi alla progettazione e all'esecuzione di impianti di riscaldamento.

La norma SIA 384/2 specifica le procedure per il calcolo del carico termico di dimensionamento statico per casi standard in condizioni di dimensionamento.

## 2.5 Direttiva G1 della SVGW per installazioni a gas naturale negli edifici (Direttiva gas)

La Direttiva G1 della SVGW si applica alla progettazione, alla realizzazione, alla modifica, all'esercizio e alla manutenzione tecnica di installazioni a gas naturale. Descrive i requisiti relativi alle installazioni a gas naturale a valle della valvola d'arresto principale o dalla parete interna dell'edificio fino al raccordo degli apparecchi. Stabilisce inoltre i requisiti riguardanti il luogo d'installazione degli apparecchi a gas, alla protezione antincendio e agli impianti per gas di scarico.

## 2.6 Direttiva CFSL 6517

Questa direttiva si applica a impianti e installazioni per lo stoccaggio o l'uso di gas liquido («impianti a gas liquefatto») nel settore industriale, commerciale e aziendale nonché, per analogia, come regola della buona tecnica nel settore privato. Essa riguarda le fasi di progettazione, installazione, equipaggiamento, esercizio, gestione, controllo e manutenzione tecnica di impianti a gas liquido nonché le prescrizioni relative alla qualifica professionale di installatori, controllori e personale.

## 2.7 Guida L1 Circolo di lavoro GPL

La Guida L1 si applica alla progettazione, alla costruzione, alla modifica risp. all'ampliamento, all'esercizio, alla manutenzione tecnica e al controllo degli impianti a gas liquido. Descrive i requisiti relativi agli impianti a gas liquido, dal serbatoio del gas fino al raccordo degli apparecchi. Stabilisce inoltre i requisiti relativi al luogo d'installazione degli apparecchi a gas, alla protezione antincendio e agli impianti per gas di scarico. Tale Guida comprende le prescrizioni e i regolamenti principali, illustra soluzioni pratiche che permettano di raggiungere gli obiettivi di sicurezza e definisce le regole della tecnica.

## 3 Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti idrosanitari

### 3.1 Principi e requisiti

#### 3.1.1 Termini, definizioni, unità

| Termine                                           | Simbolo    | Definizione                                                                                                                                                                                                                        | Unità       |
|---------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Portata / portata volumetrica                     | $V$        | Volume del medio trasportato nell'arco dell'unità temporale attraverso una sezione prestabilita                                                                                                                                    | l/s<br>m³/h |
| Portata dei rubinetti di presa                    | $Q_A$      | Portata calcolata per un dispositivo di presa aperto                                                                                                                                                                               | l/s         |
| Flusso cumulativo                                 | $Q_T$      | Somma di tutte le portate dei rubinetti di presa                                                                                                                                                                                   | l/s         |
| Flusso massimo                                    | $Q_D$      | Portata determinante per il calcolo idraulico, tenendo conto del probabile prelievo simultaneo di acqua durante l'esercizio                                                                                                        | l/s         |
| Differenza di pressione, perdita di pressione     | $\Delta p$ | Differenza di pressione tra due punti nell'impianto di acqua potabile, provocata dall'attrito all'interno dei tubi e da singole resistenze                                                                                         | Pa          |
| Coefficiente di perdita di pressione, valore Zeta | $\zeta$    | Rapporto tra la differenza di pressione idrostatica e la pressione idrodinamica (grandezza adimensionale)                                                                                                                          | –           |
| Lunghezza del tubo equivalente                    | $l'$       | Rapporto tra la differenza di pressione di un pezzo speciale o di una rubinetteria e la differenza di pressione di un tubo dritto di 1 m                                                                                           | m           |
| Valore di carico (loading unit)                   | LU         | Indica la portata messa a disposizione nel punto di allacciamento a monte del punto di presa in funzione dell'impiego e della durata di utilizzo. Il valore di carico corrisponde a una portata dei rubinetti di presa di 0.1 l/s. | 1           |

#### 3.1.2 Requisiti di sistema secondo SIA 385/1

Requisiti principali per la progettazione di impianti scaldacqua:

- L'approvvigionamento di acqua calda deve essere progettato in modo da raggiungere le seguenti temperature:
  - $\geq +60$  °C all'uscita dello scaldacqua ad accumulo
  - $\geq +55$  °C nelle condutture mantenute calde
  - $+50$  °C in corrispondenza dei punti di presa (anche in presenza di pompe di calore e collettori solari)
- Questi requisiti non valgono per gli scaldacqua a flusso continuo se l'acqua calda non permane per oltre 24 ore nel sistema di circolazione a temperature comprese tra 25 e 50 °C.
- Deve essere progettato un volume d'accumulo dell'acqua calda appena sufficiente.
- Le condutture dell'acqua fredda vanno installate in modo da evitare un riscaldamento tramite condutture dell'acqua calda o condutture di riscaldamento parallele e da evitare che possano raggiungere temperature superiori ai 25 °C. La temperatura ottimale dell'acqua fredda è  $\leq 20$  °C.

### 3.1.3 Velocità di flusso

| Conduttura                                                                                                       | Velocità di flusso |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Condutture di erogazione<br>(impianto a punto di presa singolo)                                                  | max. 4.0 m/s       |
| Gruppo di apparecchi / distribuzione ai piani<br>(dalla valvola d'arresto al piano, installazione dei pezzi a T) | max. 3.0 m/s       |
| Condutture di distribuzione<br>(distribuzione in cantina / tratto montante)                                      | max. 2.0 m/s       |
| Conduttura di allacciamento all'abitazione                                                                       | max. 2.0 m/s       |
| Conduttura di allacciamento all'abitazione con installazioni della protezione antincendio tecnica                | max. 2.0 m/s       |

Tabella 1: Velocità di flusso (matematiche) ammesse nel tubo secondo la direttiva W3:2013 2.1.3 della SVGW

### 3.1.4 Condizioni di pressione

|                                                                                             |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Pressione statica nel punto di presa                                                        | max. 500 kPa (5.0 bar)  |
| Pressione statica nei punti di presa in giardino e in garage nonché impianti di irrigazione | max. 1'000 kPa (10 bar) |
| Pressione di flusso minima nel punto di presa                                               | min. 100 kPa (1.0 bar)  |

Tabella 2: Condizioni di pressione negli impianti di acqua potabile in conformità alla direttiva W3:2013 2.1.4 della SVGW

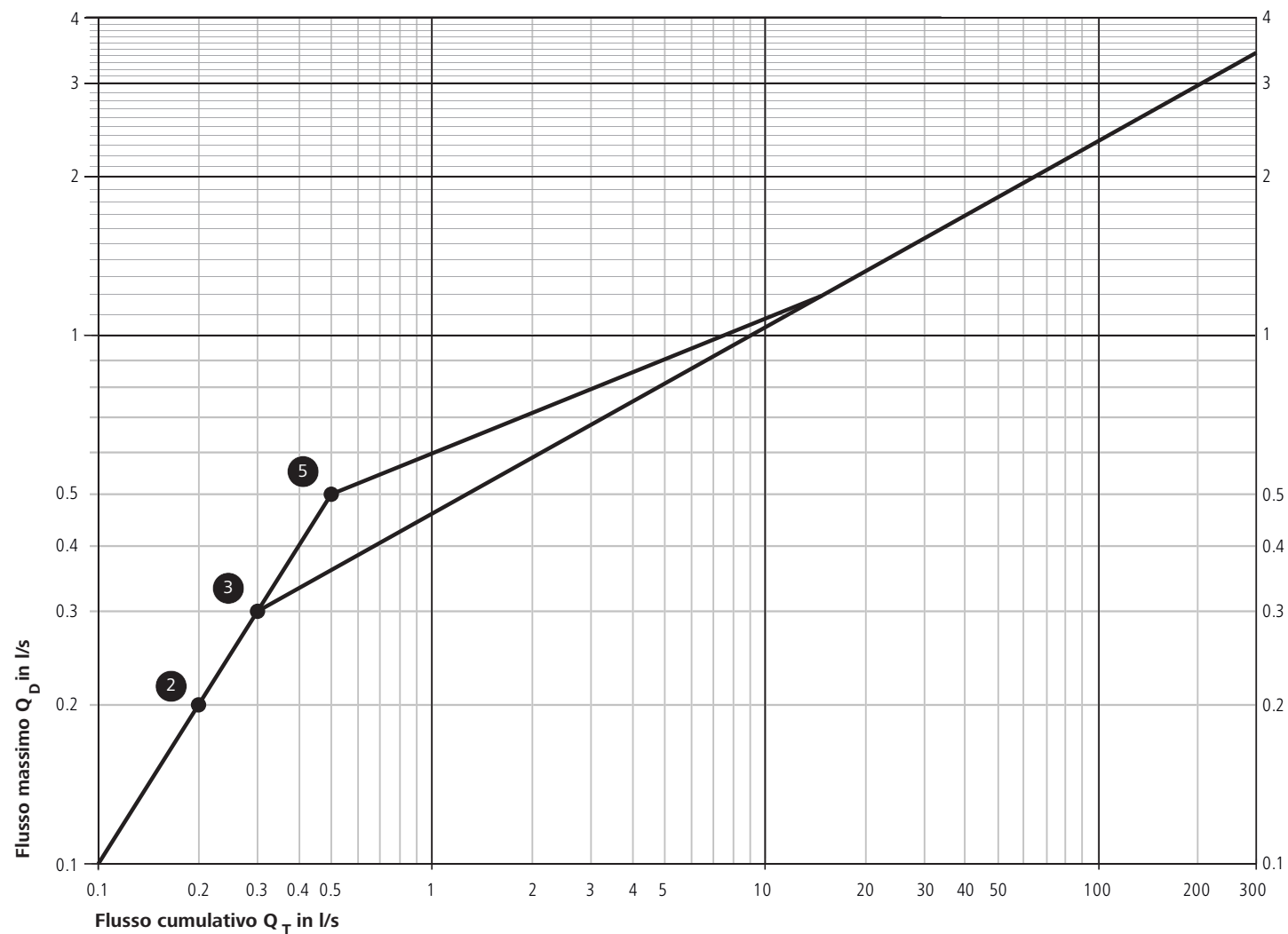
Generalmente è necessario un impianto di pressurizzazione domestico nel caso in cui non sia possibile garantire la pressione di flusso minima di 100 kPa (1 bar) in tutti i punti di presa.

### 3.1.5 Flusso massimo in l/s in funzione del flusso cumulativo

#### Diagramma 1 (simultaneità)

Equazione funzionale flusso cumulativo 0.3-300 l/s:  $Q_D = Q_T^{0.353} \times 0.459$

Equazione funzionale flusso cumulativo 0.3-15 l/s:  $Q_D = Q_T^{0.257} \times 0.598$



Massimo raccordo singolo collegato di una rubinetteria o di un apparecchio

### 3.1.6 Tempi di erogazione e perdita di pressione

Il tempo di erogazione è il lasso di tempo che intercorre fino al raggiungimento della temperatura di utilizzo (40 °C) nel punto di presa. Tempi di erogazione ridotti soddisfano l'esigenza di comfort dell'utenza e favoriscono un consumo parsimonioso dell'energia.

I seguenti parametri influenzano il tempo di erogazione:

- Tecnica di posa della distribuzione di acqua calda
- Disposizione degli apparecchi idrosanitari
- Dimensione dei tubi e lunghezza delle condutture
- Temperatura dell'acqua calda
- Portata volumetrica

| Apparecchio idrosanitario                                     | Tempo di erogazione senza mantenimento del calore | Tempo di erogazione con mantenimento del calore |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Lavabo, lavandino, bidet, impianto per doccia, vasca da bagno | 15 s                                              | 10 s                                            |

Tempi di erogazione in secondi secondo SIA 385/2 considerando la perdita di pressione in kPa secondo W3 per tubi Optiflex:

| Valori di carico LU                    |            |            |            |            |                     | 1                     |          |         |          |         |          |         |          |
|----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|-----------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| Portata volumetrica $\dot{V}$          |            |            |            |            | [l/s]               | 0.1                   |          |         |          |         |          |         |          |
| Acqua calda                            |            |            |            |            | [°C]                | 55                    |          |         |          |         |          |         |          |
| Viscosità cinematica $\nu$             |            |            |            |            | [m <sup>2</sup> /s] | 5.12*10 <sup>-7</sup> |          |         |          |         |          |         |          |
| Misura del tubo                        |            |            |            |            | [mm]                | 16                    | 16       | 20      | 25       |         |          |         |          |
| Diametro nominale DN                   |            |            |            |            |                     | 10                    | 12       | 15      | 20       |         |          |         |          |
| Misura interna del tubo                |            |            |            |            | [mm]                | 8.4                   | 11.6     | 14.4    | 19.6     |         |          |         |          |
| Velocità di scorrimento max.           |            |            |            |            | [m/s]               | 1.80                  | 0.9462   | 0.61    | 0.33     |         |          |         |          |
| Volume per metro di tubo V             |            |            |            |            | [l/m]               | 0.0554                | 0.1057   | 0.1629  | 0.3017   |         |          |         |          |
| <b>L<sub>max</sub>: SIA 385/2 + W3</b> |            |            |            |            |                     | SIA [s]               | W3 [kPa] | SIA [s] | W3 [kPa] | SIA [s] | W3 [kPa] | SIA [s] | W3 [kPa] |
| Lunghezza del tubo in m                | Ø 16 x 3.8 | Ø 16 x 2.2 | Ø 20 x 2.8 | Ø 25 x 2.7 | 1 m                 | 1.11                  | 4.6      | 2.11    | 1.0      | 3.26    | 0.4      | 6.03    | 0.1      |
|                                        |            |            |            |            | 2                   | 2.22                  | 9.2      | 4.23    | 2.0      | 6.51    | 0.7      | 12.07   | 0.2      |
|                                        |            |            |            |            | 3                   | 3.33                  | 13.8     | 6.34    | 3.0      | 9.77    | 1.1      | 18.10   | 0.2      |
|                                        |            |            |            |            | 4                   | 4.43                  | 18.4     | 8.45    | 4.0      | 13.03   | 1.4      | 24.14   | 0.3      |
|                                        |            |            |            |            | 5                   | 5.54                  | 23.0     | 10.57   | 5.0      | 16.29   | 1.8      | 30.17   | 0.4      |
|                                        |            |            |            |            | 6                   | 6.65                  | 27.6     | 12.68   | 6.0      | 19.54   | 2.1      | 36.21   | 0.5      |
|                                        |            |            |            |            | 7                   | 7.76                  | 32.3     | 14.80   | 7.0      | 22.80   | 2.5      | 42.24   | 0.6      |
|                                        |            |            |            |            | 8                   | 8.87                  | 36.9     | 16.91   | 8.0      | 26.06   | 2.8      | 48.27   | 0.7      |
|                                        |            |            |            |            | 9                   | 9.98                  | 41.5     | 19.02   | 9.0      | 29.31   | 3.2      | 54.31   | 0.7      |
|                                        |            |            |            |            | 10                  | 11.08                 | 46.1     | 21.14   | 9.9      | 32.57   | 3.6      | 60.34   | 0.8      |
|                                        |            |            |            |            | 11                  | 12.19                 | 50.7     | 23.25   | 10.9     | 35.83   | 3.9      | 66.38   | 0.9      |
|                                        |            |            |            |            | 12                  | 13.30                 | 55.3     | 25.36   | 11.9     | 39.09   | 4.3      | 72.41   | 1.0      |

|  |                                                 |
|--|-------------------------------------------------|
|  | Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo    |
|  | Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo  |
|  | Tempo d'erogazione > 15 s                       |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa) |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa) |

| Valori di carico LU                 |            |            |            |            |        | 2                     |       |        |       |        |       |        |       |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------|-----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Portata volumetrica $\dot{V}$ [l/s] |            |            |            |            | [l/s]  | 0.2                   |       |        |       |        |       |        |       |
| Aqua calda                          |            |            |            |            | [°C]   | 55                    |       |        |       |        |       |        |       |
| Viscosità cinematica $\nu$          |            |            |            |            | [m²/s] | 5.12*10 <sup>-7</sup> |       |        |       |        |       |        |       |
| Misura del tubo                     |            |            |            |            | [mm]   | 16                    |       | 16     |       | 20     |       | 25     |       |
| Diametro nominale DN                |            |            |            |            |        | 10                    |       | 12     |       | 15     |       | 20     |       |
| Misura interna del tubo             |            |            |            |            | [mm]   | 8.4                   |       | 11.6   |       | 14.4   |       | 19.6   |       |
| Velocità di scorrimento max.        |            |            |            |            | [m/s]  | 3.61                  |       | 1.89   |       | 1.23   |       | 0.66   |       |
| Volume per metro di tubo $V$        |            |            |            |            | [[l/m] | 0.0554                |       | 0.1057 |       | 0.1629 |       | 0.3017 |       |
| L <sub>max</sub> : SIA 385/2 + W3   |            |            |            |            |        | SIA                   | W3    | SIA    | W3    | SIA    | W3    | SIA    | W3    |
|                                     | Ø 16 x 3.8 | Ø 16 x 2.2 | Ø 20 x 2.8 | Ø 25 x 2.7 | [m]    | [s]                   | [kPa] | [s]    | [kPa] | [s]    | [kPa] | [s]    | [kPa] |
| Lunghezza del tubo in m             | 6 m        | 9 m        | 6 m        | 3 m        | 1      | 0.55                  | 15.5  | 1.06   | 3.3   | 1.63   | 1.2   | 3.02   | 0.3   |
|                                     |            |            |            |            | 2      | 1.11                  | 31.0  | 2.11   | 6.7   | 3.26   | 2.4   | 6.03   | 0.6   |
|                                     |            |            |            |            | 3      | 1.66                  | 46.5  | 3.17   | 10.0  | 4.89   | 3.6   | 9.05   | 0.8   |
|                                     |            |            |            |            | 4      | 2.22                  | 62.0  | 4.23   | 13.4  | 6.51   | 4.8   | 12.07  | 1.1   |
|                                     |            |            |            |            | 5      | 2.77                  | 77.5  | 5.28   | 16.7  | 8.14   | 6.0   | 15.09  | 1.4   |
|                                     |            |            |            |            | 6      | 3.33                  | 93.0  | 6.34   | 20.1  | 9.77   | 7.2   | 18.10  | 1.7   |
|                                     | 7          | 3.88       | 108.5      |            | 7.40   | 23.4                  | 11.40 | 8.4    | 21.12 | 1.9    |       |        |       |
|                                     | 8          | 4.43       | 124.0      |            | 8.45   | 26.8                  | 13.03 | 9.6    | 24.14 | 2.2    |       |        |       |
|                                     | 9          | 4.99       | 139.5      |            | 9.51   | 30.1                  | 14.66 | 10.8   | 27.15 | 2.5    |       |        |       |
|                                     | 10         | 5.54       | 155.0      |            | 10.57  | 33.5                  | 16.29 | 12.0   | 30.17 | 2.8    |       |        |       |
|                                     | 11         | 6.10       | 170.5      |            | 11.63  | 36.8                  | 17.91 | 13.2   | 33.19 | 3.0    |       |        |       |
|                                     | 12         | 6.65       | 186.0      |            | 12.68  | 40.1                  | 19.54 | 14.4   | 36.21 | 3.3    |       |        |       |

|                                                                                     |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|    | Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo    |
|    | Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo  |
|   | Tempo d'erogazione > 15 s                       |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa) |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa) |

| Valori di carico LU               |            |            |            |            |        | 3                     |       |        |       |        |       |        |       |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------|-----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Portata volumetrica $\dot{V}$     |            |            |            |            | [l/s]  | 0.3                   |       |        |       |        |       |        |       |
| Aqua calda                        |            |            |            |            | [°C]   | 55                    |       |        |       |        |       |        |       |
| Viscosità cinematica $\nu$        |            |            |            |            | [m²/s] | 5.12*10 <sup>-7</sup> |       |        |       |        |       |        |       |
| Misura del tubo                   |            |            |            |            | [mm]   | 16                    |       | 16     |       | 20     |       | 25     |       |
| Diametro nominale DN              |            |            |            |            |        | 10                    |       | 12     |       | 15     |       | 20     |       |
| Misura interna del tubo           |            |            |            |            | [mm]   | 8.4                   |       | 11.6   |       | 14.4   |       | 19.6   |       |
| Velocità di scorrimento max.      |            |            |            |            | [m/s]  | 5.41                  |       | 2.84   |       | 1.84   |       | 0.99   |       |
| Volume per metro di tubo $V$      |            |            |            |            | [l/m]  | 0.0554                |       | 0.1057 |       | 0.1629 |       | 0.3017 |       |
| L <sub>max</sub> : SIA 385/2 + W3 |            |            |            |            |        | SIA                   | W3    | SIA    | W3    | SIA    | W3    | SIA    | W3    |
|                                   | Ø 16 x 3.8 | Ø 16 x 2.2 | Ø 20 x 2.8 | Ø 25 x 2.7 | [m]    | [s]                   | [kPa] | [s]    | [kPa] | [s]    | [kPa] | [s]    | [kPa] |
| Lunghezza del tubo in m           | 3 m        | 12 m       | 9 m        | 4 m        | 1      | 0.37                  | 31.5  | 0.70   | 6.8   | 1.09   | 2.4   | 2.01   | 0.6   |
|                                   |            |            |            |            | 2      | 0.74                  | 63.0  | 1.41   | 13.6  | 2.17   | 4.9   | 4.02   | 1.1   |
|                                   |            |            |            |            | 3      | 1.11                  | 94.5  | 2.11   | 20.4  | 3.26   | 7.3   | 6.03   | 1.7   |
|                                   |            |            |            |            | 4      | 1.48                  | 126.1 | 2.82   | 27.2  | 4.34   | 9.7   | 8.05   | 2.3   |
|                                   | 5          |            |            | 1.85       | 157.6  | 3.52                  | 34.0  | 5.43   | 12.2  | 10.06  | 2.8   |        |       |
|                                   | 6          |            |            | 2.22       | 189.1  | 4.23                  | 40.8  | 6.51   | 14.6  | 12.07  | 3.4   |        |       |
|                                   | 7          |            |            | 2.59       | 220.6  | 4.93                  | 47.6  | 7.60   | 17.0  | 14.08  | 3.9   |        |       |
|                                   | 8          |            |            | 2.96       | 252.1  | 5.64                  | 54.4  | 8.69   | 19.5  | 16.09  | 4.5   |        |       |
|                                   | 9          |            | 3.33       | 283.6      | 6.34   | 61.2                  | 9.77  | 21.9   | 18.10 | 5.1    |       |        |       |
|                                   | 10         |            | 3.69       | 315.1      | 7.05   | 68.0                  | 10.86 | 24.4   | 20.11 | 5.6    |       |        |       |
|                                   | 11         |            | 4.06       | 346.6      | 7.75   | 74.8                  | 11.94 | 26.8   | 22.13 | 6.2    |       |        |       |
|                                   | 12         |            | 4.43       | 378.2      | 8.45   | 81.6                  | 13.03 | 29.2   | 24.14 | 6.8    |       |        |       |

|                                                                                     |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|  | Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo    |
|  | Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo  |
|  | Tempo d'erogazione > 15 s                       |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa) |
|  | Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa) |

### 3.1.6.1 Andamento della temperatura in un punto di presa di acqua calda

Il diagramma che segue mostra l'andamento della temperatura dell'acqua calda all'uscita di un punto di presa di acqua calda.

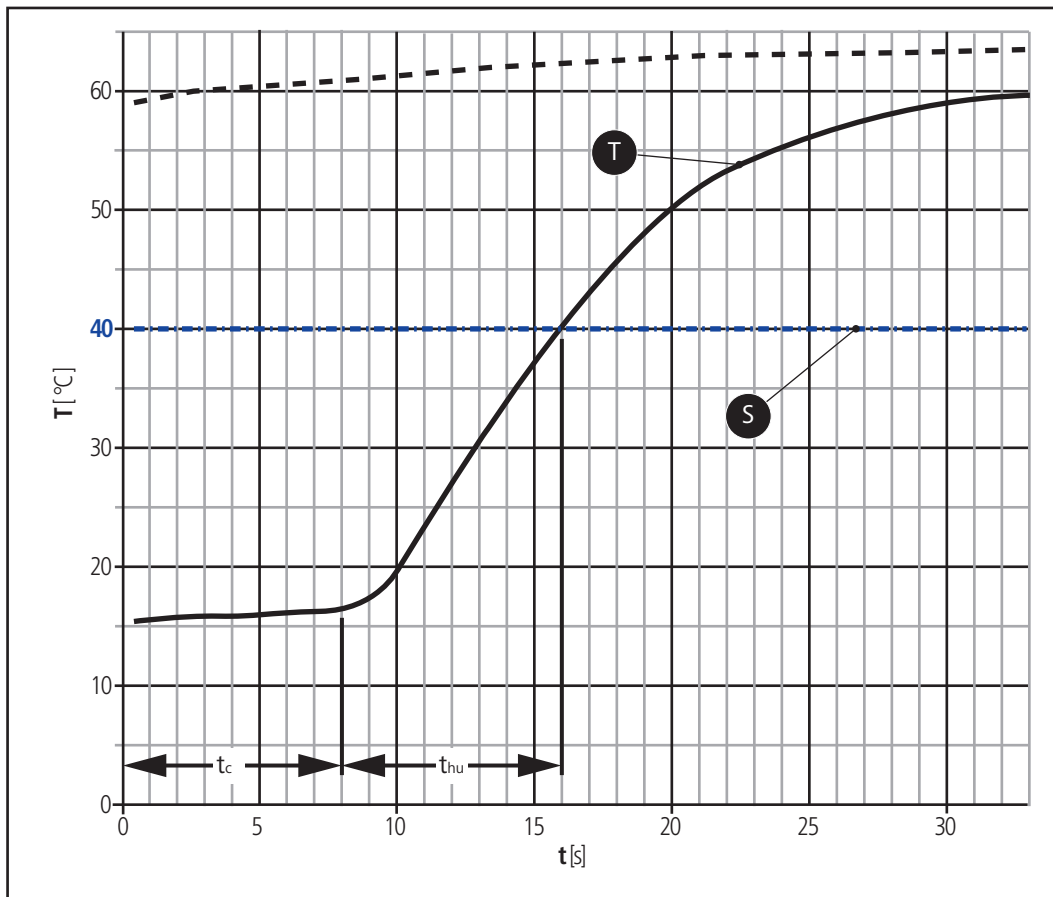


Fig. 1: Andamento della temperatura in un punto di presa di acqua calda

$t_c$  = Fase fredda: la temperatura dell'acqua nel punto di presa è prossima alla temperatura ambiente

$t_{hu}$  = Fase di riscaldamento: la temperatura dell'acqua nel punto di presa sale fino a 40 °C

**T** = Andamento della temperatura: temperatura misurata nel punto di presa per tubi Optiflex

**S** = Prelievo di acqua effettivo: dopo il tempo di erogazione, ossia dopo aver raggiunto una temperatura di 40 °C nel punto di presa

### 3.1.6.2 Calcolo del tempo di erogazione

Per tubi più grandi e per lunghezze diverse dei tubi è possibile calcolare il tempo di erogazione in base alla seguente formula:

$$\Delta t = \frac{V \cdot L}{\dot{V}} \cdot 2$$

$\Delta t$  = tempi di erogazione [s]

$V$  = volume per metro di tubo [l/m]

$L$  = lunghezza del tubo [m]

$\dot{V}$  = portata volumetrica [l/s]

$2$  = Fattore dovuto alla fase di riscaldamento

### 3.1.7 Basi del dimensionamento ai sensi della direttiva W3, edizione 2013

A causa delle diverse forme di fitting si verificano differenti perdite di pressione nei sistemi di distribuzione di acqua potabile. Per la determinazione del diametro dei tubi ai sensi della direttiva W3 2013 si devono considerare i corretti valori Zeta dei componenti impiegati.

Il **valore Zeta ( $\zeta$ )** o coefficiente di perdita di pressione di un fitting è una grandezza adimensionale della perdita di pressione attesa in un componente attraversato da un flusso. Fornisce un'indicazione sulla grandezza della resistenza di flusso di un fitting e viene calcolato in modo empirico.

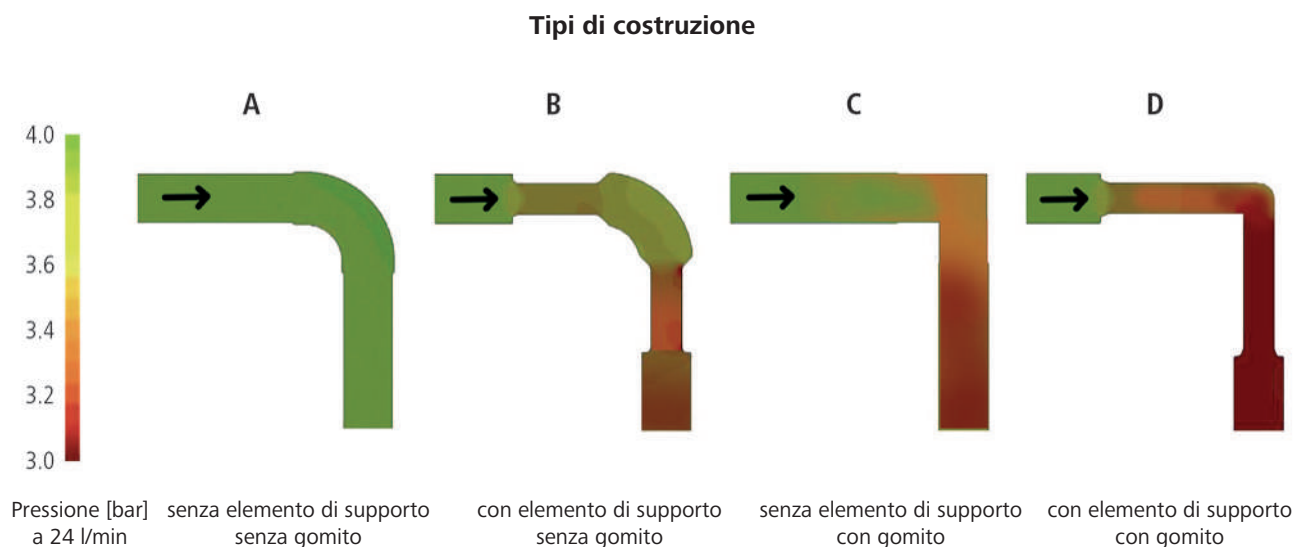


Fig. 2: Perdite di pressione in diverse forme di fitting nei sistemi di distribuzione di acqua potabile

Le perdite di pressione causate da resistenze singole influiscono sul dimensionamento delle reti di condutture. I componenti che favoriscono il passaggio dei fluidi consentono l'utilizzo di tubi di dimensioni inferiori e contribuiscono a una maggiore igiene ed economicità dell'impianto.

Il **valore Kv** è un'ulteriore grandezza determinante per il dimensionamento della rubinetteria.

Il valore Kv è denominato anche fattore di portata o coefficiente di portata. È una misura della portata di un liquido o di un gas attraverso una valvola ed è necessario ai fini della selezione e del dimensionamento delle valvole. Il valore Kv corrisponde al flusso d'acqua attraverso una valvola (in m³/h) in presenza di una differenza di pressione di 1 bar e di una temperatura dell'acqua di 5-30 °C. Il valore Kv vale soltanto per la rispettiva corsa (grado di apertura) di una valvola ( $K_v$ ). Alla corsa nominale (grado di apertura 100 del %), il valore Kv viene indicato con **Kvs**. Il valore Kvs permette di calcolare la massima portata possibile di una valvola. Per il dimensionamento di una valvola si dovrebbe considerare per il valore Kvs un margine di progettazione tra il 20 % e il 30 %.

Per i liquidi, il valore Kv può essere calcolato in funzione della portata volumetrica, della densità e della perdita di pressione.

Considerando come valori di partenza 1 bar e la densità dell'acqua di 1'000 kg/m³ a una temperatura di 20 °C, il valore Kv di una valvola può essere rappresentato nel modo seguente:

$$K_v = Q \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p \cdot 1000}}$$

**Q** = portata volumetrica di flusso [m³/h]

**$\Delta p$**  = perdita di pressione [bar]

**$K_v$**  = valore Kv della valvola [m³/h]

**$\rho$**  = densità del medio [kg/m³]

Tenendo conto del valore Kvs, la perdita di pressione per la portata volumetrica attesa può essere calcolata nel modo seguente:

$$\Delta p_2 = \frac{\Delta p_1 \cdot V_2^2}{V_1^2}$$

$\Delta p_1$  = 1'000 mbar = 1 bar (secondo la definizione del valore Kvs)

$V_1$  = portata volumetrica di partenza [m<sup>3</sup>/h]

$V_2$  = portata volumetrica attesa [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_2$  = perdita di pressione con  $V_2$  [bar]

Tra il valore Kv e il valore Zeta sussiste la seguente correlazione:

$$\zeta = \frac{d^4}{625.439 \cdot K_v^2}$$

Valore approssimativo:

$$\zeta = \left( \frac{0.05 \cdot A}{K_v} \right)^2$$

$\zeta$  = valore Zeta

$d$  = diametro del flusso [mm]

$K_v$  = valore Kv della valvola [m<sup>3</sup>/h]

**625.439** = fattore di proporzionalità

**A** = sezione del flusso [mm<sup>2</sup>]

### 3.1.7.1 Conversione in lunghezza equivalente del tubo

La lunghezza equivalente del tubo di un pezzo speciale può essere calcolata attraverso il rapporto tra il valore Zeta del pezzo speciale e il valore Zeta di un tubo diritto con lunghezza 1 m:

**lunghezza equivalente del tubo l' [m] = valore Zeta pezzo speciale / valore zeta tubo 1 m**

### 3.1.7.2 Dispositivo di calcolo della pressione

Per agevolare il calcolo della pressione d'esercizio e della perdita di pressione di un oggetto, la Nussbaum mette a disposizione un relativo modulo.

Il modulo «Dispositivo di pressione» può essere scaricato all'indirizzo [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti)

Dispositivo di calcolo della pressione

Progetto

AM Nome

Autore

Ditta Nome

Data

NUSSBAUM<sup>RN</sup>

Calcolo della pressione d'esercizio a valle del contatore d'acqua (necessario solo se la pressione di alimentazione non è nota)

Altezza serbatoio del gestore della rete di distribuzione (troppo pieno)

h

500

m s.l.m.

Altezza conduttura di allacciamento all'abitazione in corrispondenza della batteria di distribuzione

h

400

m s.l.m.

Differenza di altezza serbatoio-batteria di distribuzione

h<sub>1</sub>

100

m s.l.m.

$P_{tot1} = \frac{100 \text{ m}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{9.81 \text{ m}}{1000 \text{ Pa}}$

$P_{tot1} = 981$

kPa

(9.81 bar)

Variazioni di pressione nel serbatoio e nella conduttura di alimentazione

$\Delta P_{v1}$

30

kPa

(0.30 bar)

Pressione di alimentazione:  $SP = P_{tot1} - \Delta P_{v1}$

$SP = 951$

kPa

(9.51 bar)

Perdita di pressione conduttura di allacciamento all'abitazione (potesi)

$\Delta P_{v2}$

30

kPa

(0.30 bar)

Perdita di pressione contatore d'acqua con  $Q_b$

$\Delta P_{v2}$

30

kPa

(0.30 bar)

Pressione d'esercizio a valle del contatore d'acqua

$OP_{v2}$

891

kPa

(8.91 bar)

Riduttore di pressione, best practice

In presenza di una pressione di alimentazione superiore a 450 kPa (4.5 bar), la Nussbaum raccomanda sempre l'installazione di un riduttore di pressione. (protezione dell'impianto da sovraccarico e colpi d'ariete dalla rete)

Di norma, il riduttore di pressione va impostato a 400 kPa (4.0 bar, impostazione di fabbrica). In questo modo viene garantito anche il perfetto funzionamento delle valvole di sicurezza, impostate di fabbrica a 600 kPa (6.0 bar).

Calcolo della perdita di pressione disponibile

Pressione statica a valle del riduttore di pressione; impostazione standard 400 kPa (4.0 bar)

$P_{totM}$

400

kPa

(4.00 bar)

Perdita di pressione riduttore di pressione a  $Q_{max}$  (secondo il diagramma di prestazione Nussbaum)

$\Delta P_{RM}$

40

kPa

(0.40 bar)

Perdita di pressione dovuta a installazione di apparecchiature come depuratori dell'acqua potabile

$\Delta P_{RPP}$

0

kPa

(0.00 bar)

Differenza di altezza tra la batteria di distribuzione e il punto di presa più alto

10

m

$P_{tot2} = \frac{10 \text{ m}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{9.81 \text{ m}}{1000 \text{ Pa}}$

$P_{tot2} = 98$

kPa

(0.98 bar)

Pressione di flusso punto di presa più alto

$P_{minM}$

100

kPa

(1.00 bar)

Pressione disponibile

$\Delta P_L$

162

kPa

(1.62 bar)

Determinazione del diametro dei tubi, best practice

Di norma, il diametro dei tubi può essere determinato tramite il metodo semplificato. Le seguenti condizioni generali si applicano per ciascun tratto: portate non superiori a quelle indicate nella tabella 3; lunghezza di sviluppo della conduttura <50m (conduttura di distribuzione <35m e distribuzione ai piani <15m); pressione disponibile  $\Delta P_L > 150 \text{ kPa}$  (1.5 bar)

Nel caso di immobili particolari in cui è necessario ricorrere al metodo di calcolo, negli strumenti per la progettazione vanno considerati i valori Zeta corretti dei prodotti utilizzati. Come con il metodo semplificato, anche con il metodo di calcolo si consiglia di progettare l'impianto idraulico con una perdita di pressione massima di 150 kPa (1.5 bar).

Fig. 3: Modulo Dispositivo di pressione

In presenza di una pressione di alimentazione superiore a 450 kPa (4.5 bar), la Nussbaum raccomanda sempre l'installazione di un **riduttore di pressione** per proteggere l'impianto da eventuali sovraccarichi e colpi d'ariete nella rete. Di norma, il riduttore di pressione va impostato a 400 kPa (4 bar; impostazione di fabbrica). Ciò permette di garantire in ogni momento un funzionamento ineccepibile anche delle valvole di sicurezza con un'impostazione di fabbrica di 600 kPa (6 bar).

## 3.2 Metodi di determinazione del diametro dei tubi

Lo scopo della determinazione del diametro dei tubi è quello di fornire agli utenti acqua potabile ineccepibile a livello igienico in quantità sufficiente e in condizioni di pressione ottimali.

Nel calcolo occorre tenere conto di circostanze quali l'ubicazione dell'edificio, requisiti igienici, energetici e acustici, le diverse tecniche di posa ecc.

Si distingue tra due metodi di determinazione del diametro dei tubi:

- Metodo semplificato
- Metodo di calcolo

### 3.2.1 Condizioni operative in cui viene applicato il metodo semplificato

Il metodo semplificato può essere applicato soltanto per le cosiddette «installazioni normali». Tutti gli altri oggetti sono considerati «installazioni speciali» e devono essere dimensionati in base al metodo di calcolo differenziato.

L'80 % degli edifici abitativi soddisfa le condizioni di un'installazione normale.

Il metodo semplificato può essere applicato alle seguenti condizioni:

- Il valore LU in corrispondenza di un singolo punto di presa non deve essere superiore a 5 (si veda la tabella seguente).
- Non deve essere superato il flusso massimo come da diagramma 1 in considerazione della simultaneità.
- La somma di tutti i valori LU per ciascun tratto deve essere inferiore a 150.
- La lunghezza massima di sviluppo delle condutture per ogni tratto deve essere inferiore a 50 m, mentre la lunghezza massima delle condutture nella distribuzione ai piani non deve superare i 15 m e le condutture di distribuzione non devono superare i 35 m.
- Per l'intero sistema con condutture deve essere disponibile, in base al dispositivo di calcolo della pressione, una perdita di pressione di almeno 150 kPa (1.5 bar).

### 3.2.2 Condizioni operative in cui viene applicato il metodo di calcolo

Gli edifici di dimensioni superiori alla media sono considerati «installazioni speciali» e devono essere dimensionati in base al metodo di calcolo differenziato.

Tale metodo di calcolo si applica alle seguenti condizioni operative:

- Installazioni che non soddisfano le condizioni per l'applicazione del metodo semplificato.
- Edifici con lunghezza di sviluppo delle condutture > 50 m.
- Condizioni operative che soddisfano una delle seguenti condizioni:
  - Prelievo simultaneo elevato: L'utilizzo contemporaneo dei punti di presa collegati è superiore al flusso massimo di cui al diagramma 1 e si registrano orari di picco, ad esempio nel caso di impianti sportivi (docce), alberghi, imprese commerciali e industriali.
  - Prelievo continuo: Punti di presa che rimangono aperti per oltre 15 minuti, ad esempio raccordi per l'acqua di raffreddamento, fontane, impianti di irrigazione per giardini o riempimenti di piscine.
  - Picchi d'erogazione: Portate o raccordi maggiori rispetto ai valori riportati nella tabella «Valore di carico (LU)», vale a dire > 0.5 l/s o raccordi da ¾", ad esempio docce con erogazione a getto, lavastoviglie industriali ecc.
  - Condizioni operative combinate: Il diametro dei tubi viene determinato sia attraverso il metodo semplificato sia tramite il metodo di calcolo.

### 3.3 Determinazione del diametro dei tubi

#### 3.3.1 Conduttura di allacciamento all'abitazione

Il diametro della tubazione viene generalmente determinato dal gestore della rete di distribuzione in base alla Tabella 5 della direttiva W3 o in base alla massima velocità di flusso consentita e alla perdita di pressione. Tenendo conto delle lunghezze equivalenti dei tubi per i pezzi speciali e la rubinetteria, la perdita di pressione dalla conduttura di alimentazione al contatore dell'acqua non deve superare i 40 kPa (0.4 bar).

La perdita di pressione massima su cui si basa la tabella corrisponde a una velocità di flusso di max. 2.0 m/s. I valori delle lunghezze dei tubi nella tabella rappresentano valori medi per tutti i materiali.

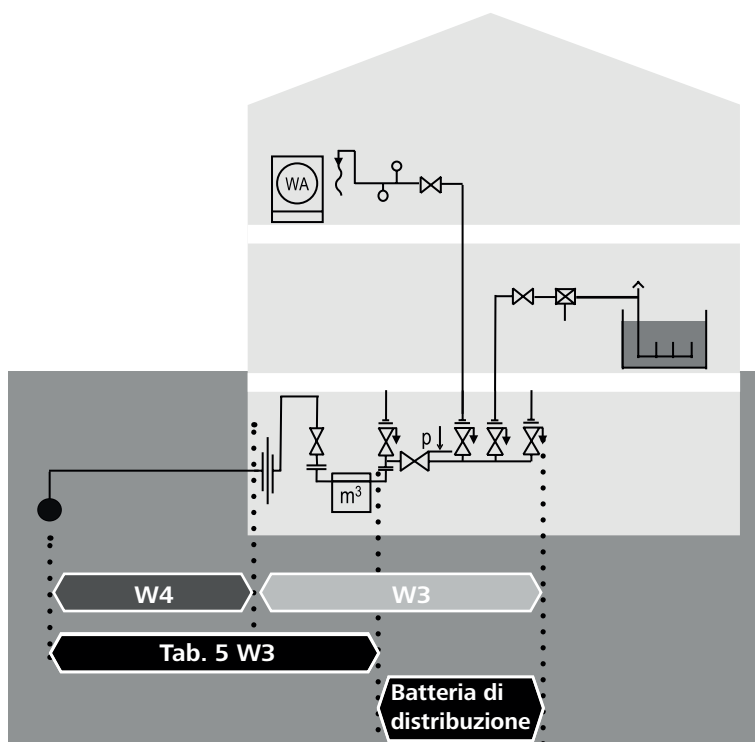


Fig. 4: Schema conduttura di allacciamento all'abitazione

| Tabella dei valori indicativi indipendenti dal materiale |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Lunghezza lineare max. [m]                               | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Valore di carico (LU)                                    | DN | DN | DN | DN | DN |
| 60                                                       | 25 | 32 | 32 | 32 | 40 |
| 90                                                       | 25 | 32 | 32 | 40 | 40 |
| 120                                                      | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 |
| 150                                                      | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 |
| 300                                                      | 32 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| 600                                                      | 40 | 40 | 50 | 50 | 50 |

Tabella 3: Tabella dei valori di carico, Tabella 5 W3

### 3.3.2 Batteria di distribuzione

| Valore di carico (LU) | $Q_D$<br>[l/s] | $Q_D$<br>[l/min] | DN  |
|-----------------------|----------------|------------------|-----|
| 25                    | 0.76           | 45               | 25  |
| 60                    | 0.95           | 57               | 32  |
| 90                    | 1.05           | 63               | 32  |
| 120                   | 1.13           | 68               | 32  |
| 150                   | 1.20           | 72               | 40  |
| 300                   | 1.52           | 91               | 40  |
| 600                   | 1.95           | 117              | 50  |
| 1500                  | 2.69           | 161              | 50  |
| 3000                  | 3.44           | 206              | 65  |
| —                     | 5.00           | 300              | 65  |
| —                     | 6.67           | 400              | 80  |
| —                     | 8.33           | 500              | 80  |
| —                     | 10.00          | 600              | 80  |
| —                     | 11.67          | 700              | 100 |
| —                     | 13.33          | 800              | 100 |
| —                     | 15.00          | 900              | 100 |

Tabella 4: Flusso massimo, tabella Nussbaum

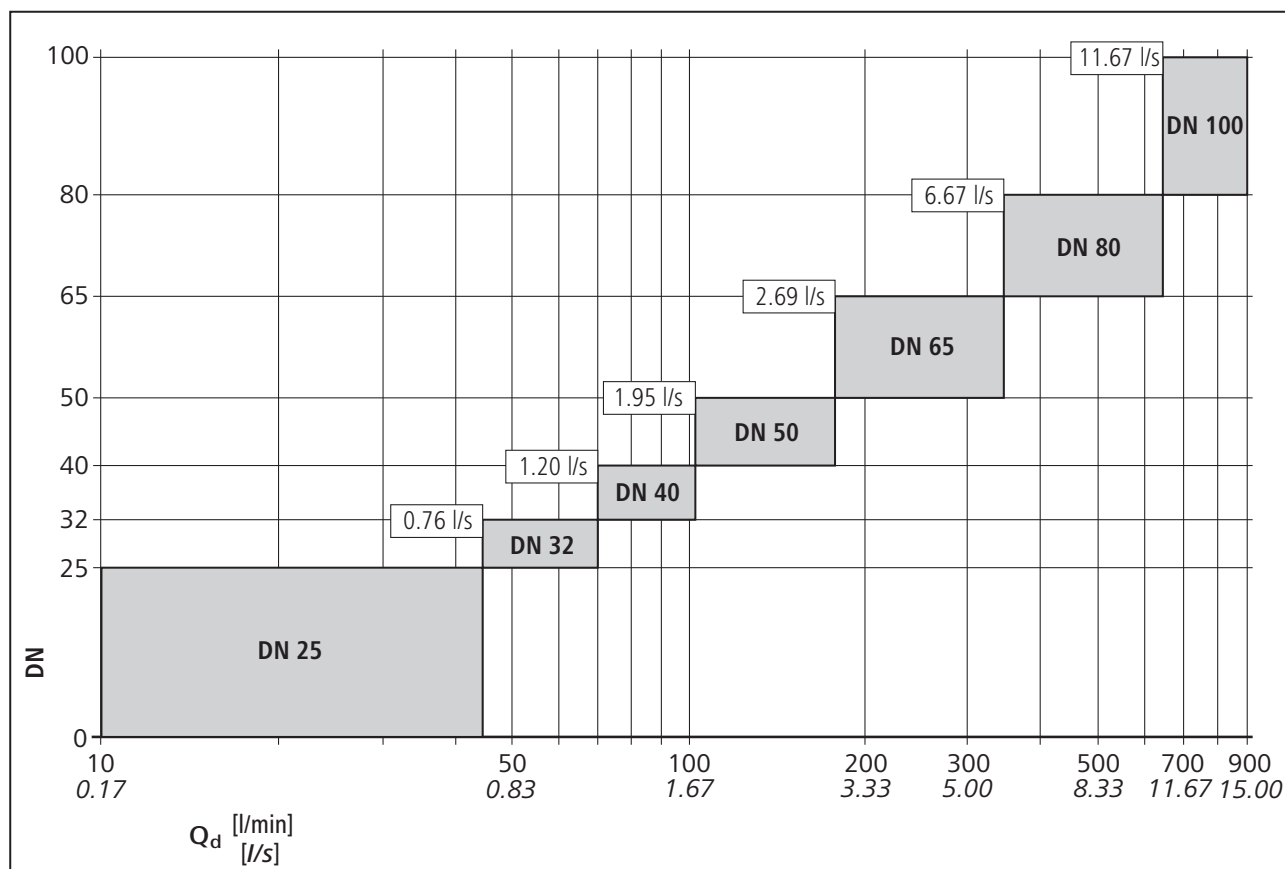


Fig. 5: Diagramma Nussbaum

### 3.3.3 Metodo semplificato

#### 3.3.3.1 Nuovi valori di carico

Con il nuovo regolamento W3 sono stati attribuiti nuovi valori di carico (LU) alle utenze. LU (loading unit) è il valore che considera il flusso di prelievo minimo della rubinetteria, la durata di utilizzo e la frequenza di utilizzo.

| Impiego: raccordi DN 15 (1/2")                                                                                                  | Q <sub>A</sub><br>[l/s] | Q <sub>A</sub><br>[l/s] | LU     | LU    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------|
|                                                                                                                                 | freddo                  | caldo                   | freddo | caldo |
| Cassetta di scarico WC, distributore automatico di bibite                                                                       | 0.1                     | –                       | 1      | –     |
| Lavabo, lavello a canale, bidet, doccia per parrucchiere                                                                        | 0.1                     | 0.1                     | 1      | 1     |
| Lavastoviglie domestica                                                                                                         | 0.1                     | –                       | 1      | –     |
| Lavatrice domestica                                                                                                             | 0.2                     | –                       | 2      | –     |
| Rubinetto di presa per balcone*                                                                                                 | 0.2                     | –                       | 2      | –     |
| Doccia, lavello, vasca di lavaggio, lavatoio, vuotatoio su gambe e da parete                                                    | 0.2                     | 0.2                     | 2      | 2     |
| Sciacquone automatico per orinatoio                                                                                             | 0.3                     | –                       | 3      | –     |
| Vasca da bagno                                                                                                                  | 0.3                     | 0.3                     | 3      | 3     |
| Rubinetto di presa per giardino e garage                                                                                        | 0.5                     | –                       | 5      | –     |
| * Rubinetti da giardino antigelo con limitatore di portata: 40060, 40070, 40200, 40210<br>(innesti: 40064, 40074, 40204, 40214) |                         |                         |        |       |

Tabella 5: Valore di carico (LU)

- Le valvole per riempimento del riscaldamento non vanno considerate per la determinazione del diametro dei tubi.
- Le utenze con raccordi > 1/2" e/o portate speciali vanno sempre calcolate secondo le istruzioni del produttore in base alla perdita di pressione.

3.3.3.2 Determinazione del diametro dei tubi nella distribuzione di acqua calda Optipress

Per spiegare la determinazione del diametro delle condutture di distribuzione si fa riferimento a un esempio che illustra, passo dopo passo, come giungere alla determinazione definitiva del diametro. La raffigurazione isometrica mostra la struttura dell'esempio. Viene determinato il diametro dei tubi dell'impianto di acqua calda.

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ➡ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

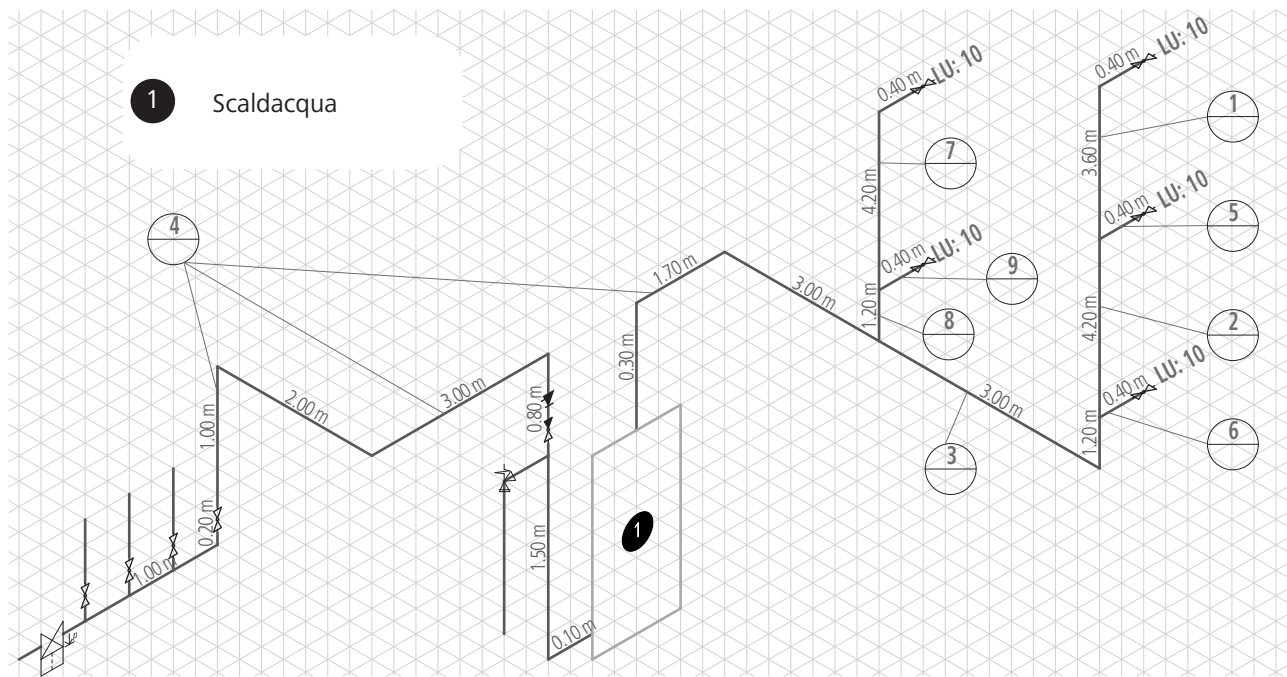


Fig. 6: Isometria della distribuzione di acqua calda Optipress

Per la determinazione del diametro dei tubi, i segmenti sono numerati da 1 a 9. Quale linea di prodotti si opta per Optipress-Aquaplus.

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 2  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 3  | Optipress 1.4521 | ➡            |               |                       |            |
| 4  | Optipress 1.4521 | ➡            |               |                       |            |
| 5  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 6  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 7  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 8  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |
| 9  | Optipress 1.4521 | ↑            |               |                       |            |

➡ Distribuzione in cantina

↑ Tratto montante

Per il dimensionamento del **segmento 1** è necessario conoscere il valore LU (10 LU) a esso associato e la distanza fino al contatore dell'acqua o fino al riduttore di pressione centrale. Per ottenere tale distanza si sommano i segmenti ( $\Delta S$ ) da 1 a 4.

$$\Delta S1 + \Delta S2 + \Delta S3 + \Delta S4^* = 27.0 \text{ m}$$

\* incl. base di distribuzione

Lunghezza = 27 m

LU = 10

Il diametro dei tubi può essere ricavato dalla tabella sottostante. La misura di 27 m rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

|                                               |                |                                                                             |                |                |                |                                                  |
|-----------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>         |                | <b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>                             |                |                |                |                                                  |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>              |                | <b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |                |                |                |                                                  |
| <b>Produttore:</b>                            |                | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                |                |                |                |                                                  |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                  |                | <b>0209-4548</b>                                                            |                |                |                |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5              | 10                                                                          | 15             | 20             | 35             | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                          | $d_e \times s$ | $d_e \times s$                                                              | $d_e \times s$ | $d_e \times s$ | $d_e \times s$ |                                                  |
| 1                                             | 15 × 1         | 15 × 1                                                                      | 15 × 1         | 15 × 1         | 15 × 1         |                                                  |
| 2                                             | 15 × 1         | 15 × 1                                                                      | 15 × 1         | 18 × 1         | 18 × 1         |                                                  |
| 3                                             | 18 × 1         | 18 × 1                                                                      | 18 × 1         | 18 × 1         | 22 × 1.2       |                                                  |
| 4                                             | 18 × 1         | 18 × 1                                                                      | 18 × 1         | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       |                                                  |
| 6                                             | 18 × 1         | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       |                                                  |
| 8                                             | 22 × 1.2       | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       |                                                  |
| 10                                            | 22 × 1.2       | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       | 28 × 1.2       |                                                  |
| 15                                            | 22 × 1.2       | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2       | 22 × 1.2       | 28 × 1.2       |                                                  |
| 20                                            | 22 × 1.2       | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2       | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       |                                                  |
| 30                                            | 28 × 1.2       | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       |                                                  |
| 40                                            | 28 × 1.2       | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       |                                                  |
| 50                                            | 28 × 1.2       | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       | 35 × 1.5       |                                                  |
| 70                                            | 28 × 1.2       | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2       | 28 × 1.2       | 35 × 1.5       |                                                  |
| 90                                            | 28 × 1.2       | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2       | 35 × 1.5       | 35 × 1.5       |                                                  |
| 120                                           | 35 × 1.5       | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5       | 35 × 1.5       | 35 × 1.5       |                                                  |
| 150                                           | 35 × 1.5       | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5       | 35 × 1.5       | 35 × 1.5       |                                                  |
| Tubo $d_e \times s$ [mm]                      | 15 × 1         | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2       | 28 × 1.2       | 35 × 1.5       |                                                  |
| Tubo $d_i$ [mm]                               | 13.0           | 16.0                                                                        | 19.6           | 25.6           | 32.0           |                                                  |
| Rubinetteria                                  | 1/2"           | 1/2"                                                                        | 3/4"           | 1"             | 1 1/4"         |                                                  |

$d_e$  [mm] = diametro esterno

$d_i$  [mm] = diametro interno

$s$  [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optipress 1.4521 | ↑            | 27            | 10                    | 28 × 1.2   |

Tabella 6: Dimensionamento segmento 1

**Segmenti 2, 3 e 4:**

La lunghezza si ricava dalla distanza tra l'utenza e il contatore dell'acqua o il riduttore di pressione centrale.

Per il valore LU vengono sommati i valori di carico risultanti fino al rispettivo segmento.

Lunghezza = 27 m

LU<sub>2</sub> = 20

LU<sub>3</sub> = 30

LU<sub>4</sub> = 50

Da questi dati si possono ricavare i diametri dei tubi della tabella. Anch'essi rientrano nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

|                                               |                    |                                                                             |                    |                    |                    |                                                  |
|-----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>         |                    | <b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>                             |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Sistema di distribuzione</b>               |                    | <b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Produttore:</b>                            |                    | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                  |                    | <b>0209-4548</b>                                                            |                    |                    |                    |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5                  | 10                                                                          | 15                 | 20                 | 35                 | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s                                                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |                                                  |
| 1                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                  |
| 2                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             |                                                  |
| 3                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           |                                                  |
| 4                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 6                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 8                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 10                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 15                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 20                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 30                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 40                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 50                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 70                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 90                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 120                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 150                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                  | 15 × 1             | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                      | 13.0               | 16.0                                                                        | 19.6               | 25.6               | 32.0               |                                                  |
| Rubinetteria                                  | ½"                 | ½"                                                                          | ¾"                 | 1"                 | 1¼"                |                                                  |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 2  | Optipress 1.4521 | ↑            | 27            | 20                    | 28 × 1.2   |
| 3  | Optipress 1.4521 | →            | 27            | 30                    | 28 × 1.2   |
| 4  | Optipress 1.4521 | →            | 27            | 50                    | 35 × 1.5   |

Tabella 7: Dimensionamento segmenti 2, 3 e 4

## Segmento 5:

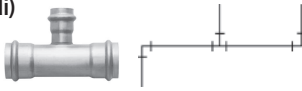
La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e l'allacciamento domestico.

Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 23.4 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Anche in questo caso rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                    |                    |                    |                    |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b> Optipress – Tubi in acciaio inossidabile<br><b>Sistema di distribuzione:</b> Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)<br><b>Produttore:</b> R. Nussbaum SA, Olten<br><b>Certificato SSIGA n°:</b> 0209-4548 |                    |                    |                    |                    |                    |                                                  |
|                                                                                                                                                                                            |                    |                    |                    |                    |                    |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]                                                                                                                                                                                                                                 | 5                  | 10                 | 15                 | 20                 | 35                 | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                                                                                                                                                                                                                                                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |                                                  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             |                                                  |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           |                                                  |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 30                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 40                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 50                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 70                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 90                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 120                                                                                                                                                                                                                                                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 150                                                                                                                                                                                                                                                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                                                                                                                                                                                                                                                  | 15 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                                                                                                                                                                                                                                                      | 13.0               | 16.0               | 19.6               | 25.6               | 32.0               |                                                  |
| Rubinetteria                                                                                                                                                                                                                                                                  | ½"                 | ½"                 | ¾"                 | 1"                 | 1¼"                |                                                  |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 5  | Optipress 1.4521 | ↑            | 23.4          | 10                    | 28 × 1.2   |

Tabella 8: Dimensionamento segmento 5

**Segmento 6:**

La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e l'allacciamento domestico.

Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 19.2 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Il valore rientra nel campo di applicazione fino a 20 m.

|                                               |          |                                                                             |          |          |          |                                                  |
|-----------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|--------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>         |          | <b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>                             |          |          |          |                                                  |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>              |          | <b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |          |          |          |                                                  |
| <b>Produttore:</b>                            |          | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                |          |          |          |                                                  |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                  |          | <b>0209-4548</b>                                                            |          |          |          |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5        | 10                                                                          | 15       | 20       | 35       | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                          | de x s   | de x s                                                                      | de x s   | de x s   | de x s   |                                                  |
| 1                                             | 15 x 1   | 15 x 1                                                                      | 15 x 1   | 15 x 1   | 15 x 1   |                                                  |
| 2                                             | 15 x 1   | 15 x 1                                                                      | 15 x 1   | 18 x 1   | 18 x 1   |                                                  |
| 3                                             | 18 x 1   | 18 x 1                                                                      | 18 x 1   | 18 x 1   | 22 x 1.2 |                                                  |
| 4                                             | 18 x 1   | 18 x 1                                                                      | 18 x 1   | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 |                                                  |
| 6                                             | 18 x 1   | 18 x 1                                                                      | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 |                                                  |
| 8                                             | 22 x 1.2 | 22 x 1.2                                                                    | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 |                                                  |
| 10                                            | 22 x 1.2 | 22 x 1.2                                                                    | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 | 28 x 1.2 |                                                  |
| 15                                            | 22 x 1.2 | 22 x 1.2                                                                    | 22 x 1.2 | 22 x 1.2 | 28 x 1.2 |                                                  |
| 20                                            | 22 x 1.2 | 22 x 1.2                                                                    | 22 x 1.2 | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 |                                                  |
| 30                                            | 28 x 1.2 | 28 x 1.2                                                                    | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 |                                                  |
| 40                                            | 28 x 1.2 | 28 x 1.2                                                                    | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 |                                                  |
| 50                                            | 28 x 1.2 | 28 x 1.2                                                                    | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 | 35 x 1.5 |                                                  |
| 70                                            | 28 x 1.2 | 28 x 1.2                                                                    | 28 x 1.2 | 28 x 1.2 | 35 x 1.5 |                                                  |
| 90                                            | 28 x 1.2 | 28 x 1.2                                                                    | 28 x 1.2 | 35 x 1.5 | 35 x 1.5 |                                                  |
| 120                                           | 35 x 1.5 | 35 x 1.5                                                                    | 35 x 1.5 | 35 x 1.5 | 35 x 1.5 |                                                  |
| 150                                           | 35 x 1.5 | 35 x 1.5                                                                    | 35 x 1.5 | 35 x 1.5 | 35 x 1.5 |                                                  |
| Tubo de x s [mm]                              | 15 x 1   | 18 x 1                                                                      | 22 x 1.2 | 28 x 1.2 | 35 x 1.5 |                                                  |
| Tubo di [mm]                                  | 13.0     | 16.0                                                                        | 19.6     | 25.6     | 32.0     |                                                  |
| Rubinetteria                                  | ½"       | ½"                                                                          | ¾"       | 1"       | 1¼"      |                                                  |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 6  | Optipress 1.4521 | ↑            | 19.2          | 10                    | 22 x 1.2   |

Tabella 9: Dimensionamento segmento 6

### Segmenti 7 e 8:

Determinante per la lunghezza è la distanza tra il raccordo del gruppo di apparecchi in corrispondenza di 7 e il riduttore di pressione centrale.

Per il valore LU vengono sommati i valori di carico risultanti fino al rispettivo segmento.

Lunghezza = 20.4 m

LU<sub>7</sub> = 10

LU<sub>8</sub> = 20

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Anche in questo caso rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

|                                               |                                                                             |          |          |          |          |                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>         | <b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>                             |          |          |          |          |  |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>              | <b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |          |          |          |          |                                                                                     |
| <b>Produttore:</b>                            | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                |          |          |          |          |                                                                                     |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                  | <b>0209-4548</b>                                                            |          |          |          |          |                                                                                     |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5                                                                           | 10       | 15       | 20       | 35       | Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s                                  |
| Unità di carico (LU)                          | de × s                                                                      | de × s   | de × s   | de × s   | de × s   |                                                                                     |
| 1                                             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1   | 15 × 1   | 15 × 1   | 15 × 1   |                                                                                     |
| 2                                             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1   | 15 × 1   | 18 × 1   | 18 × 1   |                                                                                     |
| 3                                             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1   | 18 × 1   | 18 × 1   | 22 × 1.2 |                                                                                     |
| 4                                             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1   | 18 × 1   | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 |                                                                                     |
| 6                                             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1   | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 |                                                                                     |
| 8                                             | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 |                                                                                     |
| 10                                            | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 28 × 1.2 |                                                                                     |
| 15                                            | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 28 × 1.2 |                                                                                     |
| 20                                            | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2 | 22 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 |                                                                                     |
| 30                                            | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 |                                                                                     |
| 40                                            | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 |                                                                                     |
| 50                                            | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| 70                                            | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| 90                                            | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2 | 28 × 1.2 | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| 120                                           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| 150                                           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| Tubo de × s [mm]                              | 15 × 1                                                                      | 18 × 1   | 22 × 1.2 | 28 × 1.2 | 35 × 1.5 |                                                                                     |
| Tubo di [mm]                                  | 13.0                                                                        | 16.0     | 19.6     | 25.6     | 32.0     |                                                                                     |
| Rubinetteria                                  | ½"                                                                          | ½"       | ¾"       | 1"       | 1¼"      |                                                                                     |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 7  | Optipress 1.4521 | ↑            | 20.4          | 10                    | 28 × 1.2   |
| 8  | Optipress 1.4521 | ↑            | 20.4          | 20                    | 28 × 1.2   |

**Tabella 10: Dimensionamento segmenti 7 e 8**

**Segmento 9:**

La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e il riduttore di pressione centrale.

Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 16.2 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Essendo il segmento superiore a 15 m ma inferiore a 20 m viene utilizzata la colonna per la lunghezza lineare massima di 20 m.

|                                               |                    |                                                                             |                    |                    |                    |                                                  |
|-----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>         |                    | <b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>                             |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>              |                    | <b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Produttore:</b>                            |                    | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                |                    |                    |                    |                                                  |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                  |                    | <b>0209-4548</b>                                                            |                    |                    |                    |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5                  | 10                                                                          | 15                 | 20                 | 35                 | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s                                                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |                                                  |
| 1                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                  |
| 2                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                                      | 15 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             |                                                  |
| 3                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           |                                                  |
| 4                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 6                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 8                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                  |
| 10                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 15                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 20                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                                    | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 30                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 40                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                  |
| 50                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 70                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 90                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                                    | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 120                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| 150                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                                    | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                  | 15 × 1             | 18 × 1                                                                      | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                  |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                      | 13.0               | 16.0                                                                        | 19.6               | 25.6               | 32.0               |                                                  |
| Rubinetteria                                  | ½"                 | ½"                                                                          | ¾"                 | 1"                 | 1¼"                |                                                  |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 9  | Optipress 1.4521 | ↑            | 16.2          | 10                    | 22 × 1.2   |

Tabella 11: Dimensionamento segmento 9

Dimensionamento dei segmenti da **1** a **9**:

| n. | Materiale        | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|------------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optipress 1.4521 | ↑            | 27            | 10                    | 28 × 1.2   |
| 2  | Optipress 1.4521 | ↑            | 27            | 20                    | 28 × 1.2   |
| 3  | Optipress 1.4521 | ➡            | 27            | 30                    | 28 × 1.2   |
| 4  | Optipress 1.4521 | ➡            | 27            | 50                    | 35 × 1.5   |
| 5  | Optipress 1.4521 | ↑            | 23.4          | 10                    | 28 × 1.2   |
| 6  | Optipress 1.4521 | ↑            | 19.2          | 10                    | 22 × 1.2   |
| 7  | Optipress 1.4521 | ↑            | 20.4          | 10                    | 28 × 1.2   |
| 8  | Optipress 1.4521 | ↑            | 20.4          | 20                    | 28 × 1.2   |
| 9  | Optipress 1.4521 | ↑            | 16.2          | 10                    | 22 × 1.2   |

➡ Distribuzione in cantina

↑ Tratto montante

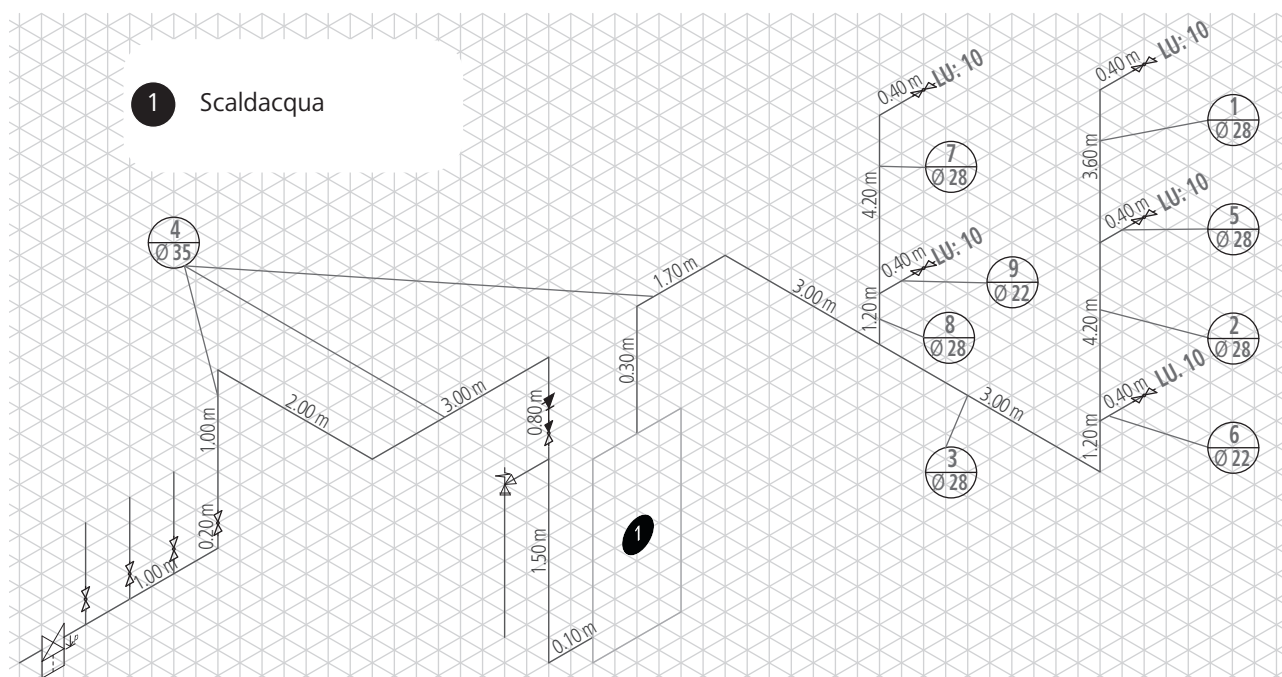


Fig. 7: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi di distribuzione di acqua calda Optipress

3.3.3.3 Determinazione del diametro dei tubi nella distribuzione ai piani

**Distribuzione ai piani di acqua calda con condutture di erogazione in Optiflex-Profix**

Questo esempio mostra come determinare il diametro della conduttura dell'acqua calda in relazione a una distribuzione ai piani.

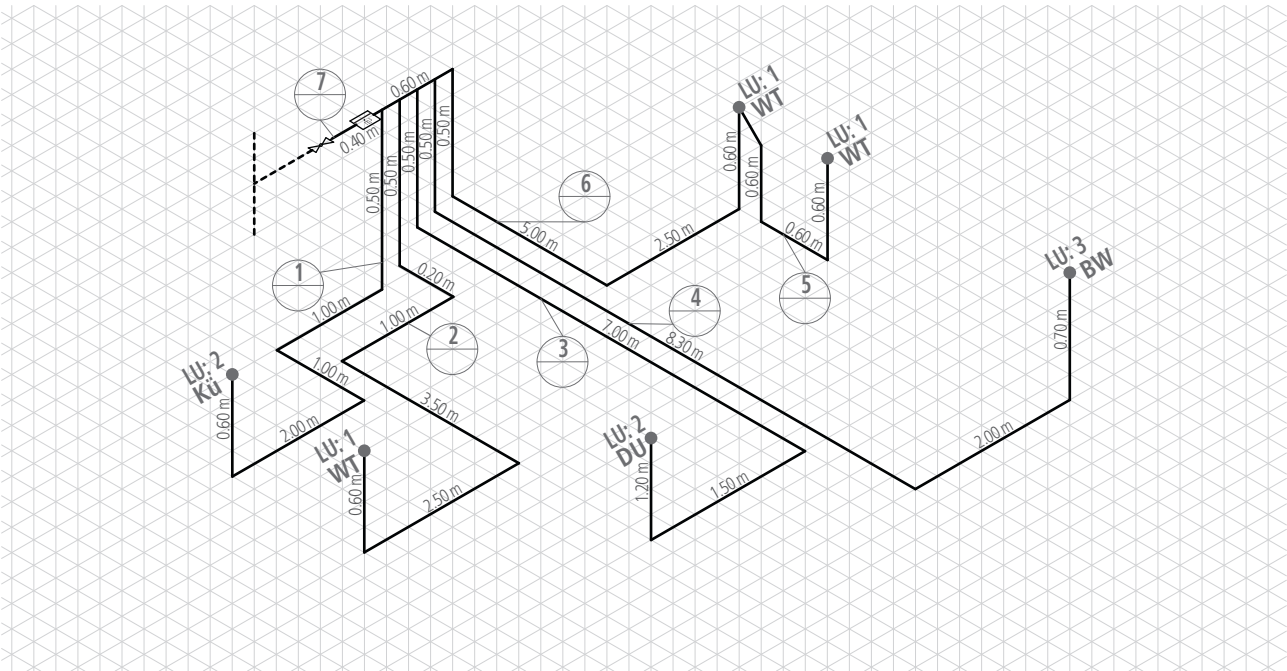


Fig. 8: Isometria della distribuzione di acqua calda al piano con condutture di erogazione in Optiflex-Profix

Kü = Cucina  
WT = Lavabo

BW = Vasca da bagno  
DU = Doccia

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ☞ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

Per la determinazione del diametro dei tubi, i segmenti sono numerati da 1 a 7. Quale linea di prodotti si opta per Optiflex-Profix.

**Segmenti da 1 a 4:**

LU = valore di carico associato al segmento (2 LU, 1 LU, 2 LU, 3 LU)

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ■▶           |               | 2                     |            |
| 2  | Optiflex-Profix | ■▶           |               | 1                     |            |
| 3  | Optiflex-Profix | ■▶           |               | 2                     |            |
| 4  | Optiflex-Profix | ■▶           |               | 3                     |            |

Tabella 12: Valori di carico segmenti 1-4

■▶ Conduttura di erogazione

**Segmenti 5, 6 e 7:**

LU = somma dei valori di carico delle utenze collegate (1 LU, 2 LU, 10 LU)

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 5  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     |               | 1                     |            |
| 6  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     |               | 2                     |            |
| 7  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     |               | 10                    |            |

Tabella 13: Valori di carico segmenti 5, 6 e 7

**T** Distribuzione con pezzi a T

Oltre al valore di carico, per determinare il diametro dei tubi si determina la lunghezza della conduttura dalla valvola di chiusura al piano fino all'utenza.

**Segmenti da 1 a 4:**

Lunghezza = distanza tra la rispettiva utenza e la valvola di chiusura al piano

**Segmenti 5 e 6:**

Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano

**Segmento 7:**

Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano (tuttavia max. 15 m)

In questo esempio, la lunghezza equivale al segmento 4 (12.5 m).

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 6.1           | 2                     |            |
| 2  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 9.3           | 1                     |            |
| 3  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 11.2          | 2                     |            |
| 4  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 12.5          | 3                     |            |
| 5  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 11.4          | 1                     |            |
| 6  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 11.4          | 2                     |            |
| 7  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 12.5          | 10                    |            |

Tabella 14: Valori di carico e lunghezze dei segmenti da 1 a 7

Da questi dati si può ricavare il diametro della conduttura del **segmento 1** nella tabella specifica per il prodotto. In questo esempio viene mostrato un piano **con** contatore dell'acqua. Viene utilizzata la colonna 10 m poiché la lunghezza di 6.1 m è superiore a 5 m ma inferiore a 10 m.

|                                                                            |                |                                                                                        |                |                  |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>                                      |                | <b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT</b>                     |                |                  |                |                |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>                                           |                | <b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b> |                |                  |                |                |
| <b>Produttore:</b>                                                         |                | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                           |                |                  |                |                |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                                               |                | <b>0901-5482 / 1507-6398</b>                                                           |                |                  |                |                |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]                              | 5              |                                                                                        | 10             |                  | 15             |                |
| Contatore d'acqua                                                          | senza          | con                                                                                    | senza          | con              | senza          | con            |
| Unità di carico (LU)                                                       | $d_e \times s$ | $d_e \times s$                                                                         | $d_e \times s$ | $d_e \times s$   | $d_e \times s$ | $d_e \times s$ |
| 1                                                                          | 16 × 3.8       | 16 × 3.8                                                                               | 16 × 3.8       | 16 × 3.8         | 16 × 3.8       | 16 × 2.2       |
| 2                                                                          | 16 × 2.2       | 16 × 2.2                                                                               | 16 × 2.2       | 16 × 2.2         | 16 × 2.2       | 16 × 2.2       |
| 3                                                                          | 16 × 2.2       | 16 × 2.2                                                                               | 16 × 2.2       | 20 × 2.8         | 20 × 2.8       | 20 × 2.8       |
| 4                                                                          | 16 × 2.2       | 16 × 2.2                                                                               | 20 × 2.8       | 20 × 2.8         | 20 × 2.8       | 20 × 2.8       |
| 5                                                                          | 20 × 2.8       | nessun contatore                                                                       | 20 × 2.8       | nessun contatore | —              | —              |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s            |                |                                                                                        |                |                  |                |                |
| Tubo $d_e \times s$ [mm]                                                   | 16 × 3.8       | 16 × 2.2                                                                               | 20 × 2.8       |                  |                |                |
| Tubo $d_i$ [mm]                                                            | 8.4            | 11.4                                                                                   | 14.4           |                  |                |                |
| Rubinetteria                                                               | ½"             | ½"                                                                                     | ½"             |                  |                |                |
| Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |                |                                                                                        |                |                  |                |                |

$d_e$  [mm] = diametro esterno

$d_i$  [mm] = diametro interno

$s$  [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ■▶           | 6.1           | 2                     | 16 × 2.2   |

Tabella 15: Dimensionamento segmento 1

Per il **segmento 5** sono determinanti i valori 1 LU e 11.4 m.

Per il **segmento 6** sono determinanti i valori 2 LU e 11.4 m.

Per il **segmento 7** sono determinanti i valori 10 LU e 12.5 m.

Per i segmenti 5 e 6 va utilizzata la tabella Installazione con pezzi a T poiché ciascuna scatola doppia corrisponde a un pezzo a T.

Nel segmento 7, il distributore corrisponde a più pezzi a T disposti in fila. Anche in questo caso si utilizza conseguentemente la tabella con pezzi a T.

|                                                                    |          |                                                                      |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                     |          | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT             |          |          |          |          |
| Sistema di distribuzione:                                          |          | Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |          |
| Produttore:                                                        |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                |          |          |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                              |          | 0908-5605 / 1507-6398                                                |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                    | 5        |                                                                      | 10       |          | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                  | senza    | con                                                                  | senza    | con      | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                               | de x s   | de x s                                                               | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                                  | 16 x 3.8 | 16 x 3.8                                                             | 16 x 3.8 | 16 x 3.8 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                             | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                             | 16 x 2.2 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 5                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 6                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 8                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 10                                                                 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 12                                                                 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 15                                                                 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |          |                                                                      |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                      |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                      |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                      |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                   | 16 x 3.8 | 16 x 2.2                                                             | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |          |          |
| Tubo di [mm]                                                       | 8.4      | 11.4                                                                 | 14.4     | 19.6     |          |          |
| Rubineria                                                          | ½"       | ½"                                                                   | ½"       | ¾"       |          |          |

de [mm] = diametro esterno

di [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 5  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 11.4          | 1                     | 16 x 2.2   |
| 6  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 11.4          | 2                     | 16 x 2.2   |
| 7  | Optiflex-Profix | <b>T</b>     | 12.5          | 10                    | 25 x 2.7   |

Tabella 16: Dimensionamento segmenti da 5 a 7

Dimensionamento dei segmenti da 1 a 7:

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza<br>[m] | Valore di carico<br>(LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|------------------|--------------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 6.1              | 2                        | 16 × 2.2   |
| 2  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 9.3              | 1                        | 16 × 3.8   |
| 3  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 11.2             | 2                        | 16 × 2.2   |
| 4  | Optiflex-Profix | ▬▶           | 12.5             | 3                        | 20 × 2.8   |
| 5  | Optiflex-Profix | T            | 11.4             | 1                        | 16 × 2.2   |
| 6  | Optiflex-Profix | T            | 11.4             | 2                        | 16 × 2.2   |
| 7  | Optiflex-Profix | T            | 12.5             | 10                       | 25 × 2.7   |

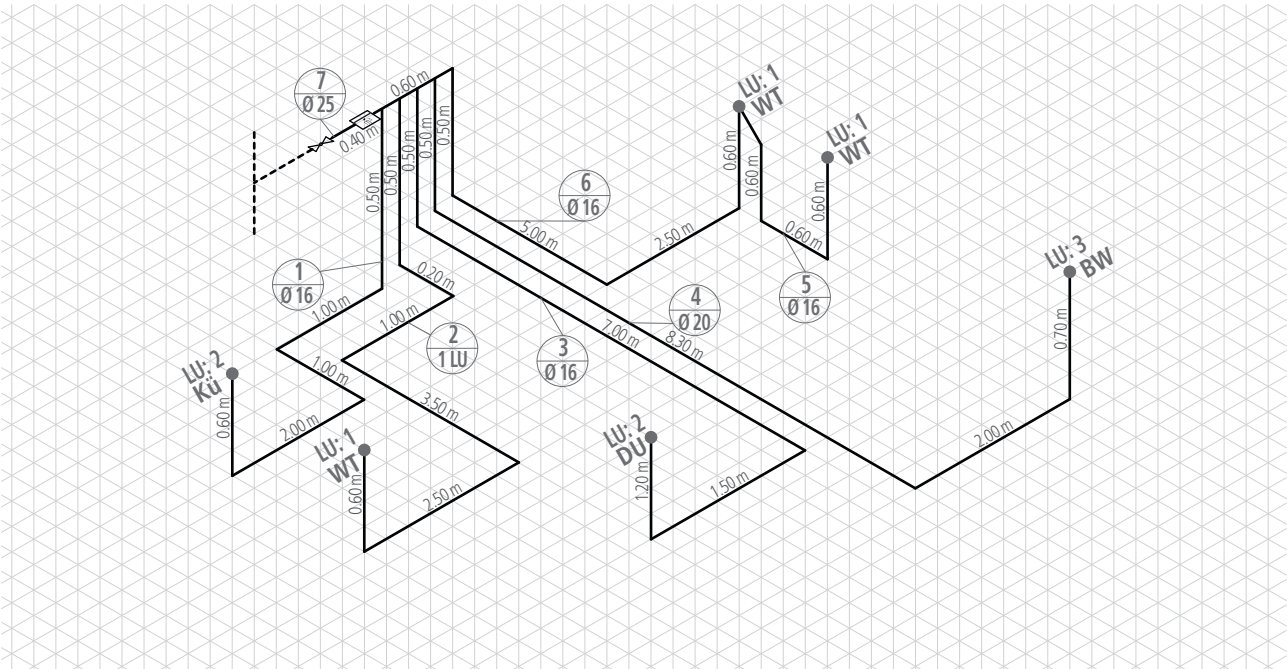


Fig. 9: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi dell'acqua calda al piano con condutture di erogazione Optiflex-Profix

Distribuzione ai piani di acqua fredda, pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix

Questo esempio mostra come determinare il diametro della conduttura dell'acqua fredda in relazione a una distribuzione ai piani.

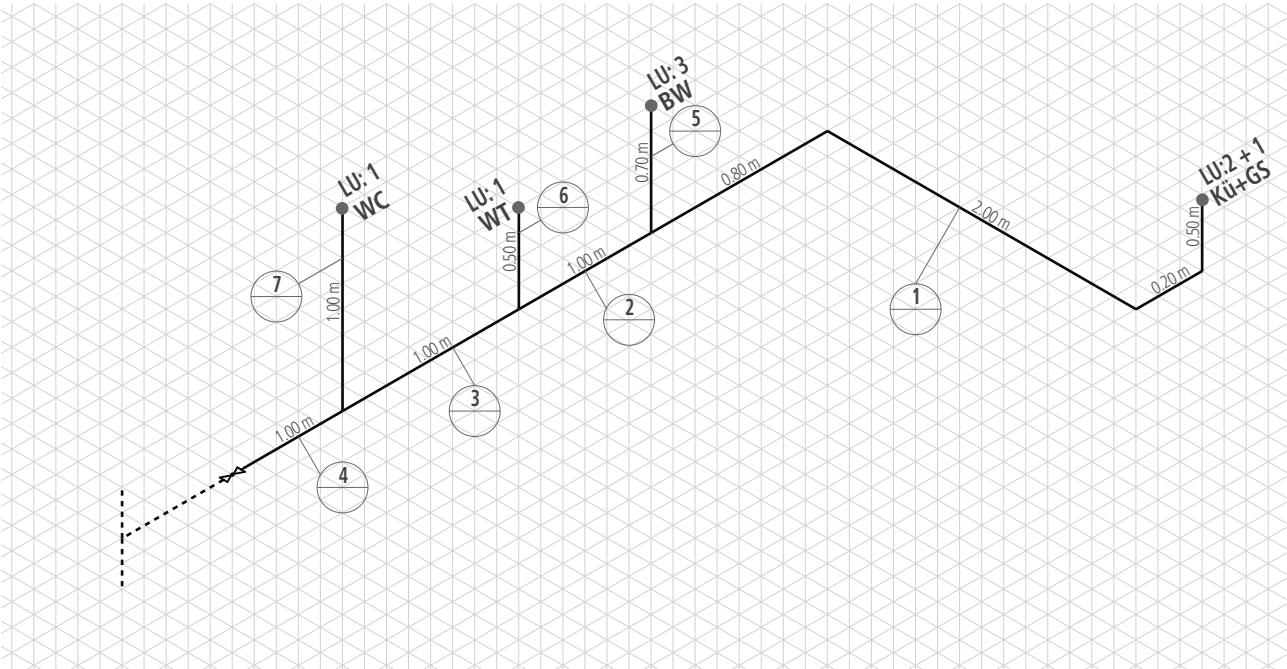


Fig. 10: Isometria della distribuzione ai piani di acqua fredda / pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix

Kü = Cucina  
WT = Lavabo

BW = Vasca da bagno  
GS = Lavastoviglie

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ➡ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

Segmento 1:

LU = valore di carico associato al segmento (3 LU)

Segmenti da 2 a 4:

LU = somma dei valori di carico delle utenze collegate (6 LU, 7 LU, 8 LU)

Segmenti da 5 a 7:

LU = solo i valori di carico delle utenze collegate direttamente (3 LU, 1 LU, 1 LU)

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza [m] | Valore di carico (LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 3                     |            |
| 2  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 6                     |            |
| 3  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 7                     |            |
| 4  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 8                     |            |
| 5  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 3                     |            |
| 6  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 1                     |            |
| 7  | Optiflex-Profix | ⇒            |               | 1                     |            |

Tabella 17: Valori di carico segmenti da 1 a 7

⇒ Distribuzione ai piani

Oltre al valore di carico, per determinare il diametro dei tubi si determina la lunghezza dalla valvola di chiusura al piano fino all'utenza.

**Segmenti da 1 a 4:**

Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano (tuttavia max. 15 m)

Lunghezza = 6.5 m

**Segmenti 5, 6 e 7:**

Lunghezza = distanza tra la rispettiva utenza e la valvola di chiusura al piano

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza<br>[m] | Valore di carico<br>(LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|------------------|--------------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 3                        |            |
| 2  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 6                        |            |
| 3  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 7                        |            |
| 4  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 8                        |            |
| 5  | Optiflex-Profix | ⇒            | 3.7              | 3                        |            |
| 6  | Optiflex-Profix | ⇒            | 2.5              | 1                        |            |
| 7  | Optiflex-Profix | ⇒            | 2.0              | 1                        |            |

Tabella 18: Valori di carico e lunghezze dei segmenti da 1 a 7

Da questi dati si possono ricavare i diametri dei tubi della tabella specifica per il prodotto. In questo esempio viene mostrato un piano **senza** contatore dell'acqua.

Essendo la lunghezza di 6.5 m del **segmento 1** superiore a 5 m ma inferiore a 10 m viene utilizzata la colonna per la lunghezza lineare massima di 10 m (senza contatore dell'acqua).

Esempio per il segmento 1:

|                                                                    |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                    |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                                     |                    | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT          |                    |                    |                    |                    |
| Sistema di distribuzione:                                          |                    | Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi) |                    |                    |                    |                    |
| Produttore:                                                        |                    | R. Nussbaum SA, Olten                                                |                    |                    |                    |                    |
| Certificato SSIGA n°:                                              |                    | 0901-5482 / 1507-6398                                                |                    |                    |                    |                    |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                    | 5                  |                                                                      | 10                 |                    | 15                 |                    |
| Contatore d'acqua                                                  | senza              | con                                                                  | senza              | con                | senza              | con                |
| Unità di carico (LU)                                               | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s                                                   | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |
| 1                                                                  | 16 × 3.8           | 16 × 3.8                                                             | 16 × 3.8           | 16 × 3.8           | 16 × 2.2           | 16 × 2.2           |
| 2                                                                  | 16 × 2.2           | 16 × 2.2                                                             | 16 × 2.2           | 16 × 2.2           | 16 × 2.2           | 16 × 2.2           |
| 3                                                                  | 16 × 2.2           | 16 × 2.2                                                             | 16 × 2.2           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           |
| 4                                                                  | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           |
| 5                                                                  | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           |
| 6                                                                  | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | –                  |
| 8                                                                  | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | 20 × 2.8           | –                  |
| 10                                                                 | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | –                  | –                  | –                  |
| 12                                                                 | 20 × 2.8           | 20 × 2.8                                                             | 20 × 2.8           | –                  | –                  | –                  |
| 15                                                                 | –                  | –                                                                    | –                  | –                  | –                  | –                  |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                    |
|                                                                    |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                    |
|                                                                    |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                    |
|                                                                    |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                    |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                                       | 16 × 3.8           | 16 × 2.2                                                             | 20 × 2.8           |                    |                    |                    |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                                           | 8.4                | 11.4                                                                 | 14.4               |                    |                    |                    |
| Rubinetteria                                                       | ½"                 | ½"                                                                   | ½"                 |                    |                    |                    |

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza<br>[m] | Valore di carico<br>(LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|------------------|--------------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 3                        | 16 × 2.2   |

Tabella 19: Dimensionamento segmento 1

Per il dimensionamento dei restanti segmenti si procede allo stesso modo:

| n. | Materiale       | Osservazione | Lunghezza<br>[m] | Valore di carico<br>(LU) | Dimensioni |
|----|-----------------|--------------|------------------|--------------------------|------------|
| 1  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 3                        | 16 × 2.2   |
| 2  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 6                        | 20 × 2.8   |
| 3  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 7                        | 20 × 2.8   |
| 4  | Optiflex-Profix | ⇒            | 6.5              | 8                        | 20 × 2.8   |
| 5  | Optiflex-Profix | ⇒            | 3.7              | 3                        | 16 × 2.2   |
| 6  | Optiflex-Profix | ⇒            | 2.5              | 1                        | 16 × 3.8   |
| 7  | Optiflex-Profix | ⇒            | 2.0              | 1                        | 16 × 3.8   |

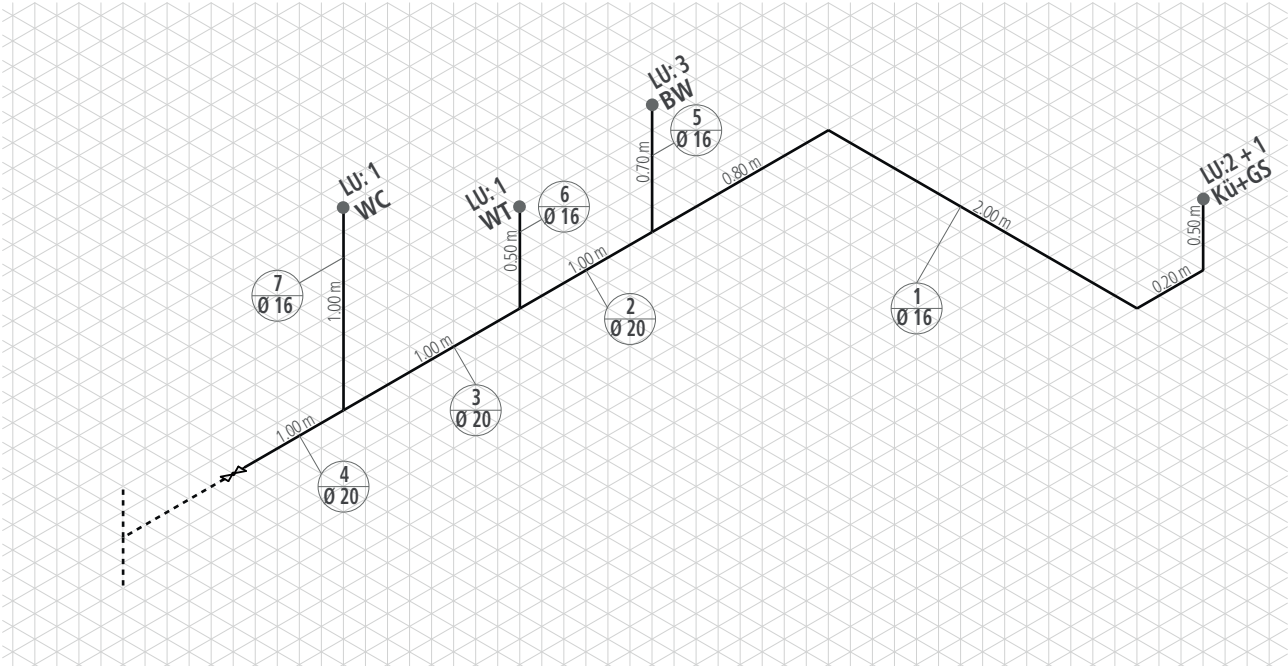


Fig. 11: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi per la distribuzione ai piani di acqua fredda, pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix

### 3.3.4 Metodo di calcolo

Con il metodo di calcolo è possibile dimensionare con precisione le reti di condutture.

Un'importante misura nella meccanica dei fluidi nonché parametro determinante per il dimensionamento delle reti di condutture è il valore Zeta. Valori Zeta elevati in presenza di pezzi speciali e di raccordo si traducono in maggiori diametri dei tubi e quantità di acqua più elevate nei sistemi di distribuzione. Al contrario, la presenza di componenti che favoriscono il passaggio dei fluidi o valori Zeta inferiori consentono l'utilizzo di tubi con diametri ridotti. Sussiste pertanto una stretta correlazione tra valori Zeta, sicurezza ed economicità da un lato e impianti di acqua potabile ottimizzati contro le perdite di pressione dall'altro.

I valori Zeta permettono di calcolare e verificare l'intero impianto.

#### 3.3.4.1 Ausili per il calcolo della perdita di pressione

La Nussbaum mette a disposizione online all'indirizzo [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti) alcuni strumenti Excel per il calcolo della perdita di pressione:

- Calcolo della perdita di pressione per impianti di acqua potabile
- Calcolo della perdita di pressione per impianti a gas

**Calcolo della perdita di pressione**  
Direttive 103 della SSGA per installazioni d'acqua potabile (edizione 2013)

Progetto: \_\_\_\_\_ Temperatura dell'acqua: 10 [°C] Visto: \_\_\_\_\_

Densità dell'acqua: 999.7 [kg/m³]  
Viscosità cinematica: 1.31E-06 [m²/s]

| N° TP | N° dim. | Materiale tubo | Diametro tubo | Volume interno | Flusso cumulativo gr. LU (3 o 5) | Q <sub>r</sub> [l/s] | Q <sub>p</sub> [l/s] | Flusso massimo costante | Velocità [m/s] | Valori zeta | Perdita di pressione | Press. ind. 100.0 |
|-------|---------|----------------|---------------|----------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------|-------------|----------------------|-------------------|
| [1]   | [1]     | [1]            | [mm]          | [mm]           | [1]                              | [1]                  | [1]                  | [l/s]                   | [m/s]          | [1]         | [kPa]                | [kPa]             |
| 1     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 2     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 3     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 4     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 5     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 6     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 7     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 8     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 9     |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 10    |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 11    |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |
| 12    |         |                |               |                |                                  |                      |                      |                         | 0.00           |             |                      | 0.00              |

Velocità di flusso max. consentita: 4 m/s  
Condotto di prelievo: 3 m/s  
Distribuzione ai piani: 2 m/s  
Condotto di distribuzione: 2 m/s

**Calcolo tempi d'erogazione (opzionale)**

Numero gruppo di apparecchi: \_\_\_\_\_

LU apparecchio rispettivo: \_\_\_\_\_

Tempo d'erogazione [s]: \_\_\_\_\_

Tempo d'erogazione secondo SIA 385, fattore 2 considerato senza circolazione 15 secondi, con circolazione 10 secondi. Condizioni di temperatura: 60 °C al bollitore, 55 °C al distributore, 50 °C all'apparecchio.

Fig. 12: Strumento Excel per il calcolo della perdita di pressione per impianti di acqua potabile

**Calcolo della perdita di pressione**  
Direttive G1 della SSGA per installazioni e impianti alimentari a gas (edizione 2012)

Progetto / Impianto: \_\_\_\_\_ Visto: \_\_\_\_\_

Parametri gas:  
- Valore calorifico in funzione: 9.84 [kWh/m³]  
- Perdita di pressione massima: 2.60 [mbar]  
- Densità gas naturale: 0.809 [kg/m³]  
- Viscosità dinamica: 1.14E-05 [m²/s]

| N° TP | N° dim. | Materiale tubo | Diametro tubo | Q <sub>a</sub> | Q <sub>p</sub> | Portata volumetrica | Velocità di flusso | Valori zeta | Perdita di pressione | Press. ind. 100.0 |
|-------|---------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------------|
| [1]   | [1]     | [1]            | [mm]          | [m³/h]         | [m³/h]         | [m³/h]              | [m/s]              | [1]         | [kPa]                | [kPa]             |
| 1     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 2     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 3     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 4     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 5     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 6     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 7     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 8     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 9     |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 10    |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 11    |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |
| 12    |         |                |               |                |                |                     | 0.00               |             | 0.000                | 0.000             |

Se richiesto indicare direttamente in questo campo la potenza degli apparecchi. In alternativa, inserire i dati nella scheda "Portata volumetrica".

**Calcolo tempi d'erogazione (opzionale)**

Numero gruppo di apparecchi: \_\_\_\_\_

LU apparecchio rispettivo: \_\_\_\_\_

Tempo d'erogazione [s]: \_\_\_\_\_

Fig. 13: Strumento Excel per il calcolo della perdita di pressione per impianti a gas

### 3.3.4.2 Formule per il calcolo della perdita di pressione in presenza di fitting

Per il calcolo della perdita di pressione in presenza di fitting vengono, tra l'altro, applicate le seguenti formule:

|                                                   |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$             | Portata volumetrica<br><b>V</b> [l/s]                     | Per portata volumetrica si intende la quantità ( $\Delta V$ ) di un medio che attraversa una sezione nell'arco di un'unità temporale ( $\Delta t$ ). In un sistema chiuso (senza differenze di volume tra afflussi e deflussi), la portata volumetrica è costante. |
| $v = \frac{\dot{V}}{A}$                           | Velocità di flusso<br><b>v</b> [m/s]                      | La velocità di flusso dipende dalla sezione (A) e può essere ricavata dalla portata volumetrica (V). A fronte di una portata volumetrica costante, la velocità di flusso aumenta o diminuisce se l'area della sezione (A) viene ridotta o ingrandita.              |
| $\Delta p = \zeta \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$ | Perdita di pressione<br><b><math>\Delta p</math></b> [Pa] | Il prodotto della moltiplicazione tra il coefficiente di perdita di pressione $\zeta^*$ (Zeta), la densità $\rho^{**}$ del medio che scorre attraverso il sistema o il componente e l'energia cinetica $v^2/2$ equivale alla perdita di pressione.                 |

\* indipendentemente dal medio impiegato

\*\* ad es. densità dell'acqua a 20 °C: 998 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.4.3 Diagrammi e tabelle dei valori Zeta



I valori zeta vengono costantemente aggiornati nell'Online-Shop sul sito [www.nussbaum.ch](http://www.nussbaum.ch).



La Nussbaum mette a disposizione sul proprio sito web uno strumento software per il predimensionamento dei tubi per impianti di acqua fredda: [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti)

**Diagramma della perdita di pressione per tubi in acciaio inossidabile Optipress**

Perdita di pressione per attrito nei tubi R [hPa/m] in funzione della portata volumetrica [l/s] (o portata di massa [kg/h]) e della velocità di flusso  $v$  [m/s].

Rugosità del tubo  $k = 0.0015$  mm

Temperatura di riferimento  $t = 10$  °C

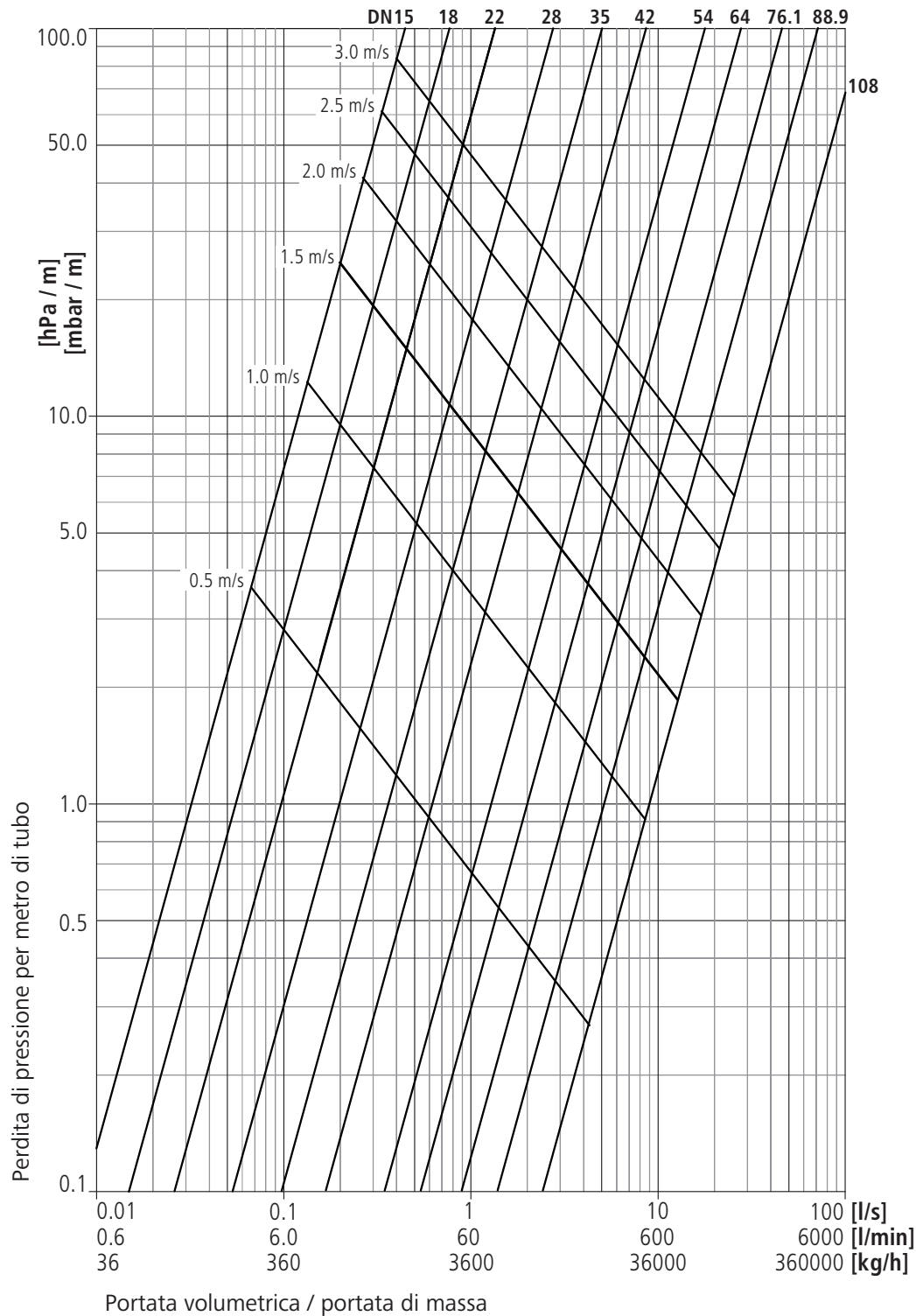


Fig. 14: Diagramma della perdita di pressione per tubi in acciaio inossidabile Optipress

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e rubinetteria**

Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e per rubinetteria alla massima portata volumetrica.

| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                              |                                       | Valore Zeta $\zeta$                |     |      |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Materiale: bronzo                                                                   |                                       | Lunghezze equivalenti dei tubi [m] |     |      |     |     |     |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$                | 15                                 | 18  | 22   | 28  | 35  | 42  | 54  |
|                                                                                     | Diametro nominale DN                  | 12                                 | 15  | 20   | 25  | 32  | 40  | 50  |
|    | Gomito                                | 1.6                                | 1.6 | 1.6  |     |     |     |     |
|                                                                                     |                                       | 1.1                                | 1.3 | 1.6  |     |     |     |     |
|    | Collegamento                          | 0.4                                | 0.2 | 0.2  | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
|                                                                                     |                                       | 0.3                                | 0.2 | 0.2  | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
|    | Collegamento per accoppiamento rapido |                                    |     | 0.2  |     |     |     |     |
|                                                                                     |                                       |                                    |     | 0.2  |     |     |     |     |
|    | Accoppiamento rapido con dado         |                                    |     | 0.2  |     |     |     |     |
|                                                                                     |                                       |                                    |     | 0.2  |     |     |     |     |
|    | Valvola inclinata                     | 2.3                                | 2.1 | 1.7  | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.5 |
|                                                                                     |                                       | 1.5                                | 1.7 | 1.7  | 1.9 | 2.0 | 3.3 | 3.9 |
|    | Valvola diritta sotto muro            | 6.5                                | 5.7 | 7.4  | 7.1 |     |     |     |
|                                                                                     |                                       | 4.4                                | 4.7 | 4.6  | 9.4 |     |     |     |
|  | Valvola diritta sotto muro            |                                    |     | 10.5 |     |     |     |     |
|                                                                                     |                                       |                                    |     | 10.5 |     |     |     |     |
|  | Valvola diritta                       |                                    |     | 10.5 |     |     |     |     |
|                                                                                     |                                       |                                    |     | 10.5 |     |     |     |     |

Tabella 20: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e per rubinetteria

I valori Zeta per tubi in acciaio inossidabile Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:

| Tipo di tubo                                                                        |                              | Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Materiale: acciaio inossidabile                                                     |                              |                                   |     |     |     |     |     |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$       | 15                                | 18  | 22  | 28  | 35  | 42  | 54  |
|                                                                                     | Diametro nominale DN         | 12                                | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  |
|  | Tubo<br>1.4401/1.4520/1.4521 | 1.5                               | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |

Tabella 21: Valori Zeta tubo in acciaio inossidabile

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in acciaio inossidabile e rubinetteria**

| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                            |                               | Valore Zeta $\zeta$                |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| Materiale: Acciaio inossidabile 1.4401                                            |                               | Lunghezze equivalenti dei tubi [m] |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
| Simbolo                                                                           | Diametro esterno $d_e$        | 15                                 | 18  | 22  | 28  | 35  | 42  | 54  | 64  | 76.1 | 88.9 | 108 |
|                                                                                   | Diametro nominale DN          | 12                                 | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 60  | 65   | 80   | 100 |
|  | Gomito                        | 1.6                                | 2.0 | 1.6 | 1.3 |     |     |     |     |      |      |     |
|                                                                                   |                               | 1.1                                | 1.7 | 1.7 | 1.7 |     |     |     |     |      |      |     |
|  | Pezzo a T uguale – deviazione | 1.3                                | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8  | 0.7  | 0.6 |
|                                                                                   |                               | 0.9                                | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | 1.7 | 2.3 | 2.4 | 2.8  | 2.9  | 3.2 |
|  | Pezzo a T uguale – portata    | 0.3                                | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1  | 0.1  | 0.1 |
|                                                                                   |                               | 0.2                                | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2  | 0.2  | 0.2 |
|  | Curva 90°                     | 0.8                                | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2  | 0.2  | 0.2 |
|                                                                                   |                               | 0.5                                | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.9  | 0.9  | 0.9 |
|  | Curva 45°                     | 0.5                                | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2  | 0.2  | 0.1 |
|                                                                                   |                               | 0.3                                | 0.4 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.6  | 0.7  | 0.7 |
|  | Valvola inclinata             | 2.3                                | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.5 |     |      |      |     |
|                                                                                   |                               | 1.5                                | 1.7 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 3.3 | 3.9 |     |      |      |     |

Tabella 22: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in acciaio inossidabile e per rubinetteria alla massima portata volumetrica.

I valori Zeta per tubi in acciaio inossidabile Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:

| Tipo di tubo                                                                        |                           | Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| Materiale: Acciaio inossidabile                                                     |                           |                                   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$    | 15                                | 18  | 22  | 28  | 35  | 42  | 54  | 64  | 76.1 | 88.9 | 108 |
|                                                                                     | Diametro nominale DN      | 12                                | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 60  | 65   | 80   | 100 |
|  | Tubo 1.4401/1.4520/1.4521 | 1.5                               | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.3  | 0.2  | 0.2 |

Tabella 23: Valori Zeta tubo in acciaio inossidabile

**Diagramma della perdita di pressione per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili**

Perdita di pressione per attrito nei tubi R [hPa/m] in funzione della portata volumetrica [l/s] e della velocità di flusso  $v$  [m/s] per tubi in materiale sintetico.

Rugosità del tubo  $k = 0.007$  mm

Temperatura di riferimento  $t = 10$  °C

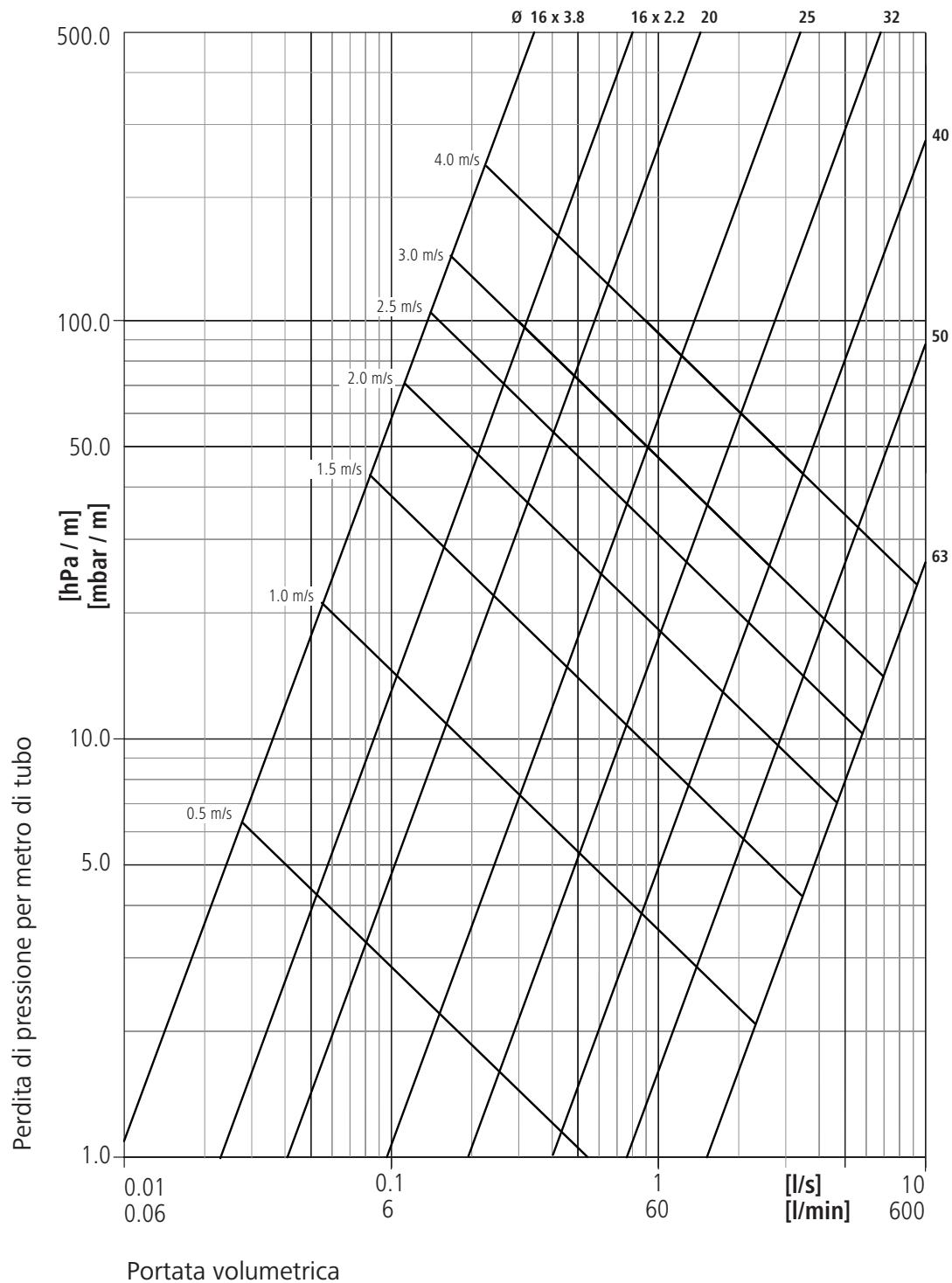


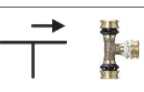
Fig. 15: Diagramma della perdita di pressione per tubi in materiale sintetico Optiflex

**Valori Zeta per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili**

| Tipo di tubo                                                                      |                              | Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Materiale: PE-Xc / PB / *PE-RT                                                    |                              |                                   |     |     |     |     |     |     |     |
| Simbolo                                                                           | Diametro esterno $d_e$       | 16*                               | 16  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 63  |
|                                                                                   | Diametro nominale DN         | 10                                | 12  | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  |
|  | Tubi flessibili/multistabili | 3.2                               | 2.0 | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.3 |

Tabella 24: Valori Zeta per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili alla massima portata volumetrica

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optiflex-Flowpress e rubinetteria in bronzo**

| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                              |                               | Valore Zeta $\zeta$                |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Materiale: bronzo                                                                   |                               | Lunghezze equivalenti dei tubi [m] |     |     |     |     |     |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$        | 16                                 | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 63  |
|                                                                                     | Diametro nominale DN          | 12                                 | 15  | 20  | 25  | 30  | 40  | 50  |
|    | Scatola 90°                   | 4.0                                | 2.9 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 2.0                                | 1.8 |     |     |     |     |     |
|    | Gomito                        | 2.1                                | 1.7 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 1.0                                | 1.1 |     |     |     |     |     |
|   | Scatola doppia – deflusso     | 4.1                                | 3.9 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 2.0                                | 2.4 |     |     |     |     |     |
|  | Scatola doppia – portata      | 2.4                                | 2.7 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 1.2                                | 1.7 |     |     |     |     |     |
|  | Gomito doppio – deflusso      | 3.9                                | 2.9 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 1.9                                | 1.8 |     |     |     |     |     |
|  | Gomito doppio portata         | 2.8                                | 2.3 |     |     |     |     |     |
|                                                                                     |                               | 1.4                                | 1.4 |     |     |     |     |     |
|  | Pezzo a T uguale – deviazione | 2.3                                | 1.8 | 1.4 | 1.5 | 1.1 | 1.0 | 0.8 |
|                                                                                     |                               | 1.1                                | 1.1 | 1.3 | 1.9 | 1.8 | 2.5 | 2.6 |
|  | Pezzo a T uguale – portata    | 0.8                                | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
|                                                                                     |                               | 0.4                                | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.2 | 1.6 |
|  | Curva 90°                     | 1.7                                | 1.5 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |
|                                                                                     |                               | 0.8                                | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.5 | 2.0 | 2.6 |
|  | Curva 45°                     |                                    |     | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |
|                                                                                     |                               |                                    |     | 0.5 | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.6 |
|  | Innesto                       | 0.7                                | 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.3 |
|                                                                                     |                               | 0.3                                | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |
|  | Collegamento                  | 0.8                                | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.4 |     |
|                                                                                     |                               | 0.4                                | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 |     |

| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                              |                                                  | Valore Zeta $\zeta$                                                             |     |      |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------|----|----|----|----|
| Materiale: bronzo                                                                   |                                                  | Lunghezze equivalenti dei tubi [m]                                              |     |      |    |    |    |    |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$                           | 16                                                                              | 20  | 25   | 32 | 40 | 50 | 63 |
|                                                                                     | Diametro nominale DN                             | 12                                                                              | 15  | 20   | 25 | 30 | 40 | 50 |
|    | Distributore – deviazione                        | I valori del distributore vengono calcolati in corrispondenza dei collegamenti. |     |      |    |    |    |    |
|    | Distributore – portata                           |                                                                                 |     |      |    |    |    |    |
|    | Distributore con collegamento a innesto dritto   | 3.4                                                                             |     |      |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  | 1.1                                                                             |     |      |    |    |    |    |
|    | Distributore con collegamento a innesto dritto   | 2.4                                                                             | 1.9 |      |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  | 1.2                                                                             | 1.2 |      |    |    |    |    |
|    | Distributore con collegamento a innesto a gomito | 3.5                                                                             |     |      |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  | 1.1                                                                             |     |      |    |    |    |    |
|    | Distributore con collegamento a innesto a gomito | 2.5                                                                             | 3.4 |      |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  | 1.2                                                                             | 2.1 |      |    |    |    |    |
|    | Collegamento                                     | 0.8                                                                             | 0.9 |      |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  | 0.4                                                                             | 0.6 |      |    |    |    |    |
|   | Collegamento per accoppiamento rapido            |                                                                                 |     | 0.3  |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 0.3  |    |    |    |    |
|  | Accoppiamento rapido con dado                    |                                                                                 |     | 0.3  |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 0.3  |    |    |    |    |
|  | Chiusura/misurazione con contatore a capsula     |                                                                                 |     | 24.2 |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 22.0 |    |    |    |    |
|  | Chiusura/misurazione con tappo di chiusura       |                                                                                 |     | 14.9 |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 13.5 |    |    |    |    |
|  | Valvola dritta sotto muro                        |                                                                                 |     | 10.5 |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 9.5  |    |    |    |    |
|  | Valvola dritta                                   |                                                                                 |     | 10.5 |    |    |    |    |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 9.5  |    |    |    |    |

Tabella 25: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optiflex-Flowpress e per rubinetteria alla massima portata volumetrica

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per Optiflex-Profix**

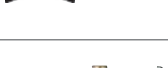
| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                              |                                                  | Valore Zeta $\zeta$                                                             |     |      |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|
| Materiale: bronzo / materiale sintetico                                             |                                                  | Lunghezze equivalenti dei tubi [m]                                              |     |      |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$                           | 16                                                                              | 16  | 20   | 25  |
|                                                                                     | Diametro nominale DN                             | 10                                                                              | 12  | 15   | 20  |
|    | Scatola 90° + gomito                             | 1.8                                                                             | 1.4 | 1.4  |     |
|                                                                                     |                                                  | 0.6                                                                             | 0.7 | 0.9  |     |
|    | Scatola doppia – deflusso                        | 2.0                                                                             | 1.3 | 2.1  |     |
|                                                                                     |                                                  | 0.6                                                                             | 0.7 | 1.3  |     |
|    | Scatola doppia – portata                         | 2.0                                                                             | 1.2 | 1.5  |     |
|                                                                                     |                                                  | 0.6                                                                             | 0.6 | 0.9  |     |
|    | Curva 90°                                        | 1.4                                                                             | 0.7 | 0.6  | 0.5 |
|                                                                                     |                                                  | 0.4                                                                             | 0.3 | 0.4  | 0.5 |
|    | Innesto, manicotto, collegamento                 | 1.0                                                                             | 0.3 | 0.2  | 0.1 |
|                                                                                     |                                                  | 0.3                                                                             | 0.1 | 0.2  | 0.1 |
|    | Pezzo a T uguale – deviazione                    | 2.0                                                                             | 0.9 | 0.9  | 1.1 |
|                                                                                     |                                                  | 0.6                                                                             | 0.4 | 0.6  | 0.1 |
|    | Pezzo a T uguale – portata                       | 1.3                                                                             | 0.4 | 0.3  | 0.2 |
|                                                                                     |                                                  | 0.4                                                                             | 0.2 | 0.2  | 0.2 |
|  | Distributore – deviazione                        | I valori del distributore vengono calcolati in corrispondenza dei collegamenti. |     |      |     |
|  | Distributore – portata                           |                                                                                 |     |      |     |
|  | Distributore con collegamento a innesto dritto   | 1.9                                                                             | 1.9 | 1.4  |     |
|                                                                                     |                                                  | 0.9                                                                             | 0.9 | 0.9  |     |
|  | Distributore con collegamento a innesto a gomito | 1.8                                                                             | 1.8 | 2.5  |     |
|                                                                                     |                                                  | 0.9                                                                             | 0.9 | 1.6  |     |
|  | Collegamento per accoppiamento rapido            |                                                                                 |     | 0.8  |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 0.5  |     |
|  | Accoppiamento rapido con dado                    |                                                                                 |     | 0.8  |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 0.5  |     |
|  | Chiusura/misurazione con contatore a capsula     |                                                                                 |     | 24.2 |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 22.0 |     |
|  | Chiusura/misurazione con tappo di chiusura       |                                                                                 |     | 14.9 |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 13.5 |     |
|  | Valvola dritta sotto muro                        |                                                                                 |     | 10.5 |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 9.5  |     |
|  | Valvola dritta                                   |                                                                                 |     | 10.5 |     |
|                                                                                     |                                                  |                                                                                 |     | 9.5  |     |

Tabella 26: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per Optiflex-Profix e per rubinetteria alla massima portata volumetrica

### 3.3.4.4 Tabelle dei valori di carico Nussbaum

| Materiale                                                    | Sistema di distribuzione                                                                                |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tubi in materiale sintetico Optiflex-Profix PE-Xc/PE-RT      | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 46   |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 46                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 47                |
| Tubi in acciaio resistenti alla corrosione Optipress         | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 47 |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 48                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 48                |
| Tubi in materiale sintetico Optiflex-Profix PB/PE-RT         | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 49   |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 49                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 50                |
| Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PE-Xc         | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 50   |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 51                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 51                |
| Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PB            | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 52   |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 52                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 53                |
| Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PE-Xc/Al/PE-X | ☞ «Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 53   |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 54                |
|                                                              | ☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 54                |

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

|                                                                           |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                            |          | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT                     |          |                  |          |          |
| Sistema di distribuzione:                                                 |          | Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura) |          |                  |          |          |
| Produttore:                                                               |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                           |          |                  |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                                     |          | 0901-5482 / 1507-6398                                                           |          |                  |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                           | 5        |                                                                                 | 10       |                  | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                         | senza    | con                                                                             | senza    | con              | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                                      | de x s   | de x s                                                                          | de x s   | de x s           | de x s   | de x s   |
| 1                                                                         | 16 x 3.8 | 16 x 3.8                                                                        | 16 x 3.8 | 16 x 3.8         | 16 x 3.8 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 5                                                                         | 20 x 2.8 | nessun contatore                                                                | 20 x 2.8 | nessun contatore | –        | –        |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 4 m/s        |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
|                                                                           |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
|                                                                           |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
|                                                                           |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                          | 16 x 3.8 | 16 x 2.2                                                                        | 20 x 2.8 |                  |          |          |
| Tubo di [mm]                                                              | 8.4      | 11.4                                                                            | 14.4     |                  |          |          |
| Rubinetteria                                                              | ½"       | ½"                                                                              | ½"       |                  |          |          |
| Valvola dritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |          |                                                                                 |          |                  |          |          |

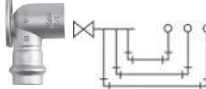
**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                     |          | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT         |          |          |          |          |
| Sistema di distribuzione:                                          |          | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |          |
| Produttore:                                                        |          | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                              |          | 0901-5482 / 1507-6398                                               |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                    | 5        |                                                                     | 10       |          | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                  | senza    | con                                                                 | senza    | con      | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                               | de x s   | de x s                                                              | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                                  | 16 x 3.8 | 16 x 3.8                                                            | 16 x 3.8 | 16 x 3.8 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 5                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 6                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        |
| 8                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        |
| 10                                                                 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | –        | –        | –        |
| 12                                                                 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | –        | –        | –        |
| 15                                                                 | –        | –                                                                   | –        | –        | –        | –        |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                   | 16 x 3.8 | 16 x 2.2                                                            | 20 x 2.8 |          |          |          |
| Tubo di [mm]                                                       | 8.4      | 11.4                                                                | 14.4     |          |          |          |
| Rubinetteria                                                       | ½"       | ½"                                                                  | ½"       |          |          |          |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                 |          |                                                                     |          |          |          |                                                    |
|-------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                  |          | Optiflex-Proflex – Tubi in materiale sintetico PE-Xc                |          |          |          |                                                    |
| Sistema di distribuzione:                       |          | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |                                                    |
| Produttore:                                     |          | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |                                                    |
| Certificato SSIGA n°:                           |          | 0901-5482                                                           |          |          |          |                                                    |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m] | 5        | 10                                                                  | 15       | 20       | 35       | Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                            | de x s   | de x s                                                              | de x s   | de x s   | de x s   |                                                    |
| 1                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                    |
| 2                                               | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        |                                                    |
| 3                                               | 20 x 2.8 | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 4                                               | 20 x 2.8 | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 6                                               | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 8                                               | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 10                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 15                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 20                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 30                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 40                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 50                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 70                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 90                                              | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 120                                             | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| 150                                             | –        | –                                                                   | –        | –        | –        |                                                    |
| Tubo de x s [mm]                                | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                            |          |          |          |                                                    |
| Tubo di [mm]                                    | 11.6     | 14.4                                                                |          |          |          |                                                    |
| Rubinetteria                                    | ½"       | ½"                                                                  |          |          |          |                                                    |

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                                            |                    |                                                                                       |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                                             |                    | Optipress – Tubi in acciaio inossidabile                                              |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Sistema di distribuzione:                                                  |                    | Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con raccordi)        |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Produttore:                                                                |                    | R. Nussbaum SA, Olten                                                                 |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Certificato SSIGA n°:                                                      |                    | 0209-4548                                                                             |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
|                                                                            |                    |  |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                            | 5                  |                                                                                       | 10                 |                    | 15                 |                    | Gruppo di elementi /<br>Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 4 m/s |
| Contatore d'acqua                                                          | senza              | con                                                                                   | senza              | con                | senza              | con                |                                                                       |
| Unità di carico (LU)                                                       | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s                                                                    | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |                                                                       |
| 1                                                                          | 15 × 1             | 15 × 1                                                                                | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                                       |
| 2                                                                          | 15 × 1             | 15 × 1                                                                                | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                                       |
| 3                                                                          | 15 × 1             | 15 × 1                                                                                | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             | 18 × 1             |                                                                       |
| 4                                                                          | 15 × 1             | 15 × 1                                                                                | 15 × 1             | 15 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             |                                                                       |
| 5                                                                          | 15 × 1             | nessun contatore                                                                      | 18 × 1             | nessun contatore   | 18 × 1             | nessun contatore   |                                                                       |
|                                                                            |                    |                                                                                       |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                                               | 15 × 1             | 18 × 1                                                                                |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                                                   | 13.0               | 16.0                                                                                  |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Rubinetteria                                                               | ½"                 | ½"                                                                                    |                    |                    |                    |                    |                                                                       |
| Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |                    |                                                                                       |                    |                    |                    |                    |                                                                       |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                                    |        |                                                                     |          |        |        |          |
|--------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                     |        | Optipress – Tubi in acciaio inossidabile                            |          |        |        |          |
| Sistema di distribuzione:                                          |        | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |        |        |          |
| Produttore:                                                        |        | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |        |        |          |
| Certificato SSIGA n°:                                              |        | 0209-4548                                                           |          |        |        |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]                      | 5      |                                                                     | 10       |        | 15     |          |
| Contatore d'acqua                                                  | senza  | con                                                                 | senza    | con    | senza  | con      |
| Unità di carico (LU)                                               | de x s | de x s                                                              | de x s   | de x s | de x s | de x s   |
| 1                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 15 x 1   | 15 x 1 | 15 x 1 | 15 x 1   |
| 2                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 15 x 1   | 15 x 1 | 15 x 1 | 15 x 1   |
| 3                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 15 x 1   | 15 x 1 | 15 x 1 | 18 x 1   |
| 4                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 15 x 1   | 15 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 5                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 15 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 6                                                                  | 15 x 1 | 15 x 1                                                              | 18 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 8                                                                  | 18 x 1 | 18 x 1                                                              | 18 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 10                                                                 | 18 x 1 | 18 x 1                                                              | 18 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 12                                                                 | 18 x 1 | 18 x 1                                                              | 18 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 18 x 1   |
| 15                                                                 | 18 x 1 | 18 x 1                                                              | 18 x 1   | 18 x 1 | 18 x 1 | 22 x 1.2 |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |        |                                                                     |          |        |        |          |
|                                                                    |        |                                                                     |          |        |        |          |
|                                                                    |        |                                                                     |          |        |        |          |
|                                                                    |        |                                                                     |          |        |        |          |
| Tubo de x s [mm]                                                   | 15 x 1 | 18 x 1                                                              | 22 x 1.2 |        |        |          |
| Tubo di [mm]                                                       | 13.0   | 16.0                                                                | 19.6     |        |        |          |
| Rubinetteria                                                       | ½"     | ½"                                                                  | ¾"       |        |        |          |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                               |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                                                    |  |
|-----------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------|--|
| Tabelle delle unità di carico:                |                    | Optipress – Tubi in acciaio inossidabile                             |                    |                    |                    |                                                    |  |
| Sistema di distribuzione                      |                    | Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi) |                    |                    |                    |                                                    |  |
| Produttore:                                   |                    | R. Nussbaum SA, Olten                                                |                    |                    |                    |                                                    |  |
| Certificato SSIGA n°:                         |                    | 0209-4548                                                            |                    |                    |                    |                                                    |  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5                  | 10                                                                   | 15                 | 20                 | 35                 | Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |  |
| Unità di carico (LU)                          | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s                                                   | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s | d <sub>e</sub> × s |                                                    |  |
| 1                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                               | 15 × 1             | 15 × 1             | 15 × 1             |                                                    |  |
| 2                                             | 15 × 1             | 15 × 1                                                               | 15 × 1             | 18 × 1             | 18 × 1             |                                                    |  |
| 3                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                               | 18 × 1             | 18 × 1             | 22 × 1.2           |                                                    |  |
| 4                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                               | 18 × 1             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                    |  |
| 6                                             | 18 × 1             | 18 × 1                                                               | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                    |  |
| 8                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           |                                                    |  |
| 10                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                    |  |
| 15                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                             | 22 × 1.2           | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                    |  |
| 20                                            | 22 × 1.2           | 22 × 1.2                                                             | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                    |  |
| 30                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                             | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                    |  |
| 40                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                             | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           |                                                    |  |
| 50                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                             | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
| 70                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                             | 28 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
| 90                                            | 28 × 1.2           | 28 × 1.2                                                             | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
| 120                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                             | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
| 150                                           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5                                                             | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
|                                               |                    |                                                                      |                    |                    |                    |                                                    |  |
| Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]                  | 15 × 1             | 18 × 1                                                               | 22 × 1.2           | 28 × 1.2           | 35 × 1.5           |                                                    |  |
| Tubo d <sub>i</sub> [mm]                      | 13.0               | 16.0                                                                 | 19.6               | 25.6               | 32.0               |                                                    |  |
| Rubinetteria                                  | ½"                 | ½"                                                                   | ¾"                 | 1"                 | 1¼"                |                                                    |  |

## Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)

|                                                                                       |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                                        |          | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT                        |          |                  |          |          |
| Sistema di distribuzione:                                                             |          | Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura) |          |                  |          |          |
| Produttore:                                                                           |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                           |          |                  |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                                                 |          | 0908-5605 / 1507-6398                                                           |          |                  |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                                       | 5        |                                                                                 | 10       |                  | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                                     | senza    | con                                                                             | senza    | con              | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                                                  | de x s   | de x s                                                                          | de x s   | de x s           | de x s   | de x s   |
| 1                                                                                     | 16 x 3.8 | 16 x 3.8                                                                        | 16 x 3.8 | 16 x 3.8         | 16 x 3.8 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                                     | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                                     | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                                     | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 5                                                                                     | 20 x 2.8 | nessun contatore                                                                | 20 x 2.8 | nessun contatore | –        | –        |
| <div>Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani</div> <div>Velocità max. 4 m/s</div> |          |                                                                                 |          |                  |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                                      | 16 x 3.8 | 16 x 2.2                                                                        | 20 x 2.8 |                  |          |          |
| Tubo di [mm]                                                                          | 8.4      | 11.4                                                                            | 14.4     |                  |          |          |
| Rubinetteria                                                                          | ½"       | ½"                                                                              | ½"       |                  |          |          |
| Valvola dritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo             |          |                                                                                 |          |                  |          |          |

## Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)

|                                                                                       |          |                                                                     |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                                        |          | Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT            |          |          |          |          |
| Sistema di distribuzione                                                              |          | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |          |
| Produttore:                                                                           |          | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                                                 |          | 0908-5605 / 1507-6398                                               |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                                       | 5        |                                                                     | 10       |          | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                                     | senza    | con                                                                 | senza    | con      | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                                                  | de x s   | de x s                                                              | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                                                     | 16 x 3.8 | 16 x 3.8                                                            | 16 x 3.8 | 16 x 3.8 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                                     | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                                     | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                                     | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 5                                                                                     | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 6                                                                                     | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 8                                                                                     | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 10                                                                                    | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 12                                                                                    | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 15                                                                                    | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| <div>Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani</div> <div>Velocità max. 3 m/s</div> |          |                                                                     |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                                      | 16 x 3.8 | 16 x 2.2                                                            | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |          |          |
| Tubo di [mm]                                                                          | 8.4      | 11.4                                                                | 14.4     | 19.6     |          |          |
| Rubinetteria                                                                          | ½"       | ½"                                                                  | ½"       | ¾"       |          |          |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                               |          |                                                                      |          |          |          |                                                  |
|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|--------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                |          | Optiflex-Profiflex – Tubi in materiale sintetico PB                  |          |          |          |                                                  |
| Sistema di distribuzione:                     |          | Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |                                                  |
| Produttore:                                   |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                |          |          |          |                                                  |
| Certificato SSIGA n°:                         |          | 0908-5605                                                            |          |          |          |                                                  |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m] | 5        | 10                                                                   | 15       | 20       | 35       | Condotte di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                          | de x s   | de x s                                                               | de x s   | de x s   | de x s   |                                                  |
| 1                                             | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                             | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                  |
| 2                                             | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                             | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |                                                  |
| 3                                             | 20 x 2.8 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                  |
| 4                                             | 20 x 2.8 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                  |
| 6                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                  |
| 8                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | –        |                                                  |
| 10                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | –        |                                                  |
| 15                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | 25 x 2.7 | –        | –        |                                                  |
| 20                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                             | –        | –        | –        |                                                  |
| 30                                            | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 40                                            | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 50                                            | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 70                                            | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 90                                            | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 120                                           | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
| 150                                           | –        | –                                                                    | –        | –        | –        |                                                  |
|                                               |          |                                                                      |          |          |          |                                                  |
| Tubo de x s [mm]                              | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                             | 25 x 2.7 |          |          |                                                  |
| Tubo di [mm]                                  | 11.6     | 14.4                                                                 | 19.6     |          |          |                                                  |
| Rubinetteria                                  | ½"       | ½"                                                                   | ¾"       |          |          |                                                  |

**Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

|                                                                            |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                                             |          | Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc                          |          |                  |          |          |                                                                       |
| Sistema di distribuzione:                                                  |          | Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura) |          |                  |          |          |                                                                       |
| Produttore:                                                                |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                           |          |                  |          |          |                                                                       |
| Certificato SSIGA n°:                                                      |          | 1506-6381                                                                       |          |                  |          |          |                                                                       |
| Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]                              | 5        |                                                                                 | 10       |                  | 15       |          | Gruppo di elementi /<br>Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 4 m/s |
| Contatore d'acqua                                                          | senza    | con                                                                             | senza    | con              | senza    | con      |                                                                       |
| Unità di carico (LU)                                                       | de x s   | de x s                                                                          | de x s   | de x s           | de x s   | de x s   |                                                                       |
| 1                                                                          | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                       |
| 2                                                                          | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                       |
| 3                                                                          | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                        | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |                                                                       |
| 4                                                                          | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                                        | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |                                                                       |
| 5                                                                          | 20 x 2.8 | nessun contatore                                                                | 20 x 2.8 | nessun contatore | —        | —        |                                                                       |
|                                                                            |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |
| Tubo de x s [mm]                                                           | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                                        |          |                  |          |          |                                                                       |
| Tubo di [mm]                                                               | 11.4     | 14.4                                                                            |          |                  |          |          |                                                                       |
| Rubinetteria                                                               | ½"       | ½"                                                                              |          |                  |          |          |                                                                       |
| Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                                    |                                                                            |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>                              | <b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc</b>              |          |          |          |          |          |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>                                   | <b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |          |          |          |          |          |
| <b>Produttore:</b>                                                 | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                               |          |          |          |          |          |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                                       | <b>1506-6381</b>                                                           |          |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                    | 5                                                                          |          | 10       |          | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                  | senza                                                                      | con      | senza    | con      | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                               | de x s                                                                     | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                                  | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                  | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                  | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                  | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        |
| 5                                                                  | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        |
| 6                                                                  | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        | –        | –        |
| 8                                                                  | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | –        | –        | –        | –        |
| 10                                                                 | 20 x 2.8                                                                   | –        | –        | –        | –        | –        |
| 12                                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        | –        |
| 15                                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        | –        |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |                                                                            |          |          |          |          |          |
|                                                                    |                                                                            |          |          |          |          |          |
|                                                                    |                                                                            |          |          |          |          |          |
|                                                                    |                                                                            |          |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                   | 16 x 2.2                                                                   | 20 x 2.8 |          |          |          |          |
| Tubo di [mm]                                                       | 11.4                                                                       | 14.4     |          |          |          |          |
| Rubinetteria                                                       | ½"                                                                         | ½"       |          |          |          |          |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                    |                                                                            |          |          |          |          |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>              | <b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc</b>              |          |          |          |          |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>                   | <b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |          |          |          |          |
| <b>Produttore:</b>                                 | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                               |          |          |          |          |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                       | <b>1506-6381</b>                                                           |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]    | 5                                                                          | 10       | 15       | 20       | 35       |
| Unità di carico (LU)                               | de x s                                                                     | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                  | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                  | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | –        | –        |
| 3                                                  | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 4                                                  | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 6                                                  | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 8                                                  | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 10                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 15                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 20                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 30                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 40                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 50                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 70                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 90                                                 | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 120                                                | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| 150                                                | –                                                                          | –        | –        | –        | –        |
| Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |                                                                            |          |          |          |          |
|                                                    |                                                                            |          |          |          |          |
|                                                    |                                                                            |          |          |          |          |
|                                                    |                                                                            |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                   | 16 x 2.2                                                                   | 20 x 2.8 |          |          |          |
| Tubo di [mm]                                       | 11.6                                                                       | 14.4     |          |          |          |
| Rubinetteria                                       | ½"                                                                         | ½"       |          |          |          |

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

|                                                                           |          |                                                                                        |          |                  |          |          |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>                                     |          | <b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB</b>                             |          |                  |          |          |                                                                    |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>                                          |          | <b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b> |          |                  |          |          |                                                                    |
| <b>Produttore:</b>                                                        |          | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                                           |          |                  |          |          |                                                                    |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                                              |          | <b>1509-6418</b>                                                                       |          |                  |          |          |                                                                    |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                           | 5        |                                                                                        | 10       |                  | 15       |          | Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 4 m/s |
| Contatore d'acqua                                                         | senza    | con                                                                                    | senza    | con              | senza    | con      |                                                                    |
| Unità di carico (LU)                                                      | de x s   | de x s                                                                                 | de x s   | de x s           | de x s   | de x s   |                                                                    |
| 1                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                    |
| 2                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                    |
| 3                                                                         | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |                                                                    |
| 4                                                                         | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8         | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |                                                                    |
| 5                                                                         | 20 x 2.8 | nessun contatore                                                                       | 20 x 2.8 | nessun contatore | –        | –        |                                                                    |
| Tubo de x s [mm]                                                          | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                                               |          |                  |          |          |                                                                    |
| Tubo di [mm]                                                              | 11.4     | 14.4                                                                                   |          |                  |          |          |                                                                    |
| Rubinetteria                                                              | ½"       | ½"                                                                                     |          |                  |          |          |                                                                    |
| Valvola dritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |          |                                                                                        |          |                  |          |          |                                                                    |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                 |          |                                                                            |          |          |          |          |                                                                    |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Tabelle delle unità di carico:</b>           |          | <b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB</b>                 |          |          |          |          |                                                                    |
| <b>Sistema di distribuzione:</b>                |          | <b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b> |          |          |          |          |                                                                    |
| <b>Produttore:</b>                              |          | <b>R. Nussbaum SA, Olten</b>                                               |          |          |          |          |                                                                    |
| <b>Certificato SSIGA n°:</b>                    |          | <b>1509-6418</b>                                                           |          |          |          |          |                                                                    |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m] | 5        |                                                                            | 10       |          | 15       |          | Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |
| Contatore d'acqua                               | senza    | con                                                                        | senza    | con      | senza    | con      |                                                                    |
| Unità di carico (LU)                            | de x s   | de x s                                                                     | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |                                                                    |
| 1                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                    |
| 2                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                   | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                                    |
| 3                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |                                                                    |
| 4                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 5                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 6                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                                   | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 8                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                                   | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 10                                              | 20 x 2.8 | 25 x 2.7                                                                   | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 12                                              | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                                   | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| 15                                              | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                                   | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                                    |
| Tubo de x s [mm]                                | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                                   | 25 x 2.7 |          |          |          |                                                                    |
| Tubo di [mm]                                    | 11.4     | 14.4                                                                       | 19.6     |          |          |          |                                                                    |
| Rubinetteria                                    | ½"       | ½"                                                                         | ¾"       |          |          |          |                                                                    |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                 |          |                                                                     |          |          |          |                                                    |
|-------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                  |          | Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB                 |          |          |          |                                                    |
| Sistema di distribuzione                        |          | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |                                                    |
| Produttore:                                     |          | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |                                                    |
| Certificato SSIGA n°:                           |          | 1509-6418                                                           |          |          |          |                                                    |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m] | 5        | 10                                                                  | 15       | 20       | 35       | Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s |
| Unità di carico (LU)                            | de x s   | de x s                                                              | de x s   | de x s   | de x s   |                                                    |
| 1                                               | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |                                                    |
| 2                                               | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                    |
| 3                                               | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                    |
| 4                                               | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                    |
| 6                                               | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |                                                    |
| 8                                               | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 |                                                    |
| 10                                              | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 |                                                    |
| 15                                              | 25 x 2.7 | 32 x 3.2                                                            | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 |                                                    |
| 20                                              | 32 x 3.2 | 32 x 3.2                                                            | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 |                                                    |
| 30                                              | 32 x 3.2 | 32 x 3.2                                                            | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 |                                                    |
| 40                                              | 32 x 3.2 | 32 x 3.2                                                            | 32 x 3.2 | 32 x 3.2 | 40 x 3.5 |                                                    |
| 50                                              | 32 x 3.2 | 32 x 3.2                                                            | 32 x 3.2 | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 |                                                    |
| 70                                              | 32 x 3.2 | 32 x 3.2                                                            | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 |                                                    |
| 90                                              | 40 x 3.5 | 40 x 3.5                                                            | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 |                                                    |
| 120                                             | 40 x 3.5 | 40 x 3.5                                                            | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 |                                                    |
| 150                                             | 40 x 3.5 | 40 x 3.5                                                            | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 | 40 x 3.5 |                                                    |
| Tubo de x s [mm]                                | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                            | 25 x 2.7 | 32 x 3.2 | 40 x 3.5 |                                                    |
| Tubo di [mm]                                    | 11.6     | 14.4                                                                | 19.6     | 25.6     | 33.0     |                                                    |
| Rubinetteria                                    | ½"       | ½"                                                                  | ¾"       | 1"       | 1¼"      |                                                    |

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

|                                                                            |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                                             |          | Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X                  |          |                  |          |          |                                                                       |
| Sistema di distribuzione:                                                  |          | Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura) |          |                  |          |          |                                                                       |
| Produttore:                                                                |          | R. Nussbaum SA, Olten                                                           |          |                  |          |          |                                                                       |
| Certificato SSIGA n°:                                                      |          | 1507-6391                                                                       |          |                  |          |          |                                                                       |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                            | 5        |                                                                                 | 10       |                  | 15       |          | Gruppo di elementi /<br>Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 4 m/s |
| Contatore d'acqua                                                          | senza    | con                                                                             | senza    | con              | senza    | con      |                                                                       |
| Unità di carico (LU)                                                       | de × s   | de × s                                                                          | de × s   | de × s           | de × s   | de × s   |                                                                       |
| 1                                                                          | 16 × 2.2 | 16 × 2.2                                                                        | 16 × 2.2 | 16 × 2.2         | 16 × 2.2 | 16 × 2.2 |                                                                       |
| 2                                                                          | 16 × 2.2 | 16 × 2.2                                                                        | 16 × 2.2 | 16 × 2.2         | 16 × 2.2 | 16 × 2.2 |                                                                       |
| 3                                                                          | 16 × 2.2 | 16 × 2.2                                                                        | 20 × 2.8 | 20 × 2.8         | 20 × 2.8 | 20 × 2.8 |                                                                       |
| 4                                                                          | 16 × 2.2 | 20 × 2.8                                                                        | 20 × 2.8 | 20 × 2.8         | 20 × 2.8 | 20 × 2.8 |                                                                       |
| 5                                                                          | 20 × 2.8 | nessun contatore                                                                | 20 × 2.8 | nessun contatore | —        | —        |                                                                       |
|                                                                            |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |
| Tubo de × s [mm]                                                           | 16 × 2.2 | 20 × 2.8                                                                        |          |                  |          |          |                                                                       |
| Tubo di [mm]                                                               | 11.4     | 14.4                                                                            |          |                  |          |          |                                                                       |
| Rubinetteria                                                               | ½"       | ½"                                                                              |          |                  |          |          |                                                                       |
| Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo |          |                                                                                 |          |                  |          |          |                                                                       |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tabelle delle unità di carico:                                     |          | Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X      |          |          |          |          |
| Sistema di distribuzione:                                          |          | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |          |
| Produttore:                                                        |          | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |          |
| Certificato SSIGA n°:                                              |          | 1507-6391                                                           |          |          |          |          |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]                    | 5        |                                                                     | 10       |          | 15       |          |
| Contatore d'acqua                                                  | senza    | con                                                                 | senza    | con      | senza    | con      |
| Unità di carico (LU)                                               | de x s   | de x s                                                              | de x s   | de x s   | de x s   | de x s   |
| 1                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 2                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 | 16 x 2.2 |
| 3                                                                  | 16 x 2.2 | 16 x 2.2                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 |
| 4                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 5                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 |
| 6                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 20 x 2.8 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 8                                                                  | 20 x 2.8 | 20 x 2.8                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 10                                                                 | 20 x 2.8 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 12                                                                 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| 15                                                                 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7                                                            | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 | 25 x 2.7 |
| Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani<br>Velocità max. 3 m/s |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
|                                                                    |          |                                                                     |          |          |          |          |
| Tubo de x s [mm]                                                   | 16 x 2.2 | 20 x 2.8                                                            | 25 x 2.7 |          |          |          |
| Tubo di [mm]                                                       | 11.4     | 14.4                                                                | 19.6     |          |          |          |
| Rubinetteria                                                       | ½"       | ½"                                                                  | ¾"       |          |          |          |

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

|                                                 |                                                                     |          |          |          |          |                                                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabelle delle unità di carico:                  | Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X      |          |          |          |          |  |
| Sistema di distribuzione:                       | Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi) |          |          |          |          |                                                                                       |
| Produttore:                                     | R. Nussbaum SA, Olten                                               |          |          |          |          |                                                                                       |
| Certificato SSIGA n°:                           | 1507-6391                                                           |          |          |          |          |                                                                                       |
| Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m] | 5                                                                   | 10       | 15       | 20       | 35       | Conduttura di distribuzione<br>Velocità max. 2 m/s                                    |
| Unità di carico (LU)                            | de × s                                                              | de × s   | de × s   | de × s   | de × s   |                                                                                       |
| 1                                               | 16 × 2.2                                                            | 16 × 2.2 | 16 × 2.2 | 16 × 2.2 | 16 × 2.2 |                                                                                       |
| 2                                               | 20 × 2.8                                                            | 20 × 2.8 | 20 × 2.8 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 |                                                                                       |
| 3                                               | 25 × 2.7                                                            | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 |                                                                                       |
| 4                                               | 25 × 2.7                                                            | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 |                                                                                       |
| 6                                               | 25 × 2.7                                                            | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 |                                                                                       |
| 8                                               | 25 × 2.7                                                            | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 |                                                                                       |
| 10                                              | 25 × 2.7                                                            | 25 × 2.7 | 25 × 2.7 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 |                                                                                       |
| 15                                              | 25 × 2.7                                                            | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 |                                                                                       |
| 20                                              | 32 × 3.2                                                            | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 |                                                                                       |
| 30                                              | 32 × 3.2                                                            | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 |                                                                                       |
| 40                                              | 32 × 3.2                                                            | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| 50                                              | 32 × 3.2                                                            | 32 × 3.2 | 32 × 3.2 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| 70                                              | 32 × 3.2                                                            | 32 × 3.2 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| 90                                              | 40 × 3.5                                                            | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| 120                                             | 40 × 3.5                                                            | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| 150                                             | 40 × 3.5                                                            | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
|                                                 |                                                                     |          |          |          |          |                                                                                       |
| Tubo de × s [mm]                                | 16 × 2.2                                                            | 20 × 2.8 | 25 × 2.7 | 32 × 3.2 | 40 × 3.5 |                                                                                       |
| Tubo di [mm]                                    | 11.6                                                                | 14.4     | 19.6     | 25.6     | 33.0     |                                                                                       |
| Rubinetteria                                    | ½"                                                                  | ½"       | ¾"       | 1"       | 1¼"      |                                                                                       |

## 4 Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti di riscaldamento

### 4.1 Principi e requisiti

#### 4.1.1 Termini, definizioni, unità

| Termine                    | Simbolo                 | Definizione                                                                                                                                      | Unità       |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Portata di massa           | $\dot{m}$               | Massa del medio trasportato nell'arco dell'unità temporale attraverso una sezione prestabilita.                                                  | kg/h        |
| Potenza calorifica netta   | $Q_{\text{netto}}$      | Potenza calorifica dei radiatori                                                                                                                 | [kJ/s = kW] |
| Potenza calorifica lorda   | $Q_{\text{lordo}}$      | Somma della potenza calorifica netta e della maggiorazione per perdite di calore                                                                 | [kJ/s = kW] |
| Capacità termica specifica | $c$                     | L'energia termica che deve essere assorbita da 1 kg di un determinato medio affinché la sua temperatura aumenti di 1 K.                          | [J/(kg·K)]  |
| Portata volumetrica pompa  | $V_p$                   | Somma delle portate di massa / portate volumetriche di tutti i segmenti                                                                          | l/s<br>m³/h |
| Prevalenza della pompa     | $\Delta p_{\text{ges}}$ | Pressione di convogliamento necessaria per superare tutte le resistenze nell'impianto di riscaldamento e alimentare i radiatori con acqua calda. | [Pa]        |

#### 4.1.2 Parametri per il calcolo delle reti di tubazioni in impianti di riscaldamento

L'energia di spinta che produce il convogliamento dell'acqua negli impianti di riscaldamento è la pressione di pompaggio. Quest'ultima dipende dalla perdita di pressione nella rete di tubazioni che comprende anche tutte le singole resistenze di fitting, rubinetteria ecc. Il diametro dei tubi influisce sull'impianto nel modo seguente:

- Diametro minore dei tubi
  - Rete di tubazioni economicamente conveniente
  - Costi d'esercizio più elevati a causa di velocità di flusso e perdite di pressione maggiori
- Diametro maggiore dei tubi
  - Costi d'impianto più elevati
  - Costi d'esercizio inferiori

#### 4.1.3 Velocità di flusso raccomandate

| Conduttura               | Velocità di flusso |
|--------------------------|--------------------|
| Distribuzione in cantina | max. 0.8 [m/s]     |
| Condutture montanti      | max. 0.8 [m/s]     |
| Collegamento radiatore   | max. 0.3 [m/s]     |

Tabella 27: Velocità di flusso raccomandate

## 4.2 Determinazione del diametro dei tubi

La determinazione del diametro dei tubi prevede i seguenti passaggi:

1. Determinazione della potenza calorifica netta  $Q_{\text{netto}}$  dei radiatori.
2. Calcolo della maggiorazione per perdite di calore. **5-15 %** a seconda delle dimensioni della rete di tubazioni e della quantità di condutture non isolate.
3. Aggiunta di questa maggiorazione alla potenza calorifica netta  $Q_{\text{netto}}$ . Come risultato si ottiene la potenza calorifica lorda  $Q_{\text{lordo}}$ .
4. Conversione della potenza calorifica lorda  $Q_{\text{lordo}}$  in portate di massa  $\dot{m}$  applicando la formula,  «Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa», pagina 56.
5. Denominazione di tutti i segmenti e aggiunta delle portate di massa  $\dot{m}$ .
6. Selezione della resistenza di attrito nei tubi  $R$  [Pa/m]. Raccomandazione per il predimensionamento: **50-80 Pa/m**. Tanto maggiore è la resistenza  $R$  selezionata quanto più elevati sono la pressione di pompaggio e, di conseguenza, il consumo di corrente (costi d'esercizio).
7. Selezione del diametro dei tubi in base alle tabelle di perdita di pressione tenendo conto della portata di massa  $\dot{m}$  e della resistenza di attrito nei tubi  $R$ . Infine inserimento dei valori nella tabella corrispondente.
8. Verifica delle velocità di flusso,  «Velocità di flusso raccomandate», pagina 55.

### 4.2.1 Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa

$$\dot{m} = \frac{Q_{\text{brutto}} \cdot 3600}{c \cdot \Delta T}$$

$\dot{m}$  = portata di massa [kg/h]

$Q_{\text{lordo}}$  = potenza calorifica [kJ/s = kW]

$c$  = capacità termica specifica [kJ/(kg·K)]

$\Delta T$  = differenza di temperatura [K]

## 4.3 Determinazione della pompa di circolazione

Per determinare la pompa di circolazione sono necessari i seguenti parametri:

- Portata volumetrica della pompa  $V_p$
- Prevalenza della pompa  $\Delta p_{\text{ges}}$

### 4.3.1 Calcolo della portata volumetrica della pompa

Per calcolare la portata volumetrica della pompa  $V_p$  è necessario sommare le portate di massa  $\dot{m}$  di tutti i segmenti. Durante il predimensionamento è possibile bypassare il passaggio della conversione della densità nella portata volumetrica corrispondente:

$$\dot{m} \text{ [kg/h]} = V_p \text{ [m}^3\text{/h]}$$

### 4.3.2 Determinazione della prevalenza della pompa

Per determinare la prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  è determinante soltanto la perdita di pressione del tratto più sfavorevole (solitamente il tratto più lungo dalla caldaia al radiatore più lontano). La perdita di pressione si suddivide in resistenze di attrito nei tubi e in resistenze singole. Per determinare la perdita di pressione delle resistenze di attrito nei tubi è necessario conoscere le lunghezze delle condutture dei segmenti. Una volta calcolate le perdite di pressione si possono determinare le singole resistenze  $Z$ .

La perdita di pressione  $\Delta p$  di un segmento può essere calcolata con la formula seguente:

$$\Delta p_{segmento} = R \cdot l$$

$\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]

$R$  = resistenza di attrito nei tubi [Pa/m]

$l$  = lunghezza delle condutture [m]

In fase di progetto, le singole resistenze non vengono, in genere, calcolate separatamente. Il calcolo viene eseguito con i seguenti valori di riferimento:

$$Z = \Delta p_{segmento} \cdot 1.0 \dots 2.0$$

$Z$  = resistenza singola [Pa]

$\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]



Nel calcolo devono essere inoltre considerate singole resistenze speciali  $Z$  quali caldaia, scambiatore di calore a piastre, valvole di regolazione ecc.

Per determinare la prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  vengono sommate le perdite di pressione dei segmenti incluse le singole resistenze. La prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  viene determinata nel calcolo generale attraverso la seguente formula:

$$\Delta p_{ges} = \sum \Delta p_{segmento} + \sum Z$$

$\Delta p_{ges}$  = prevalenza della pompa [Pa]

$\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]

$Z$  = resistenza singola [Pa]

## 4.4 Tabelle di perdita di pressione per tubi Optipress-Therm in acciaio zincato

Esempio di lettura: Per acqua a +40 °C con dimensione dei tubi di 22 mm e perdita di pressione  $R = 50 \text{ Pa/m}$ , dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 238 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.23 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{din}}$ : 26.9 Pa

### 4.4.1 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0007 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| $d_e$       | 15                  |              |                          | 18                  |              |                          | 22                  |              |                          | 28                  |              |                          |
|-------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|
| DN          | 12                  |              |                          | 15                  |              |                          | 20                  |              |                          | 25                  |              |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] |
| 25          | 52                  | 0.12         | 6.7                      | 93                  | 0.14         | 9.1                      | 160                 | 0.16         | 12.2                     | 340                 | 0.19         | 18.1                     |
| 30          | 58                  | 0.13         | 8.3                      | 103                 | 0.15         | 11.2                     | 178                 | 0.17         | 15.0                     | 377                 | 0.21         | 22.3                     |
| 35          | 63                  | 0.14         | 9.9                      | 112                 | 0.16         | 13.4                     | 194                 | 0.19         | 17.9                     | 412                 | 0.23         | 26.6                     |
| 40          | 68                  | 0.15         | 11.5                     | 121                 | 0.18         | 15.6                     | 210                 | 0.20         | 20.8                     | 445                 | 0.25         | 31.0                     |
| 45          | 72                  | 0.16         | 13.2                     | 129                 | 0.19         | 17.9                     | 224                 | 0.22         | 23.8                     | 476                 | 0.27         | 35.4                     |
| 50          | 77                  | 0.17         | 14.8                     | 137                 | 0.20         | 20.1                     | <b>238</b>          | <b>0.23</b>  | <b>26.9</b>              | 505                 | 0.28         | 40.0                     |
| 55          | 81                  | 0.18         | 16.6                     | 145                 | 0.21         | 22.5                     | 251                 | 0.25         | 30.0                     | 534                 | 0.30         | 44.6                     |
| 60          | 85                  | 0.19         | 18.3                     | 153                 | 0.22         | 24.8                     | 264                 | 0.26         | 33.1                     | 561                 | 0.31         | 49.2                     |
| 65          | 89                  | 0.20         | 20.0                     | 160                 | 0.23         | 27.2                     | 277                 | 0.27         | 36.3                     | 587                 | 0.33         | 53.9                     |
| 70          | 93                  | 0.21         | 21.8                     | 167                 | 0.24         | 29.6                     | 289                 | 0.28         | 39.5                     | 612                 | 0.34         | 58.7                     |
| 75          | 97                  | 0.22         | 23.6                     | 173                 | 0.25         | 32.0                     | 300                 | 0.29         | 42.7                     | 637                 | 0.36         | 63.5                     |
| 80          | 101                 | 0.23         | 25.4                     | 180                 | 0.26         | 34.5                     | 312                 | 0.30         | 46.0                     | 661                 | 0.37         | 68.4                     |
| 85          | 104                 | 0.23         | 27.2                     | 186                 | 0.27         | 36.9                     | 322                 | 0.32         | 49.3                     | 684                 | 0.38         | 73.3                     |
| 90          | 108                 | 0.24         | 29.1                     | 192                 | 0.28         | 39.4                     | 333                 | 0.33         | 52.6                     | 707                 | 0.40         | 78.2                     |
| 95          | 111                 | 0.25         | 30.9                     | 198                 | 0.29         | 41.9                     | 344                 | 0.34         | 56.0                     | 729                 | 0.41         | 83.2                     |
| 100         | 114                 | 0.26         | 32.8                     | 204                 | 0.30         | 44.5                     | 354                 | 0.35         | 59.4                     | 751                 | 0.42         | 88.2                     |
| 110         | 121                 | 0.27         | 36.6                     | 216                 | 0.32         | 49.6                     | 374                 | 0.37         | 66.2                     | 793                 | 0.45         | 98.4                     |
| 120         | 127                 | 0.29         | 40.4                     | 227                 | 0.33         | 54.8                     | 393                 | 0.38         | 73.1                     | 833                 | 0.47         | 108.7                    |
| 130         | 133                 | 0.30         | 44.2                     | 237                 | 0.35         | 60.0                     | 411                 | 0.40         | 80.2                     | 872                 | 0.49         | 119.1                    |
| 140         | 139                 | 0.31         | 48.2                     | 248                 | 0.36         | 65.3                     | 429                 | 0.42         | 87.2                     | 910                 | 0.51         | 129.6                    |
| 150         | 144                 | 0.32         | 52.1                     | 258                 | 0.38         | 70.7                     | 446                 | 0.44         | 94.4                     | 947                 | 0.53         | 140.2                    |
| 160         | 150                 | 0.34         | 56.1                     | 267                 | 0.39         | 76.1                     | 463                 | 0.45         | 101.6                    | 982                 | 0.55         | 151.0                    |
| 170         | 155                 | 0.35         | 60.1                     | 277                 | 0.41         | 81.6                     | 479                 | 0.47         | 108.9                    | 1017                | 0.57         | 161.8                    |
| 180         | 160                 | 0.36         | 64.2                     | 286                 | 0.42         | 87.1                     | 495                 | 0.48         | 116.3                    | 1051                | 0.59         | 172.7                    |
| 190         | 165                 | 0.37         | 68.3                     | 295                 | 0.43         | 92.6                     | 511                 | 0.50         | 123.7                    | 1084                | 0.61         | 183.7                    |
| 200         | 170                 | 0.38         | 72.4                     | 304                 | 0.44         | 98.2                     | 526                 | 0.51         | 131.1                    | 1116                | 0.63         | 194.8                    |
| 220         | 180                 | 0.40         | 80.7                     | 321                 | 0.47         | 109.5                    | 555                 | 0.54         | 146.2                    | 1178                | 0.66         | 217.3                    |
| 240         | 189                 | 0.42         | 89.1                     | 337                 | 0.49         | 121.0                    | 584                 | 0.57         | 161.5                    | 1238                | 0.70         | 240.0                    |
| 260         | 198                 | 0.44         | 97.7                     | 353                 | 0.52         | 132.5                    | 611                 | 0.60         | 177.0                    | 1296                | 0.73         | 263.0                    |

| d <sub>e</sub> | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 12                  |            |                          | 15                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 280            | 206                 | 0.46       | 106.3                    | 368                 | 0.54       | 144.3                    | 637                 | 0.62       | 192.6                    | 1352                | 0.76       | 286.2                    |
| 300            | 214                 | 0.48       | 115.0                    | 383                 | 0.56       | 156.1                    | 663                 | 0.65       | 208.4                    | 1407                | 0.79       | 309.7                    |
| 350            | 234                 | 0.53       | 137.2                    | 418                 | 0.61       | 186.2                    | 724                 | 0.71       | 248.6                    | 1536                | 0.86       | 369.3                    |
| 400            | 253                 | 0.57       | 159.8                    | 451                 | 0.66       | 216.9                    | 781                 | 0.76       | 289.6                    | 1658                | 0.93       | 430.2                    |
| 450            | 270                 | 0.61       | 182.9                    | 483                 | 0.71       | 248.1                    | 836                 | 0.82       | 331.3                    | 1773                | 1.00       | 492.2                    |
| 500            | 287                 | 0.64       | 206.3                    | 512                 | 0.75       | 279.8                    | 888                 | 0.87       | 373.7                    | 1884                | 1.06       | 555.2                    |
| 550            | 303                 | 0.68       | 230.0                    | 541                 | 0.79       | 312.1                    | 937                 | 0.92       | 416.7                    | 1989                | 1.12       | 619.1                    |
| 600            | 319                 | 0.72       | 254.0                    | 569                 | 0.83       | 344.7                    | 985                 | 0.96       | 460.3                    | 2090                | 1.17       | 683.8                    |
| 650            | 333                 | 0.75       | 278.4                    | 595                 | 0.87       | 377.7                    | 1031                | 1.01       | 504.3                    | 2188                | 1.23       | 749.3                    |
| 700            | 348                 | 0.78       | 303.0                    | 621                 | 0.91       | 411.1                    | 1076                | 1.05       | 548.9                    | 2283                | 1.28       | 815.6                    |
| 750            | 362                 | 0.81       | 327.8                    | 646                 | 0.95       | 444.8                    | 1119                | 1.09       | 594.0                    | 2375                | 1.33       | 882.5                    |
| 800            | 375                 | 0.84       | 352.9                    | 670                 | 0.98       | 478.9                    | 1161                | 1.14       | 639.4                    | 2464                | 1.38       | 950.0                    |
| 850            | 389                 | 0.87       | 378.3                    | 694                 | 1.02       | 513.2                    | 1202                | 1.18       | 685.3                    | 2551                | 1.43       | 1018.2                   |
| 900            | 402                 | 0.90       | 403.8                    | 717                 | 1.05       | 547.9                    | 1242                | 1.21       | 731.6                    | 2635                | 1.48       | 1086.9                   |
| 950            | 414                 | 0.93       | 429.5                    | 740                 | 1.08       | 582.8                    | 1281                | 1.25       | 778.2                    | 2718                | 1.53       | 1156.2                   |
| 1000           | 426                 | 0.96       | 455.5                    | 762                 | 1.12       | 618.0                    | 1319                | 1.29       | 825.2                    | 2799                | 1.57       | 1226.0                   |
| 1100           | 450                 | 1.01       | 507.9                    | 804                 | 1.18       | 689.1                    | 1393                | 1.36       | 920.1                    | 3082                | 1.73       | 1486                     |
| 1200           | 473                 | 1.06       | 561.0                    | 845                 | 1.24       | 761.1                    | 1464                | 1.43       | 1016.3                   | 3219                | 1.81       | 1622                     |
| 1300           | 495                 | 1.11       | 614.7                    | 885                 | 1.30       | 834.0                    | 1532                | 1.50       | 1113.7                   | 3350                | 1.88       | 1757                     |
| 1400           | 517                 | 1.16       | 669.0                    | 923                 | 1.35       | 907.7                    | 1599                | 1.56       | 1212.1                   | 3477                | 1.95       | 1892                     |
| 1500           | 538                 | 1.21       | 723.9                    | 960                 | 1.41       | 982.2                    | 1663                | 1.63       | 1311.6                   | 3599                | 2.02       | 2027                     |
| 1600           | 558                 | 1.25       | 779.3                    | 996                 | 1.46       | 1057.4                   | 1726                | 1.69       | 1412.0                   | 3717                | 2.09       | 2162                     |
| 1700           | 578                 | 1.30       | 835.3                    | 1031                | 1.51       | 1133.3                   | 1786                | 1.75       | 1513.3                   | 3831                | 2.15       | 2297                     |
| 1800           | 597                 | 1.34       | 891.6                    | 1065                | 1.56       | 1209.8                   | 1846                | 1.80       | 1615.4                   | 3942                | 2.21       | 2432                     |
| 1900           | 615                 | 1.38       | 948.5                    | 1099                | 1.61       | 1286.9                   | 1904                | 1.86       | 1718.4                   | 4050                | 2.28       | 2568                     |
| 2000           | 634                 | 1.42       | 1005.7                   | 1132                | 1.66       | 1364.6                   | 1960                | 1.92       | 1822.1                   | 4156                | 2.33       | 2703                     |
| 2100           | 652                 | 1.46       | 1063.4                   | 1164                | 1.71       | 1442.8                   | 2016                | 1.97       | 1926.6                   | 4258                | 2.39       | 2838                     |
| 2200           | 669                 | 1.50       | 1121.5                   | 1195                | 1.75       | 1521.6                   | 2070                | 2.02       | 2031.8                   | 4359                | 2.45       | 2973                     |
| 2300           | 686                 | 1.54       | 1179.9                   | 1226                | 1.80       | 1600.9                   | 2123                | 2.08       | 2137.7                   | 4456                | 2.50       | 3108                     |
| 2400           | 703                 | 1.58       | 1238.7                   | 1256                | 1.84       | 1680.7                   | 2175                | 2.13       | 2244.2                   | 4552                | 2.56       | 3243                     |
| 2500           | 720                 | 1.62       | 1297.9                   | 1285                | 1.88       | 1760.9                   | 2227                | 2.18       | 2351.4                   | 4646                | 2.61       | 3378                     |

Tabella 28: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 12...  
25

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 32                  |            |                          | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 60                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 656                 | 0.23       | 25.6                     | 1128                | 0.26       | 34.0                     | 2341                | 0.32       | 50.0                     | 3582.10             | 0.35       | 62.49                    |
| 30             | 728                 | 0.25       | 31.5                     | 1252                | 0.29       | 41.9                     | 2598                | 0.35       | 61.5                     | 3975.43             | 0.39       | 76.96                    |
| 35             | 795                 | 0.28       | 37.6                     | 1367                | 0.32       | 50.0                     | 2838                | 0.38       | 73.4                     | 4341.49             | 0.43       | 91.79                    |
| 40             | 858                 | 0.30       | 43.8                     | 1476                | 0.34       | 58.2                     | 3063                | 0.42       | 85.5                     | 4685.73             | 0.46       | 106.92                   |
| 45             | 918                 | 0.32       | 50.1                     | 1578                | 0.37       | 66.6                     | 3276                | 0.44       | 97.8                     | 5011.96             | 0.50       | 122.33                   |
| 50             | 975                 | 0.34       | 56.5                     | 1676                | 0.39       | 75.1                     | 3479                | 0.47       | 110.3                    | 5322.98             | 0.53       | 137.98                   |
| 55             | 1029                | 0.36       | 63.0                     | 1770                | 0.41       | 83.8                     | 3674                | 0.50       | 123.0                    | 5620.92             | 0.56       | 153.86                   |
| 60             | 1082                | 0.37       | 69.5                     | 1860                | 0.43       | 92.5                     | 3861                | 0.52       | 135.9                    | 5907.46             | 0.59       | 169.95                   |
| 65             | 1132                | 0.39       | 76.2                     | 1948                | 0.45       | 101.4                    | 4042                | 0.55       | 148.9                    | 6183.94             | 0.61       | 186.23                   |
| 70             | 1181                | 0.41       | 82.9                     | 2032                | 0.47       | 110.3                    | 4217                | 0.57       | 162.0                    | 6451.43             | 0.64       | 202.68                   |
| 75             | 1229                | 0.43       | 89.7                     | 2113                | 0.49       | 119.4                    | 4386                | 0.59       | 175.3                    | 6710.86             | 0.66       | 219.31                   |
| 80             | 1275                | 0.44       | 96.6                     | 2193                | 0.51       | 128.5                    | 4551                | 0.62       | 188.8                    | 6962.97             | 0.69       | 236.10                   |
| 85             | 1320                | 0.46       | 103.5                    | 2270                | 0.53       | 137.8                    | 4712                | 0.64       | 202.3                    | 7208.41             | 0.71       | 253.04                   |
| 90             | 1364                | 0.47       | 110.5                    | 2346                | 0.54       | 147.0                    | 4868                | 0.66       | 216.0                    | 7447.74             | 0.74       | 270.12                   |
| 95             | 1406                | 0.49       | 117.6                    | 2419                | 0.56       | 156.4                    | 5021                | 0.68       | 229.7                    | 7681.43             | 0.76       | 287.34                   |
| 100            | 1448                | 0.50       | 124.7                    | 2491                | 0.58       | 165.9                    | 5170                | 0.70       | 243.6                    | 7909.91             | 0.78       | 304.69                   |
| 110            | 1529                | 0.53       | 139.0                    | 2631                | 0.61       | 185.0                    | 5460                | 0.74       | 271.6                    | 8352.66             | 0.83       | 339.75                   |
| 120            | 1607                | 0.56       | 153.6                    | 2765                | 0.64       | 204.3                    | 5738                | 0.78       | 300.0                    | 8778.45             | 0.87       | 375.27                   |
| 130            | 1683                | 0.58       | 168.3                    | 2894                | 0.67       | 223.9                    | 6006                | 0.81       | 328.8                    | 9189.29             | 0.91       | 411.22                   |
| 140            | 1755                | 0.61       | 183.1                    | 3019                | 0.70       | 243.6                    | 6266                | 0.85       | 357.8                    | 9586.79             | 0.95       | 447.56                   |
| 150            | 1826                | 0.63       | 198.2                    | 3141                | 0.73       | 263.6                    | 6518                | 0.88       | 387.2                    | 9972.30             | 0.99       | 484.28                   |
| 160            | 1894                | 0.66       | 213.3                    | 3259                | 0.76       | 283.8                    | 6763                | 0.92       | 416.8                    | 10346.93            | 1.03       | 521.35                   |
| 170            | 1961                | 0.68       | 228.6                    | 3373                | 0.78       | 304.2                    | 7002                | 0.95       | 446.7                    | 10711.66            | 1.06       | 558.76                   |
| 180            | 2026                | 0.70       | 244.1                    | 3485                | 0.81       | 324.7                    | 7234                | 0.98       | 476.9                    | 11067.30            | 1.10       | 596.48                   |
| 190            | 2090                | 0.72       | 259.6                    | 3595                | 0.83       | 345.4                    | 7461                | 1.01       | 507.3                    | 11804               | 1.17       | 679                      |
| 200            | 2152                | 0.75       | 275.3                    | 3702                | 0.86       | 366.3                    | 7683                | 1.04       | 537.9                    | 12111               | 1.20       | 714                      |
| 220            | 2273                | 0.79       | 307.0                    | 3909                | 0.91       | 408.4                    | 8427                | 1.14       | 647                      | 12702               | 1.26       | 786                      |
| 240            | 2388                | 0.83       | 339.1                    | 4108                | 0.95       | 451.1                    | 8801                | 1.19       | 706                      | 13267               | 1.31       | 857                      |
| 260            | 2500                | 0.87       | 371.6                    | 4301                | 1.00       | 494.3                    | 9161                | 1.24       | 765                      | 13809               | 1.37       | 929                      |
| 280            | 2608                | 0.90       | 404.4                    | 4487                | 1.04       | 538.0                    | 9506                | 1.29       | 824                      | 14330               | 1.42       | 1000                     |
| 300            | 2713                | 0.94       | 437.6                    | 4887                | 1.13       | 638                      | 9840                | 1.33       | 882                      | 14833               | 1.47       | 1071                     |
| 350            | 2963                | 1.03       | 521.9                    | 5278                | 1.23       | 745                      | 10629               | 1.44       | 1029                     | 16021               | 1.59       | 1250                     |
| 400            | 3198                | 1.11       | 607.9                    | 5643                | 1.31       | 851                      | 11362               | 1.54       | 1176                     | 17128               | 1.70       | 1429                     |
| 450            | 3421                | 1.18       | 695.5                    | 5985                | 1.39       | 957                      | 12052               | 1.63       | 1324                     | 18167               | 1.80       | 1607                     |
| 500            | 3633                | 1.26       | 784.5                    | 6309                | 1.46       | 1064                     | 12703               | 1.72       | 1471                     | 19149               | 1.90       | 1786                     |
| 550            | 3994                | 1.38       | 948                      | 6617                | 1.54       | 1170                     | 13324               | 1.81       | 1618                     | 20084               | 1.99       | 1964                     |
| 600            | 4172                | 1.44       | 1034                     | 6911                | 1.60       | 1277                     | 13916               | 1.89       | 1765                     | 20977               | 2.08       | 2143                     |
| 650            | 4342                | 1.50       | 1121                     | 7193                | 1.67       | 1383                     | 14484               | 1.96       | 1912                     | 21833               | 2.16       | 2321                     |
| 700            | 4506                | 1.56       | 1207                     | 7465                | 1.73       | 1489                     | 15031               | 2.04       | 2059                     | 22658               | 2.25       | 2500                     |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>35</b>          |                   |                                | <b>42</b>          |                   |                                | <b>54</b>          |                   |                                | <b>64</b>          |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>DN</b>            | <b>32</b>          |                   |                                | <b>40</b>          |                   |                                | <b>50</b>          |                   |                                | <b>60</b>          |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>750</b>           | 4664               | 1.61              | 1293                           | 7727               | 1.79              | 1596                           | 15559              | 2.11              | 2206                           | 23453              | 2.32              | 2679                           |
| <b>800</b>           | 4817               | 1.67              | 1379                           | 7980               | 1.85              | 1702                           | 16069              | 2.18              | 2353                           | 24222              | 2.40              | 2857                           |
| <b>850</b>           | 4965               | 1.72              | 1466                           | 8226               | 1.91              | 1809                           | 16563              | 2.25              | 2500                           | 24968              | 2.47              | 3036                           |
| <b>900</b>           | 5109               | 1.77              | 1552                           | 8464               | 1.96              | 1915                           | 17044              | 2.31              | 2647                           | 25691              | 2.55              | 3214                           |
| <b>950</b>           | 5249               | 1.82              | 1638                           | 8696               | 2.02              | 2021                           | 17511              | 2.37              | 2794                           | 26395              | 2.62              | 3393                           |
| <b>1000</b>          | 5386               | 1.86              | 1724                           | 8922               | 2.07              | 2128                           | 17965              | 2.44              | 2941                           | 27081              | 2.68              | 3571                           |
| <b>1100</b>          | 5649               | 1.96              | 1897                           | 9358               | 2.17              | 2340                           | 18842              | 2.55              | 3235                           | 28403              | 2.81              | 3929                           |
| <b>1200</b>          | 5900               | 2.04              | 2069                           | 9774               | 2.27              | 2553                           | 19680              | 2.67              | 3529                           | 29666              | 2.94              | 4286                           |
| <b>1300</b>          | 6141               | 2.13              | 2241                           | 10173              | 2.36              | 2766                           | 20484              | 2.78              | 3824                           | 30877              | 3.06              | 4643                           |
| <b>1400</b>          | 6372               | 2.21              | 2414                           | 10557              | 2.45              | 2979                           | 21257              | 2.88              | 4118                           | 32043              | 3.18              | 5000                           |
| <b>1500</b>          | 6596               | 2.28              | 2586                           | 10927              | 2.54              | 3191                           | 22003              | 2.98              | 4412                           | 33167              | 3.29              | 5357                           |
| <b>1600</b>          | 6812               | 2.36              | 2759                           | 11286              | 2.62              | 3404                           | 22725              | 3.08              | 4706                           | 34255              | 3.39              | 5714                           |
| <b>1700</b>          | 7022               | 2.43              | 2931                           | 11633              | 2.70              | 3617                           | 23424              | 3.18              | 5000                           | 35309              | 3.50              | 6071                           |
| <b>1800</b>          | 7226               | 2.50              | 3103                           | 11970              | 2.78              | 3830                           | 24103              | 3.27              | 5294                           | 36333              | 3.60              | 6429                           |
| <b>1900</b>          | 7424               | 2.57              | 3276                           | 12298              | 2.85              | 4043                           | 24764              | 3.36              | 5588                           | 37329              | 3.70              | 6786                           |
| <b>2000</b>          | 7616               | 2.64              | 3448                           | 12618              | 2.93              | 4255                           | 25407              | 3.44              | 5882                           | 38298              | 3.79              | 7143                           |
| <b>2100</b>          | 7805               | 2.70              | 3621                           | 12929              | 3.00              | 4468                           | 26034              | 3.53              | 6176                           | 39244              | 3.89              | 7500                           |
| <b>2200</b>          | 7988               | 2.77              | 3793                           | 13234              | 3.07              | 4681                           | 26647              | 3.61              | 6471                           | 40168              | 3.98              | 7857                           |
| <b>2300</b>          | 8168               | 2.83              | 3966                           | 13531              | 3.14              | 4894                           | 27246              | 3.69              | 6765                           | 41071              | 4.07              | 8214                           |
| <b>2400</b>          | 8343               | 2.89              | 4138                           | 13822              | 3.21              | 5106                           | 27832              | 3.77              | 7059                           | 41954              | 4.16              | 8571                           |
| <b>2500</b>          | 8515               | 2.95              | 4310                           | 14107              | 3.27              | 5319                           | 28406              | 3.85              | 7353                           | 42819              | 4.24              | 8929                           |

Tabella 29: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 32...  
60

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 65                  |            |                          | 80                  |            |                          | 100                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 5898                | 0.40       | 81.2                     | 9190                | 0.45       | 102.60                   | 15942               | 0.53       | 137.10                   |
| 30             | 6545                | 0.45       | 100.1                    | 10200               | 0.50       | 126.37                   | 17692               | 0.58       | 168.86                   |
| 35             | 7148                | 0.49       | 119.3                    | 11139               | 0.55       | 150.71                   | 19321               | 0.64       | 201.39                   |
| 40             | 7715                | 0.53       | 139.0                    | 12022               | 0.59       | 175.56                   | 20853               | 0.69       | 234.60                   |
| 45             | 8252                | 0.57       | 159.0                    | 12859               | 0.64       | 200.86                   | 22305               | 0.74       | 268.40                   |
| 50             | 8764                | 0.60       | 179.4                    | 13657               | 0.68       | 226.56                   | 23689               | 0.78       | 302.75                   |
| 55             | 9255                | 0.64       | 200.0                    | 14421               | 0.71       | 252.63                   | 25015               | 0.82       | 337.59                   |
| 60             | 9727                | 0.67       | 220.9                    | 15156               | 0.75       | 279.05                   | 26290               | 0.87       | 372.88                   |
| 65             | 10182               | 0.70       | 242.1                    | 15866               | 0.79       | 305.78                   | 27521               | 0.91       | 408.60                   |
| 70             | 10622               | 0.73       | 263.5                    | 16552               | 0.82       | 332.80                   | 28711               | 0.95       | 444.71                   |
| 75             | 11049               | 0.76       | 285.1                    | 17218               | 0.85       | 360.11                   | 29866               | 0.98       | 481.20                   |
| 80             | 11464               | 0.79       | 307.0                    | 17864               | 0.88       | 387.67                   | 30988               | 1.02       | 518.03                   |
| 85             | 11869               | 0.81       | 329.0                    | 18494               | 0.92       | 415.48                   | 32080               | 1.06       | 555.20                   |
| 90             | 12263               | 0.84       | 351.2                    | 19108               | 0.95       | 443.53                   | 33145               | 1.09       | 592.68                   |
| 95             | 12647               | 0.87       | 373.6                    | 19708               | 0.98       | 471.80                   | 34185               | 1.13       | 630.45                   |
| 100            | 13024               | 0.89       | 396.1                    | 20294               | 1.00       | 500.29                   | 35202               | 1.16       | 668.52                   |
| 110            | 13752               | 0.94       | 441.7                    | 21430               | 1.06       | 557.86                   | 39604               | 1.31       | 846                      |
| 120            | 14454               | 0.99       | 487.9                    | 22522               | 1.11       | 616.19                   | 41365               | 1.36       | 923                      |
| 130            | 15130               | 1.04       | 534.6                    | 23576               | 1.17       | 675.21                   | 43054               | 1.42       | 1000                     |
| 140            | 15784               | 1.08       | 581.9                    | 24596               | 1.22       | 734.89                   | 44679               | 1.47       | 1077                     |
| 150            | 16419               | 1.13       | 629.6                    | 25585               | 1.27       | 795.18                   | 46247               | 1.53       | 1154                     |
| 160            | 17036               | 1.17       | 677.8                    | 27835               | 1.38       | 941                      | 47764               | 1.58       | 1231                     |
| 170            | 17637               | 1.21       | 726.4                    | 28692               | 1.42       | 1000                     | 49234               | 1.62       | 1308                     |
| 180            | 18222               | 1.25       | 775.5                    | 29524               | 1.46       | 1059                     | 50661               | 1.67       | 1385                     |
| 190            | 19683               | 1.35       | 905                      | 30333               | 1.50       | 1118                     | 52049               | 1.72       | 1462                     |
| 200            | 20194               | 1.39       | 952                      | 31121               | 1.54       | 1176                     | 53401               | 1.76       | 1538                     |
| 220            | 21179               | 1.45       | 1048                     | 32640               | 1.62       | 1294                     | 56008               | 1.85       | 1692                     |
| 240            | 22121               | 1.52       | 1143                     | 34091               | 1.69       | 1412                     | 58498               | 1.93       | 1846                     |
| 260            | 23025               | 1.58       | 1238                     | 35483               | 1.76       | 1529                     | 60887               | 2.01       | 2000                     |
| 280            | 23894               | 1.64       | 1333                     | 36822               | 1.82       | 1647                     | 63185               | 2.08       | 2154                     |
| 300            | 24732               | 1.70       | 1429                     | 38115               | 1.89       | 1765                     | 65403               | 2.16       | 2308                     |
| 350            | 26714               | 1.83       | 1667                     | 41169               | 2.04       | 2059                     | 70643               | 2.33       | 2692                     |
| 400            | 28558               | 1.96       | 1905                     | 44011               | 2.18       | 2353                     | 75521               | 2.49       | 3077                     |
| 450            | 30291               | 2.08       | 2143                     | 46681               | 2.31       | 2647                     | 80102               | 2.64       | 3462                     |
| 500            | 31929               | 2.19       | 2381                     | 49206               | 2.44       | 2941                     | 84435               | 2.78       | 3846                     |
| 550            | 33488               | 2.30       | 2619                     | 51608               | 2.55       | 3235                     | 88556               | 2.92       | 4231                     |
| 600            | 34977               | 2.40       | 2857                     | 53903               | 2.67       | 3529                     | 92494               | 3.05       | 4615                     |
| 650            | 36405               | 2.50       | 3095                     | 56104               | 2.78       | 3824                     | 96271               | 3.18       | 5000                     |
| 700            | 37779               | 2.59       | 3333                     | 58221               | 2.88       | 4118                     | 99905               | 3.29       | 5385                     |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>76.1</b>        |                   |                                | <b>88.9</b>        |                   |                                | <b>108</b>         |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>DN</b>            | <b>65</b>          |                   |                                | <b>80</b>          |                   |                                | <b>100</b>         |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>750</b>           | 39105              | 2.68              | 3571                           | 60265              | 2.98              | 4412                           | 103411             | 3.41              | 5769                           |
| <b>800</b>           | 40388              | 2.77              | 3810                           | 62241              | 3.08              | 4706                           | 106803             | 3.52              | 6154                           |
| <b>850</b>           | 41631              | 2.86              | 4048                           | 64157              | 3.18              | 5000                           | 110090             | 3.63              | 6538                           |
| <b>900</b>           | 42838              | 2.94              | 4286                           | 66017              | 3.27              | 5294                           | 113282             | 3.74              | 6923                           |
| <b>950</b>           | 44011              | 3.02              | 4524                           | 67826              | 3.36              | 5588                           | 116386             | 3.84              | 7308                           |
| <b>1000</b>          | 45155              | 3.10              | 4762                           | 69588              | 3.44              | 5882                           | 119409             | 3.94              | 7692                           |
| <b>1100</b>          | 47359              | 3.25              | 5238                           | 72984              | 3.61              | 6471                           | 125237             | 4.13              | 8462                           |
| <b>1200</b>          | 49465              | 3.39              | 5714                           | 76230              | 3.77              | 7059                           | 130806             | 4.31              | 9231                           |
| <b>1300</b>          | 51484              | 3.53              | 6190                           | 79342              | 3.93              | 7647                           | 136147             | 4.49              | 10000                          |
| <b>1400</b>          | 53428              | 3.67              | 6667                           | 82338              | 4.07              | 8235                           | 141287             | 4.66              | 10769                          |
| <b>1500</b>          | 55303              | 3.79              | 7143                           | 85227              | 4.22              | 8824                           | 146246             | 4.82              | 11538                          |
| <b>1600</b>          | 57117              | 3.92              | 7619                           | 88023              | 4.36              | 9412                           | 151042             | 4.98              | 12308                          |
| <b>1700</b>          | 58875              | 4.04              | 8095                           | 90732              | 4.49              | 10000                          | 155691             | 5.13              | 13077                          |
| <b>1800</b>          | 60582              | 4.16              | 8571                           | 93362              | 4.62              | 10588                          | 160204             | 5.28              | 13846                          |
| <b>1900</b>          | 62242              | 4.27              | 9048                           | 95920              | 4.75              | 11176                          | 164594             | 5.43              | 14615                          |
| <b>2000</b>          | 63859              | 4.38              | 9524                           | 98412              | 4.87              | 11765                          | 168870             | 5.57              | 15385                          |
| <b>2100</b>          | 65436              | 4.49              | 10000                          | 100842             | 4.99              | 12353                          | 173040             | 5.71              | 16154                          |
| <b>2200</b>          | 66975              | 4.60              | 10476                          | 103216             | 5.11              | 12941                          | 177113             | 5.84              | 16923                          |
| <b>2300</b>          | 68481              | 4.70              | 10952                          | 105535             | 5.22              | 13529                          | 181093             | 5.97              | 17692                          |
| <b>2400</b>          | 69954              | 4.80              | 11429                          | 107805             | 5.34              | 14118                          | 184988             | 6.10              | 18462                          |
| <b>2500</b>          | 71396              | 4.90              | 11905                          | 110028             | 5.45              | 14706                          | 188803             | 6.23              | 19231                          |

Tabella 30: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 65... 100

## 4.4.2 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 12                  |            |                          | 15                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 54                  | 0.12       | 7.4                      | 97                  | 0.14       | 10.0                     | 167                 | 0.17       | 13.4                     | 355                 | 0.20       | 19.9                     |
| 30             | 60                  | 0.14       | 9.1                      | 107                 | 0.16       | 12.4                     | 186                 | 0.18       | 16.5                     | 394                 | 0.22       | 24.5                     |
| 35             | 66                  | 0.15       | 10.9                     | 117                 | 0.17       | 14.7                     | 203                 | 0.20       | 19.7                     | 430                 | 0.24       | 29.2                     |
| 40             | 71                  | 0.16       | 12.6                     | 126                 | 0.19       | 17.2                     | 219                 | 0.22       | 22.9                     | 464                 | 0.26       | 34.0                     |
| 45             | 76                  | 0.17       | 14.5                     | 135                 | 0.20       | 19.6                     | 234                 | 0.23       | 26.2                     | 497                 | 0.28       | 38.9                     |
| 50             | 80                  | 0.18       | 16.3                     | 143                 | 0.21       | 22.1                     | 249                 | 0.25       | 29.6                     | 527                 | 0.30       | 43.9                     |
| 55             | 85                  | 0.19       | 18.2                     | 152                 | 0.22       | 24.7                     | 262                 | 0.26       | 33.0                     | 557                 | 0.32       | 49.0                     |
| 60             | 89                  | 0.20       | 20.1                     | 159                 | 0.24       | 27.3                     | 276                 | 0.27       | 36.4                     | 585                 | 0.33       | 54.1                     |
| 65             | 93                  | 0.21       | 22.0                     | 167                 | 0.25       | 29.9                     | 289                 | 0.28       | 39.9                     | 613                 | 0.35       | 59.3                     |
| 70             | 97                  | 0.22       | 24.0                     | 174                 | 0.26       | 32.5                     | 301                 | 0.30       | 43.4                     | 639                 | 0.36       | 64.5                     |
| 75             | 101                 | 0.23       | 25.9                     | 181                 | 0.27       | 35.2                     | 313                 | 0.31       | 47.0                     | 665                 | 0.38       | 69.8                     |
| 80             | 105                 | 0.24       | 27.9                     | 188                 | 0.28       | 37.9                     | 325                 | 0.32       | 50.6                     | 690                 | 0.39       | 75.2                     |
| 85             | 109                 | 0.25       | 29.9                     | 194                 | 0.29       | 40.6                     | 337                 | 0.33       | 54.2                     | 714                 | 0.40       | 80.6                     |
| 90             | 112                 | 0.25       | 32.0                     | 201                 | 0.30       | 43.4                     | 348                 | 0.34       | 57.9                     | 738                 | 0.42       | 86.0                     |
| 95             | 116                 | 0.26       | 34.0                     | 207                 | 0.31       | 46.1                     | 359                 | 0.35       | 61.6                     | 761                 | 0.43       | 91.5                     |
| 100            | 119                 | 0.27       | 36.0                     | 213                 | 0.32       | 48.9                     | 369                 | 0.36       | 65.3                     | 784                 | 0.44       | 97.0                     |
| 110            | 126                 | 0.29       | 40.2                     | 225                 | 0.33       | 54.5                     | 390                 | 0.38       | 72.8                     | 828                 | 0.47       | 108.2                    |
| 120            | 133                 | 0.30       | 44.4                     | 237                 | 0.35       | 60.2                     | 410                 | 0.40       | 80.4                     | 870                 | 0.49       | 119.5                    |
| 130            | 139                 | 0.31       | 48.6                     | 248                 | 0.37       | 66.0                     | 429                 | 0.42       | 88.1                     | 911                 | 0.52       | 130.9                    |
| 140            | 145                 | 0.33       | 52.9                     | 258                 | 0.38       | 71.8                     | 448                 | 0.44       | 95.9                     | 950                 | 0.54       | 142.5                    |
| 150            | 151                 | 0.34       | 57.3                     | 269                 | 0.40       | 77.7                     | 466                 | 0.46       | 103.8                    | 988                 | 0.56       | 154.2                    |
| 160            | 156                 | 0.35       | 61.7                     | 279                 | 0.41       | 83.7                     | 483                 | 0.48       | 111.7                    | 1025                | 0.58       | 166.0                    |
| 170            | 162                 | 0.37       | 66.1                     | 289                 | 0.43       | 89.7                     | 500                 | 0.49       | 119.7                    | 1061                | 0.60       | 177.9                    |
| 180            | 167                 | 0.38       | 70.6                     | 298                 | 0.44       | 95.7                     | 517                 | 0.51       | 127.8                    | 1097                | 0.62       | 189.9                    |
| 190            | 172                 | 0.39       | 75.1                     | 308                 | 0.46       | 101.8                    | 533                 | 0.53       | 136.0                    | 1131                | 0.64       | 202.0                    |
| 200            | 177                 | 0.40       | 79.6                     | 317                 | 0.47       | 108.0                    | 549                 | 0.54       | 144.2                    | 1165                | 0.66       | 214.2                    |
| 220            | 187                 | 0.42       | 88.7                     | 335                 | 0.49       | 120.4                    | 580                 | 0.57       | 160.8                    | 1230                | 0.70       | 238.9                    |
| 240            | 197                 | 0.45       | 98.0                     | 352                 | 0.52       | 133.0                    | 609                 | 0.60       | 177.6                    | 1293                | 0.73       | 263.8                    |
| 260            | 206                 | 0.47       | 107.4                    | 368                 | 0.54       | 145.7                    | 638                 | 0.63       | 194.6                    | 1353                | 0.77       | 289.1                    |
| 280            | 215                 | 0.49       | 116.9                    | 384                 | 0.57       | 158.6                    | 665                 | 0.66       | 211.8                    | 1412                | 0.80       | 314.7                    |
| 300            | 224                 | 0.51       | 126.5                    | 399                 | 0.59       | 171.6                    | 692                 | 0.68       | 229.2                    | 1468                | 0.83       | 340.5                    |
| 350            | 244                 | 0.55       | 150.9                    | 436                 | 0.65       | 204.7                    | 756                 | 0.75       | 273.3                    | 1604                | 0.91       | 406.1                    |
| 400            | 264                 | 0.60       | 175.7                    | 471                 | 0.70       | 238.4                    | 816                 | 0.80       | 318.4                    | 1731                | 0.98       | 473.0                    |
| 450            | 282                 | 0.64       | 201.1                    | 504                 | 0.74       | 272.8                    | 872                 | 0.86       | 364.2                    | 1851                | 1.05       | 541.2                    |
| 500            | 300                 | 0.68       | 226.8                    | 535                 | 0.79       | 307.7                    | 927                 | 0.91       | 410.9                    | 1966                | 1.11       | 610.4                    |
| 550            | 316                 | 0.72       | 252.9                    | 565                 | 0.84       | 343.1                    | 978                 | 0.97       | 458.1                    | 2076                | 1.18       | 680.7                    |
| 600            | 332                 | 0.75       | 279.3                    | 594                 | 0.88       | 379.0                    | 1028                | 1.01       | 506.0                    | 2182                | 1.24       | 751.9                    |
| 650            | 348                 | 0.79       | 306.1                    | 621                 | 0.92       | 415.3                    | 1076                | 1.06       | 554.5                    | 2284                | 1.29       | 823.9                    |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>15</b>          |                   |                                | <b>18</b>          |                   |                                | <b>22</b>          |                   |                                | <b>28</b>          |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>DN</b>            | <b>12</b>          |                   |                                | <b>15</b>          |                   |                                | <b>20</b>          |                   |                                | <b>25</b>          |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>700</b>           | 363                | 0.82              | 333.1                          | 648                | 0.96              | 452.0                          | 1123               | 1.11              | 603.5                          | 2383               | 1.35              | 896.7                          |
| <b>750</b>           | 378                | 0.86              | 360.5                          | 674                | 1.00              | 489.1                          | 1168               | 1.15              | 653.0                          | 2479               | 1.41              | 970.3                          |
| <b>800</b>           | 392                | 0.89              | 388.0                          | 700                | 1.03              | 526.5                          | 1212               | 1.20              | 703.0                          | 2572               | 1.46              | 1044.5                         |
| <b>850</b>           | 406                | 0.92              | 415.9                          | 724                | 1.07              | 564.3                          | 1255               | 1.24              | 753.5                          | 2662               | 1.51              | 1119.5                         |
| <b>900</b>           | 419                | 0.95              | 444.0                          | 748                | 1.11              | 602.3                          | 1296               | 1.28              | 804.3                          | 2751               | 1.56              | 1195.0                         |
| <b>950</b>           | 432                | 0.98              | 472.3                          | 772                | 1.14              | 640.7                          | 1337               | 1.32              | 855.6                          | 2837               | 1.61              | 1271.2                         |
| <b>1000</b>          | 445                | 1.01              | 500.8                          | 795                | 1.18              | 679.4                          | 1377               | 1.36              | 907.2                          | 2921               | 1.66              | 1348.0                         |
| <b>1100</b>          | 470                | 1.07              | 558.4                          | 839                | 1.24              | 757.6                          | 1454               | 1.43              | 1011.7                         | 3068               | 1.74              | 1486                           |
| <b>1200</b>          | 494                | 1.12              | 616.8                          | 882                | 1.30              | 836.8                          | 1528               | 1.51              | 1117.4                         | 3204               | 1.82              | 1622                           |
| <b>1300</b>          | 517                | 1.17              | 675.9                          | 923                | 1.37              | 917.0                          | 1600               | 1.58              | 1224.5                         | 3335               | 1.89              | 1757                           |
| <b>1400</b>          | 540                | 1.22              | 735.6                          | 963                | 1.42              | 998.0                          | 1669               | 1.65              | 1332.7                         | 3461               | 1.96              | 1892                           |
| <b>1500</b>          | 561                | 1.27              | 795.9                          | 1002               | 1.48              | 1079.9                         | 1736               | 1.71              | 1442.0                         | 3583               | 2.03              | 2027                           |
| <b>1600</b>          | 582                | 1.32              | 856.9                          | 1040               | 1.54              | 1162.6                         | 1801               | 1.78              | 1552.4                         | 3700               | 2.10              | 2162                           |
| <b>1700</b>          | 603                | 1.37              | 918.3                          | 1076               | 1.59              | 1246.0                         | 1865               | 1.84              | 1663.8                         | 3814               | 2.16              | 2297                           |
| <b>1800</b>          | 623                | 1.41              | 980.3                          | 1112               | 1.65              | 1330.1                         | 1926               | 1.90              | 1776.1                         | 3925               | 2.22              | 2432                           |
| <b>1900</b>          | 642                | 1.46              | 1042.8                         | 1147               | 1.70              | 1414.9                         | 1987               | 1.96              | 1889.3                         | 4032               | 2.29              | 2568                           |
| <b>2000</b>          | 662                | 1.50              | 1105.8                         | 1181               | 1.75              | 1500.3                         | 2046               | 2.02              | 2003.4                         | 4137               | 2.34              | 2703                           |
| <b>2100</b>          | 680                | 1.54              | 1169.2                         | 1215               | 1.80              | 1586.3                         | 2104               | 2.08              | 2118.2                         | 4239               | 2.40              | 2838                           |
| <b>2200</b>          | 699                | 1.58              | 1233.0                         | 1247               | 1.84              | 1672.9                         | 2161               | 2.13              | 2233.9                         | 4339               | 2.46              | 2973                           |
| <b>2300</b>          | 717                | 1.62              | 1297.3                         | 1279               | 1.89              | 1760.1                         | 2216               | 2.19              | 2350.3                         | 4436               | 2.51              | 3108                           |
| <b>2400</b>          | 734                | 1.66              | 1362.0                         | 1311               | 1.94              | 1847.9                         | 2271               | 2.24              | 2467.5                         | 4532               | 2.57              | 3243                           |
| <b>2500</b>          | 751                | 1.70              | 1427.0                         | 1342               | 1.98              | 1936.1                         | 2324               | 2.29              | 2585.3                         | 4625               | 2.62              | 3378                           |

Tabella 31: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 12... 25

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 32                  |            |                          | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 60                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 685                 | 0.24       | 28.1                     | 1178                | 0.28       | 37.4                     | 2444                | 0.33       | 54.9                     | 3738.96             | 0.37       | 68.70                    |
| 30             | 760                 | 0.27       | 34.6                     | 1307                | 0.31       | 46.1                     | 2712                | 0.37       | 67.7                     | 4149.52             | 0.41       | 84.62                    |
| 35             | 830                 | 0.29       | 41.3                     | 1427                | 0.33       | 54.9                     | 2962                | 0.41       | 80.7                     | 4531.61             | 0.45       | 100.92                   |
| 40             | 895                 | 0.31       | 48.1                     | 1540                | 0.36       | 64.0                     | 3197                | 0.44       | 94.0                     | 4890.92             | 0.49       | 117.56                   |
| 45             | 958                 | 0.33       | 55.0                     | 1648                | 0.39       | 73.2                     | 3419                | 0.47       | 107.5                    | 5231.44             | 0.52       | 134.50                   |
| 50             | 1017                | 0.36       | 62.1                     | 1750                | 0.41       | 82.6                     | 3632                | 0.50       | 121.3                    | 5556.08             | 0.56       | 151.71                   |
| 55             | 1074                | 0.38       | 69.2                     | 1848                | 0.43       | 92.1                     | 3835                | 0.52       | 135.2                    | 5867.07             | 0.59       | 169.16                   |
| 60             | 1129                | 0.39       | 76.5                     | 1942                | 0.45       | 101.7                    | 4030                | 0.55       | 149.4                    | 6166.16             | 0.62       | 186.85                   |
| 65             | 1182                | 0.41       | 83.8                     | 2033                | 0.48       | 111.5                    | 4219                | 0.58       | 163.7                    | 6454.74             | 0.65       | 204.75                   |
| 70             | 1233                | 0.43       | 91.2                     | 2121                | 0.50       | 121.3                    | 4402                | 0.60       | 178.2                    | 6733.95             | 0.67       | 222.85                   |
| 75             | 1283                | 0.45       | 98.7                     | 2206                | 0.52       | 131.3                    | 4579                | 0.63       | 192.8                    | 7004.74             | 0.70       | 241.13                   |
| 80             | 1331                | 0.46       | 106.2                    | 2289                | 0.54       | 141.3                    | 4751                | 0.65       | 207.5                    | 7267.89             | 0.73       | 259.59                   |
| 85             | 1378                | 0.48       | 113.8                    | 2370                | 0.56       | 151.5                    | 4918                | 0.67       | 222.4                    | 7524.08             | 0.75       | 278.21                   |
| 90             | 1423                | 0.50       | 121.5                    | 2448                | 0.57       | 161.7                    | 5081                | 0.70       | 237.4                    | 7773.89             | 0.78       | 296.99                   |
| 95             | 1468                | 0.51       | 129.3                    | 2525                | 0.59       | 172.0                    | 5241                | 0.72       | 252.6                    | 8017.81             | 0.80       | 315.92                   |
| 100            | 1512                | 0.53       | 137.1                    | 2600                | 0.61       | 182.4                    | 5397                | 0.74       | 267.8                    | 8256.30             | 0.83       | 334.99                   |
| 110            | 1596                | 0.56       | 152.9                    | 2746                | 0.64       | 203.4                    | 5699                | 0.78       | 298.6                    | 8718.43             | 0.87       | 373.55                   |
| 120            | 1678                | 0.59       | 168.8                    | 2886                | 0.68       | 224.6                    | 5989                | 0.82       | 329.9                    | 9162.87             | 0.92       | 412.60                   |
| 130            | 1756                | 0.61       | 185.0                    | 3021                | 0.71       | 246.1                    | 6269                | 0.86       | 361.5                    | 9591.70             | 0.96       | 452.13                   |
| 140            | 1832                | 0.64       | 201.4                    | 3151                | 0.74       | 267.9                    | 6541                | 0.89       | 393.4                    | 10006.61            | 1.00       | 492.09                   |
| 150            | 1906                | 0.67       | 217.9                    | 3278                | 0.77       | 289.9                    | 6804                | 0.93       | 425.7                    | 10409.00            | 1.04       | 532.46                   |
| 160            | 1977                | 0.69       | 234.6                    | 3401                | 0.80       | 312.1                    | 7059                | 0.97       | 458.3                    | 10800.04            | 1.08       | 573.22                   |
| 170            | 2047                | 0.72       | 251.4                    | 3521                | 0.82       | 334.4                    | 7308                | 1.00       | 491.2                    | 11180.74            | 1.12       | 614.34                   |
| 180            | 2115                | 0.74       | 268.4                    | 3638                | 0.85       | 357.0                    | 7551                | 1.03       | 524.3                    | 11551.95            | 1.16       | 655.81                   |
| 190            | 2181                | 0.76       | 285.5                    | 3752                | 0.88       | 379.8                    | 7788                | 1.07       | 557.7                    | 11751               | 1.17       | 679                      |
| 200            | 2246                | 0.78       | 302.7                    | 3864                | 0.91       | 402.7                    | 8019                | 1.10       | 591.4                    | 12056               | 1.21       | 714                      |
| 220            | 2372                | 0.83       | 337.5                    | 4080                | 0.96       | 449.0                    | 8388                | 1.15       | 647                      | 12644               | 1.26       | 786                      |
| 240            | 2493                | 0.87       | 372.8                    | 4288                | 1.00       | 496.0                    | 8761                | 1.20       | 706                      | 13207               | 1.32       | 857                      |
| 260            | 2610                | 0.91       | 408.5                    | 4489                | 1.05       | 543.5                    | 9119                | 1.25       | 765                      | 13746               | 1.37       | 929                      |
| 280            | 2723                | 0.95       | 444.6                    | 4683                | 1.10       | 591.5                    | 9463                | 1.29       | 824                      | 14265               | 1.43       | 1000                     |
| 300            | 2832                | 0.99       | 481.1                    | 4865                | 1.14       | 638                      | 9795                | 1.34       | 882                      | 14765               | 1.48       | 1071                     |
| 350            | 3093                | 1.08       | 573.8                    | 5254                | 1.23       | 745                      | 10580               | 1.45       | 1029                     | 15949               | 1.59       | 1250                     |
| 400            | 3338                | 1.17       | 668.4                    | 5617                | 1.32       | 851                      | 11311               | 1.55       | 1176                     | 17050               | 1.70       | 1429                     |
| 450            | 3570                | 1.25       | 764.7                    | 5958                | 1.40       | 957                      | 11997               | 1.64       | 1324                     | 18084               | 1.81       | 1607                     |
| 500            | 3792                | 1.32       | 862.6                    | 6280                | 1.47       | 1064                     | 12646               | 1.73       | 1471                     | 19062               | 1.91       | 1786                     |
| 550            | 3976                | 1.39       | 948                      | 6587                | 1.54       | 1170                     | 13263               | 1.81       | 1618                     | 19993               | 2.00       | 1964                     |
| 600            | 4153                | 1.45       | 1034                     | 6880                | 1.61       | 1277                     | 13853               | 1.89       | 1765                     | 20882               | 2.09       | 2143                     |
| 650            | 4322                | 1.51       | 1121                     | 7161                | 1.68       | 1383                     | 14418               | 1.97       | 1912                     | 21734               | 2.17       | 2321                     |
| 700            | 4485                | 1.57       | 1207                     | 7431                | 1.74       | 1489                     | 14963               | 2.05       | 2059                     | 22555               | 2.26       | 2500                     |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>35</b>          |                   |                                | <b>42</b>          |                   |                                | <b>54</b>          |                   |                                | <b>64</b>          |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>DN</b>            | <b>32</b>          |                   |                                | <b>40</b>          |                   |                                | <b>50</b>          |                   |                                | <b>60</b>          |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>750</b>           | 4643               | 1.62              | 1293                           | 7692               | 1.80              | 1596                           | 15488              | 2.12              | 2206                           | 23346              | 2.33              | 2679                           |
| <b>800</b>           | 4795               | 1.68              | 1379                           | 7944               | 1.86              | 1702                           | 15996              | 2.19              | 2353                           | 24112              | 2.41              | 2857                           |
| <b>850</b>           | 4943               | 1.73              | 1466                           | 8188               | 1.92              | 1809                           | 16488              | 2.26              | 2500                           | 24854              | 2.49              | 3036                           |
| <b>900</b>           | 5086               | 1.78              | 1552                           | 8426               | 1.97              | 1915                           | 16966              | 2.32              | 2647                           | 25575              | 2.56              | 3214                           |
| <b>950</b>           | 5225               | 1.83              | 1638                           | 8657               | 2.03              | 2021                           | 17431              | 2.38              | 2794                           | 26275              | 2.63              | 3393                           |
| <b>1000</b>          | 5361               | 1.87              | 1724                           | 8882               | 2.08              | 2128                           | 17884              | 2.45              | 2941                           | 26958              | 2.70              | 3571                           |
| <b>1100</b>          | 5623               | 1.96              | 1897                           | 9315               | 2.18              | 2340                           | 18757              | 2.57              | 3235                           | 28274              | 2.83              | 3929                           |
| <b>1200</b>          | 5873               | 2.05              | 2069                           | 9729               | 2.28              | 2553                           | 19591              | 2.68              | 3529                           | 29531              | 2.95              | 4286                           |
| <b>1300</b>          | 6113               | 2.14              | 2241                           | 10126              | 2.37              | 2766                           | 20391              | 2.79              | 3824                           | 30737              | 3.07              | 4643                           |
| <b>1400</b>          | 6343               | 2.22              | 2414                           | 10509              | 2.46              | 2979                           | 21160              | 2.89              | 4118                           | 31897              | 3.19              | 5000                           |
| <b>1500</b>          | 6566               | 2.29              | 2586                           | 10878              | 2.55              | 3191                           | 21903              | 3.00              | 4412                           | 33017              | 3.30              | 5357                           |
| <b>1600</b>          | 6781               | 2.37              | 2759                           | 11234              | 2.63              | 3404                           | 22621              | 3.09              | 4706                           | 34099              | 3.41              | 5714                           |
| <b>1700</b>          | 6990               | 2.44              | 2931                           | 11580              | 2.71              | 3617                           | 23318              | 3.19              | 5000                           | 35149              | 3.51              | 6071                           |
| <b>1800</b>          | 7193               | 2.51              | 3103                           | 11916              | 2.79              | 3830                           | 23994              | 3.28              | 5294                           | 36168              | 3.62              | 6429                           |
| <b>1900</b>          | 7390               | 2.58              | 3276                           | 12242              | 2.87              | 4043                           | 24651              | 3.37              | 5588                           | 37159              | 3.72              | 6786                           |
| <b>2000</b>          | 7582               | 2.65              | 3448                           | 12560              | 2.94              | 4255                           | 25291              | 3.46              | 5882                           | 38124              | 3.81              | 7143                           |
| <b>2100</b>          | 7769               | 2.71              | 3621                           | 12871              | 3.02              | 4468                           | 25916              | 3.54              | 6176                           | 39066              | 3.91              | 7500                           |
| <b>2200</b>          | 7952               | 2.78              | 3793                           | 13173              | 3.09              | 4681                           | 26526              | 3.63              | 6471                           | 39985              | 4.00              | 7857                           |
| <b>2300</b>          | 8131               | 2.84              | 3966                           | 13469              | 3.16              | 4894                           | 27122              | 3.71              | 6765                           | 40884              | 4.09              | 8214                           |
| <b>2400</b>          | 8305               | 2.90              | 4138                           | 13759              | 3.22              | 5106                           | 27705              | 3.79              | 7059                           | 41763              | 4.18              | 8571                           |
| <b>2500</b>          | 8477               | 2.96              | 4310                           | 14043              | 3.29              | 5319                           | 28277              | 3.87              | 7353                           | 42624              | 4.26              | 8929                           |

Tabella 32: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 32...  
60

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 65                  |            |                          | 80                  |            |                          | 100                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 6156                | 0.43       | 89.3                     | 9593                | 0.48       | 112.81                   | 16640               | 0.55       | 150.74                   |
| 30             | 6832                | 0.47       | 110.0                    | 10646               | 0.53       | 138.94                   | 18467               | 0.61       | 185.66                   |
| 35             | 7461                | 0.52       | 131.2                    | 11626               | 0.58       | 165.71                   | 20167               | 0.67       | 221.43                   |
| 40             | 8053                | 0.56       | 152.8                    | 12548               | 0.63       | 193.03                   | 21766               | 0.72       | 257.93                   |
| 45             | 8613                | 0.60       | 174.9                    | 13422               | 0.67       | 220.84                   | 23282               | 0.77       | 295.10                   |
| 50             | 9148                | 0.63       | 197.2                    | 14255               | 0.71       | 249.10                   | 24726               | 0.82       | 332.86                   |
| 55             | 9660                | 0.67       | 219.9                    | 15053               | 0.75       | 277.76                   | 26111               | 0.87       | 371.17                   |
| 60             | 10152               | 0.70       | 242.9                    | 15820               | 0.79       | 306.81                   | 27442               | 0.91       | 409.97                   |
| 65             | 10628               | 0.74       | 266.2                    | 16561               | 0.83       | 336.19                   | 28726               | 0.96       | 449.25                   |
| 70             | 11087               | 0.77       | 289.7                    | 17277               | 0.86       | 365.91                   | 29968               | 1.00       | 488.95                   |
| 75             | 11533               | 0.80       | 313.5                    | 17972               | 0.90       | 395.93                   | 31174               | 1.04       | 529.07                   |
| 80             | 11966               | 0.83       | 337.5                    | 18647               | 0.93       | 426.24                   | 32345               | 1.08       | 569.57                   |
| 85             | 12388               | 0.86       | 361.7                    | 19304               | 0.96       | 456.81                   | 33485               | 1.11       | 610.43                   |
| 90             | 12800               | 0.89       | 386.1                    | 19945               | 1.00       | 487.65                   | 34597               | 1.15       | 651.63                   |
| 95             | 13201               | 0.91       | 410.7                    | 20571               | 1.03       | 518.73                   | 35682               | 1.19       | 693.17                   |
| 100            | 13594               | 0.94       | 435.5                    | 21183               | 1.06       | 550.05                   | 36743               | 1.22       | 735.02                   |
| 110            | 14355               | 0.99       | 485.6                    | 22368               | 1.12       | 613.35                   | 39424               | 1.31       | 846                      |
| 120            | 15086               | 1.04       | 536.4                    | 23509               | 1.17       | 677.48                   | 41177               | 1.37       | 923                      |
| 130            | 15793               | 1.09       | 587.8                    | 24609               | 1.23       | 742.38                   | 42858               | 1.43       | 1000                     |
| 140            | 16476               | 1.14       | 639.8                    | 25673               | 1.28       | 807.99                   | 44476               | 1.48       | 1077                     |
| 150            | 17138               | 1.19       | 692.2                    | 26706               | 1.33       | 874.28                   | 46037               | 1.53       | 1154                     |
| 160            | 17782               | 1.23       | 745.2                    | 27709               | 1.38       | 941                      | 47547               | 1.58       | 1231                     |
| 170            | 18409               | 1.27       | 798.7                    | 28561               | 1.43       | 1000                     | 49010               | 1.63       | 1308                     |
| 180            | 19020               | 1.32       | 852.6                    | 29389               | 1.47       | 1059                     | 50431               | 1.68       | 1385                     |
| 190            | 19593               | 1.36       | 905                      | 30195               | 1.51       | 1118                     | 51813               | 1.72       | 1462                     |
| 200            | 20102               | 1.39       | 952                      | 30979               | 1.55       | 1176                     | 53159               | 1.77       | 1538                     |
| 220            | 21083               | 1.46       | 1048                     | 32491               | 1.62       | 1294                     | 55753               | 1.86       | 1692                     |
| 240            | 22021               | 1.52       | 1143                     | 33936               | 1.69       | 1412                     | 58232               | 1.94       | 1846                     |
| 260            | 22920               | 1.59       | 1238                     | 35322               | 1.76       | 1529                     | 60610               | 2.02       | 2000                     |
| 280            | 23785               | 1.65       | 1333                     | 36655               | 1.83       | 1647                     | 62898               | 2.09       | 2154                     |
| 300            | 24620               | 1.70       | 1429                     | 37942               | 1.89       | 1765                     | 65106               | 2.17       | 2308                     |
| 350            | 26592               | 1.84       | 1667                     | 40982               | 2.05       | 2059                     | 70322               | 2.34       | 2692                     |
| 400            | 28429               | 1.97       | 1905                     | 43811               | 2.19       | 2353                     | 75178               | 2.50       | 3077                     |
| 450            | 30153               | 2.09       | 2143                     | 46469               | 2.32       | 2647                     | 79738               | 2.65       | 3462                     |
| 500            | 31784               | 2.20       | 2381                     | 48982               | 2.45       | 2941                     | 84051               | 2.80       | 3846                     |
| 550            | 33335               | 2.31       | 2619                     | 51373               | 2.57       | 3235                     | 88154               | 2.93       | 4231                     |
| 600            | 34818               | 2.41       | 2857                     | 53658               | 2.68       | 3529                     | 92073               | 3.06       | 4615                     |
| 650            | 36239               | 2.51       | 3095                     | 55848               | 2.79       | 3824                     | 95833               | 3.19       | 5000                     |
| 700            | 37607               | 2.60       | 3333                     | 57957               | 2.89       | 4118                     | 99451               | 3.31       | 5385                     |

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| DN             | 65                  |            |                          | 80                  |            |                          | 100                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750            | 38927               | 2.70       | 3571                     | 59991               | 3.00       | 4412                     | 102941              | 3.43       | 5769                     |
| 800            | 40204               | 2.78       | 3810                     | 61958               | 3.09       | 4706                     | 106317              | 3.54       | 6154                     |
| 850            | 41441               | 2.87       | 4048                     | 63865               | 3.19       | 5000                     | 109589              | 3.65       | 6538                     |
| 900            | 42643               | 2.95       | 4286                     | 65717               | 3.28       | 5294                     | 112767              | 3.75       | 6923                     |
| 950            | 43811               | 3.03       | 4524                     | 67518               | 3.37       | 5588                     | 115857              | 3.86       | 7308                     |
| 1000           | 44949               | 3.11       | 4762                     | 69272               | 3.46       | 5882                     | 118866              | 3.96       | 7692                     |
| 1100           | 47143               | 3.26       | 5238                     | 72653               | 3.63       | 6471                     | 124668              | 4.15       | 8462                     |
| 1200           | 49240               | 3.41       | 5714                     | 75883               | 3.79       | 7059                     | 130212              | 4.33       | 9231                     |
| 1300           | 51250               | 3.55       | 6190                     | 78982               | 3.94       | 7647                     | 135528              | 4.51       | 10000                    |
| 1400           | 53185               | 3.68       | 6667                     | 81963               | 4.09       | 8235                     | 140645              | 4.68       | 10769                    |
| 1500           | 55052               | 3.81       | 7143                     | 84840               | 4.24       | 8824                     | 145581              | 4.85       | 11538                    |
| 1600           | 56857               | 3.94       | 7619                     | 87622               | 4.38       | 9412                     | 150355              | 5.00       | 12308                    |
| 1700           | 58607               | 4.06       | 8095                     | 90319               | 4.51       | 10000                    | 154983              | 5.16       | 13077                    |
| 1800           | 60306               | 4.18       | 8571                     | 92938               | 4.64       | 10588                    | 159476              | 5.31       | 13846                    |
| 1900           | 61959               | 4.29       | 9048                     | 95484               | 4.77       | 11176                    | 163846              | 5.45       | 14615                    |
| 2000           | 63568               | 4.40       | 9524                     | 97965               | 4.89       | 11765                    | 168102              | 5.59       | 15385                    |
| 2100           | 65138               | 4.51       | 10000                    | 100384              | 5.01       | 12353                    | 172254              | 5.73       | 16154                    |
| 2200           | 66671               | 4.62       | 10476                    | 102746              | 5.13       | 12941                    | 176307              | 5.87       | 16923                    |
| 2300           | 68169               | 4.72       | 10952                    | 105055              | 5.25       | 13529                    | 180270              | 6.00       | 17692                    |
| 2400           | 69635               | 4.82       | 11429                    | 107315              | 5.36       | 14118                    | 184147              | 6.13       | 18462                    |
| 2500           | 71071               | 4.92       | 11905                    | 109528              | 5.47       | 14706                    | 187944              | 6.26       | 19231                    |

Tabella 33: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 65... 100

## 4.5 Tabelle di perdita di pressione Optipress 1.4520

Esempio di lettura: Per acqua a +7 °C con dimensione dei tubi 22 e perdita di pressione  $R = 50 \text{ Pa/m}$ , dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 232 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.21 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{dyn}}$  22.9 Pa

### 4.5.1 Medio: acqua a 7 °C

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| $d_e$       | 15                  |              |                          | 18                  |              |                          | 22                  |              |                          | 28                  |              |                          |
|-------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|
| $d_i$       | 13                  |              |                          | 16                  |              |                          | 19.6                |              |                          | 25.6                |              |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] |
| 25          | 51                  | 0.11         | 5.8                      | 90                  | 0.12         | 7.8                      | 156                 | 0.14         | 10.4                     | 323                 | 0.17         | 15.2                     |
| 30          | 57                  | 0.12         | 7.1                      | 100                 | 0.14         | 9.6                      | 174                 | 0.16         | 12.8                     | 358                 | 0.19         | 18.7                     |
| 35          | 62                  | 0.13         | 8.5                      | 109                 | 0.15         | 11.4                     | 190                 | 0.17         | 15.2                     | 391                 | 0.21         | 22.3                     |
| 40          | 67                  | 0.14         | 9.9                      | 118                 | 0.16         | 13.3                     | 205                 | 0.19         | 17.8                     | 422                 | 0.23         | 26.0                     |
| 45          | 72                  | 0.15         | 11.3                     | 126                 | 0.17         | 15.2                     | 219                 | 0.20         | 20.3                     | 452                 | 0.24         | 29.8                     |
| 50          | 76                  | 0.16         | 12.7                     | 134                 | 0.19         | 17.1                     | 232                 | 0.21         | 22.9                     | 480                 | 0.26         | 33.6                     |
| 55          | 81                  | 0.17         | 14.2                     | 141                 | 0.20         | 19.1                     | 245                 | 0.23         | 25.6                     | 507                 | 0.27         | 37.4                     |
| 60          | 85                  | 0.18         | 15.7                     | 149                 | 0.21         | 21.1                     | 258                 | 0.24         | 28.2                     | 533                 | 0.29         | 41.3                     |
| 65          | 89                  | 0.19         | 17.2                     | 156                 | 0.22         | 23.1                     | 270                 | 0.25         | 30.9                     | 557                 | 0.30         | 45.3                     |
| 70          | 92                  | 0.19         | 18.7                     | 162                 | 0.22         | 25.2                     | 282                 | 0.26         | 33.7                     | 582                 | 0.31         | 49.3                     |
| 75          | 96                  | 0.20         | 20.3                     | 169                 | 0.23         | 27.3                     | 293                 | 0.27         | 36.4                     | 605                 | 0.33         | 53.3                     |
| 80          | 100                 | 0.21         | 21.8                     | 175                 | 0.24         | 29.3                     | 304                 | 0.28         | 39.2                     | 628                 | 0.34         | 57.4                     |
| 85          | 103                 | 0.22         | 23.4                     | 181                 | 0.25         | 31.5                     | 315                 | 0.29         | 42.0                     | 650                 | 0.35         | 61.5                     |
| 90          | 107                 | 0.22         | 25.0                     | 187                 | 0.26         | 33.6                     | 325                 | 0.30         | 44.9                     | 671                 | 0.36         | 65.7                     |
| 95          | 110                 | 0.23         | 26.5                     | 193                 | 0.27         | 35.7                     | 335                 | 0.31         | 47.7                     | 692                 | 0.37         | 69.9                     |
| 100         | 113                 | 0.24         | 28.1                     | 199                 | 0.28         | 37.9                     | 345                 | 0.32         | 50.6                     | 713                 | 0.39         | 74.1                     |
| 110         | 120                 | 0.25         | 31.4                     | 210                 | 0.29         | 42.2                     | 365                 | 0.34         | 56.4                     | 753                 | 0.41         | 82.6                     |
| 120         | 126                 | 0.26         | 34.7                     | 221                 | 0.31         | 46.6                     | 383                 | 0.35         | 62.3                     | 791                 | 0.43         | 91.3                     |
| 130         | 132                 | 0.28         | 38.0                     | 231                 | 0.32         | 51.1                     | 401                 | 0.37         | 68.3                     | 828                 | 0.45         | 100.0                    |
| 140         | 137                 | 0.29         | 41.3                     | 241                 | 0.33         | 55.6                     | 419                 | 0.39         | 74.3                     | 864                 | 0.47         | 108.9                    |
| 150         | 143                 | 0.30         | 44.7                     | 251                 | 0.35         | 60.2                     | 435                 | 0.40         | 80.4                     | 899                 | 0.49         | 117.8                    |
| 160         | 148                 | 0.31         | 48.2                     | 260                 | 0.36         | 64.8                     | 452                 | 0.42         | 86.6                     | 933                 | 0.50         | 126.8                    |
| 170         | 153                 | 0.32         | 51.6                     | 270                 | 0.37         | 69.4                     | 468                 | 0.43         | 92.8                     | 966                 | 0.52         | 135.9                    |
| 180         | 159                 | 0.33         | 55.1                     | 279                 | 0.39         | 74.1                     | 483                 | 0.45         | 99.1                     | 998                 | 0.54         | 145.1                    |
| 190         | 164                 | 0.34         | 58.6                     | 287                 | 0.40         | 78.9                     | 498                 | 0.46         | 105.4                    | 1029                | 0.56         | 154.3                    |
| 200         | 168                 | 0.35         | 62.2                     | 296                 | 0.41         | 83.6                     | 513                 | 0.47         | 111.7                    | 1060                | 0.57         | 163.7                    |
| 220         | 178                 | 0.37         | 69.3                     | 312                 | 0.43         | 93.2                     | 542                 | 0.50         | 124.6                    | 1119                | 0.60         | 182.5                    |
| 240         | 187                 | 0.39         | 76.6                     | 328                 | 0.45         | 103.0                    | 570                 | 0.52         | 137.6                    | 1176                | 0.63         | 201.6                    |
| 260         | 196                 | 0.41         | 83.9                     | 344                 | 0.48         | 112.9                    | 596                 | 0.55         | 150.8                    | 1231                | 0.66         | 220.9                    |
| 280         | 204                 | 0.43         | 91.3                     | 359                 | 0.50         | 122.8                    | 622                 | 0.57         | 164.1                    | 1284                | 0.69         | 240.4                    |

| $d_e$       | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 13                  |            |                          | 16                  |            |                          | 19.6                |            |                          | 25.6                |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 300         | 212                 | 0.44       | 98.8                     | 373                 | 0.52       | 132.9                    | 647                 | 0.60       | 177.6                    | 1336                | 0.72       | 260.1                    |
| 350         | 232                 | 0.49       | 117.8                    | 407                 | 0.56       | 158.5                    | 707                 | 0.65       | 211.8                    | 1459                | 0.79       | 310.2                    |
| 400         | 250                 | 0.52       | 137.3                    | 440                 | 0.61       | 184.7                    | 763                 | 0.70       | 246.8                    | 1574                | 0.85       | 361.4                    |
| 450         | 268                 | 0.56       | 157.0                    | 470                 | 0.65       | 211.3                    | 816                 | 0.75       | 282.3                    | 1684                | 0.91       | 413.4                    |
| 500         | 284                 | 0.60       | 177.1                    | 499                 | 0.69       | 238.3                    | 866                 | 0.80       | 318.4                    | 1789                | 0.97       | 466.4                    |
| 550         | 300                 | 0.63       | 197.5                    | 527                 | 0.73       | 265.7                    | 915                 | 0.84       | 355.1                    | 1889                | 1.02       | 520.0                    |
| 600         | 315                 | 0.66       | 218.2                    | 554                 | 0.77       | 293.5                    | 961                 | 0.89       | 392.2                    | 1985                | 1.07       | 574.4                    |
| 650         | 330                 | 0.69       | 239.1                    | 580                 | 0.80       | 321.6                    | 1006                | 0.93       | 429.8                    | 2078                | 1.12       | 629.4                    |
| 700         | 345                 | 0.72       | 260.2                    | 605                 | 0.84       | 350.0                    | 1050                | 0.97       | 467.8                    | 2168                | 1.17       | 685.0                    |
| 750         | 358                 | 0.75       | 281.5                    | 630                 | 0.87       | 378.8                    | 1092                | 1.01       | 506.1                    | 2255                | 1.22       | 741.2                    |
| 800         | 372                 | 0.78       | 303.1                    | 653                 | 0.90       | 407.8                    | 1133                | 1.04       | 544.9                    | 2340                | 1.26       | 798.0                    |
| 850         | 385                 | 0.81       | 324.8                    | 676                 | 0.93       | 437.0                    | 1173                | 1.08       | 584.0                    | 2422                | 1.31       | 855.2                    |
| 900         | 398                 | 0.83       | 346.8                    | 699                 | 0.97       | 466.5                    | 1212                | 1.12       | 623.4                    | 2502                | 1.35       | 913.0                    |
| 950         | 410                 | 0.86       | 368.9                    | 721                 | 1.00       | 496.2                    | 1250                | 1.15       | 663.1                    | 2581                | 1.39       | 971.2                    |
| 1000        | 422                 | 0.88       | 391.1                    | 742                 | 1.03       | 526.2                    | 1287                | 1.19       | 703.2                    | 2658                | 1.44       | 1029.8                   |
| 1100        | 446                 | 0.93       | 436.1                    | 784                 | 1.08       | 586.8                    | 1359                | 1.25       | 784.1                    | 2807                | 1.52       | 1148.3                   |
| 1200        | 469                 | 0.98       | 481.7                    | 824                 | 1.14       | 648.1                    | 1429                | 1.32       | 866.1                    | 2950                | 1.59       | 1268.4                   |
| 1300        | 491                 | 1.03       | 527.9                    | 862                 | 1.19       | 710.2                    | 1496                | 1.38       | 949.0                    | 3088                | 1.67       | 1389.9                   |
| 1400        | 512                 | 1.07       | 574.6                    | 899                 | 1.24       | 773.0                    | 1560                | 1.44       | 1032.9                   | 3221                | 1.74       | 1512.7                   |
| 1500        | 533                 | 1.12       | 621.7                    | 936                 | 1.29       | 836.4                    | 1623                | 1.50       | 1117.6                   | 3351                | 1.81       | 1636.8                   |
| 1600        | 553                 | 1.16       | 669.3                    | 971                 | 1.34       | 900.4                    | 1684                | 1.55       | 1203.2                   | 3477                | 1.88       | 1762.1                   |
| 1700        | 572                 | 1.20       | 717.3                    | 1005                | 1.39       | 965.0                    | 1743                | 1.61       | 1289.5                   | 3599                | 1.94       | 1888.5                   |
| 1800        | 591                 | 1.24       | 765.7                    | 1038                | 1.44       | 1030.1                   | 1801                | 1.66       | 1376.6                   | 3719                | 2.01       | 2016.0                   |
| 1900        | 610                 | 1.28       | 814.5                    | 1071                | 1.48       | 1095.8                   | 1858                | 1.71       | 1464.3                   | 3835                | 2.07       | 2144.5                   |
| 2000        | 628                 | 1.31       | 863.7                    | 1103                | 1.52       | 1161.9                   | 1913                | 1.76       | 1552.7                   | 3949                | 2.13       | 2274.0                   |
| 2100        | 645                 | 1.35       | 913.2                    | 1134                | 1.57       | 1228.6                   | 1967                | 1.81       | 1641.8                   | 4061                | 2.19       | 2404.4                   |
| 2200        | 663                 | 1.39       | 963.1                    | 1165                | 1.61       | 1295.7                   | 2020                | 1.86       | 1731.4                   | 4171                | 2.25       | 2535.6                   |
| 2300        | 680                 | 1.42       | 1013.3                   | 1194                | 1.65       | 1363.2                   | 2072                | 1.91       | 1821.6                   | 4278                | 2.31       | 2667.8                   |
| 2400        | 697                 | 1.46       | 1063.8                   | 1224                | 1.69       | 1431.1                   | 2123                | 1.96       | 1912.4                   | 4383                | 2.37       | 2800.8                   |
| 2500        | 713                 | 1.49       | 1114.6                   | 1253                | 1.73       | 1499.5                   | 2173                | 2.00       | 2003.8                   | 4487                | 2.42       | 2934.5                   |

Tabella 34: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 592                 | 0.20       | 20.9                     | 1012                | 0.24       | 27.7                     | 2097                | 0.29       | 40.7                     | 3409                | 0.32       | 52.5                     |
| 30             | 657                 | 0.23       | 25.7                     | 1123                | 0.26       | 34.2                     | 2327                | 0.32       | 50.1                     | 3783                | 0.36       | 64.7                     |
| 35             | 717                 | 0.25       | 30.7                     | 1227                | 0.29       | 40.7                     | 2541                | 0.35       | 59.8                     | 4131                | 0.39       | 77.2                     |
| 40             | 774                 | 0.27       | 35.8                     | 1324                | 0.31       | 47.5                     | 2743                | 0.37       | 69.6                     | 4459                | 0.42       | 89.9                     |
| 45             | 828                 | 0.29       | 40.9                     | 1416                | 0.33       | 54.3                     | 2934                | 0.40       | 79.6                     | 4769                | 0.45       | 102.9                    |
| 50             | 879                 | 0.30       | 46.2                     | 1504                | 0.35       | 61.2                     | 3116                | 0.42       | 89.8                     | 5065                | 0.48       | 116.0                    |
| 55             | 928                 | 0.32       | 51.5                     | 1588                | 0.37       | 68.3                     | 3290                | 0.45       | 100.2                    | 5349                | 0.51       | 129.4                    |
| 60             | 976                 | 0.34       | 56.9                     | 1669                | 0.39       | 75.4                     | 3458                | 0.47       | 110.7                    | 5621                | 0.53       | 142.9                    |
| 65             | 1021                | 0.35       | 62.3                     | 1748                | 0.41       | 82.7                     | 3620                | 0.49       | 121.3                    | 5885                | 0.56       | 156.6                    |
| 70             | 1066                | 0.37       | 67.8                     | 1823                | 0.42       | 90.0                     | 3776                | 0.51       | 132.0                    | 6139                | 0.58       | 170.4                    |
| 75             | 1109                | 0.38       | 73.4                     | 1896                | 0.44       | 97.3                     | 3928                | 0.53       | 142.8                    | 6386                | 0.61       | 184.4                    |
| 80             | 1150                | 0.40       | 79.0                     | 1968                | 0.46       | 104.8                    | 4076                | 0.55       | 153.7                    | 6626                | 0.63       | 198.5                    |
| 85             | 1191                | 0.41       | 84.7                     | 2037                | 0.47       | 112.3                    | 4219                | 0.57       | 164.8                    | 6859                | 0.65       | 212.8                    |
| 90             | 1230                | 0.43       | 90.4                     | 2105                | 0.49       | 119.9                    | 4359                | 0.59       | 175.9                    | 7087                | 0.67       | 227.1                    |
| 95             | 1269                | 0.44       | 96.1                     | 2171                | 0.51       | 127.5                    | 4496                | 0.61       | 187.1                    | 7310                | 0.70       | 241.6                    |
| 100            | 1307                | 0.45       | 101.9                    | 2235                | 0.52       | 135.2                    | 4630                | 0.63       | 198.4                    | 7527                | 0.72       | 256.2                    |
| 110            | 1380                | 0.48       | 113.7                    | 2360                | 0.55       | 150.8                    | 4889                | 0.67       | 221.2                    | 7948                | 0.76       | 285.7                    |
| 120            | 1450                | 0.50       | 125.6                    | 2481                | 0.58       | 166.6                    | 5138                | 0.70       | 244.3                    | 8353                | 0.79       | 315.6                    |
| 130            | 1518                | 0.52       | 137.6                    | 2597                | 0.60       | 182.5                    | 5379                | 0.73       | 267.7                    | 8744                | 0.83       | 345.8                    |
| 140            | 1584                | 0.55       | 149.7                    | 2709                | 0.63       | 198.6                    | 5611                | 0.76       | 291.4                    | 9123                | 0.87       | 376.4                    |
| 150            | 1647                | 0.57       | 162.0                    | 2818                | 0.66       | 214.9                    | 5837                | 0.79       | 315.3                    | 9490                | 0.90       | 407.2                    |
| 160            | 1709                | 0.59       | 174.4                    | 2924                | 0.68       | 231.4                    | 6056                | 0.82       | 339.5                    | 9846                | 0.94       | 438.4                    |
| 170            | 1769                | 0.61       | 186.9                    | 3027                | 0.70       | 248.0                    | 6270                | 0.85       | 363.8                    | 10193               | 0.97       | 469.9                    |
| 180            | 1828                | 0.63       | 199.6                    | 3128                | 0.73       | 264.7                    | 6478                | 0.88       | 388.4                    | 10532               | 1.00       | 501.6                    |
| 190            | 1885                | 0.65       | 212.3                    | 3226                | 0.75       | 281.6                    | 6681                | 0.91       | 413.1                    | 10862               | 1.03       | 533.5                    |
| 200            | 1942                | 0.67       | 225.1                    | 3322                | 0.77       | 298.6                    | 6880                | 0.94       | 438.1                    | 11185               | 1.06       | 565.8                    |
| 220            | 2050                | 0.71       | 251.0                    | 3508                | 0.82       | 333.0                    | 7265                | 0.99       | 488.5                    | 11811               | 1.12       | 630.9                    |
| 240            | 2155                | 0.74       | 277.2                    | 3686                | 0.86       | 367.8                    | 7635                | 1.04       | 539.6                    | 12413               | 1.18       | 696.8                    |
| 260            | 2256                | 0.78       | 303.8                    | 3859                | 0.90       | 403.0                    | 7993                | 1.09       | 591.2                    | 12994               | 1.24       | 763.6                    |
| 280            | 2353                | 0.81       | 330.7                    | 4026                | 0.94       | 438.6                    | 8338                | 1.13       | 643.5                    | 13556               | 1.29       | 831.1                    |
| 300            | 2448                | 0.85       | 357.8                    | 4188                | 0.97       | 474.6                    | 8674                | 1.18       | 696.3                    | 14101               | 1.34       | 899.2                    |
| 350            | 2673                | 0.92       | 426.7                    | 4573                | 1.06       | 566.1                    | 9472                | 1.29       | 830.4                    | 15400               | 1.46       | 1072.5                   |
| 400            | 2885                | 1.00       | 497.1                    | 4936                | 1.15       | 659.4                    | 10223               | 1.39       | 967.3                    | 16621               | 1.58       | 1249.3                   |
| 450            | 3086                | 1.07       | 568.7                    | 5280                | 1.23       | 754.4                    | 10935               | 1.49       | 1106.7                   | 17778               | 1.69       | 1429.3                   |
| 500            | 3278                | 1.13       | 641.4                    | 5607                | 1.30       | 850.9                    | 11614               | 1.58       | 1248.3                   | 18881               | 1.80       | 1612.2                   |
| 550            | 3461                | 1.20       | 715.3                    | 5921                | 1.38       | 948.9                    | 12264               | 1.67       | 1392.0                   | 19938               | 1.90       | 1797.7                   |
| 600            | 3637                | 1.26       | 790.0                    | 6223                | 1.45       | 1048.1                   | 12889               | 1.75       | 1537.5                   | 20955               | 1.99       | 1985.7                   |
| 650            | 3808                | 1.32       | 865.7                    | 6514                | 1.52       | 1148.5                   | 13492               | 1.84       | 1684.8                   | 21935               | 2.09       | 2175.9                   |
| 700            | 3972                | 1.37       | 942.2                    | 6796                | 1.58       | 1250.0                   | 14076               | 1.92       | 1833.7                   | 22884               | 2.18       | 2368.2                   |

| $d_e$       | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 4132                | 1.43       | 1019.5                   | 7069                | 1.64       | 1352.5                   | 14642               | 1.99       | 1984.2                   | 23804               | 2.26       | 2562.5                   |
| 800         | 4287                | 1.48       | 1097.6                   | 7335                | 1.71       | 1456.0                   | 15192               | 2.07       | 2136.0                   | 24699               | 2.35       | 2758.6                   |
| 850         | 4438                | 1.53       | 1176.3                   | 7593                | 1.77       | 1560.5                   | 15727               | 2.14       | 2289.3                   | 25569               | 2.43       | 2956.5                   |
| 900         | 4586                | 1.58       | 1255.7                   | 7845                | 1.83       | 1665.8                   | 16250               | 2.21       | 2443.8                   | 26418               | 2.51       | 3156.1                   |
| 950         | 4730                | 1.63       | 1335.8                   | 8091                | 1.88       | 1772.0                   | 16759               | 2.28       | 2599.6                   | 27247               | 2.59       | 3357.3                   |
| 1000        | 4870                | 1.68       | 1416.4                   | 8332                | 1.94       | 1879.0                   | 17258               | 2.35       | 2756.5                   | 28058               | 2.67       | 3560.0                   |
| 1100        | 5143                | 1.78       | 1579.4                   | 8799                | 2.05       | 2095.2                   | 18224               | 2.48       | 3073.8                   | 29628               | 2.82       | 3969.7                   |
| 1200        | 5405                | 1.87       | 1744.6                   | 9247                | 2.15       | 2314.3                   | 19153               | 2.61       | 3395.1                   | 31138               | 2.96       | 4384.7                   |
| 1300        | 5658                | 1.96       | 1911.7                   | 9680                | 2.25       | 2536.0                   | 20049               | 2.73       | 3720.4                   | 32596               | 3.10       | 4804.7                   |
| 1400        | 5903                | 2.04       | 2080.6                   | 10099               | 2.35       | 2760.1                   | 20916               | 2.85       | 4049.2                   | 34006               | 3.23       | 5229.4                   |
| 1500        | 6140                | 2.12       | 2251.3                   | 10505               | 2.44       | 2986.6                   | 21758               | 2.96       | 4381.4                   | 35373               | 3.36       | 5658.4                   |
| 1600        | 6371                | 2.20       | 2423.7                   | 10899               | 2.54       | 3215.2                   | 22575               | 3.07       | 4716.8                   | 36702               | 3.49       | 6091.6                   |
| 1700        | 6595                | 2.28       | 2597.5                   | 11283               | 2.63       | 3445.9                   | 23371               | 3.18       | 5055.1                   | 37996               | 3.61       | 6528.6                   |
| 1800        | 6814                | 2.36       | 2772.9                   | 11658               | 2.71       | 3678.5                   | 24147               | 3.29       | 5396.4                   | 39257               | 3.73       | 6969.3                   |
| 1900        | 7028                | 2.43       | 2949.6                   | 12024               | 2.80       | 3912.9                   | 24904               | 3.39       | 5740.4                   | 40489               | 3.85       | 7413.5                   |
| 2000        | 7237                | 2.50       | 3127.7                   | 12382               | 2.88       | 4149.2                   | 25645               | 3.49       | 6086.9                   | 41693               | 3.97       | 7861.1                   |
| 2100        | 7442                | 2.57       | 3307.1                   | 12732               | 2.96       | 4387.1                   | 26370               | 3.59       | 6436.0                   | 42872               | 4.08       | 8311.9                   |
| 2200        | 7642                | 2.64       | 3487.6                   | 13075               | 3.04       | 4626.6                   | 27081               | 3.68       | 6787.4                   | 44027               | 4.19       | 8765.7                   |
| 2300        | 7839                | 2.71       | 3669.4                   | 13411               | 3.12       | 4867.8                   | 27777               | 3.78       | 7141.1                   | 45160               | 4.29       | 9222.6                   |
| 2400        | 8032                | 2.78       | 3852.3                   | 13741               | 3.20       | 5110.4                   | 28461               | 3.87       | 7497.0                   | 46271               | 4.40       | 9682.2                   |
| 2500        | 8222                | 2.84       | 4036.3                   | 14065               | 3.27       | 5354.5                   | 29133               | 3.96       | 7855.1                   | 47363               | 4.50       | 10144.6                  |

Tabella 35: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 73.1                |            |                          | 85.9                |            |                          | 105                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 5571                | 0.37       | 68.0                     | 8632                | 0.41       | 85.7                     | 14886               | 0.48       | 114.1                    |
| 30             | 6182                | 0.41       | 83.8                     | 9580                | 0.46       | 105.5                    | 16520               | 0.53       | 140.6                    |
| 35             | 6751                | 0.45       | 100.0                    | 10462               | 0.50       | 125.9                    | 18042               | 0.58       | 167.7                    |
| 40             | 7287                | 0.48       | 116.4                    | 11291               | 0.54       | 146.6                    | 19472               | 0.63       | 195.3                    |
| 45             | 7794                | 0.52       | 133.2                    | 12077               | 0.58       | 167.7                    | 20828               | 0.67       | 223.5                    |
| 50             | 8278                | 0.55       | 150.3                    | 12827               | 0.62       | 189.2                    | 22120               | 0.71       | 252.1                    |
| 55             | 8741                | 0.58       | 167.5                    | 13545               | 0.65       | 211.0                    | 23359               | 0.75       | 281.1                    |
| 60             | 9187                | 0.61       | 185.1                    | 14235               | 0.68       | 233.0                    | 24549               | 0.79       | 310.5                    |
| 65             | 9617                | 0.64       | 202.8                    | 14901               | 0.71       | 255.4                    | 25698               | 0.82       | 340.2                    |
| 70             | 10033               | 0.66       | 220.7                    | 15546               | 0.75       | 277.9                    | 26810               | 0.86       | 370.3                    |
| 75             | 10436               | 0.69       | 238.8                    | 16171               | 0.78       | 300.7                    | 27888               | 0.90       | 400.6                    |
| 80             | 10828               | 0.72       | 257.1                    | 16779               | 0.80       | 323.8                    | 28936               | 0.93       | 431.3                    |
| 85             | 11210               | 0.74       | 275.5                    | 17370               | 0.83       | 347.0                    | 29956               | 0.96       | 462.2                    |
| 90             | 11582               | 0.77       | 294.1                    | 17947               | 0.86       | 370.4                    | 30950               | 0.99       | 493.4                    |
| 95             | 11945               | 0.79       | 312.9                    | 18510               | 0.89       | 394.0                    | 31921               | 1.02       | 524.9                    |
| 100            | 12301               | 0.81       | 331.8                    | 19061               | 0.91       | 417.8                    | 32871               | 1.06       | 556.6                    |
| 110            | 12989               | 0.86       | 370.0                    | 20127               | 0.97       | 465.9                    | 34711               | 1.11       | 620.6                    |
| 120            | 13651               | 0.90       | 408.7                    | 21153               | 1.01       | 514.6                    | 36480               | 1.17       | 685.5                    |
| 130            | 14290               | 0.95       | 447.8                    | 22143               | 1.06       | 563.9                    | 38187               | 1.23       | 751.2                    |
| 140            | 14908               | 0.99       | 487.4                    | 23101               | 1.11       | 613.7                    | 39839               | 1.28       | 817.6                    |
| 150            | 15508               | 1.03       | 527.4                    | 24030               | 1.15       | 664.1                    | 41441               | 1.33       | 884.7                    |
| 160            | 16091               | 1.07       | 567.7                    | 24933               | 1.20       | 714.9                    | 42998               | 1.38       | 952.4                    |
| 170            | 16658               | 1.10       | 608.5                    | 25812               | 1.24       | 766.2                    | 44514               | 1.43       | 1020.7                   |
| 180            | 17211               | 1.14       | 649.5                    | 26669               | 1.28       | 817.9                    | 45992               | 1.48       | 1089.6                   |
| 190            | 17751               | 1.18       | 690.9                    | 27506               | 1.32       | 870.0                    | 47435               | 1.52       | 1159.1                   |
| 200            | 18279               | 1.21       | 732.6                    | 28324               | 1.36       | 922.6                    | 48846               | 1.57       | 1229.0                   |
| 220            | 19302               | 1.28       | 817.0                    | 29909               | 1.43       | 1028.7                   | 51580               | 1.66       | 1370.5                   |
| 240            | 20286               | 1.34       | 902.4                    | 31434               | 1.51       | 1136.3                   | 54209               | 1.74       | 1513.8                   |
| 260            | 21235               | 1.41       | 988.8                    | 32905               | 1.58       | 1245.2                   | 56746               | 1.82       | 1658.8                   |
| 280            | 22154               | 1.47       | 1076.2                   | 34328               | 1.65       | 1355.2                   | 59201               | 1.90       | 1805.4                   |
| 300            | 23045               | 1.53       | 1164.5                   | 35709               | 1.71       | 1466.4                   | 61582               | 1.98       | 1953.5                   |
| 350            | 25167               | 1.67       | 1388.8                   | 38997               | 1.87       | 1748.9                   | 67252               | 2.16       | 2329.8                   |
| 400            | 27162               | 1.80       | 1617.8                   | 42089               | 2.02       | 2037.2                   | 72585               | 2.33       | 2713.9                   |
| 450            | 29053               | 1.92       | 1850.9                   | 45019               | 2.16       | 2330.8                   | 77638               | 2.49       | 3105.0                   |
| 500            | 30856               | 2.04       | 2087.8                   | 47813               | 2.29       | 2629.0                   | 82456               | 2.65       | 3502.3                   |
| 550            | 32583               | 2.16       | 2328.0                   | 50489               | 2.42       | 2931.5                   | 87071               | 2.79       | 3905.4                   |
| 600            | 34244               | 2.27       | 2571.4                   | 53063               | 2.54       | 3238.0                   | 91510               | 2.94       | 4313.7                   |
| 650            | 35847               | 2.37       | 2817.8                   | 55547               | 2.66       | 3548.2                   | 95793               | 3.07       | 4726.9                   |
| 700            | 37398               | 2.48       | 3066.8                   | 57949               | 2.78       | 3861.8                   | 99936               | 3.21       | 5144.7                   |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>76.1</b>        |                   |                                | <b>88.9</b>        |                   |                                | <b>108</b>         |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>d<sub>i</sub></b> | <b>73.1</b>        |                   |                                | <b>85.9</b>        |                   |                                | <b>105</b>         |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>750</b>           | 38901              | <b>2.58</b>       | 3318.4                         | 60280              | <b>2.89</b>       | 4178.7                         | 103955             | <b>3.34</b>       | 5566.8                         |
| <b>800</b>           | 40363              | <b>2.67</b>       | 3572.4                         | 62544              | <b>3.00</b>       | 4498.5                         | 107860             | <b>3.46</b>       | 5992.9                         |
| <b>850</b>           | 41786              | <b>2.77</b>       | 3828.7                         | 64749              | <b>3.11</b>       | 4821.3                         | 111662             | <b>3.58</b>       | 6422.8                         |
| <b>900</b>           | 43173              | <b>2.86</b>       | 4087.2                         | 66899              | <b>3.21</b>       | 5146.7                         | 115370             | <b>3.70</b>       | 6856.4                         |
| <b>950</b>           | 44528              | <b>2.95</b>       | 4347.7                         | 68998              | <b>3.31</b>       | 5474.8                         | 118990             | <b>3.82</b>       | 7293.4                         |
| <b>1000</b>          | 45852              | <b>3.04</b>       | 4610.2                         | 71050              | <b>3.41</b>       | 5805.3                         | 122529             | <b>3.93</b>       | 7733.8                         |
| <b>1100</b>          | 48418              | <b>3.21</b>       | 5140.7                         | 75027              | <b>3.60</b>       | 6473.4                         | 129387             | <b>4.15</b>       | 8623.8                         |
| <b>1200</b>          | 50887              | <b>3.37</b>       | 5678.2                         | 78852              | <b>3.78</b>       | 7150.2                         | 135983             | <b>4.36</b>       | 9525.4                         |
| <b>1300</b>          | 53268              | <b>3.53</b>       | 6222.1                         | 82542              | <b>3.96</b>       | 7835.1                         | 142347             | <b>4.57</b>       | 10437.9                        |
| <b>1400</b>          | 55573              | <b>3.68</b>       | 6772.0                         | 86112              | <b>4.13</b>       | 8527.6                         | 148505             | <b>4.77</b>       | 11360.4                        |
| <b>1500</b>          | 57807              | <b>3.83</b>       | 7327.6                         | 89575              | <b>4.30</b>       | 9227.2                         | 154477             | <b>4.96</b>       | 12292.4                        |
| <b>1600</b>          | 59979              | <b>3.97</b>       | 7888.5                         | 92940              | <b>4.46</b>       | 9933.5                         | 160280             | <b>5.14</b>       | 13233.4                        |
| <b>1700</b>          | 62093              | <b>4.11</b>       | 8454.5                         | 96216              | <b>4.61</b>       | 10646.2                        | 165930             | <b>5.33</b>       | 14182.7                        |
| <b>1800</b>          | 64155              | <b>4.25</b>       | 9025.2                         | 99411              | <b>4.77</b>       | 11364.9                        | 171439             | <b>5.50</b>       | 15140.2                        |
| <b>1900</b>          | 66168              | <b>4.38</b>       | 9600.5                         | 102530             | <b>4.92</b>       | 12089.3                        | 176818             | <b>5.68</b>       | 16105.2                        |
| <b>2000</b>          | 68136              | <b>4.51</b>       | 10180.1                        | 105580             | <b>5.06</b>       | 12819.1                        | 182078             | <b>5.84</b>       | 17077.5                        |
| <b>2100</b>          | 70062              | <b>4.64</b>       | 10763.8                        | 108565             | <b>5.21</b>       | 13554.2                        | 187225             | <b>6.01</b>       | 18056.8                        |
| <b>2200</b>          | 71950              | <b>4.77</b>       | 11351.6                        | 111490             | <b>5.35</b>       | 14294.4                        | 192269             | <b>6.17</b>       | 19042.8                        |
| <b>2300</b>          | 73801              | <b>4.89</b>       | 11943.2                        | 114358             | <b>5.48</b>       | 15039.3                        | 197215             | <b>6.33</b>       | 20035.2                        |
| <b>2400</b>          | 75617              | <b>5.01</b>       | 12538.4                        | 117173             | <b>5.62</b>       | 15788.9                        | 202070             | <b>6.49</b>       | 21033.8                        |
| <b>2500</b>          | 77402              | <b>5.13</b>       | 13137.3                        | 119938             | <b>5.75</b>       | 16542.9                        | 206839             | <b>6.64</b>       | 22038.3                        |

Tabella 36: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C, d<sub>e</sub> 76.1 ... 108 mm

## 4.5.2 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 13                  |            |                          | 16                  |            |                          | 19.6                |            |                          | 25.6                |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 56                  | 0.12       | 7.0                      | 99                  | 0.14       | 9.5                      | 172                 | 0.16       | 12.6                     | 355                 | 0.19       | 18.5                     |
| 30             | 63                  | 0.13       | 8.7                      | 110                 | 0.15       | 11.6                     | 191                 | 0.18       | 15.6                     | 394                 | 0.21       | 22.8                     |
| 35             | 68                  | 0.14       | 10.3                     | 120                 | 0.17       | 13.9                     | 208                 | 0.19       | 18.6                     | 430                 | 0.23       | 27.2                     |
| 40             | 74                  | 0.16       | 12.0                     | 130                 | 0.18       | 16.2                     | 225                 | 0.21       | 21.6                     | 464                 | 0.25       | 31.7                     |
| 45             | 79                  | 0.17       | 13.8                     | 139                 | 0.19       | 18.5                     | 241                 | 0.22       | 24.7                     | 497                 | 0.27       | 36.2                     |
| 50             | 84                  | 0.18       | 15.5                     | 147                 | 0.21       | 20.9                     | 255                 | 0.24       | 27.9                     | 527                 | 0.29       | 40.9                     |
| 55             | 89                  | 0.19       | 17.3                     | 155                 | 0.22       | 23.3                     | 270                 | 0.25       | 31.1                     | 557                 | 0.30       | 45.6                     |
| 60             | 93                  | 0.20       | 19.1                     | 163                 | 0.23       | 25.7                     | 283                 | 0.26       | 34.4                     | 585                 | 0.32       | 50.3                     |
| 65             | 97                  | 0.21       | 20.9                     | 171                 | 0.24       | 28.2                     | 297                 | 0.28       | 37.7                     | 613                 | 0.33       | 55.2                     |
| 70             | 102                 | 0.21       | 22.8                     | 178                 | 0.25       | 30.7                     | 310                 | 0.29       | 41.0                     | 639                 | 0.35       | 60.0                     |
| 75             | 106                 | 0.22       | 24.7                     | 186                 | 0.26       | 33.2                     | 322                 | 0.30       | 44.4                     | 665                 | 0.36       | 65.0                     |
| 80             | 110                 | 0.23       | 26.6                     | 193                 | 0.27       | 35.7                     | 334                 | 0.31       | 47.7                     | 690                 | 0.38       | 69.9                     |
| 85             | 113                 | 0.24       | 28.5                     | 199                 | 0.28       | 38.3                     | 346                 | 0.32       | 51.2                     | 714                 | 0.39       | 74.9                     |
| 90             | 117                 | 0.25       | 30.4                     | 206                 | 0.29       | 40.9                     | 357                 | 0.33       | 54.6                     | 738                 | 0.40       | 80.0                     |
| 95             | 121                 | 0.26       | 32.3                     | 212                 | 0.30       | 43.5                     | 369                 | 0.34       | 58.1                     | 761                 | 0.41       | 85.1                     |
| 100            | 125                 | 0.26       | 34.3                     | 219                 | 0.30       | 46.1                     | 380                 | 0.35       | 61.6                     | 784                 | 0.43       | 90.2                     |
| 110            | 132                 | 0.28       | 38.2                     | 231                 | 0.32       | 51.4                     | 401                 | 0.37       | 68.7                     | 828                 | 0.45       | 100.6                    |
| 120            | 138                 | 0.29       | 42.2                     | 243                 | 0.34       | 56.8                     | 421                 | 0.39       | 75.9                     | 870                 | 0.47       | 111.1                    |
| 130            | 145                 | 0.31       | 46.3                     | 254                 | 0.35       | 62.2                     | 441                 | 0.41       | 83.2                     | 910                 | 0.50       | 121.8                    |
| 140            | 151                 | 0.32       | 50.3                     | 265                 | 0.37       | 67.7                     | 460                 | 0.43       | 90.5                     | 950                 | 0.52       | 132.6                    |
| 150            | 157                 | 0.33       | 54.5                     | 276                 | 0.38       | 73.3                     | 479                 | 0.44       | 97.9                     | 988                 | 0.54       | 143.4                    |
| 160            | 163                 | 0.34       | 58.6                     | 286                 | 0.40       | 78.9                     | 497                 | 0.46       | 105.4                    | 1025                | 0.56       | 154.4                    |
| 170            | 169                 | 0.36       | 62.9                     | 296                 | 0.41       | 84.6                     | 514                 | 0.48       | 113.0                    | 1061                | 0.58       | 165.5                    |
| 180            | 174                 | 0.37       | 67.1                     | 306                 | 0.43       | 90.3                     | 531                 | 0.49       | 120.6                    | 1096                | 0.60       | 176.7                    |
| 190            | 180                 | 0.38       | 71.4                     | 316                 | 0.44       | 96.0                     | 548                 | 0.51       | 128.3                    | 1131                | 0.62       | 187.9                    |
| 200            | 185                 | 0.39       | 75.7                     | 325                 | 0.45       | 101.8                    | 564                 | 0.52       | 136.1                    | 1165                | 0.63       | 199.3                    |
| 220            | 195                 | 0.41       | 84.4                     | 343                 | 0.48       | 113.5                    | 596                 | 0.55       | 151.7                    | 1230                | 0.67       | 222.2                    |
| 240            | 205                 | 0.43       | 93.2                     | 361                 | 0.50       | 125.4                    | 626                 | 0.58       | 167.6                    | 1292                | 0.70       | 245.4                    |
| 260            | 215                 | 0.45       | 102.2                    | 378                 | 0.53       | 137.4                    | 655                 | 0.61       | 183.6                    | 1353                | 0.74       | 268.9                    |
| 280            | 224                 | 0.47       | 111.2                    | 394                 | 0.55       | 149.6                    | 684                 | 0.63       | 199.9                    | 1411                | 0.77       | 292.7                    |
| 300            | 233                 | 0.49       | 120.3                    | 410                 | 0.57       | 161.8                    | 711                 | 0.66       | 216.3                    | 1468                | 0.80       | 316.7                    |
| 350            | 255                 | 0.54       | 143.5                    | 448                 | 0.62       | 193.0                    | 777                 | 0.72       | 257.9                    | 1603                | 0.87       | 377.7                    |
| 400            | 275                 | 0.58       | 167.1                    | 483                 | 0.67       | 224.8                    | 838                 | 0.78       | 300.5                    | 1730                | 0.94       | 440.0                    |
| 450            | 294                 | 0.62       | 191.2                    | 517                 | 0.72       | 257.2                    | 897                 | 0.83       | 343.8                    | 1851                | 1.01       | 503.4                    |
| 500            | 312                 | 0.66       | 215.7                    | 549                 | 0.76       | 290.2                    | 952                 | 0.88       | 387.7                    | 1966                | 1.07       | 567.8                    |
| 550            | 330                 | 0.70       | 240.5                    | 580                 | 0.81       | 323.5                    | 1005                | 0.93       | 432.4                    | 2076                | 1.13       | 633.2                    |
| 600            | 347                 | 0.73       | 265.6                    | 609                 | 0.85       | 357.4                    | 1057                | 0.98       | 477.6                    | 2182                | 1.19       | 699.4                    |
| 650            | 363                 | 0.77       | 291.1                    | 638                 | 0.89       | 391.6                    | 1106                | 1.03       | 523.3                    | 2284                | 1.24       | 766.4                    |

| $d_e$       | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 13                  |            |                          | 16                  |            |                          | 19.6                |            |                          | 25.6                |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 700         | 379                 | 0.80       | 316.8                    | 665                 | 0.93       | 426.2                    | 1154                | 1.07       | 569.6                    | 2383                | 1.30       | 834.1                    |
| 750         | 394                 | 0.83       | 342.8                    | 692                 | 0.96       | 461.2                    | 1200                | 1.11       | 616.3                    | 2478                | 1.35       | 902.6                    |
| 800         | 409                 | 0.86       | 369.1                    | 718                 | 1.00       | 496.5                    | 1246                | 1.16       | 663.5                    | 2571                | 1.40       | 971.7                    |
| 850         | 423                 | 0.89       | 395.5                    | 743                 | 1.04       | 532.1                    | 1289                | 1.20       | 711.1                    | 2662                | 1.45       | 1041.4                   |
| 900         | 437                 | 0.92       | 422.2                    | 768                 | 1.07       | 568.0                    | 1332                | 1.24       | 759.1                    | 2750                | 1.50       | 1111.7                   |
| 950         | 451                 | 0.95       | 449.1                    | 792                 | 1.10       | 604.2                    | 1374                | 1.28       | 807.4                    | 2837                | 1.54       | 1182.5                   |
| 1000        | 464                 | 0.98       | 476.3                    | 816                 | 1.14       | 640.7                    | 1415                | 1.31       | 856.2                    | 2921                | 1.59       | 1253.9                   |
| 1100        | 490                 | 1.03       | 531.1                    | 861                 | 1.20       | 714.4                    | 1494                | 1.39       | 954.7                    | 3085                | 1.68       | 1398.2                   |
| 1200        | 515                 | 1.09       | 586.6                    | 905                 | 1.26       | 789.1                    | 1570                | 1.46       | 1054.5                   | 3242                | 1.76       | 1544.4                   |
| 1300        | 539                 | 1.14       | 642.8                    | 948                 | 1.32       | 864.7                    | 1644                | 1.53       | 1155.6                   | 3394                | 1.85       | 1692.3                   |
| 1400        | 563                 | 1.19       | 699.6                    | 989                 | 1.38       | 941.2                    | 1715                | 1.59       | 1257.7                   | 3540                | 1.93       | 1841.9                   |
| 1500        | 585                 | 1.24       | 757.0                    | 1028                | 1.43       | 1018.4                   | 1784                | 1.66       | 1360.9                   | 3683                | 2.00       | 1993.0                   |
| 1600        | 607                 | 1.28       | 814.9                    | 1067                | 1.49       | 1096.3                   | 1851                | 1.72       | 1465.1                   | 3821                | 2.08       | 2145.6                   |
| 1700        | 629                 | 1.33       | 873.4                    | 1105                | 1.54       | 1175.0                   | 1916                | 1.78       | 1570.2                   | 3956                | 2.15       | 2299.5                   |
| 1800        | 650                 | 1.37       | 932.4                    | 1141                | 1.59       | 1254.3                   | 1980                | 1.84       | 1676.2                   | 4087                | 2.22       | 2454.7                   |
| 1900        | 670                 | 1.41       | 991.8                    | 1177                | 1.64       | 1334.3                   | 2042                | 1.90       | 1783.0                   | 4215                | 2.29       | 2611.2                   |
| 2000        | 690                 | 1.46       | 1051.7                   | 1212                | 1.69       | 1414.8                   | 2103                | 1.95       | 1890.6                   | 4341                | 2.36       | 2768.8                   |
| 2100        | 709                 | 1.50       | 1112.0                   | 1246                | 1.74       | 1495.9                   | 2162                | 2.01       | 1999.1                   | 4464                | 2.43       | 2927.6                   |
| 2200        | 728                 | 1.54       | 1172.7                   | 1280                | 1.78       | 1577.6                   | 2220                | 2.06       | 2108.2                   | 4584                | 2.49       | 3087.5                   |
| 2300        | 747                 | 1.58       | 1233.8                   | 1313                | 1.83       | 1659.8                   | 2277                | 2.11       | 2218.1                   | 4702                | 2.56       | 3248.4                   |
| 2400        | 766                 | 1.62       | 1295.3                   | 1345                | 1.87       | 1742.6                   | 2333                | 2.17       | 2328.6                   | 4817                | 2.62       | 3410.3                   |
| 2500        | 784                 | 1.65       | 1357.2                   | 1377                | 1.92       | 1825.8                   | 2389                | 2.22       | 2439.8                   | 4931                | 2.68       | 3573.2                   |

 Tabella 37: Tabella di perdita di pressione dei tubi 1.4520 Optipress con medio acqua 40 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 650                 | 0.23       | 25.5                     | 1113                | 0.26       | 33.8                     | 2304                | 0.32       | 49.5                     | 3746                | 0.36       | 64.0                     |
| 30             | 722                 | 0.25       | 31.4                     | 1235                | 0.29       | 41.6                     | 2557                | 0.35       | 61.0                     | 4158                | 0.40       | 78.8                     |
| 35             | 788                 | 0.27       | 37.4                     | 1348                | 0.32       | 49.6                     | 2793                | 0.38       | 72.8                     | 4541                | 0.44       | 94.0                     |
| 40             | 851                 | 0.30       | 43.6                     | 1455                | 0.34       | 57.8                     | 3014                | 0.41       | 84.8                     | 4901                | 0.47       | 109.5                    |
| 45             | 910                 | 0.32       | 49.8                     | 1557                | 0.37       | 66.1                     | 3224                | 0.44       | 97.0                     | 5242                | 0.50       | 125.3                    |
| 50             | 966                 | 0.34       | 56.2                     | 1653                | 0.39       | 74.6                     | 3424                | 0.47       | 109.4                    | 5567                | 0.53       | 141.3                    |
| 55             | 1020                | 0.36       | 62.7                     | 1746                | 0.41       | 83.1                     | 3616                | 0.50       | 122.0                    | 5879                | 0.56       | 157.5                    |
| 60             | 1073                | 0.37       | 69.2                     | 1835                | 0.43       | 91.8                     | 3800                | 0.52       | 134.7                    | 6179                | 0.59       | 174.0                    |
| 65             | 1123                | 0.39       | 75.9                     | 1921                | 0.45       | 100.6                    | 3978                | 0.55       | 147.6                    | 6468                | 0.62       | 190.7                    |
| 70             | 1171                | 0.41       | 82.6                     | 2004                | 0.47       | 109.5                    | 4150                | 0.57       | 160.7                    | 6747                | 0.65       | 207.5                    |
| 75             | 1218                | 0.42       | 89.3                     | 2084                | 0.49       | 118.5                    | 4317                | 0.59       | 173.9                    | 7019                | 0.67       | 224.6                    |
| 80             | 1264                | 0.44       | 96.2                     | 2163                | 0.51       | 127.6                    | 4479                | 0.61       | 187.2                    | 7282                | 0.70       | 241.7                    |
| 85             | 1309                | 0.46       | 103.1                    | 2239                | 0.53       | 136.7                    | 4637                | 0.64       | 200.6                    | 7539                | 0.72       | 259.1                    |
| 90             | 1352                | 0.47       | 110.0                    | 2313                | 0.54       | 146.0                    | 4791                | 0.66       | 214.2                    | 7789                | 0.75       | 276.6                    |
| 95             | 1395                | 0.49       | 117.1                    | 2386                | 0.56       | 155.3                    | 4942                | 0.68       | 227.8                    | 8034                | 0.77       | 294.2                    |
| 100            | 1436                | 0.50       | 124.1                    | 2457                | 0.58       | 164.7                    | 5089                | 0.70       | 241.6                    | 8273                | 0.79       | 312.0                    |
| 110            | 1516                | 0.53       | 138.4                    | 2594                | 0.61       | 183.6                    | 5373                | 0.74       | 269.4                    | 8736                | 0.84       | 347.9                    |
| 120            | 1594                | 0.56       | 152.9                    | 2727                | 0.64       | 202.8                    | 5647                | 0.77       | 297.5                    | 9181                | 0.88       | 384.2                    |
| 130            | 1668                | 0.58       | 167.5                    | 2854                | 0.67       | 222.2                    | 5912                | 0.81       | 326.0                    | 9611                | 0.92       | 421.0                    |
| 140            | 1740                | 0.61       | 182.3                    | 2978                | 0.70       | 241.9                    | 6167                | 0.85       | 354.8                    | 10027               | 0.96       | 458.3                    |
| 150            | 1810                | 0.63       | 197.3                    | 3097                | 0.73       | 261.7                    | 6415                | 0.88       | 383.9                    | 10430               | 1.00       | 495.9                    |
| 160            | 1878                | 0.65       | 212.4                    | 3214                | 0.75       | 281.8                    | 6656                | 0.91       | 413.3                    | 10822               | 1.04       | 533.8                    |
| 170            | 1945                | 0.68       | 227.6                    | 3327                | 0.78       | 302.0                    | 6891                | 0.95       | 443.0                    | 11203               | 1.07       | 572.1                    |
| 180            | 2009                | 0.70       | 243.0                    | 3437                | 0.81       | 322.3                    | 7120                | 0.98       | 472.9                    | 11575               | 1.11       | 610.7                    |
| 190            | 2072                | 0.72       | 258.5                    | 3545                | 0.83       | 342.9                    | 7343                | 1.01       | 503.0                    | 11938               | 1.14       | 649.7                    |
| 200            | 2134                | 0.74       | 274.1                    | 3651                | 0.86       | 363.6                    | 7562                | 1.04       | 533.4                    | 12293               | 1.18       | 688.9                    |
| 220            | 2253                | 0.78       | 305.6                    | 3855                | 0.90       | 405.4                    | 7985                | 1.10       | 594.8                    | 12982               | 1.24       | 768.2                    |
| 240            | 2368                | 0.82       | 337.6                    | 4052                | 0.95       | 447.8                    | 8392                | 1.15       | 657.0                    | 13643               | 1.31       | 848.5                    |
| 260            | 2479                | 0.86       | 369.9                    | 4241                | 0.99       | 490.7                    | 8785                | 1.20       | 719.9                    | 14282               | 1.37       | 929.7                    |
| 280            | 2586                | 0.90       | 402.6                    | 4425                | 1.04       | 534.1                    | 9165                | 1.26       | 783.5                    | 14900               | 1.43       | 1011.9                   |
| 300            | 2690                | 0.94       | 435.6                    | 4603                | 1.08       | 577.9                    | 9533                | 1.31       | 847.8                    | 15499               | 1.49       | 1094.9                   |
| 350            | 2938                | 1.02       | 519.6                    | 5026                | 1.18       | 689.3                    | 10411               | 1.43       | 1011.1                   | 16926               | 1.62       | 1305.9                   |
| 400            | 3171                | 1.10       | 605.2                    | 5425                | 1.27       | 802.9                    | 11236               | 1.54       | 1177.9                   | 18268               | 1.75       | 1521.2                   |
| 450            | 3392                | 1.18       | 692.4                    | 5803                | 1.36       | 918.6                    | 12019               | 1.65       | 1347.6                   | 19540               | 1.87       | 1740.3                   |
| 500            | 3602                | 1.25       | 781.0                    | 6163                | 1.45       | 1036.1                   | 12765               | 1.75       | 1520.0                   | 20752               | 1.99       | 1963.0                   |
| 550            | 3804                | 1.33       | 870.9                    | 6508                | 1.53       | 1155.4                   | 13479               | 1.85       | 1694.9                   | 21914               | 2.10       | 2189.0                   |
| 600            | 3998                | 1.39       | 962.0                    | 6839                | 1.60       | 1276.1                   | 14166               | 1.94       | 1872.1                   | 23031               | 2.21       | 2417.8                   |
| 650            | 4185                | 1.46       | 1054.1                   | 7160                | 1.68       | 1398.4                   | 14829               | 2.03       | 2051.5                   | 24109               | 2.31       | 2649.4                   |
| 700            | 4366                | 1.52       | 1147.3                   | 7469                | 1.75       | 1522.0                   | 15471               | 2.12       | 2232.8                   | 25152               | 2.41       | 2883.6                   |

| $d_e$       | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 4542                | 1.58       | 1241.4                   | 7770                | 1.82       | 1646.9                   | 16093               | 2.21       | 2416.0                   | 26163               | 2.51       | 3120.2                   |
| 800         | 4712                | 1.64       | 1336.5                   | 8062                | 1.89       | 1772.9                   | 16697               | 2.29       | 2600.9                   | 27146               | 2.60       | 3359.0                   |
| 850         | 4878                | 1.70       | 1432.3                   | 8346                | 1.96       | 1900.1                   | 17286               | 2.37       | 2787.5                   | 28103               | 2.69       | 3600.0                   |
| 900         | 5040                | 1.76       | 1529.0                   | 8623                | 2.02       | 2028.4                   | 17860               | 2.45       | 2975.7                   | 29036               | 2.78       | 3843.0                   |
| 950         | 5198                | 1.81       | 1626.5                   | 8893                | 2.09       | 2157.7                   | 18420               | 2.53       | 3165.3                   | 29947               | 2.87       | 4088.0                   |
| 1000        | 5353                | 1.86       | 1724.7                   | 9158                | 2.15       | 2287.9                   | 18968               | 2.60       | 3356.4                   | 30838               | 2.96       | 4334.8                   |
| 1100        | 5653                | 1.97       | 1923.2                   | 9670                | 2.27       | 2551.2                   | 20030               | 2.75       | 3742.7                   | 32564               | 3.12       | 4833.6                   |
| 1200        | 5941                | 2.07       | 2124.2                   | 10163               | 2.38       | 2818.0                   | 21051               | 2.89       | 4134.0                   | 34224               | 3.28       | 5339.0                   |
| 1300        | 6219                | 2.17       | 2327.7                   | 10639               | 2.50       | 3087.9                   | 22036               | 3.02       | 4530.0                   | 35826               | 3.43       | 5850.4                   |
| 1400        | 6488                | 2.26       | 2533.4                   | 11099               | 2.60       | 3360.8                   | 22989               | 3.15       | 4930.4                   | 37375               | 3.58       | 6367.5                   |
| 1500        | 6749                | 2.35       | 2741.3                   | 11546               | 2.71       | 3636.6                   | 23914               | 3.28       | 5334.9                   | 38878               | 3.73       | 6889.9                   |
| 1600        | 7002                | 2.44       | 2951.1                   | 11979               | 2.81       | 3914.9                   | 24812               | 3.40       | 5743.3                   | 40339               | 3.87       | 7417.3                   |
| 1700        | 7249                | 2.53       | 3162.8                   | 12402               | 2.91       | 4195.8                   | 25687               | 3.52       | 6155.3                   | 41761               | 4.00       | 7949.4                   |
| 1800        | 7490                | 2.61       | 3376.4                   | 12813               | 3.01       | 4479.0                   | 26540               | 3.64       | 6570.8                   | 43147               | 4.14       | 8486.0                   |
| 1900        | 7725                | 2.69       | 3591.6                   | 13215               | 3.10       | 4764.5                   | 27372               | 3.75       | 6989.6                   | 44501               | 4.27       | 9026.9                   |
| 2000        | 7955                | 2.77       | 3808.4                   | 13609               | 3.19       | 5052.2                   | 28186               | 3.87       | 7411.6                   | 45825               | 4.39       | 9571.9                   |
| 2100        | 8179                | 2.85       | 4026.8                   | 13993               | 3.28       | 5341.9                   | 28983               | 3.97       | 7836.6                   | 47121               | 4.52       | 10120.8                  |
| 2200        | 8400                | 2.93       | 4246.7                   | 14370               | 3.37       | 5633.6                   | 29764               | 4.08       | 8264.6                   | 48390               | 4.64       | 10673.4                  |
| 2300        | 8616                | 3.00       | 4468.0                   | 14740               | 3.46       | 5927.2                   | 30530               | 4.19       | 8695.3                   | 49635               | 4.76       | 11229.7                  |
| 2400        | 8828                | 3.08       | 4690.7                   | 15103               | 3.54       | 6222.6                   | 31281               | 4.29       | 9128.6                   | 50857               | 4.88       | 11789.4                  |
| 2500        | 9036                | 3.15       | 4914.7                   | 15459               | 3.63       | 6519.8                   | 32020               | 4.39       | 9564.6                   | 52057               | 4.99       | 12352.5                  |

 Tabella 38: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 40 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 73.1                |            |                          | 85.9                |            |                          | 105                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 6123                | 0.41       | 82.9                     | 9487                | 0.46       | 104.3                    | 16361               | 0.53       | 139.0                    |
| 30             | 6795                | 0.45       | 102.0                    | 10529               | 0.51       | 128.5                    | 18158               | 0.59       | 171.2                    |
| 35             | 7420                | 0.50       | 121.7                    | 11498               | 0.56       | 153.3                    | 19830               | 0.64       | 204.2                    |
| 40             | 8009                | 0.53       | 141.8                    | 12410               | 0.60       | 178.5                    | 21402               | 0.69       | 237.8                    |
| 45             | 8566                | 0.57       | 162.2                    | 13274               | 0.64       | 204.2                    | 22892               | 0.74       | 272.1                    |
| 50             | 9098                | 0.61       | 183.0                    | 14098               | 0.68       | 230.4                    | 24312               | 0.79       | 306.9                    |
| 55             | 9607                | 0.64       | 204.0                    | 14887               | 0.72       | 256.9                    | 25673               | 0.83       | 342.2                    |
| 60             | 10097               | 0.67       | 225.3                    | 15646               | 0.76       | 283.8                    | 26982               | 0.87       | 378.0                    |
| 65             | 10570               | 0.71       | 246.9                    | 16378               | 0.79       | 310.9                    | 28245               | 0.91       | 414.2                    |
| 70             | 11027               | 0.74       | 268.7                    | 17087               | 0.83       | 338.4                    | 29467               | 0.95       | 450.8                    |
| 75             | 11470               | 0.77       | 290.8                    | 17774               | 0.86       | 366.2                    | 30652               | 0.99       | 487.8                    |
| 80             | 11901               | 0.79       | 313.1                    | 18441               | 0.89       | 394.2                    | 31803               | 1.03       | 525.2                    |
| 85             | 12321               | 0.82       | 335.5                    | 19091               | 0.92       | 422.5                    | 32924               | 1.07       | 562.8                    |
| 90             | 12730               | 0.85       | 358.2                    | 19725               | 0.95       | 451.0                    | 34017               | 1.10       | 600.8                    |
| 95             | 13129               | 0.88       | 381.0                    | 20344               | 0.98       | 479.8                    | 35085               | 1.14       | 639.1                    |
| 100            | 13520               | 0.90       | 404.0                    | 20949               | 1.01       | 508.7                    | 36128               | 1.17       | 677.7                    |
| 110            | 14276               | 0.95       | 450.5                    | 22122               | 1.07       | 567.3                    | 38150               | 1.23       | 755.7                    |
| 120            | 15004               | 1.00       | 497.6                    | 23250               | 1.12       | 626.6                    | 40095               | 1.30       | 834.7                    |
| 130            | 15706               | 1.05       | 545.3                    | 24338               | 1.18       | 686.6                    | 41972               | 1.36       | 914.7                    |
| 140            | 16386               | 1.09       | 593.4                    | 25391               | 1.23       | 747.3                    | 43787               | 1.42       | 995.5                    |
| 150            | 17045               | 1.14       | 642.1                    | 26412               | 1.28       | 808.6                    | 45548               | 1.47       | 1077.2                   |
| 160            | 17685               | 1.18       | 691.3                    | 27404               | 1.32       | 870.5                    | 47259               | 1.53       | 1159.7                   |
| 170            | 18308               | 1.22       | 740.9                    | 28370               | 1.37       | 932.9                    | 48925               | 1.58       | 1242.9                   |
| 180            | 18916               | 1.26       | 790.9                    | 29312               | 1.42       | 995.9                    | 50549               | 1.64       | 1326.8                   |
| 190            | 19510               | 1.30       | 841.3                    | 30231               | 1.46       | 1059.4                   | 52136               | 1.69       | 1411.3                   |
| 200            | 20090               | 1.34       | 892.1                    | 31131               | 1.50       | 1123.4                   | 53686               | 1.74       | 1496.5                   |
| 220            | 21215               | 1.42       | 994.8                    | 32873               | 1.59       | 1252.6                   | 56691               | 1.83       | 1668.7                   |
| 240            | 22296               | 1.49       | 1098.8                   | 34549               | 1.67       | 1383.6                   | 59581               | 1.93       | 1843.2                   |
| 260            | 23340               | 1.56       | 1204.0                   | 36166               | 1.75       | 1516.1                   | 62370               | 2.02       | 2019.8                   |
| 280            | 24349               | 1.63       | 1310.4                   | 37730               | 1.82       | 1650.1                   | 65068               | 2.11       | 2198.3                   |
| 300            | 25328               | 1.69       | 1417.9                   | 39247               | 1.90       | 1785.5                   | 67684               | 2.19       | 2378.7                   |
| 350            | 27661               | 1.85       | 1691.1                   | 42861               | 2.07       | 2129.5                   | 73917               | 2.39       | 2836.9                   |
| 400            | 29854               | 1.99       | 1969.9                   | 46260               | 2.24       | 2480.6                   | 79778               | 2.58       | 3304.6                   |
| 450            | 31932               | 2.13       | 2253.7                   | 49481               | 2.39       | 2838.0                   | 85332               | 2.76       | 3780.8                   |
| 500            | 33914               | 2.26       | 2542.1                   | 52551               | 2.54       | 3201.2                   | 90627               | 2.93       | 4264.5                   |
| 550            | 35812               | 2.39       | 2834.7                   | 55493               | 2.68       | 3569.5                   | 95700               | 3.10       | 4755.3                   |
| 600            | 37638               | 2.51       | 3131.1                   | 58322               | 2.82       | 3942.8                   | 100578              | 3.25       | 5252.5                   |
| 650            | 39399               | 2.63       | 3431.0                   | 61051               | 2.95       | 4320.4                   | 105285              | 3.41       | 5755.6                   |
| 700            | 41103               | 2.74       | 3734.2                   | 63692               | 3.08       | 4702.3                   | 109840              | 3.55       | 6264.3                   |

| $d_e$              | <b>76.1</b>         |              |                   | <b>88.9</b>         |              |                   | <b>108</b>          |              |                   |
|--------------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| $d_i$              | <b>73.1</b>         |              |                   | <b>85.9</b>         |              |                   | <b>105</b>          |              |                   |
| <b>R</b><br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{dyn}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{dyn}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{dyn}$<br>[Pa] |
| <b>750</b>         | 42756               | <b>2.85</b>  | 4040.6            | 66253               | <b>3.20</b>  | 5088.1            | 114257              | <b>3.70</b>  | 6778.3            |
| <b>800</b>         | 44363               | <b>2.96</b>  | 4349.9            | 68742               | <b>3.32</b>  | 5477.6            | 118549              | <b>3.84</b>  | 7297.1            |
| <b>850</b>         | 45926               | <b>3.07</b>  | 4662.0            | 71165               | <b>3.44</b>  | 5870.5            | 122728              | <b>3.97</b>  | 7820.6            |
| <b>900</b>         | 47451               | <b>3.17</b>  | 4976.7            | 73528               | <b>3.55</b>  | 6266.8            | 126802              | <b>4.10</b>  | 8348.6            |
| <b>950</b>         | 48940               | <b>3.27</b>  | 5293.9            | 75835               | <b>3.67</b>  | 6666.3            | 130781              | <b>4.23</b>  | 8880.7            |
| <b>1000</b>        | 50396               | <b>3.36</b>  | 5613.5            | 78091               | <b>3.78</b>  | 7068.7            | 134671              | <b>4.36</b>  | 9416.9            |
| <b>1100</b>        | 53217               | <b>3.55</b>  | 6259.5            | 82462               | <b>3.99</b>  | 7882.2            | 142209              | <b>4.60</b>  | 10500.6           |
| <b>1200</b>        | 55929               | <b>3.73</b>  | 6913.9            | 86665               | <b>4.19</b>  | 8706.3            | 149459              | <b>4.84</b>  | 11598.4           |
| <b>1300</b>        | 58547               | <b>3.91</b>  | 7576.2            | 90721               | <b>4.39</b>  | 9540.3            | 156454              | <b>5.06</b>  | 12709.5           |
| <b>1400</b>        | 61080               | <b>4.08</b>  | 8245.9            | 94646               | <b>4.58</b>  | 10383.5           | 163221              | <b>5.28</b>  | 13832.8           |
| <b>1500</b>        | 63536               | <b>4.24</b>  | 8922.4            | 98452               | <b>4.76</b>  | 11235.4           | 169785              | <b>5.49</b>  | 14967.7           |
| <b>1600</b>        | 65923               | <b>4.40</b>  | 9605.3            | 102150              | <b>4.94</b>  | 12095.4           | 176163              | <b>5.70</b>  | 16113.4           |
| <b>1700</b>        | 68246               | <b>4.56</b>  | 10294.4           | 105751              | <b>5.11</b>  | 12963.2           | 182373              | <b>5.90</b>  | 17269.4           |
| <b>1800</b>        | 70512               | <b>4.71</b>  | 10989.4           | 109262              | <b>5.28</b>  | 13838.2           | 188428              | <b>6.10</b>  | 18435.2           |
| <b>1900</b>        | 72725               | <b>4.85</b>  | 11689.8           | 112691              | <b>5.45</b>  | 14720.3           | 194340              | <b>6.29</b>  | 19610.2           |
| <b>2000</b>        | 74888               | <b>5.00</b>  | 12395.6           | 116042              | <b>5.61</b>  | 15609.0           | 200121              | <b>6.47</b>  | 20794.1           |
| <b>2100</b>        | 77005               | <b>5.14</b>  | 13106.4           | 119323              | <b>5.77</b>  | 16504.1           | 205779              | <b>6.66</b>  | 21986.6           |
| <b>2200</b>        | 79080               | <b>5.28</b>  | 13822.1           | 122538              | <b>5.92</b>  | 17405.3           | 211322              | <b>6.84</b>  | 23187.1           |
| <b>2300</b>        | 81114               | <b>5.41</b>  | 14542.4           | 125690              | <b>6.08</b>  | 18312.3           | 216759              | <b>7.01</b>  | 24395.5           |
| <b>2400</b>        | 83111               | <b>5.55</b>  | 15267.2           | 128784              | <b>6.23</b>  | 19225.1           | 222095              | <b>7.19</b>  | 25611.4           |
| <b>2500</b>        | 85072               | <b>5.68</b>  | 15996.4           | 131824              | <b>6.37</b>  | 20143.2           | 227337              | <b>7.36</b>  | 26834.6           |

 Tabella 39: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 40 °C,  $d_e$  76.1 ... 108 mm

### 4.5.3 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 13                  |            |                          | 16                  |            |                          | 19.6                |            |                          | 25.6                |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 59                  | 0.13       | 7.7                      | 103                 | 0.15       | 10.4                     | 179                 | 0.17       | 13.9                     | 370                 | 0.20       | 20.3                     |
| 30             | 65                  | 0.14       | 9.5                      | 115                 | 0.16       | 12.8                     | 199                 | 0.19       | 17.1                     | 411                 | 0.23       | 25.1                     |
| 35             | 71                  | 0.15       | 11.4                     | 125                 | 0.18       | 15.3                     | 217                 | 0.20       | 20.4                     | 449                 | 0.25       | 29.9                     |
| 40             | 77                  | 0.16       | 13.2                     | 135                 | 0.19       | 17.8                     | 235                 | 0.22       | 23.8                     | 485                 | 0.27       | 34.8                     |
| 45             | 82                  | 0.18       | 15.1                     | 145                 | 0.20       | 20.4                     | 251                 | 0.24       | 27.2                     | 518                 | 0.28       | 39.8                     |
| 50             | 87                  | 0.19       | 17.1                     | 154                 | 0.22       | 23.0                     | 267                 | 0.25       | 30.7                     | 550                 | 0.30       | 44.9                     |
| 55             | 92                  | 0.20       | 19.0                     | 162                 | 0.23       | 25.6                     | 282                 | 0.26       | 34.2                     | 581                 | 0.32       | 50.1                     |
| 60             | 97                  | 0.21       | 21.0                     | 171                 | 0.24       | 28.3                     | 296                 | 0.28       | 37.8                     | 611                 | 0.34       | 55.3                     |
| 65             | 102                 | 0.22       | 23.0                     | 179                 | 0.25       | 31.0                     | 310                 | 0.29       | 41.4                     | 639                 | 0.35       | 60.6                     |
| 70             | 106                 | 0.23       | 25.1                     | 186                 | 0.26       | 33.7                     | 323                 | 0.30       | 45.1                     | 667                 | 0.37       | 66.0                     |
| 75             | 110                 | 0.23       | 27.1                     | 194                 | 0.27       | 36.5                     | 336                 | 0.31       | 48.8                     | 694                 | 0.38       | 71.4                     |
| 80             | 114                 | 0.24       | 29.2                     | 201                 | 0.28       | 39.3                     | 349                 | 0.33       | 52.5                     | 720                 | 0.40       | 76.9                     |
| 85             | 118                 | 0.25       | 31.3                     | 208                 | 0.29       | 42.1                     | 361                 | 0.34       | 56.3                     | 745                 | 0.41       | 82.4                     |
| 90             | 122                 | 0.26       | 33.4                     | 215                 | 0.30       | 44.9                     | 373                 | 0.35       | 60.1                     | 770                 | 0.42       | 88.0                     |
| 95             | 126                 | 0.27       | 35.5                     | 222                 | 0.31       | 47.8                     | 385                 | 0.36       | 63.9                     | 794                 | 0.44       | 93.6                     |
| 100            | 130                 | 0.28       | 37.7                     | 228                 | 0.32       | 50.7                     | 396                 | 0.37       | 67.7                     | 818                 | 0.45       | 99.2                     |
| 110            | 137                 | 0.29       | 42.0                     | 241                 | 0.34       | 56.5                     | 418                 | 0.39       | 75.5                     | 864                 | 0.47       | 110.6                    |
| 120            | 144                 | 0.31       | 46.4                     | 253                 | 0.36       | 62.4                     | 440                 | 0.41       | 83.4                     | 908                 | 0.50       | 122.2                    |
| 130            | 151                 | 0.32       | 50.9                     | 265                 | 0.37       | 68.4                     | 460                 | 0.43       | 91.4                     | 950                 | 0.52       | 133.9                    |
| 140            | 158                 | 0.34       | 55.4                     | 277                 | 0.39       | 74.5                     | 480                 | 0.45       | 99.5                     | 991                 | 0.54       | 145.7                    |
| 150            | 164                 | 0.35       | 59.9                     | 288                 | 0.40       | 80.6                     | 500                 | 0.47       | 107.7                    | 1031                | 0.57       | 157.7                    |
| 160            | 170                 | 0.36       | 64.5                     | 299                 | 0.42       | 86.8                     | 518                 | 0.49       | 115.9                    | 1070                | 0.59       | 169.8                    |
| 170            | 176                 | 0.37       | 69.1                     | 309                 | 0.43       | 93.0                     | 537                 | 0.50       | 124.2                    | 1108                | 0.61       | 182.0                    |
| 180            | 182                 | 0.39       | 73.8                     | 320                 | 0.45       | 99.3                     | 554                 | 0.52       | 132.6                    | 1144                | 0.63       | 194.2                    |
| 190            | 188                 | 0.40       | 78.5                     | 330                 | 0.46       | 105.6                    | 572                 | 0.54       | 141.1                    | 1180                | 0.65       | 206.6                    |
| 200            | 193                 | 0.41       | 83.2                     | 339                 | 0.48       | 112.0                    | 589                 | 0.55       | 149.6                    | 1216                | 0.67       | 219.1                    |
| 220            | 204                 | 0.43       | 92.8                     | 358                 | 0.50       | 124.8                    | 622                 | 0.58       | 166.8                    | 1284                | 0.71       | 244.3                    |
| 240            | 214                 | 0.46       | 102.5                    | 377                 | 0.53       | 137.9                    | 653                 | 0.61       | 184.3                    | 1349                | 0.74       | 269.8                    |
| 260            | 224                 | 0.48       | 112.3                    | 394                 | 0.55       | 151.1                    | 684                 | 0.64       | 201.9                    | 1412                | 0.78       | 295.7                    |
| 280            | 234                 | 0.50       | 122.2                    | 411                 | 0.58       | 164.4                    | 714                 | 0.67       | 219.8                    | 1473                | 0.81       | 321.8                    |
| 300            | 244                 | 0.52       | 132.3                    | 428                 | 0.60       | 177.9                    | 742                 | 0.70       | 237.8                    | 1532                | 0.84       | 348.2                    |
| 350            | 266                 | 0.57       | 157.7                    | 467                 | 0.66       | 212.2                    | 811                 | 0.76       | 283.6                    | 1674                | 0.92       | 415.3                    |
| 400            | 287                 | 0.61       | 183.8                    | 504                 | 0.71       | 247.2                    | 875                 | 0.82       | 330.3                    | 1806                | 0.99       | 483.8                    |
| 450            | 307                 | 0.65       | 210.2                    | 539                 | 0.76       | 282.8                    | 936                 | 0.88       | 377.9                    | 1932                | 1.06       | 553.5                    |
| 500            | 326                 | 0.69       | 237.1                    | 573                 | 0.81       | 319.0                    | 994                 | 0.93       | 426.3                    | 2052                | 1.13       | 624.3                    |
| 550            | 344                 | 0.73       | 264.4                    | 605                 | 0.85       | 355.7                    | 1050                | 0.98       | 475.4                    | 2167                | 1.19       | 696.2                    |
| 600            | 362                 | 0.77       | 292.1                    | 636                 | 0.89       | 392.9                    | 1103                | 1.03       | 525.1                    | 2277                | 1.25       | 769.0                    |
| 650            | 379                 | 0.81       | 320.0                    | 666                 | 0.94       | 430.6                    | 1155                | 1.08       | 575.4                    | 2384                | 1.31       | 842.6                    |

| $d_e$       | 15                  |            |                          | 18                  |            |                          | 22                  |            |                          | 28                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 13                  |            |                          | 16                  |            |                          | 19.6                |            |                          | 25.6                |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 700         | 395                 | 0.84       | 348.3                    | 694                 | 0.98       | 468.6                    | 1205                | 1.13       | 626.2                    | 2487                | 1.37       | 917.1                    |
| 750         | 411                 | 0.88       | 376.9                    | 722                 | 1.02       | 507.1                    | 1253                | 1.17       | 677.6                    | 2587                | 1.42       | 992.3                    |
| 800         | 427                 | 0.91       | 405.8                    | 749                 | 1.05       | 545.9                    | 1300                | 1.22       | 729.5                    | 2684                | 1.47       | 1068.3                   |
| 850         | 442                 | 0.94       | 434.9                    | 776                 | 1.09       | 585.0                    | 1346                | 1.26       | 781.8                    | 2779                | 1.53       | 1144.9                   |
| 900         | 456                 | 0.97       | 464.2                    | 802                 | 1.13       | 624.5                    | 1391                | 1.30       | 834.6                    | 2871                | 1.58       | 1222.2                   |
| 950         | 471                 | 1.00       | 493.8                    | 827                 | 1.16       | 664.3                    | 1434                | 1.34       | 887.8                    | 2961                | 1.63       | 1300.1                   |
| 1000        | 485                 | 1.03       | 523.6                    | 851                 | 1.20       | 704.5                    | 1477                | 1.38       | 941.4                    | 3049                | 1.67       | 1378.6                   |
| 1100        | 512                 | 1.09       | 583.9                    | 899                 | 1.26       | 785.5                    | 1560                | 1.46       | 1049.7                   | 3220                | 1.77       | 1537.3                   |
| 1200        | 538                 | 1.15       | 644.9                    | 945                 | 1.33       | 867.6                    | 1639                | 1.54       | 1159.4                   | 3384                | 1.86       | 1698.0                   |
| 1300        | 563                 | 1.20       | 706.7                    | 989                 | 1.39       | 950.8                    | 1716                | 1.61       | 1270.5                   | 3542                | 1.95       | 1860.7                   |
| 1400        | 587                 | 1.25       | 769.2                    | 1032                | 1.45       | 1034.8                   | 1790                | 1.68       | 1382.8                   | 3695                | 2.03       | 2025.1                   |
| 1500        | 611                 | 1.30       | 832.3                    | 1073                | 1.51       | 1119.7                   | 1862                | 1.74       | 1496.3                   | 3844                | 2.11       | 2191.3                   |
| 1600        | 634                 | 1.35       | 896.0                    | 1114                | 1.57       | 1205.4                   | 1932                | 1.81       | 1610.8                   | 3988                | 2.19       | 2359.0                   |
| 1700        | 656                 | 1.40       | 960.3                    | 1153                | 1.62       | 1291.9                   | 2000                | 1.87       | 1726.4                   | 4129                | 2.27       | 2528.3                   |
| 1800        | 678                 | 1.44       | 1025.1                   | 1191                | 1.68       | 1379.1                   | 2066                | 1.94       | 1842.9                   | 4266                | 2.34       | 2698.9                   |
| 1900        | 699                 | 1.49       | 1090.4                   | 1229                | 1.73       | 1467.0                   | 2131                | 2.00       | 1960.4                   | 4400                | 2.42       | 2871.0                   |
| 2000        | 720                 | 1.53       | 1156.3                   | 1265                | 1.78       | 1555.6                   | 2195                | 2.06       | 2078.7                   | 4531                | 2.49       | 3044.3                   |
| 2100        | 740                 | 1.58       | 1222.6                   | 1301                | 1.83       | 1644.8                   | 2257                | 2.11       | 2197.9                   | 4659                | 2.56       | 3218.9                   |
| 2200        | 760                 | 1.62       | 1289.3                   | 1336                | 1.88       | 1734.6                   | 2318                | 2.17       | 2317.9                   | 4785                | 2.63       | 3394.6                   |
| 2300        | 780                 | 1.66       | 1356.5                   | 1370                | 1.93       | 1825.0                   | 2377                | 2.23       | 2438.7                   | 4908                | 2.70       | 3571.5                   |
| 2400        | 799                 | 1.70       | 1424.1                   | 1404                | 1.97       | 1915.9                   | 2436                | 2.28       | 2560.3                   | 5028                | 2.76       | 3749.5                   |
| 2500        | 818                 | 1.74       | 1492.2                   | 1437                | 2.02       | 2007.4                   | 2493                | 2.34       | 2682.5                   | 5147                | 2.83       | 3928.6                   |

 Tabella 40: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 679                 | 0.24       | 28.0                     | 1161                | 0.27       | 37.1                     | 2405                | 0.33       | 54.5                     | 3911                | 0.38       | 70.3                     |
| 30             | 753                 | 0.26       | 34.5                     | 1289                | 0.31       | 45.7                     | 2669                | 0.37       | 67.1                     | 4340                | 0.42       | 86.6                     |
| 35             | 823                 | 0.29       | 41.1                     | 1407                | 0.33       | 54.5                     | 2915                | 0.40       | 80.0                     | 4740                | 0.46       | 103.3                    |
| 40             | 888                 | 0.31       | 47.9                     | 1519                | 0.36       | 63.5                     | 3146                | 0.44       | 93.2                     | 5115                | 0.49       | 120.4                    |
| 45             | 950                 | 0.33       | 54.8                     | 1625                | 0.38       | 72.7                     | 3365                | 0.47       | 106.6                    | 5471                | 0.53       | 137.7                    |
| 50             | 1009                | 0.35       | 61.8                     | 1726                | 0.41       | 82.0                     | 3574                | 0.49       | 120.3                    | 5811                | 0.56       | 155.3                    |
| 55             | 1065                | 0.37       | 68.9                     | 1822                | 0.43       | 91.4                     | 3774                | 0.52       | 134.1                    | 6136                | 0.59       | 173.2                    |
| 60             | 1119                | 0.39       | 76.1                     | 1915                | 0.45       | 101.0                    | 3967                | 0.55       | 148.1                    | 6449                | 0.62       | 191.3                    |
| 65             | 1172                | 0.41       | 83.4                     | 2005                | 0.47       | 110.7                    | 4152                | 0.57       | 162.3                    | 6751                | 0.65       | 209.6                    |
| 70             | 1223                | 0.43       | 90.8                     | 2092                | 0.50       | 120.4                    | 4332                | 0.60       | 176.7                    | 7043                | 0.68       | 228.2                    |
| 75             | 1272                | 0.45       | 98.2                     | 2176                | 0.51       | 130.3                    | 4506                | 0.62       | 191.2                    | 7326                | 0.71       | 246.9                    |
| 80             | 1319                | 0.46       | 105.8                    | 2257                | 0.53       | 140.3                    | 4676                | 0.65       | 205.8                    | 7601                | 0.74       | 265.8                    |
| 85             | 1366                | 0.48       | 113.3                    | 2337                | 0.55       | 150.4                    | 4840                | 0.67       | 220.6                    | 7869                | 0.76       | 284.9                    |
| 90             | 1411                | 0.50       | 121.0                    | 2415                | 0.57       | 160.5                    | 5001                | 0.69       | 235.5                    | 8131                | 0.79       | 304.1                    |
| 95             | 1456                | 0.51       | 128.7                    | 2490                | 0.59       | 170.7                    | 5158                | 0.71       | 250.5                    | 8386                | 0.81       | 323.5                    |
| 100            | 1499                | 0.53       | 136.5                    | 2564                | 0.61       | 181.0                    | 5311                | 0.74       | 265.6                    | 8635                | 0.84       | 343.0                    |
| 110            | 1583                | 0.56       | 152.2                    | 2708                | 0.64       | 201.9                    | 5609                | 0.78       | 296.2                    | 9118                | 0.88       | 382.5                    |
| 120            | 1664                | 0.58       | 168.1                    | 2846                | 0.67       | 223.0                    | 5895                | 0.82       | 327.1                    | 9583                | 0.93       | 422.5                    |
| 130            | 1741                | 0.61       | 184.2                    | 2979                | 0.71       | 244.3                    | 6170                | 0.85       | 358.5                    | 10032               | 0.97       | 462.9                    |
| 140            | 1817                | 0.64       | 200.5                    | 3108                | 0.74       | 265.9                    | 6437                | 0.89       | 390.1                    | 10466               | 1.01       | 503.8                    |
| 150            | 1890                | 0.66       | 216.9                    | 3233                | 0.77       | 287.8                    | 6696                | 0.93       | 422.1                    | 10887               | 1.05       | 545.2                    |
| 160            | 1961                | 0.69       | 233.5                    | 3354                | 0.79       | 309.8                    | 6948                | 0.96       | 454.5                    | 11296               | 1.09       | 586.9                    |
| 170            | 2030                | 0.71       | 250.3                    | 3473                | 0.82       | 332.0                    | 7193                | 1.00       | 487.1                    | 11694               | 1.13       | 629.0                    |
| 180            | 2097                | 0.74       | 267.2                    | 3588                | 0.85       | 354.4                    | 7432                | 1.03       | 519.9                    | 12082               | 1.17       | 671.5                    |
| 190            | 2163                | 0.76       | 284.2                    | 3701                | 0.88       | 377.0                    | 7665                | 1.06       | 553.1                    | 12461               | 1.21       | 714.3                    |
| 200            | 2227                | 0.78       | 301.3                    | 3811                | 0.90       | 399.8                    | 7893                | 1.09       | 586.5                    | 12832               | 1.24       | 757.4                    |
| 220            | 2352                | 0.83       | 336.0                    | 4024                | 0.95       | 445.8                    | 8334                | 1.15       | 654.0                    | 13550               | 1.31       | 844.6                    |
| 240            | 2472                | 0.87       | 371.2                    | 4229                | 1.00       | 492.4                    | 8759                | 1.21       | 722.3                    | 14241               | 1.38       | 932.9                    |
| 260            | 2588                | 0.91       | 406.7                    | 4427                | 1.05       | 539.5                    | 9169                | 1.27       | 791.5                    | 14907               | 1.44       | 1022.2                   |
| 280            | 2700                | 0.95       | 442.7                    | 4618                | 1.09       | 587.2                    | 9566                | 1.32       | 861.5                    | 15552               | 1.50       | 1112.6                   |
| 300            | 2808                | 0.99       | 479.0                    | 4804                | 1.14       | 635.4                    | 9951                | 1.38       | 932.2                    | 16177               | 1.57       | 1203.9                   |
| 350            | 3067                | 1.08       | 571.3                    | 5247                | 1.24       | 757.8                    | 10867               | 1.50       | 1111.7                   | 17667               | 1.71       | 1435.8                   |
| 400            | 3310                | 1.16       | 665.4                    | 5663                | 1.34       | 882.8                    | 11728               | 1.62       | 1295.0                   | 19068               | 1.84       | 1672.5                   |
| 450            | 3540                | 1.24       | 761.3                    | 6057                | 1.43       | 1009.9                   | 12545               | 1.74       | 1481.6                   | 20395               | 1.97       | 1913.5                   |
| 500            | 3760                | 1.32       | 858.7                    | 6433                | 1.52       | 1139.2                   | 13324               | 1.84       | 1671.2                   | 21661               | 2.10       | 2158.3                   |
| 550            | 3971                | 1.40       | 957.6                    | 6793                | 1.61       | 1270.3                   | 14069               | 1.95       | 1863.5                   | 22874               | 2.21       | 2406.7                   |
| 600            | 4173                | 1.47       | 1057.7                   | 7139                | 1.69       | 1403.1                   | 14787               | 2.05       | 2058.4                   | 24040               | 2.33       | 2658.3                   |
| 650            | 4368                | 1.54       | 1159.0                   | 7473                | 1.77       | 1537.5                   | 15479               | 2.14       | 2255.5                   | 25165               | 2.43       | 2913.0                   |
| 700            | 4557                | 1.60       | 1261.4                   | 7796                | 1.85       | 1673.4                   | 16148               | 2.23       | 2454.9                   | 26253               | 2.54       | 3170.4                   |

| $d_e$       | 35                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          | 64                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 32                  |            |                          | 39                  |            |                          | 51                  |            |                          | 61                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 4740                | 1.67       | 1364.9                   | 8110                | 1.92       | 1810.7                   | 16797               | 2.32       | 2656.3                   | 27309               | 2.64       | 3430.5                   |
| 800         | 4919                | 1.73       | 1469.4                   | 8415                | 1.99       | 1949.3                   | 17428               | 2.41       | 2859.6                   | 28335               | 2.74       | 3693.1                   |
| 850         | 5092                | 1.79       | 1574.8                   | 8711                | 2.06       | 2089.1                   | 18043               | 2.50       | 3064.8                   | 29334               | 2.84       | 3958.1                   |
| 900         | 5261                | 1.85       | 1681.1                   | 9000                | 2.13       | 2230.1                   | 18642               | 2.58       | 3271.7                   | 30308               | 2.93       | 4225.3                   |
| 950         | 5426                | 1.91       | 1788.3                   | 9283                | 2.20       | 2372.3                   | 19227               | 2.66       | 3480.2                   | 31259               | 3.02       | 4494.6                   |
| 1000        | 5587                | 1.96       | 1896.2                   | 9559                | 2.26       | 2515.5                   | 19799               | 2.74       | 3690.3                   | 32188               | 3.11       | 4766.0                   |
| 1100        | 5900                | 2.07       | 2114.5                   | 10094               | 2.39       | 2805.0                   | 20907               | 2.89       | 4115.0                   | 33990               | 3.29       | 5314.4                   |
| 1200        | 6201                | 2.18       | 2335.5                   | 10608               | 2.51       | 3098.3                   | 21973               | 3.04       | 4545.2                   | 35723               | 3.46       | 5870.1                   |
| 1300        | 6491                | 2.28       | 2559.3                   | 11105               | 2.63       | 3395.1                   | 23001               | 3.18       | 4980.6                   | 37395               | 3.62       | 6432.4                   |
| 1400        | 6772                | 2.38       | 2785.5                   | 11585               | 2.74       | 3695.1                   | 23996               | 3.32       | 5420.9                   | 39012               | 3.77       | 7000.9                   |
| 1500        | 7044                | 2.48       | 3014.0                   | 12051               | 2.85       | 3998.3                   | 24961               | 3.45       | 5865.6                   | 40581               | 3.93       | 7575.3                   |
| 1600        | 7309                | 2.57       | 3244.7                   | 12504               | 2.96       | 4304.4                   | 25899               | 3.58       | 6314.6                   | 42105               | 4.07       | 8155.1                   |
| 1700        | 7567                | 2.66       | 3477.5                   | 12945               | 3.06       | 4613.2                   | 26812               | 3.71       | 6767.6                   | 43590               | 4.22       | 8740.2                   |
| 1800        | 7818                | 2.75       | 3712.2                   | 13374               | 3.17       | 4924.6                   | 27702               | 3.83       | 7224.4                   | 45037               | 4.36       | 9330.2                   |
| 1900        | 8063                | 2.83       | 3948.8                   | 13794               | 3.26       | 5238.5                   | 28571               | 3.95       | 7684.9                   | 46450               | 4.49       | 9924.9                   |
| 2000        | 8303                | 2.92       | 4187.2                   | 14204               | 3.36       | 5554.7                   | 29421               | 4.07       | 8148.9                   | 47832               | 4.63       | 10524.1                  |
| 2100        | 8538                | 3.00       | 4427.3                   | 14606               | 3.46       | 5873.3                   | 30253               | 4.19       | 8616.2                   | 49184               | 4.76       | 11127.6                  |
| 2200        | 8768                | 3.08       | 4669.1                   | 15000               | 3.55       | 6194.0                   | 31068               | 4.30       | 9086.7                   | 50509               | 4.89       | 11735.2                  |
| 2300        | 8993                | 3.16       | 4912.4                   | 15385               | 3.64       | 6516.8                   | 31867               | 4.41       | 9560.2                   | 51808               | 5.01       | 12346.8                  |
| 2400        | 9215                | 3.24       | 5157.3                   | 15764               | 3.73       | 6841.6                   | 32651               | 4.52       | 10036.7                  | 53084               | 5.14       | 12962.2                  |
| 2500        | 9432                | 3.32       | 5403.6                   | 16136               | 3.82       | 7168.3                   | 33422               | 4.63       | 10516.1                  | 54337               | 5.26       | 13581.2                  |

Tabella 41: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 76.1                |            |                          | 88.9                |            |                          | 108                 |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 73.1                |            |                          | 85.9                |            |                          | 105                 |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 6391                | 0.43       | 91.1                     | 9903                | 0.48       | 114.7                    | 17078               | 0.56       | 152.8                    |
| 30             | 7092                | 0.48       | 112.2                    | 10990               | 0.54       | 141.3                    | 18953               | 0.62       | 188.2                    |
| 35             | 7745                | 0.52       | 133.8                    | 12002               | 0.59       | 168.5                    | 20698               | 0.68       | 224.5                    |
| 40             | 8360                | 0.56       | 155.9                    | 12954               | 0.63       | 196.3                    | 22339               | 0.73       | 261.5                    |
| 45             | 8942                | 0.60       | 178.3                    | 13855               | 0.68       | 224.6                    | 23894               | 0.78       | 299.2                    |
| 50             | 9496                | 0.64       | 201.2                    | 14715               | 0.72       | 253.3                    | 25377               | 0.83       | 337.4                    |
| 55             | 10028               | 0.68       | 224.3                    | 15539               | 0.76       | 282.4                    | 26798               | 0.87       | 376.3                    |
| 60             | 10539               | 0.71       | 247.8                    | 16331               | 0.80       | 312.0                    | 28164               | 0.92       | 415.6                    |
| 65             | 11032               | 0.74       | 271.5                    | 17095               | 0.83       | 341.9                    | 29482               | 0.96       | 455.4                    |
| 70             | 11510               | 0.78       | 295.5                    | 17835               | 0.87       | 372.1                    | 30757               | 1.00       | 495.7                    |
| 75             | 11973               | 0.81       | 319.7                    | 18552               | 0.91       | 402.6                    | 31994               | 1.04       | 536.3                    |
| 80             | 12422               | 0.84       | 344.2                    | 19249               | 0.94       | 433.4                    | 33196               | 1.08       | 577.4                    |
| 85             | 12860               | 0.87       | 368.9                    | 19927               | 0.97       | 464.5                    | 34366               | 1.12       | 618.8                    |
| 90             | 13287               | 0.90       | 393.8                    | 20589               | 1.00       | 495.9                    | 35507               | 1.16       | 660.6                    |
| 95             | 13704               | 0.92       | 418.9                    | 21235               | 1.04       | 527.5                    | 36621               | 1.20       | 702.7                    |
| 100            | 14112               | 0.95       | 444.2                    | 21867               | 1.07       | 559.3                    | 37710               | 1.23       | 745.1                    |
| 110            | 14902               | 1.00       | 495.3                    | 23091               | 1.13       | 623.7                    | 39821               | 1.30       | 830.9                    |
| 120            | 15661               | 1.06       | 547.1                    | 24268               | 1.18       | 688.9                    | 41851               | 1.37       | 917.8                    |
| 130            | 16394               | 1.10       | 599.5                    | 25404               | 1.24       | 754.9                    | 43810               | 1.43       | 1005.7                   |
| 140            | 17103               | 1.15       | 652.5                    | 26502               | 1.29       | 821.6                    | 45705               | 1.49       | 1094.6                   |
| 150            | 17791               | 1.20       | 706.0                    | 27568               | 1.34       | 889.0                    | 47543               | 1.55       | 1184.4                   |
| 160            | 18459               | 1.24       | 760.0                    | 28604               | 1.40       | 957.1                    | 49329               | 1.61       | 1275.0                   |
| 170            | 19110               | 1.29       | 814.6                    | 29612               | 1.44       | 1025.7                   | 51068               | 1.67       | 1366.5                   |
| 180            | 19745               | 1.33       | 869.6                    | 30595               | 1.49       | 1095.0                   | 52763               | 1.72       | 1458.7                   |
| 190            | 20364               | 1.37       | 925.0                    | 31555               | 1.54       | 1164.8                   | 54419               | 1.78       | 1551.7                   |
| 200            | 20970               | 1.41       | 980.8                    | 32494               | 1.59       | 1235.1                   | 56037               | 1.83       | 1645.4                   |
| 220            | 22144               | 1.49       | 1093.7                   | 34313               | 1.67       | 1377.2                   | 59174               | 1.93       | 1834.7                   |
| 240            | 23272               | 1.57       | 1208.1                   | 36062               | 1.76       | 1521.2                   | 62190               | 2.03       | 2026.6                   |
| 260            | 24362               | 1.64       | 1323.8                   | 37750               | 1.84       | 1667.0                   | 65101               | 2.13       | 2220.7                   |
| 280            | 25415               | 1.71       | 1440.8                   | 39383               | 1.92       | 1814.3                   | 67917               | 2.22       | 2417.0                   |
| 300            | 26437               | 1.78       | 1559.0                   | 40966               | 2.00       | 1963.1                   | 70648               | 2.31       | 2615.3                   |
| 350            | 28872               | 1.94       | 1859.3                   | 44738               | 2.18       | 2341.3                   | 77154               | 2.52       | 3119.1                   |
| 400            | 31161               | 2.10       | 2165.9                   | 48286               | 2.36       | 2727.3                   | 83271               | 2.72       | 3633.3                   |
| 450            | 33331               | 2.25       | 2477.9                   | 51647               | 2.52       | 3120.3                   | 89069               | 2.91       | 4156.8                   |
| 500            | 35399               | 2.38       | 2795.0                   | 54852               | 2.68       | 3519.6                   | 94596               | 3.09       | 4688.8                   |
| 550            | 37380               | 2.52       | 3116.7                   | 57923               | 2.83       | 3924.6                   | 99891               | 3.26       | 5228.3                   |
| 600            | 39286               | 2.65       | 3442.5                   | 60876               | 2.97       | 4335.0                   | 104983              | 3.43       | 5775.0                   |
| 650            | 41125               | 2.77       | 3772.3                   | 63725               | 3.11       | 4750.2                   | 109896              | 3.59       | 6328.2                   |
| 700            | 42903               | 2.89       | 4105.7                   | 66481               | 3.24       | 5170.1                   | 114650              | 3.74       | 6887.5                   |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>76.1</b>        |                   |                                | <b>88.9</b>        |                   |                                | <b>108</b>         |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>d<sub>i</sub></b> | <b>73.1</b>        |                   |                                | <b>85.9</b>        |                   |                                | <b>105</b>         |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| <b>750</b>           | 44629              | <b>3.01</b>       | 4442.5                         | 69154              | <b>3.37</b>       | 5594.2                         | 119260             | <b>3.89</b>       | 7452.6                         |
| <b>800</b>           | 46305              | <b>3.12</b>       | 4782.6                         | 71752              | <b>3.50</b>       | 6022.4                         | 123740             | <b>4.04</b>       | 8023.0                         |
| <b>850</b>           | 47938              | <b>3.23</b>       | 5125.7                         | 74282              | <b>3.62</b>       | 6454.5                         | 128102             | <b>4.18</b>       | 8598.6                         |
| <b>900</b>           | 49529              | <b>3.34</b>       | 5471.7                         | 76748              | <b>3.74</b>       | 6890.2                         | 132355             | <b>4.32</b>       | 9179.1                         |
| <b>950</b>           | 51083              | <b>3.44</b>       | 5820.5                         | 79156              | <b>3.86</b>       | 7329.4                         | 136508             | <b>4.46</b>       | 9764.1                         |
| <b>1000</b>          | 52603              | <b>3.54</b>       | 6171.9                         | 81510              | <b>3.98</b>       | 7771.9                         | 140569             | <b>4.59</b>       | 10353.6                        |
| <b>1100</b>          | 55547              | <b>3.74</b>       | 6882.1                         | 86073              | <b>4.20</b>       | 8666.3                         | 148437             | <b>4.85</b>       | 11545.1                        |
| <b>1200</b>          | 58379              | <b>3.93</b>       | 7601.7                         | 90461              | <b>4.41</b>       | 9572.4                         | 156004             | <b>5.09</b>       | 12752.2                        |
| <b>1300</b>          | 61111              | <b>4.12</b>       | 8329.9                         | 94694              | <b>4.62</b>       | 10489.3                        | 163305             | <b>5.33</b>       | 13973.8                        |
| <b>1400</b>          | 63754              | <b>4.29</b>       | 9066.1                         | 98790              | <b>4.82</b>       | 11416.4                        | 170369             | <b>5.56</b>       | 15208.8                        |
| <b>1500</b>          | 66318              | <b>4.47</b>       | 9809.9                         | 102763             | <b>5.01</b>       | 12353.0                        | 177220             | <b>5.79</b>       | 16456.6                        |
| <b>1600</b>          | 68809              | <b>4.64</b>       | 10560.8                        | 106624             | <b>5.20</b>       | 13298.6                        | 183877             | <b>6.00</b>       | 17716.3                        |
| <b>1700</b>          | 71235              | <b>4.80</b>       | 11318.5                        | 110382             | <b>5.39</b>       | 14252.7                        | 190359             | <b>6.22</b>       | 18987.3                        |
| <b>1800</b>          | 73600              | <b>4.96</b>       | 12082.5                        | 114047             | <b>5.56</b>       | 15214.8                        | 196679             | <b>6.42</b>       | 20269.0                        |
| <b>1900</b>          | 75909              | <b>5.11</b>       | 12852.7                        | 117625             | <b>5.74</b>       | 16184.6                        | 202851             | <b>6.62</b>       | 21560.9                        |
| <b>2000</b>          | 78167              | <b>5.27</b>       | 13628.6                        | 121124             | <b>5.91</b>       | 17161.7                        | 208884             | <b>6.82</b>       | 22862.6                        |
| <b>2100</b>          | 80377              | <b>5.41</b>       | 14410.2                        | 124549             | <b>6.08</b>       | 18145.8                        | 214790             | <b>7.01</b>       | 24173.7                        |
| <b>2200</b>          | 82543              | <b>5.56</b>       | 15197.0                        | 127904             | <b>6.24</b>       | 19136.7                        | 220576             | <b>7.20</b>       | 25493.7                        |
| <b>2300</b>          | 84666              | <b>5.70</b>       | 15989.0                        | 131194             | <b>6.40</b>       | 20134.0                        | 226251             | <b>7.39</b>       | 26822.3                        |
| <b>2400</b>          | 86750              | <b>5.84</b>       | 16785.9                        | 134424             | <b>6.56</b>       | 21137.5                        | 231821             | <b>7.57</b>       | 28159.1                        |
| <b>2500</b>          | 88798              | <b>5.98</b>       | 17587.6                        | 137597             | <b>6.71</b>       | 22147.0                        | 237292             | <b>7.75</b>       | 29504.0                        |

 Tabella 42: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C, d<sub>e</sub> 76.1 ... 108 mm

## 4.6 Tabelle di perdita di pressione Optiflex-Flowpress

Esempio di lettura: Per acqua a +7 °C con dimensione dei tubi 20 e perdita di pressione  $R = 50 \text{ Pa/m}$ , dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 101 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.17 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{dyn}}$  14.8 Pa

### 4.6.1 Medio: acqua a 7 °C

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.007 mm

| $d_e$       | 16                  |              |                          | 20                  |              |                          | 25                  |              |                          | 32                  |              |                          |
|-------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|
| $d_i$       | 11.6                |              |                          | 14                  |              |                          | 19.7                |              |                          | 25.5                |              |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $v$<br>[m/s] | $P_{\text{dyn}}$<br>[Pa] |
| 25          | 38                  | 0.10         | 4.9                      | 68                  | 0.12         | 6.7                      | 159                 | 0.14         | 10.5                     | 323                 | 0.17         | 15.2                     |
| 30          | 42                  | 0.11         | 6.0                      | 75                  | 0.13         | 8.2                      | 176                 | 0.16         | 12.9                     | 358                 | 0.19         | 18.7                     |
| 35          | 46                  | 0.12         | 7.2                      | 82                  | 0.14         | 9.8                      | 192                 | 0.18         | 15.4                     | 391                 | 0.21         | 22.3                     |
| 40          | 49                  | 0.13         | 8.4                      | 89                  | 0.15         | 11.4                     | 207                 | 0.19         | 17.9                     | 422                 | 0.23         | 26.0                     |
| 45          | 53                  | 0.14         | 9.6                      | 95                  | 0.16         | 13.1                     | 222                 | 0.20         | 20.5                     | 452                 | 0.24         | 29.8                     |
| 50          | 56                  | 0.15         | 10.8                     | 101                 | 0.17         | 14.8                     | 236                 | 0.21         | 23.1                     | 480                 | 0.26         | 33.6                     |
| 55          | 59                  | 0.16         | 12.1                     | 106                 | 0.18         | 16.5                     | 249                 | 0.23         | 25.7                     | 507                 | 0.27         | 37.4                     |
| 60          | 62                  | 0.16         | 13.3                     | 112                 | 0.19         | 18.2                     | 262                 | 0.24         | 28.4                     | 533                 | 0.29         | 41.3                     |
| 65          | 65                  | 0.17         | 14.6                     | 117                 | 0.20         | 19.9                     | 274                 | 0.25         | 31.2                     | 557                 | 0.30         | 45.3                     |
| 70          | 68                  | 0.18         | 15.9                     | 122                 | 0.21         | 21.7                     | 286                 | 0.26         | 33.9                     | 582                 | 0.31         | 49.3                     |
| 75          | 71                  | 0.19         | 17.2                     | 127                 | 0.22         | 23.4                     | 297                 | 0.27         | 36.7                     | 605                 | 0.33         | 53.3                     |
| 80          | 73                  | 0.19         | 18.5                     | 132                 | 0.22         | 25.2                     | 308                 | 0.28         | 39.5                     | 628                 | 0.34         | 57.4                     |
| 85          | 76                  | 0.20         | 19.9                     | 136                 | 0.23         | 27.1                     | 319                 | 0.29         | 42.3                     | 650                 | 0.35         | 61.5                     |
| 90          | 78                  | 0.21         | 21.2                     | 141                 | 0.24         | 28.9                     | 330                 | 0.30         | 45.2                     | 671                 | 0.36         | 65.7                     |
| 95          | 81                  | 0.21         | 22.6                     | 145                 | 0.25         | 30.7                     | 340                 | 0.31         | 48.1                     | 692                 | 0.37         | 69.9                     |
| 100         | 83                  | 0.22         | 23.9                     | 150                 | 0.26         | 32.6                     | 350                 | 0.32         | 51.0                     | 713                 | 0.39         | 74.1                     |
| 110         | 88                  | 0.23         | 26.7                     | 158                 | 0.27         | 36.3                     | 370                 | 0.34         | 56.8                     | 753                 | 0.41         | 82.6                     |
| 120         | 92                  | 0.24         | 29.5                     | 166                 | 0.28         | 40.1                     | 389                 | 0.35         | 62.8                     | 791                 | 0.43         | 91.3                     |
| 130         | 97                  | 0.25         | 32.3                     | 174                 | 0.30         | 44.0                     | 407                 | 0.37         | 68.8                     | 828                 | 0.45         | 100.0                    |
| 140         | 101                 | 0.27         | 35.1                     | 181                 | 0.31         | 47.9                     | 424                 | 0.39         | 74.9                     | 864                 | 0.47         | 108.9                    |
| 150         | 105                 | 0.28         | 38.0                     | 189                 | 0.32         | 51.8                     | 441                 | 0.40         | 81.0                     | 899                 | 0.49         | 117.8                    |
| 160         | 109                 | 0.29         | 40.9                     | 196                 | 0.33         | 55.7                     | 458                 | 0.42         | 87.2                     | 933                 | 0.50         | 126.8                    |
| 170         | 113                 | 0.30         | 43.9                     | 203                 | 0.35         | 59.7                     | 474                 | 0.43         | 93.5                     | 966                 | 0.52         | 135.9                    |
| 180         | 116                 | 0.31         | 46.8                     | 209                 | 0.36         | 63.8                     | 490                 | 0.45         | 99.8                     | 998                 | 0.54         | 145.1                    |
| 190         | 120                 | 0.32         | 49.8                     | 216                 | 0.37         | 67.8                     | 505                 | 0.46         | 106.2                    | 1029                | 0.56         | 154.3                    |
| 200         | 124                 | 0.33         | 52.8                     | 222                 | 0.38         | 71.9                     | 520                 | 0.47         | 112.6                    | 1060                | 0.57         | 163.7                    |
| 220         | 131                 | 0.34         | 58.9                     | 235                 | 0.40         | 80.2                     | 549                 | 0.50         | 125.5                    | 1119                | 0.60         | 182.5                    |
| 240         | 137                 | 0.36         | 65.1                     | 247                 | 0.42         | 88.6                     | 577                 | 0.53         | 138.6                    | 1176                | 0.63         | 201.6                    |
| 260         | 144                 | 0.38         | 71.3                     | 258                 | 0.44         | 97.1                     | 605                 | 0.55         | 151.9                    | 1231                | 0.66         | 220.9                    |
| 280         | 150                 | 0.39         | 77.6                     | 269                 | 0.46         | 105.7                    | 631                 | 0.58         | 165.3                    | 1284                | 0.69         | 240.4                    |

| <b>d<sub>e</sub></b> | <b>16</b>          |                   |                                | <b>20</b>          |                   |                                | <b>25</b>          |                   |                                | <b>32</b>          |                   |                                |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| <b>d<sub>i</sub></b> | <b>11.6</b>        |                   |                                | <b>14</b>          |                   |                                | <b>19.7</b>        |                   |                                | <b>25.5</b>        |                   |                                |
| <b>R</b><br>[Pa/m]   | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] | <b>ṁ</b><br>[kg/h] | <b>v</b><br>[m/s] | <b>P<sub>dyn</sub></b><br>[Pa] |
| 300                  | 156                | 0.41              | 84.0                           | 280                | 0.48              | 114.3                          | 656                | 0.60              | 178.9                          | 1336               | 0.72              | 260.1                          |
| 350                  | 170                | 0.45              | 100.1                          | 306                | 0.52              | 136.4                          | 716                | 0.65              | 213.4                          | 1459               | 0.79              | 310.2                          |
| 400                  | 184                | 0.48              | 116.6                          | 330                | 0.56              | 158.9                          | 773                | 0.71              | 248.6                          | 1574               | 0.85              | 361.4                          |
| 450                  | 196                | 0.52              | 133.4                          | 353                | 0.60              | 181.7                          | 827                | 0.75              | 284.4                          | 1684               | 0.91              | 413.4                          |
| 500                  | 209                | 0.55              | 150.5                          | 375                | 0.64              | 205.0                          | 878                | 0.80              | 320.8                          | 1789               | 0.97              | 466.4                          |
| 550                  | 220                | 0.58              | 167.8                          | 396                | 0.68              | 228.6                          | 928                | 0.85              | 357.7                          | 1889               | 1.02              | 520.0                          |
| 600                  | 232                | 0.61              | 185.4                          | 416                | 0.71              | 252.5                          | 975                | 0.89              | 395.1                          | 1985               | 1.07              | 574.4                          |
| 650                  | 242                | 0.64              | 203.2                          | 436                | 0.74              | 276.7                          | 1020               | 0.93              | 432.9                          | 2078               | 1.12              | 629.4                          |
| 700                  | 253                | 0.67              | 221.1                          | 455                | 0.78              | 301.1                          | 1065               | 0.97              | 471.2                          | 2168               | 1.17              | 685.0                          |
| 750                  | 263                | 0.69              | 239.2                          | 473                | 0.81              | 325.8                          | 1107               | 1.01              | 509.8                          | 2255               | 1.22              | 741.2                          |
| 800                  | 273                | 0.72              | 257.6                          | 491                | 0.84              | 350.8                          | 1149               | 1.05              | 548.9                          | 2340               | 1.26              | 798.0                          |
| 850                  | 283                | 0.74              | 276.0                          | 508                | 0.87              | 375.9                          | 1190               | 1.08              | 588.2                          | 2422               | 1.31              | 855.2                          |
| 900                  | 292                | 0.77              | 294.7                          | 525                | 0.90              | 401.3                          | 1229               | 1.12              | 627.9                          | 2502               | 1.35              | 913.0                          |
| 950                  | 301                | 0.79              | 313.5                          | 541                | 0.92              | 426.9                          | 1268               | 1.16              | 668.0                          | 2581               | 1.39              | 971.2                          |
| 1000                 | 310                | 0.82              | 332.4                          | 558                | 0.95              | 452.7                          | 1305               | 1.19              | 708.3                          | 2658               | 1.44              | 1029.8                         |
| 1100                 | 327                | 0.86              | 370.6                          | 589                | 1.00              | 504.8                          | 1378               | 1.26              | 789.8                          | 2807               | 1.52              | 1148.3                         |
| 1200                 | 344                | 0.90              | 409.4                          | 619                | 1.06              | 557.5                          | 1449               | 1.32              | 872.4                          | 2950               | 1.59              | 1268.4                         |
| 1300                 | 360                | 0.95              | 448.6                          | 648                | 1.11              | 610.9                          | 1516               | 1.38              | 956.0                          | 3088               | 1.67              | 1389.9                         |
| 1400                 | 376                | 0.99              | 488.2                          | 676                | 1.15              | 664.9                          | 1582               | 1.44              | 1040.4                         | 3221               | 1.74              | 1512.7                         |
| 1500                 | 391                | 1.03              | 528.3                          | 703                | 1.20              | 719.5                          | 1646               | 1.50              | 1125.8                         | 3351               | 1.81              | 1636.8                         |
| 1600                 | 406                | 1.07              | 568.7                          | 729                | 1.24              | 774.6                          | 1707               | 1.56              | 1212.0                         | 3477               | 1.88              | 1762.1                         |
| 1700                 | 420                | 1.10              | 609.5                          | 755                | 1.29              | 830.1                          | 1768               | 1.61              | 1298.9                         | 3599               | 1.94              | 1888.5                         |
| 1800                 | 434                | 1.14              | 650.7                          | 780                | 1.33              | 886.2                          | 1826               | 1.67              | 1386.6                         | 3719               | 2.01              | 2016.0                         |
| 1900                 | 447                | 1.18              | 692.2                          | 805                | 1.37              | 942.7                          | 1884               | 1.72              | 1475.0                         | 3835               | 2.07              | 2144.5                         |
| 2000                 | 461                | 1.21              | 733.9                          | 829                | 1.41              | 999.6                          | 1940               | 1.77              | 1564.0                         | 3949               | 2.13              | 2274.0                         |
| 2100                 | 474                | 1.25              | 776.0                          | 852                | 1.45              | 1056.9                         | 1994               | 1.82              | 1653.7                         | 4061               | 2.19              | 2404.4                         |
| 2200                 | 486                | 1.28              | 818.4                          | 875                | 1.49              | 1114.6                         | 2048               | 1.87              | 1744.0                         | 4171               | 2.25              | 2535.6                         |
| 2300                 | 499                | 1.31              | 861.1                          | 897                | 1.53              | 1172.7                         | 2101               | 1.92              | 1834.9                         | 4278               | 2.31              | 2667.8                         |
| 2400                 | 511                | 1.34              | 904.0                          | 919                | 1.57              | 1231.1                         | 2153               | 1.96              | 1926.4                         | 4383               | 2.37              | 2800.8                         |
| 2500                 | 523                | 1.38              | 947.2                          | 941                | 1.61              | 1289.9                         | 2203               | 2.01              | 2018.4                         | 4487               | 2.42              | 2934.5                         |

 Tabella 43: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 7 °C, d<sub>e</sub> 16 ... 32 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.007 mm

| d <sub>e</sub> | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 643                 | 0.21       | 21.8                     | 1238                | 0.25       | 30.8                     | 2449                | 0.30       | 44.1                     |
| 30             | 714                 | 0.23       | 26.9                     | 1374                | 0.28       | 38.0                     | 2717                | 0.33       | 54.4                     |
| 35             | 780                 | 0.25       | 32.1                     | 1500                | 0.30       | 45.3                     | 2968                | 0.36       | 64.8                     |
| 40             | 841                 | 0.27       | 37.4                     | 1619                | 0.32       | 52.8                     | 3203                | 0.39       | 75.5                     |
| 45             | 900                 | 0.29       | 42.8                     | 1732                | 0.35       | 60.4                     | 3426                | 0.42       | 86.4                     |
| 50             | 956                 | 0.31       | 48.2                     | 1839                | 0.37       | 68.1                     | 3638                | 0.44       | 97.5                     |
| 55             | 1009                | 0.33       | 53.8                     | 1942                | 0.39       | 75.9                     | 3842                | 0.47       | 108.7                    |
| 60             | 1061                | 0.34       | 59.4                     | 2041                | 0.41       | 83.9                     | 4038                | 0.49       | 120.1                    |
| 65             | 1110                | 0.36       | 65.1                     | 2137                | 0.43       | 91.9                     | 4227                | 0.51       | 131.6                    |
| 70             | 1158                | 0.38       | 70.9                     | 2229                | 0.45       | 100.0                    | 4410                | 0.54       | 143.2                    |
| 75             | 1205                | 0.39       | 76.7                     | 2319                | 0.47       | 108.2                    | 4587                | 0.56       | 154.9                    |
| 80             | 1250                | 0.41       | 82.5                     | 2406                | 0.48       | 116.5                    | 4759                | 0.58       | 166.8                    |
| 85             | 1294                | 0.42       | 88.5                     | 2491                | 0.50       | 124.8                    | 4927                | 0.60       | 178.8                    |
| 90             | 1337                | 0.43       | 94.4                     | 2574                | 0.52       | 133.3                    | 5091                | 0.62       | 190.8                    |
| 95             | 1379                | 0.45       | 100.5                    | 2654                | 0.53       | 141.8                    | 5251                | 0.64       | 203.0                    |
| 100            | 1420                | 0.46       | 106.5                    | 2733                | 0.55       | 150.3                    | 5407                | 0.66       | 215.3                    |
| 110            | 1500                | 0.49       | 118.8                    | 2886                | 0.58       | 167.6                    | 5709                | 0.69       | 240.0                    |
| 120            | 1576                | 0.51       | 131.2                    | 3033                | 0.61       | 185.2                    | 6000                | 0.73       | 265.1                    |
| 130            | 1650                | 0.54       | 143.8                    | 3175                | 0.64       | 202.9                    | 6281                | 0.76       | 290.5                    |
| 140            | 1722                | 0.56       | 156.5                    | 3313                | 0.66       | 220.8                    | 6553                | 0.80       | 316.2                    |
| 150            | 1791                | 0.58       | 169.3                    | 3446                | 0.69       | 238.9                    | 6816                | 0.83       | 342.1                    |
| 160            | 1858                | 0.60       | 182.3                    | 3575                | 0.72       | 257.2                    | 7073                | 0.86       | 368.3                    |
| 170            | 1923                | 0.63       | 195.3                    | 3701                | 0.74       | 275.7                    | 7322                | 0.89       | 394.8                    |
| 180            | 1987                | 0.65       | 208.5                    | 3824                | 0.77       | 294.3                    | 7565                | 0.92       | 421.4                    |
| 190            | 2050                | 0.67       | 221.8                    | 3944                | 0.79       | 313.1                    | 7802                | 0.95       | 448.3                    |
| 200            | 2111                | 0.69       | 235.2                    | 4062                | 0.81       | 332.0                    | 8034                | 0.98       | 475.3                    |
| 220            | 2229                | 0.72       | 262.3                    | 4289                | 0.86       | 370.2                    | 8484                | 1.03       | 530.0                    |
| 240            | 2342                | 0.76       | 289.7                    | 4508                | 0.90       | 408.9                    | 8917                | 1.08       | 585.5                    |
| 260            | 2452                | 0.80       | 317.5                    | 4719                | 0.95       | 448.0                    | 9334                | 1.13       | 641.5                    |
| 280            | 2558                | 0.83       | 345.5                    | 4923                | 0.99       | 487.6                    | 9738                | 1.18       | 698.2                    |
| 300            | 2661                | 0.86       | 373.9                    | 5121                | 1.03       | 527.6                    | 10129               | 1.23       | 755.5                    |
| 350            | 2906                | 0.94       | 445.9                    | 5592                | 1.12       | 629.3                    | 11062               | 1.34       | 901.1                    |
| 400            | 3136                | 1.02       | 519.4                    | 6036                | 1.21       | 733.0                    | 11939               | 1.45       | 1049.6                   |
| 450            | 3355                | 1.09       | 594.2                    | 6456                | 1.30       | 838.6                    | 12770               | 1.55       | 1200.9                   |
| 500            | 3563                | 1.16       | 670.3                    | 6856                | 1.38       | 946.0                    | 13563               | 1.65       | 1354.5                   |
| 550            | 3762                | 1.22       | 747.4                    | 7240                | 1.45       | 1054.8                   | 14322               | 1.74       | 1510.4                   |
| 600            | 3954                | 1.29       | 825.5                    | 7609                | 1.53       | 1165.1                   | 15052               | 1.83       | 1668.3                   |
| 650            | 4139                | 1.35       | 904.6                    | 7965                | 1.60       | 1276.7                   | 15756               | 1.91       | 1828.2                   |
| 700            | 4318                | 1.40       | 984.6                    | 8310                | 1.67       | 1389.5                   | 16438               | 1.99       | 1989.7                   |

| $d_e$       | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 4492                | 1.46       | 1065.4                   | 8644                | 1.73       | 1503.5                   | 17099               | 2.08       | 2153.0                   |
| 800         | 4661                | 1.51       | 1146.9                   | 8969                | 1.80       | 1618.6                   | 17741               | 2.15       | 2317.8                   |
| 850         | 4825                | 1.57       | 1229.2                   | 9285                | 1.86       | 1734.8                   | 18367               | 2.23       | 2484.1                   |
| 900         | 4985                | 1.62       | 1312.2                   | 9593                | 1.92       | 1851.9                   | 18977               | 2.30       | 2651.7                   |
| 950         | 5142                | 1.67       | 1395.8                   | 9894                | 1.98       | 1969.9                   | 19572               | 2.38       | 2820.8                   |
| 1000        | 5295                | 1.72       | 1480.1                   | 10189               | 2.04       | 2088.8                   | 20154               | 2.45       | 2991.1                   |
| 1100        | 5591                | 1.82       | 1650.4                   | 10759               | 2.16       | 2329.2                   | 21282               | 2.58       | 3335.3                   |
| 1200        | 5876                | 1.91       | 1823.0                   | 11307               | 2.27       | 2572.7                   | 22367               | 2.71       | 3684.0                   |
| 1300        | 6151                | 2.00       | 1997.6                   | 11837               | 2.37       | 2819.2                   | 23414               | 2.84       | 4036.9                   |
| 1400        | 6417                | 2.09       | 2174.1                   | 12349               | 2.48       | 3068.4                   | 24427               | 2.96       | 4393.7                   |
| 1500        | 6675                | 2.17       | 2352.5                   | 12845               | 2.58       | 3320.1                   | 25409               | 3.08       | 4754.1                   |
| 1600        | 6926                | 2.25       | 2532.6                   | 13328               | 2.67       | 3574.2                   | 26364               | 3.20       | 5118.1                   |
| 1700        | 7170                | 2.33       | 2714.3                   | 13798               | 2.77       | 3830.7                   | 27293               | 3.31       | 5485.2                   |
| 1800        | 7408                | 2.41       | 2897.5                   | 14256               | 2.86       | 4089.3                   | 28199               | 3.42       | 5855.5                   |
| 1900        | 7641                | 2.48       | 3082.2                   | 14703               | 2.95       | 4349.9                   | 29084               | 3.53       | 6228.7                   |
| 2000        | 7868                | 2.56       | 3268.3                   | 15140               | 3.04       | 4612.5                   | 29949               | 3.63       | 6604.8                   |
| 2100        | 8090                | 2.63       | 3455.7                   | 15568               | 3.12       | 4877.0                   | 30796               | 3.74       | 6983.5                   |
| 2200        | 8308                | 2.70       | 3644.4                   | 15988               | 3.21       | 5143.3                   | 31625               | 3.84       | 7364.9                   |
| 2300        | 8522                | 2.77       | 3834.3                   | 16399               | 3.29       | 5411.4                   | 32439               | 3.94       | 7748.7                   |
| 2400        | 8732                | 2.84       | 4025.4                   | 16803               | 3.37       | 5681.1                   | 33238               | 4.03       | 8134.9                   |
| 2500        | 8938                | 2.90       | 4217.7                   | 17199               | 3.45       | 5952.4                   | 34022               | 4.13       | 8523.4                   |

 Tabella 44: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 7 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm

## 4.6.2 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 16                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          | 32                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 11.6                |            |                          | 14                  |            |                          | 19.7                |            |                          | 25.5                |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 41                  | 0.11       | 6.0                      | 74                  | 0.13       | 8.1                      | 174                 | 0.16       | 12.7                     | 355                 | 0.19       | 18.5                     |
| 30             | 46                  | 0.12       | 7.4                      | 83                  | 0.14       | 10.0                     | 193                 | 0.18       | 15.7                     | 394                 | 0.21       | 22.8                     |
| 35             | 50                  | 0.13       | 8.8                      | 90                  | 0.16       | 12.0                     | 211                 | 0.19       | 18.7                     | 430                 | 0.23       | 27.2                     |
| 40             | 54                  | 0.14       | 10.2                     | 97                  | 0.17       | 13.9                     | 228                 | 0.21       | 21.8                     | 464                 | 0.25       | 31.7                     |
| 45             | 58                  | 0.15       | 11.7                     | 104                 | 0.18       | 15.9                     | 244                 | 0.22       | 24.9                     | 497                 | 0.27       | 36.2                     |
| 50             | 62                  | 0.16       | 13.2                     | 111                 | 0.19       | 18.0                     | 259                 | 0.24       | 28.1                     | 527                 | 0.29       | 40.9                     |
| 55             | 65                  | 0.17       | 14.7                     | 117                 | 0.20       | 20.0                     | 273                 | 0.25       | 31.3                     | 557                 | 0.30       | 45.6                     |
| 60             | 68                  | 0.18       | 16.2                     | 123                 | 0.21       | 22.1                     | 287                 | 0.26       | 34.6                     | 585                 | 0.32       | 50.3                     |
| 65             | 71                  | 0.19       | 17.8                     | 129                 | 0.22       | 24.2                     | 301                 | 0.28       | 37.9                     | 613                 | 0.33       | 55.2                     |
| 70             | 75                  | 0.20       | 19.4                     | 134                 | 0.23       | 26.4                     | 314                 | 0.29       | 41.3                     | 639                 | 0.35       | 60.0                     |
| 75             | 78                  | 0.21       | 21.0                     | 139                 | 0.24       | 28.6                     | 327                 | 0.30       | 44.7                     | 665                 | 0.36       | 65.0                     |
| 80             | 80                  | 0.21       | 22.6                     | 145                 | 0.25       | 30.7                     | 339                 | 0.31       | 48.1                     | 690                 | 0.38       | 69.9                     |
| 85             | 83                  | 0.22       | 24.2                     | 150                 | 0.26       | 32.9                     | 351                 | 0.32       | 51.5                     | 714                 | 0.39       | 74.9                     |
| 90             | 86                  | 0.23       | 25.8                     | 155                 | 0.27       | 35.2                     | 362                 | 0.33       | 55.0                     | 738                 | 0.40       | 80.0                     |
| 95             | 89                  | 0.24       | 27.5                     | 160                 | 0.27       | 37.4                     | 374                 | 0.34       | 58.5                     | 761                 | 0.41       | 85.1                     |
| 100            | 91                  | 0.24       | 29.1                     | 164                 | 0.28       | 39.7                     | 385                 | 0.35       | 62.1                     | 784                 | 0.43       | 90.2                     |
| 110            | 97                  | 0.26       | 32.5                     | 174                 | 0.30       | 44.2                     | 406                 | 0.37       | 69.2                     | 828                 | 0.45       | 100.6                    |
| 120            | 101                 | 0.27       | 35.9                     | 182                 | 0.31       | 48.9                     | 427                 | 0.39       | 76.4                     | 870                 | 0.47       | 111.1                    |
| 130            | 106                 | 0.28       | 39.3                     | 191                 | 0.33       | 53.5                     | 447                 | 0.41       | 83.8                     | 910                 | 0.50       | 121.8                    |
| 140            | 111                 | 0.29       | 42.8                     | 199                 | 0.34       | 58.3                     | 466                 | 0.43       | 91.2                     | 950                 | 0.52       | 132.6                    |
| 150            | 115                 | 0.31       | 46.3                     | 207                 | 0.36       | 63.1                     | 485                 | 0.45       | 98.7                     | 988                 | 0.54       | 143.4                    |
| 160            | 120                 | 0.32       | 49.8                     | 215                 | 0.37       | 67.9                     | 503                 | 0.46       | 106.2                    | 1025                | 0.56       | 154.4                    |
| 170            | 124                 | 0.33       | 53.4                     | 223                 | 0.38       | 72.7                     | 521                 | 0.48       | 113.8                    | 1061                | 0.58       | 165.5                    |
| 180            | 128                 | 0.34       | 57.0                     | 230                 | 0.40       | 77.7                     | 538                 | 0.49       | 121.5                    | 1096                | 0.60       | 176.7                    |
| 190            | 132                 | 0.35       | 60.7                     | 237                 | 0.41       | 82.6                     | 555                 | 0.51       | 129.3                    | 1131                | 0.62       | 187.9                    |
| 200            | 136                 | 0.36       | 64.3                     | 244                 | 0.42       | 87.6                     | 572                 | 0.53       | 137.1                    | 1165                | 0.63       | 199.3                    |
| 220            | 143                 | 0.38       | 71.7                     | 258                 | 0.44       | 97.7                     | 604                 | 0.56       | 152.8                    | 1230                | 0.67       | 222.2                    |
| 240            | 151                 | 0.40       | 79.2                     | 271                 | 0.47       | 107.9                    | 635                 | 0.58       | 168.8                    | 1292                | 0.70       | 245.4                    |
| 260            | 158                 | 0.42       | 86.8                     | 284                 | 0.49       | 118.2                    | 664                 | 0.61       | 185.0                    | 1353                | 0.74       | 268.9                    |
| 280            | 165                 | 0.44       | 94.5                     | 296                 | 0.51       | 128.7                    | 693                 | 0.64       | 201.3                    | 1411                | 0.77       | 292.7                    |
| 300            | 171                 | 0.45       | 102.2                    | 308                 | 0.53       | 139.2                    | 721                 | 0.66       | 217.8                    | 1468                | 0.80       | 316.7                    |
| 350            | 187                 | 0.50       | 121.9                    | 336                 | 0.58       | 166.0                    | 787                 | 0.72       | 259.8                    | 1603                | 0.87       | 377.7                    |
| 400            | 202                 | 0.54       | 142.0                    | 363                 | 0.62       | 193.4                    | 850                 | 0.78       | 302.7                    | 1730                | 0.94       | 440.0                    |
| 450            | 216                 | 0.57       | 162.5                    | 388                 | 0.67       | 221.3                    | 909                 | 0.84       | 346.3                    | 1851                | 1.01       | 503.4                    |
| 500            | 229                 | 0.61       | 183.3                    | 412                 | 0.71       | 249.6                    | 965                 | 0.89       | 390.6                    | 1966                | 1.07       | 567.8                    |
| 550            | 242                 | 0.64       | 204.4                    | 435                 | 0.75       | 278.3                    | 1019                | 0.94       | 435.5                    | 2076                | 1.13       | 633.2                    |
| 600            | 254                 | 0.67       | 225.7                    | 458                 | 0.79       | 307.4                    | 1071                | 0.98       | 481.0                    | 2182                | 1.19       | 699.4                    |
| 650            | 266                 | 0.71       | 247.4                    | 479                 | 0.82       | 336.9                    | 1122                | 1.03       | 527.1                    | 2284                | 1.24       | 766.4                    |

| $d_e$       | 16                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          | 32                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 11.6                |            |                          | 14                  |            |                          | 19.7                |            |                          | 25.5                |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 700         | 278                 | 0.74       | 269.2                    | 500                 | 0.86       | 366.7                    | 1170                | 1.08       | 573.7                    | 2383                | 1.30       | 834.1                    |
| 750         | 289                 | 0.77       | 291.3                    | 520                 | 0.89       | 396.7                    | 1217                | 1.12       | 620.8                    | 2478                | 1.35       | 902.6                    |
| 800         | 300                 | 0.80       | 313.6                    | 539                 | 0.93       | 427.1                    | 1263                | 1.16       | 668.3                    | 2571                | 1.40       | 971.7                    |
| 850         | 311                 | 0.82       | 336.1                    | 558                 | 0.96       | 457.8                    | 1307                | 1.20       | 716.3                    | 2662                | 1.45       | 1041.4                   |
| 900         | 321                 | 0.85       | 358.8                    | 577                 | 0.99       | 488.7                    | 1351                | 1.24       | 764.6                    | 2750                | 1.50       | 1111.7                   |
| 950         | 331                 | 0.88       | 381.7                    | 595                 | 1.02       | 519.8                    | 1393                | 1.28       | 813.3                    | 2837                | 1.54       | 1182.5                   |
| 1000        | 341                 | 0.90       | 404.7                    | 613                 | 1.05       | 551.2                    | 1435                | 1.32       | 862.4                    | 2921                | 1.59       | 1253.9                   |
| 1100        | 360                 | 0.95       | 451.3                    | 647                 | 1.11       | 614.6                    | 1515                | 1.39       | 961.7                    | 3085                | 1.68       | 1398.2                   |
| 1200        | 378                 | 1.00       | 498.5                    | 680                 | 1.17       | 678.9                    | 1592                | 1.46       | 1062.2                   | 3242                | 1.76       | 1544.4                   |
| 1300        | 396                 | 1.05       | 546.2                    | 712                 | 1.22       | 743.9                    | 1667                | 1.53       | 1164.0                   | 3394                | 1.85       | 1692.3                   |
| 1400        | 413                 | 1.09       | 594.5                    | 743                 | 1.28       | 809.7                    | 1739                | 1.60       | 1266.9                   | 3540                | 1.93       | 1841.9                   |
| 1500        | 430                 | 1.14       | 643.3                    | 773                 | 1.33       | 876.1                    | 1809                | 1.66       | 1370.8                   | 3683                | 2.00       | 1993.0                   |
| 1600        | 446                 | 1.18       | 692.5                    | 802                 | 1.38       | 943.1                    | 1877                | 1.72       | 1475.7                   | 3821                | 2.08       | 2145.6                   |
| 1700        | 461                 | 1.22       | 742.2                    | 830                 | 1.43       | 1010.8                   | 1943                | 1.79       | 1581.6                   | 3956                | 2.15       | 2299.5                   |
| 1800        | 477                 | 1.26       | 792.3                    | 857                 | 1.47       | 1079.0                   | 2007                | 1.84       | 1688.4                   | 4087                | 2.22       | 2454.7                   |
| 1900        | 492                 | 1.30       | 842.8                    | 884                 | 1.52       | 1147.8                   | 2070                | 1.90       | 1796.0                   | 4215                | 2.29       | 2611.2                   |
| 2000        | 506                 | 1.34       | 893.7                    | 911                 | 1.57       | 1217.1                   | 2132                | 1.96       | 1904.4                   | 4341                | 2.36       | 2768.8                   |
| 2100        | 521                 | 1.38       | 944.9                    | 936                 | 1.61       | 1286.9                   | 2192                | 2.01       | 2013.6                   | 4464                | 2.43       | 2927.6                   |
| 2200        | 535                 | 1.42       | 996.5                    | 962                 | 1.65       | 1357.2                   | 2251                | 2.07       | 2123.6                   | 4584                | 2.49       | 3087.5                   |
| 2300        | 548                 | 1.45       | 1048.5                   | 986                 | 1.70       | 1427.9                   | 2309                | 2.12       | 2234.3                   | 4702                | 2.56       | 3248.4                   |
| 2400        | 562                 | 1.49       | 1100.7                   | 1011                | 1.74       | 1499.1                   | 2366                | 2.17       | 2345.6                   | 4817                | 2.62       | 3410.3                   |
| 2500        | 575                 | 1.52       | 1153.3                   | 1034                | 1.78       | 1570.7                   | 2422                | 2.23       | 2457.6                   | 4931                | 2.68       | 3573.2                   |

 Tabella 45: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 40 °C,  $d_e$  16 ... 32 mm

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 707                 | 0.23       | 26.6                     | 1360                | 0.28       | 37.5                     | 2691                | 0.33       | 53.8                     |
| 30             | 785                 | 0.26       | 32.8                     | 1510                | 0.31       | 46.2                     | 2987                | 0.37       | 66.2                     |
| 35             | 857                 | 0.28       | 39.1                     | 1649                | 0.33       | 55.1                     | 3262                | 0.40       | 79.0                     |
| 40             | 925                 | 0.30       | 45.5                     | 1780                | 0.36       | 64.2                     | 3520                | 0.43       | 92.0                     |
| 45             | 989                 | 0.32       | 52.1                     | 1904                | 0.38       | 73.5                     | 3765                | 0.46       | 105.2                    |
| 50             | 1051                | 0.34       | 58.7                     | 2022                | 0.41       | 82.9                     | 3999                | 0.49       | 118.7                    |
| 55             | 1109                | 0.36       | 65.5                     | 2135                | 0.43       | 92.4                     | 4223                | 0.52       | 132.4                    |
| 60             | 1166                | 0.38       | 72.3                     | 2244                | 0.45       | 102.1                    | 4438                | 0.54       | 146.2                    |
| 65             | 1220                | 0.40       | 79.3                     | 2349                | 0.47       | 111.9                    | 4646                | 0.57       | 160.2                    |
| 70             | 1273                | 0.42       | 86.3                     | 2450                | 0.50       | 121.8                    | 4847                | 0.59       | 174.4                    |
| 75             | 1324                | 0.43       | 93.4                     | 2549                | 0.52       | 131.8                    | 5042                | 0.62       | 188.7                    |
| 80             | 1374                | 0.45       | 100.5                    | 2645                | 0.53       | 141.8                    | 5231                | 0.64       | 203.1                    |
| 85             | 1423                | 0.47       | 107.7                    | 2738                | 0.55       | 152.0                    | 5416                | 0.66       | 217.7                    |
| 90             | 1470                | 0.48       | 115.0                    | 2829                | 0.57       | 162.3                    | 5595                | 0.68       | 232.4                    |
| 95             | 1516                | 0.50       | 122.3                    | 2917                | 0.59       | 172.6                    | 5771                | 0.71       | 247.2                    |
| 100            | 1561                | 0.51       | 129.7                    | 3004                | 0.61       | 183.0                    | 5943                | 0.73       | 262.1                    |
| 110            | 1649                | 0.54       | 144.6                    | 3172                | 0.64       | 204.1                    | 6275                | 0.77       | 292.3                    |
| 120            | 1733                | 0.57       | 159.7                    | 3334                | 0.67       | 225.5                    | 6595                | 0.81       | 322.8                    |
| 130            | 1814                | 0.59       | 175.1                    | 3490                | 0.71       | 247.0                    | 6904                | 0.84       | 353.8                    |
| 140            | 1892                | 0.62       | 190.5                    | 3641                | 0.74       | 268.9                    | 7202                | 0.88       | 385.0                    |
| 150            | 1968                | 0.64       | 206.2                    | 3787                | 0.77       | 290.9                    | 7492                | 0.92       | 416.6                    |
| 160            | 2042                | 0.67       | 221.9                    | 3930                | 0.79       | 313.2                    | 7773                | 0.95       | 448.5                    |
| 170            | 2114                | 0.69       | 237.9                    | 4068                | 0.82       | 335.7                    | 8047                | 0.98       | 480.7                    |
| 180            | 2184                | 0.72       | 253.9                    | 4203                | 0.85       | 358.3                    | 8315                | 1.02       | 513.1                    |
| 190            | 2253                | 0.74       | 270.1                    | 4335                | 0.88       | 381.2                    | 8576                | 1.05       | 545.8                    |
| 200            | 2320                | 0.76       | 286.4                    | 4464                | 0.90       | 404.2                    | 8831                | 1.08       | 578.8                    |
| 220            | 2450                | 0.80       | 319.4                    | 4714                | 0.95       | 450.7                    | 9325                | 1.14       | 645.4                    |
| 240            | 2575                | 0.84       | 352.8                    | 4954                | 1.00       | 497.8                    | 9800                | 1.20       | 712.9                    |
| 260            | 2695                | 0.88       | 386.5                    | 5186                | 1.05       | 545.5                    | 10259               | 1.25       | 781.2                    |
| 280            | 2812                | 0.92       | 420.7                    | 5411                | 1.09       | 593.7                    | 10703               | 1.31       | 850.2                    |
| 300            | 2925                | 0.96       | 455.2                    | 5628                | 1.14       | 642.5                    | 11133               | 1.36       | 920.0                    |
| 350            | 3194                | 1.05       | 542.9                    | 6146                | 1.24       | 766.2                    | 12158               | 1.49       | 1097.2                   |
| 400            | 3447                | 1.13       | 632.4                    | 6634                | 1.34       | 892.5                    | 13122               | 1.61       | 1278.1                   |
| 450            | 3687                | 1.21       | 723.6                    | 7096                | 1.43       | 1021.2                   | 14036               | 1.72       | 1462.2                   |
| 500            | 3916                | 1.28       | 816.1                    | 7536                | 1.52       | 1151.8                   | 14907               | 1.82       | 1649.3                   |
| 550            | 4135                | 1.35       | 910.1                    | 7958                | 1.61       | 1284.4                   | 15741               | 1.93       | 1839.1                   |
| 600            | 4346                | 1.42       | 1005.2                   | 8363                | 1.69       | 1418.7                   | 16544               | 2.02       | 2031.4                   |
| 650            | 4550                | 1.49       | 1101.5                   | 8755                | 1.77       | 1554.6                   | 17318               | 2.12       | 2226.0                   |
| 700            | 4746                | 1.55       | 1198.9                   | 9133                | 1.85       | 1692.0                   | 18067               | 2.21       | 2422.8                   |

| $d_e$       | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 4937                | 1.62       | 1297.2                   | 9501                | 1.92       | 1830.8                   | 18794               | 2.30       | 2621.5                   |
| 800         | 5123                | 1.68       | 1396.5                   | 9858                | 1.99       | 1970.9                   | 19500               | 2.39       | 2822.2                   |
| 850         | 5303                | 1.74       | 1496.7                   | 10205               | 2.06       | 2112.3                   | 20187               | 2.47       | 3024.7                   |
| 900         | 5479                | 1.79       | 1597.7                   | 10544               | 2.13       | 2254.9                   | 20857               | 2.55       | 3228.8                   |
| 950         | 5651                | 1.85       | 1699.6                   | 10875               | 2.20       | 2398.6                   | 21512               | 2.63       | 3434.7                   |
| 1000        | 5819                | 1.91       | 1802.2                   | 11198               | 2.26       | 2543.4                   | 22151               | 2.71       | 3642.0                   |
| 1100        | 6145                | 2.01       | 2009.6                   | 11825               | 2.39       | 2836.1                   | 23391               | 2.86       | 4061.1                   |
| 1200        | 6458                | 2.12       | 2219.7                   | 12428               | 2.51       | 3132.7                   | 24584               | 3.01       | 4485.7                   |
| 1300        | 6761                | 2.21       | 2432.3                   | 13010               | 2.63       | 3432.7                   | 25734               | 3.15       | 4915.4                   |
| 1400        | 7053                | 2.31       | 2647.3                   | 13572               | 2.74       | 3736.2                   | 26847               | 3.28       | 5349.9                   |
| 1500        | 7337                | 2.40       | 2864.5                   | 14118               | 2.85       | 4042.7                   | 27927               | 3.42       | 5788.8                   |
| 1600        | 7612                | 2.49       | 3083.7                   | 14648               | 2.96       | 4352.1                   | 28976               | 3.54       | 6231.9                   |
| 1700        | 7881                | 2.58       | 3305.0                   | 15165               | 3.07       | 4664.4                   | 29998               | 3.67       | 6679.0                   |
| 1800        | 8142                | 2.67       | 3528.1                   | 15668               | 3.17       | 4979.2                   | 30994               | 3.79       | 7129.9                   |
| 1900        | 8398                | 2.75       | 3753.0                   | 16160               | 3.27       | 5296.6                   | 31966               | 3.91       | 7584.3                   |
| 2000        | 8647                | 2.83       | 3979.5                   | 16641               | 3.37       | 5616.4                   | 32917               | 4.03       | 8042.2                   |
| 2100        | 8892                | 2.91       | 4207.7                   | 17111               | 3.46       | 5938.4                   | 33848               | 4.14       | 8503.4                   |
| 2200        | 9131                | 2.99       | 4437.5                   | 17572               | 3.55       | 6262.7                   | 34759               | 4.25       | 8967.7                   |
| 2300        | 9366                | 3.07       | 4668.8                   | 18024               | 3.64       | 6589.1                   | 35654               | 4.36       | 9435.1                   |
| 2400        | 9597                | 3.14       | 4901.5                   | 18468               | 3.73       | 6917.5                   | 36531               | 4.47       | 9905.3                   |
| 2500        | 9823                | 3.22       | 5135.6                   | 18904               | 3.82       | 7247.9                   | 37393               | 4.57       | 10378.4                  |

 Tabella 46: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 40 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm

### 4.6.3 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 16                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          | 32                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 11.6                |            |                          | 14                  |            |                          | 19.7                |            |                          | 25.5                |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 43                  | 0.12       | 6.6                      | 78                  | 0.13       | 8.9                      | 182                 | 0.17       | 14.0                     | 370                 | 0.20       | 20.3                     |
| 30             | 48                  | 0.13       | 8.1                      | 86                  | 0.15       | 11.0                     | 202                 | 0.19       | 17.2                     | 411                 | 0.23       | 25.1                     |
| 35             | 52                  | 0.14       | 9.6                      | 94                  | 0.16       | 13.1                     | 220                 | 0.20       | 20.6                     | 449                 | 0.25       | 29.9                     |
| 40             | 57                  | 0.15       | 11.2                     | 102                 | 0.18       | 15.3                     | 238                 | 0.22       | 23.9                     | 485                 | 0.27       | 34.8                     |
| 45             | 60                  | 0.16       | 12.9                     | 109                 | 0.19       | 17.5                     | 255                 | 0.24       | 27.4                     | 518                 | 0.28       | 39.8                     |
| 50             | 64                  | 0.17       | 14.5                     | 115                 | 0.20       | 19.8                     | 270                 | 0.25       | 30.9                     | 550                 | 0.30       | 44.9                     |
| 55             | 68                  | 0.18       | 16.2                     | 122                 | 0.21       | 22.0                     | 285                 | 0.26       | 34.5                     | 581                 | 0.32       | 50.1                     |
| 60             | 71                  | 0.19       | 17.9                     | 128                 | 0.22       | 24.3                     | 300                 | 0.28       | 38.1                     | 611                 | 0.34       | 55.3                     |
| 65             | 75                  | 0.20       | 19.6                     | 134                 | 0.23       | 26.7                     | 314                 | 0.29       | 41.7                     | 639                 | 0.35       | 60.6                     |
| 70             | 78                  | 0.21       | 21.3                     | 140                 | 0.24       | 29.0                     | 328                 | 0.30       | 45.4                     | 667                 | 0.37       | 66.0                     |
| 75             | 81                  | 0.22       | 23.1                     | 146                 | 0.25       | 31.4                     | 341                 | 0.32       | 49.1                     | 694                 | 0.38       | 71.4                     |
| 80             | 84                  | 0.22       | 24.8                     | 151                 | 0.26       | 33.8                     | 354                 | 0.33       | 52.9                     | 720                 | 0.40       | 76.9                     |
| 85             | 87                  | 0.23       | 26.6                     | 156                 | 0.27       | 36.2                     | 366                 | 0.34       | 56.7                     | 745                 | 0.41       | 82.4                     |
| 90             | 90                  | 0.24       | 28.4                     | 162                 | 0.28       | 38.7                     | 378                 | 0.35       | 60.5                     | 770                 | 0.42       | 88.0                     |
| 95             | 93                  | 0.25       | 30.2                     | 167                 | 0.29       | 41.1                     | 390                 | 0.36       | 64.4                     | 794                 | 0.44       | 93.6                     |
| 100            | 95                  | 0.26       | 32.0                     | 172                 | 0.30       | 43.6                     | 402                 | 0.37       | 68.2                     | 818                 | 0.45       | 99.2                     |
| 110            | 101                 | 0.27       | 35.7                     | 181                 | 0.31       | 48.6                     | 424                 | 0.39       | 76.1                     | 864                 | 0.47       | 110.6                    |
| 120            | 106                 | 0.28       | 39.4                     | 190                 | 0.33       | 53.7                     | 446                 | 0.41       | 84.1                     | 908                 | 0.50       | 122.2                    |
| 130            | 111                 | 0.30       | 43.2                     | 199                 | 0.35       | 58.9                     | 467                 | 0.43       | 92.1                     | 950                 | 0.52       | 133.9                    |
| 140            | 116                 | 0.31       | 47.0                     | 208                 | 0.36       | 64.1                     | 487                 | 0.45       | 100.2                    | 991                 | 0.54       | 145.7                    |
| 150            | 120                 | 0.32       | 50.9                     | 216                 | 0.38       | 69.3                     | 506                 | 0.47       | 108.5                    | 1031                | 0.57       | 157.7                    |
| 160            | 125                 | 0.33       | 54.8                     | 224                 | 0.39       | 74.6                     | 525                 | 0.49       | 116.8                    | 1070                | 0.59       | 169.8                    |
| 170            | 129                 | 0.35       | 58.7                     | 232                 | 0.40       | 80.0                     | 544                 | 0.50       | 125.1                    | 1108                | 0.61       | 182.0                    |
| 180            | 134                 | 0.36       | 62.7                     | 240                 | 0.42       | 85.4                     | 562                 | 0.52       | 133.6                    | 1144                | 0.63       | 194.2                    |
| 190            | 138                 | 0.37       | 66.7                     | 248                 | 0.43       | 90.8                     | 580                 | 0.54       | 142.1                    | 1180                | 0.65       | 206.6                    |
| 200            | 142                 | 0.38       | 70.7                     | 255                 | 0.44       | 96.3                     | 597                 | 0.55       | 150.7                    | 1216                | 0.67       | 219.1                    |
| 220            | 150                 | 0.40       | 78.9                     | 269                 | 0.47       | 107.4                    | 630                 | 0.58       | 168.0                    | 1284                | 0.71       | 244.3                    |
| 240            | 157                 | 0.42       | 87.1                     | 283                 | 0.49       | 118.6                    | 663                 | 0.61       | 185.6                    | 1349                | 0.74       | 269.8                    |
| 260            | 165                 | 0.44       | 95.4                     | 296                 | 0.51       | 130.0                    | 694                 | 0.64       | 203.4                    | 1412                | 0.78       | 295.7                    |
| 280            | 172                 | 0.46       | 103.9                    | 309                 | 0.54       | 141.5                    | 724                 | 0.67       | 221.4                    | 1473                | 0.81       | 321.8                    |
| 300            | 179                 | 0.48       | 112.4                    | 321                 | 0.56       | 153.1                    | 753                 | 0.70       | 239.5                    | 1532                | 0.84       | 348.2                    |
| 350            | 195                 | 0.52       | 134.1                    | 351                 | 0.61       | 182.6                    | 822                 | 0.76       | 285.7                    | 1674                | 0.92       | 415.3                    |
| 400            | 211                 | 0.56       | 156.2                    | 379                 | 0.66       | 212.7                    | 887                 | 0.82       | 332.8                    | 1806                | 0.99       | 483.8                    |
| 450            | 225                 | 0.60       | 178.7                    | 405                 | 0.70       | 243.3                    | 949                 | 0.88       | 380.7                    | 1932                | 1.06       | 553.5                    |
| 500            | 239                 | 0.64       | 201.5                    | 430                 | 0.75       | 274.4                    | 1008                | 0.93       | 429.4                    | 2052                | 1.13       | 624.3                    |
| 550            | 253                 | 0.68       | 224.7                    | 455                 | 0.79       | 306.0                    | 1064                | 0.99       | 478.8                    | 2167                | 1.19       | 696.2                    |
| 600            | 266                 | 0.71       | 248.2                    | 478                 | 0.83       | 338.0                    | 1118                | 1.04       | 528.9                    | 2277                | 1.25       | 769.0                    |
| 650            | 278                 | 0.74       | 272.0                    | 500                 | 0.87       | 370.4                    | 1171                | 1.09       | 579.6                    | 2384                | 1.31       | 842.6                    |

| $d_e$       | 16                  |            |                          | 20                  |            |                          | 25                  |            |                          | 32                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 11.6                |            |                          | 14                  |            |                          | 19.7                |            |                          | 25.5                |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 700         | 290                 | 0.78       | 296.0                    | 522                 | 0.91       | 403.1                    | 1221                | 1.13       | 630.8                    | 2487                | 1.37       | 917.1                    |
| 750         | 302                 | 0.81       | 320.3                    | 543                 | 0.94       | 436.2                    | 1270                | 1.18       | 682.5                    | 2587                | 1.42       | 992.3                    |
| 800         | 313                 | 0.84       | 344.8                    | 563                 | 0.98       | 469.6                    | 1318                | 1.22       | 734.8                    | 2684                | 1.47       | 1068.3                   |
| 850         | 324                 | 0.87       | 369.5                    | 583                 | 1.01       | 503.3                    | 1365                | 1.27       | 787.5                    | 2779                | 1.53       | 1144.9                   |
| 900         | 335                 | 0.90       | 394.5                    | 602                 | 1.05       | 537.3                    | 1410                | 1.31       | 840.7                    | 2871                | 1.58       | 1222.2                   |
| 950         | 345                 | 0.92       | 419.6                    | 621                 | 1.08       | 571.5                    | 1454                | 1.35       | 894.2                    | 2961                | 1.63       | 1300.1                   |
| 1000        | 356                 | 0.95       | 445.0                    | 640                 | 1.11       | 606.0                    | 1497                | 1.39       | 948.2                    | 3049                | 1.67       | 1378.6                   |
| 1100        | 376                 | 1.00       | 496.2                    | 675                 | 1.17       | 675.8                    | 1581                | 1.47       | 1057.4                   | 3220                | 1.77       | 1537.3                   |
| 1200        | 395                 | 1.06       | 548.1                    | 710                 | 1.23       | 746.4                    | 1662                | 1.54       | 1167.9                   | 3384                | 1.86       | 1698.0                   |
| 1300        | 413                 | 1.11       | 600.6                    | 743                 | 1.29       | 817.9                    | 1740                | 1.61       | 1279.8                   | 3542                | 1.95       | 1860.7                   |
| 1400        | 431                 | 1.15       | 653.6                    | 775                 | 1.35       | 890.2                    | 1815                | 1.68       | 1392.9                   | 3695                | 2.03       | 2025.1                   |
| 1500        | 448                 | 1.20       | 707.3                    | 806                 | 1.40       | 963.2                    | 1888                | 1.75       | 1507.2                   | 3844                | 2.11       | 2191.3                   |
| 1600        | 465                 | 1.24       | 761.4                    | 837                 | 1.45       | 1037.0                   | 1959                | 1.82       | 1622.5                   | 3988                | 2.19       | 2359.0                   |
| 1700        | 482                 | 1.29       | 816.0                    | 866                 | 1.50       | 1111.4                   | 2028                | 1.88       | 1738.9                   | 4129                | 2.27       | 2528.3                   |
| 1800        | 498                 | 1.33       | 871.1                    | 895                 | 1.55       | 1186.4                   | 2095                | 1.94       | 1856.3                   | 4266                | 2.34       | 2698.9                   |
| 1900        | 513                 | 1.37       | 926.6                    | 923                 | 1.60       | 1262.0                   | 2161                | 2.00       | 1974.7                   | 4400                | 2.42       | 2871.0                   |
| 2000        | 529                 | 1.41       | 982.6                    | 950                 | 1.65       | 1338.2                   | 2225                | 2.06       | 2093.9                   | 4531                | 2.49       | 3044.3                   |
| 2100        | 543                 | 1.45       | 1038.9                   | 977                 | 1.70       | 1414.9                   | 2288                | 2.12       | 2213.9                   | 4659                | 2.56       | 3218.9                   |
| 2200        | 558                 | 1.49       | 1095.7                   | 1004                | 1.74       | 1492.2                   | 2350                | 2.18       | 2334.8                   | 4785                | 2.63       | 3394.6                   |
| 2300        | 572                 | 1.53       | 1152.8                   | 1030                | 1.79       | 1569.9                   | 2410                | 2.24       | 2456.5                   | 4908                | 2.70       | 3571.5                   |
| 2400        | 587                 | 1.57       | 1210.2                   | 1055                | 1.83       | 1648.2                   | 2470                | 2.29       | 2579.0                   | 5028                | 2.76       | 3749.5                   |
| 2500        | 600                 | 1.61       | 1268.0                   | 1080                | 1.87       | 1726.9                   | 2528                | 2.34       | 2702.1                   | 5147                | 2.83       | 3928.6                   |

 Tabella 47: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 60 °C,  $d_e$  16 ... 32 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

| d <sub>e</sub> | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|----------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| d <sub>i</sub> | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m]    | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 25             | 738                 | 0.24       | 29.2                     | 1420                | 0.29       | 41.3                     | 2809                | 0.35       | 59.1                     |
| 30             | 819                 | 0.27       | 36.0                     | 1576                | 0.32       | 50.8                     | 3117                | 0.38       | 72.8                     |
| 35             | 894                 | 0.30       | 43.0                     | 1721                | 0.35       | 60.6                     | 3405                | 0.42       | 86.8                     |
| 40             | 965                 | 0.32       | 50.0                     | 1858                | 0.38       | 70.6                     | 3674                | 0.45       | 101.1                    |
| 45             | 1033                | 0.34       | 57.3                     | 1987                | 0.41       | 80.8                     | 3930                | 0.49       | 115.7                    |
| 50             | 1097                | 0.36       | 64.6                     | 2110                | 0.43       | 91.1                     | 4174                | 0.52       | 130.5                    |
| 55             | 1158                | 0.38       | 72.0                     | 2228                | 0.45       | 101.6                    | 4408                | 0.54       | 145.5                    |
| 60             | 1217                | 0.40       | 79.5                     | 2342                | 0.48       | 112.3                    | 4633                | 0.57       | 160.7                    |
| 65             | 1274                | 0.42       | 87.2                     | 2451                | 0.50       | 123.0                    | 4849                | 0.60       | 176.1                    |
| 70             | 1329                | 0.44       | 94.9                     | 2558                | 0.52       | 133.9                    | 5059                | 0.62       | 191.7                    |
| 75             | 1382                | 0.46       | 102.6                    | 2660                | 0.54       | 144.9                    | 5263                | 0.65       | 207.4                    |
| 80             | 1434                | 0.47       | 110.5                    | 2760                | 0.56       | 156.0                    | 5460                | 0.67       | 223.3                    |
| 85             | 1485                | 0.49       | 118.4                    | 2858                | 0.58       | 167.1                    | 5653                | 0.70       | 239.3                    |
| 90             | 1534                | 0.51       | 126.4                    | 2953                | 0.60       | 178.4                    | 5840                | 0.72       | 255.5                    |
| 95             | 1582                | 0.52       | 134.5                    | 3045                | 0.62       | 189.8                    | 6024                | 0.74       | 271.8                    |
| 100            | 1630                | 0.54       | 142.6                    | 3136                | 0.64       | 201.3                    | 6203                | 0.77       | 288.2                    |
| 110            | 1721                | 0.57       | 159.0                    | 3311                | 0.68       | 224.4                    | 6550                | 0.81       | 321.3                    |
| 120            | 1808                | 0.60       | 175.6                    | 3480                | 0.71       | 247.9                    | 6884                | 0.85       | 354.9                    |
| 130            | 1893                | 0.63       | 192.5                    | 3643                | 0.74       | 271.6                    | 7206                | 0.89       | 388.9                    |
| 140            | 1975                | 0.65       | 209.5                    | 3800                | 0.78       | 295.6                    | 7518                | 0.93       | 423.3                    |
| 150            | 2054                | 0.68       | 226.7                    | 3953                | 0.81       | 319.9                    | 7820                | 0.97       | 458.1                    |
| 160            | 2132                | 0.70       | 244.0                    | 4102                | 0.84       | 344.4                    | 8114                | 1.00       | 493.1                    |
| 170            | 2207                | 0.73       | 261.5                    | 4246                | 0.87       | 369.1                    | 8400                | 1.04       | 528.5                    |
| 180            | 2280                | 0.75       | 279.2                    | 4387                | 0.90       | 394.0                    | 8679                | 1.07       | 564.2                    |
| 190            | 2351                | 0.78       | 297.0                    | 4525                | 0.92       | 419.1                    | 8951                | 1.10       | 600.1                    |
| 200            | 2421                | 0.80       | 314.9                    | 4660                | 0.95       | 444.4                    | 9217                | 1.14       | 636.4                    |
| 220            | 2557                | 0.85       | 351.1                    | 4920                | 1.00       | 495.6                    | 9733                | 1.20       | 709.6                    |
| 240            | 2687                | 0.89       | 387.8                    | 5171                | 1.06       | 547.4                    | 10229               | 1.26       | 783.8                    |
| 260            | 2813                | 0.93       | 425.0                    | 5413                | 1.10       | 599.8                    | 10708               | 1.32       | 858.9                    |
| 280            | 2935                | 0.97       | 462.6                    | 5647                | 1.15       | 652.8                    | 11171               | 1.38       | 934.8                    |
| 300            | 3053                | 1.01       | 500.5                    | 5875                | 1.20       | 706.4                    | 11621               | 1.43       | 1011.5                   |
| 350            | 3334                | 1.10       | 596.9                    | 6416                | 1.31       | 842.4                    | 12691               | 1.57       | 1206.3                   |
| 400            | 3598                | 1.19       | 695.3                    | 6924                | 1.41       | 981.3                    | 13697               | 1.69       | 1405.2                   |
| 450            | 3849                | 1.27       | 795.5                    | 7406                | 1.51       | 1122.7                   | 14650               | 1.81       | 1607.7                   |
| 500            | 4088                | 1.35       | 897.3                    | 7866                | 1.61       | 1266.4                   | 15560               | 1.92       | 1813.4                   |
| 550            | 4316                | 1.43       | 1000.6                   | 8306                | 1.70       | 1412.1                   | 16430               | 2.03       | 2022.1                   |
| 600            | 4536                | 1.50       | 1105.2                   | 8730                | 1.78       | 1559.8                   | 17268               | 2.13       | 2233.5                   |
| 650            | 4749                | 1.57       | 1211.1                   | 9138                | 1.86       | 1709.2                   | 18076               | 2.23       | 2447.4                   |
| 700            | 4954                | 1.64       | 1318.1                   | 9533                | 1.95       | 1860.3                   | 18858               | 2.33       | 2663.8                   |

| $d_e$       | 40                  |            |                          | 50                  |            |                          | 63                  |            |                          |
|-------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| $d_i$       | 33                  |            |                          | 42                  |            |                          | 54                  |            |                          |
| R<br>[Pa/m] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | v<br>[m/s] | P <sub>dyn</sub><br>[Pa] |
| 750         | 5153                | 1.70       | 1426.3                   | 9917                | 2.02       | 2012.9                   | 19616               | 2.42       | 2882.3                   |
| 800         | 5347                | 1.77       | 1535.4                   | 10289               | 2.10       | 2167.0                   | 20353               | 2.51       | 3102.9                   |
| 850         | 5535                | 1.83       | 1645.6                   | 10652               | 2.17       | 2322.4                   | 21071               | 2.60       | 3325.5                   |
| 900         | 5719                | 1.89       | 1756.7                   | 11006               | 2.25       | 2479.2                   | 21770               | 2.69       | 3550.0                   |
| 950         | 5899                | 1.95       | 1868.6                   | 11351               | 2.32       | 2637.2                   | 22454               | 2.77       | 3776.3                   |
| 1000        | 6074                | 2.01       | 1981.5                   | 11689               | 2.39       | 2796.4                   | 23121               | 2.85       | 4004.3                   |
| 1100        | 6414                | 2.12       | 2209.5                   | 12343               | 2.52       | 3118.3                   | 24416               | 3.01       | 4465.1                   |
| 1200        | 6741                | 2.23       | 2440.5                   | 12972               | 2.65       | 3444.3                   | 25660               | 3.17       | 4932.0                   |
| 1300        | 7057                | 2.33       | 2674.3                   | 13579               | 2.77       | 3774.2                   | 26861               | 3.32       | 5404.4                   |
| 1400        | 7362                | 2.43       | 2910.6                   | 14167               | 2.89       | 4107.8                   | 28023               | 3.46       | 5882.1                   |
| 1500        | 7658                | 2.53       | 3149.4                   | 14736               | 3.01       | 4444.8                   | 29150               | 3.60       | 6364.6                   |
| 1600        | 7946                | 2.63       | 3390.5                   | 15290               | 3.12       | 4785.0                   | 30245               | 3.73       | 6851.8                   |
| 1700        | 8226                | 2.72       | 3633.7                   | 15829               | 3.23       | 5128.3                   | 31311               | 3.87       | 7343.4                   |
| 1800        | 8499                | 2.81       | 3879.0                   | 16354               | 3.34       | 5474.5                   | 32351               | 3.99       | 7839.1                   |
| 1900        | 8765                | 2.90       | 4126.3                   | 16868               | 3.44       | 5823.5                   | 33366               | 4.12       | 8338.8                   |
| 2000        | 9026                | 2.98       | 4375.4                   | 17369               | 3.54       | 6175.1                   | 34358               | 4.24       | 8842.2                   |
| 2100        | 9281                | 3.07       | 4626.3                   | 17860               | 3.64       | 6529.2                   | 35330               | 4.36       | 9349.3                   |
| 2200        | 9531                | 3.15       | 4878.9                   | 18342               | 3.74       | 6885.7                   | 36281               | 4.48       | 9859.8                   |
| 2300        | 9777                | 3.23       | 5133.2                   | 18813               | 3.84       | 7244.5                   | 37215               | 4.59       | 10373.6                  |
| 2400        | 10017               | 3.31       | 5389.0                   | 19277               | 3.93       | 7605.6                   | 38131               | 4.71       | 10890.7                  |
| 2500        | 10254               | 3.39       | 5646.4                   | 19731               | 4.03       | 7968.8                   | 39031               | 4.82       | 11410.8                  |

Tabella 48: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 60 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm

## 4.7 Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress-Therm e rubinetteria

I pressfitting Optipress-Therm e la rubinetteria vengono lavorati con tubi Optipress-Therm in acciaio.

Temperatura di riferimento  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Tipo di fitting / tipo di rubinetteria                                            |                               | Valore Zeta $\zeta$                |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| Materiale: acciaio 1.0308 zincato                                                 |                               | Lunghezze equivalenti dei tubi [m] |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
| Simbolo                                                                           | Diametro esterno $d_e$        | 15                                 | 18  | 22  | 28  | 35  | 42  | 54  | 64  | 76.1 | 88.9 | 108 |
|                                                                                   | Diametro nominale DN          | 12                                 | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 60  | 65   | 80   | 100 |
|  | Gomito                        | 1.3                                | 1.2 | 1.1 | 1.1 |     |     |     |     |      |      |     |
|                                                                                   |                               | 0.8                                | 0.9 | 1.1 | 1.6 |     |     |     |     |      |      |     |
|  | Pezzo a T uguale – deviazione | 1.3                                | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8  | 0.7  | 0.6 |
|                                                                                   |                               | 0.8                                | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.6 | 2.9 | 3.7  | 4.1  | 4.8 |
|  | Pezzo a T uguale – portata    | 0.3                                | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1  | 0.1  | 0.1 |
|                                                                                   |                               | 0.2                                | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2  | 0.2  | 0.3 |
|  | Curva 90°                     | 0.8                                | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2  | 0.2  | 0.2 |
|                                                                                   |                               | 0.5                                | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.0  | 1.2  | 1.3 |
|  | Curva 45°                     | 0.5                                | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2  | 0.2  | 0.1 |
|                                                                                   |                               | 0.3                                | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.8  | 0.9  | 1.1 |

Tabella 49: Valore Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress-Therm

I valori Zeta per tubi in acciaio 1.0037 Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:

| Tipo di tubo                                                                        |                        | Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| Materiale: acciaio 1.0037                                                           |                        |                                   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
| Simbolo                                                                             | Diametro esterno $d_e$ | 15                                | 18  | 22  | 28  | 35  | 42  | 54  | 64  | 76.1 | 88.9 | 108 |
|                                                                                     | Diametro nominale DN   | 12                                | 15  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 60  | 65   | 80   | 100 |
|  | Tubo zincato / PP      | 1.7                               | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2  | 0.2  | 0.1 |

Tabella 50: Valori Zeta tubo in acciaio 1.0037

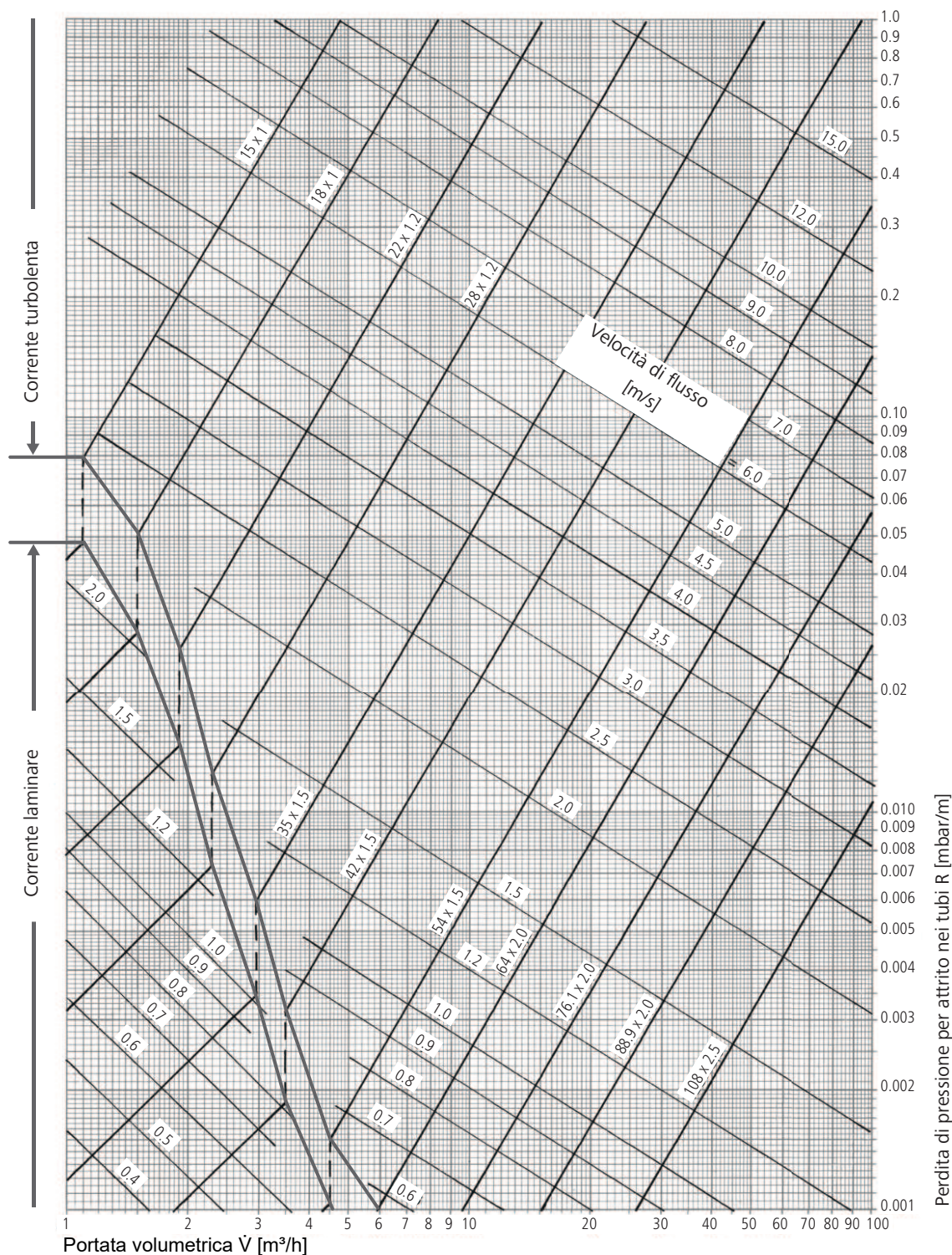
## 5 Dimensionamento di sistemi di condutture per gas

### 5.1 Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas naturale H

Diagramma per la determinazione delle perdite di pressione dovute all'attrito in tubi conformi a SN EN 10305.

Rugosità del tubo  $k = 0.0015 \text{ mm}$

Massima velocità di flusso =  $6 \text{ m/s}$



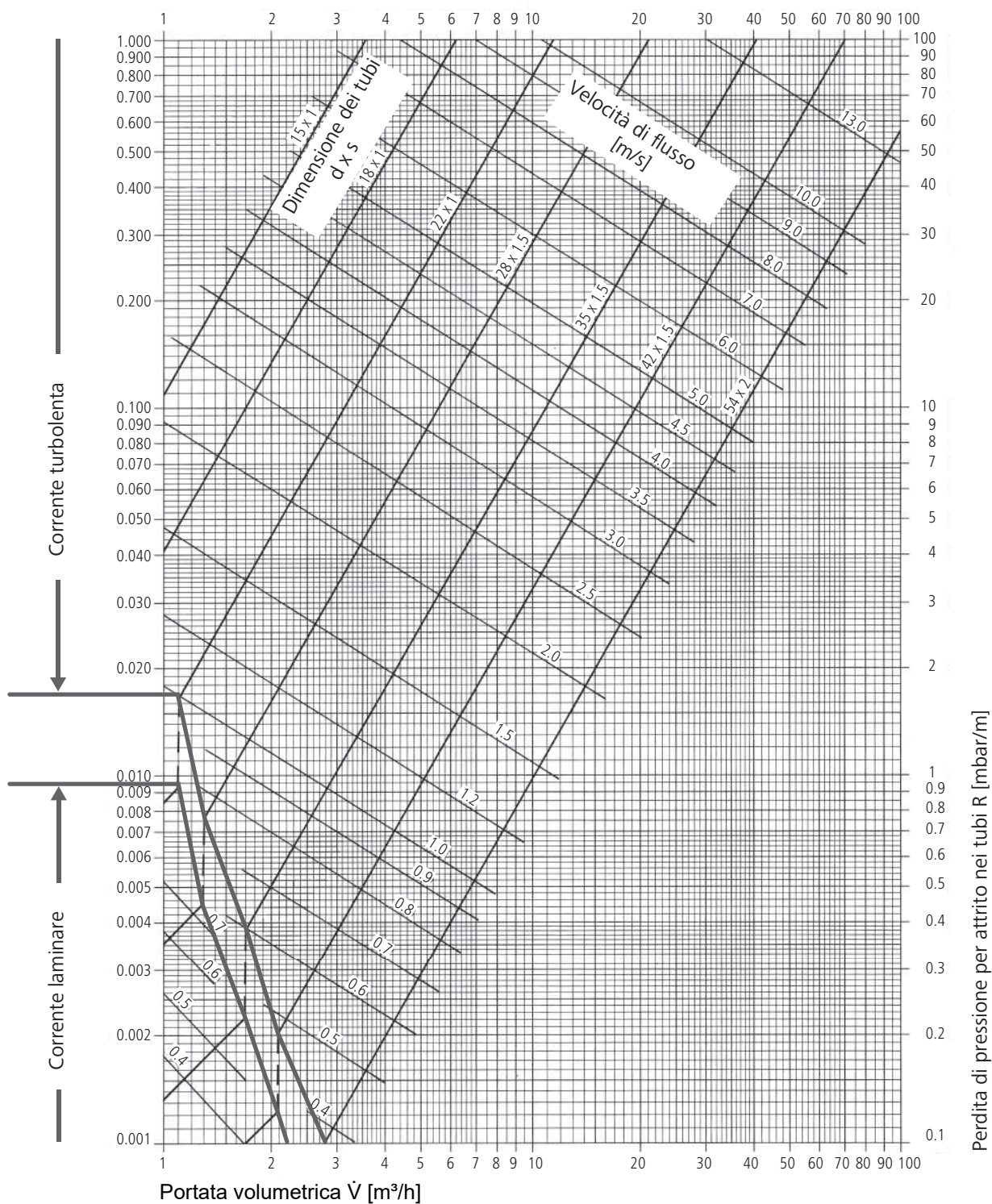
Nell'area di transizione dalla corrente laminare a quella turbolenta, il valore massimo deve essere leggibile sul tratto di curva verticale ( $0.08 \text{ mbar}/\text{m}$ ).

La portata volumetrica minima è pari a  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Per portate volumetriche inferiori, il calcolo viene effettuato con  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 5.2 Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas liquido

Diagramma per la determinazione delle perdite di pressione dovute all'attrito in tubi conformi a EN 1057 (DIN 1786).

Rugosità del tubo  $k = 0.0015 \text{ mm}$



## 6 Ulteriori informazioni

Per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione tecnica degli impianti della Nussbaum vanno rispettati i documenti tecnici della Nussbaum.

Informazioni sui diversi medi e sulle soluzioni proposte dalla Nussbaum sono contenute nei documenti Nussbaum «Applicazioni e soluzioni». Informazioni dettagliate sui sistemi Nussbaum sono disponibili nei rispettivi documenti «Descrizione sistema».

## Wir verteilen Wasser

Die R. Nussbaum AG, 1903 gegründet, ist ein eigenständiges Schweizer Familienunternehmen, beschäftigt rund 500 Mitarbeitende und gehört zu den führenden Herstellern von Armaturen, Verteilsystemen und individuellen Gesamtlösungen im Bereich Sanitär- und Heiztechnik. Von unserem Hauptsitz in Olten aus vertreiben wir unser breites Produktsortiment über ein eigenes Filialnetz an Installierende in der ganzen Schweiz.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Installateur resp. Nussbaum. Dort erhalten Sie kompetente Auskunft über sämtliche Nussbaum Produkte.

## Nous distribuons de l'eau

R. Nussbaum SA, entreprise familiale suisse indépendante fondée en 1903, emploie près de 500 collaborateurs et compte parmi les fabricants leaders de robinetteries, de systèmes de distribution et de solutions globales individuelles dans le domaine de la technique sanitaire et de chauffage. Depuis notre siège d'Olten, nous proposons un large assortiment de produits au travers de notre réseau de succursales et installateurs/trices dans toute la Suisse.

Pour plus d'informations, veuillez vous adresser à votre installateur resp. Nussbaum. Vous y recevrez des informations compétentes sur l'ensemble des produits Nussbaum.

## Distribuiamo acqua

La società R. Nussbaum SA, fondata nel 1903, è un'azienda svizzera indipendente di proprietà familiare che impiega ben 500 dipendenti ed è tra i principali produttori di rubinetteria, sistemi di distribuzione e soluzioni integrali personalizzate nel settore della tecnica idrosanitaria e di riscaldamento. Dalla nostra sede sociale di Olten commercializziamo, attraverso la rete di succursali Nussbaum, la nostra ampia gamma di prodotti rifornendo installatrici e installatori in tutta la Svizzera.

Per ulteriori informazioni non esitate a rivolgervi al vostro installatore resp. Nussbaum. Qui riceverete informazioni competenti su tutti i prodotti della Nussbaum.



# NUSSBAUM<sup>RN</sup>

Gut installiert   Bien installé   Ben installato

Hersteller Armaturen und Systeme Sanitär- und Heiztechnik  
Fabricant de robinetterie et systèmes de technique sanitaire et chauffage  
Produttore di rubinetteria e sistemi di tecnica idrosanitaria e di riscaldamento  
ISO 9001 / 14001 / 45001

Basel, Bern, Biel, Brig, Buchs, Carouge, Crissier, Giubiasco, Givisiez, Gwatt-Thun,  
Kriens, Sion, Steinhausen/Zug, St. Gallen, Trimbach, Winterthur, Zürich

R. Nussbaum AG | SA  
Hauptsitz | Siège social | Sede sociale

Martin-Disteli-Strasse 26  
Postfach, CH-4601 Olten

062 286 81 11  
info@nussbaum.ch

nussbaum.ch