COMUNE DI OGGIONO

Provincia di Lecco

REX SUPERMERCATI S.P.A.
PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA STRUTTURA DI VENDITA IN SOSTITUZIONE DELL'ESISTENTE CON CONTESTUALE ESECUZIONE DI OPERA PUBBLICA E PERMUTA DI AREE
(art.97 L.R. n° 12/2005 - D.P.R. 447/98 - D.C.C. n°67 del 13/12/2010)

LA PROPRIETA'	IL PROFESSIONISTA

ELABORATO SPECIFICO N° **B**	DESCRIZIONE ELABORATO **RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE RETI DI SCARICO ACQUE METEORICHE**	CLASSIFICAZIONE GENERALE **REX LOTTO A.- C.D.S. 06/2011**
ELABORATO COMPLESSIVO N° **18**		TIPOLOGIA OPERE: OPERE URBANIZZAZIONE PROTOCOLLO INTERNO **45S11PD**
AGGIORNAMENTI		SCALA **-**
I **08/06/2012**		DATA **13/06/2011**

PROGETTAZIONE URBANISTICA E ARCHITETTONICA

STUDIO PONTI & DE ALESSANDRI — CORSO LIBERTA' N° 42, 20811 CESANO MADERNO (MB) — E-mail: studio@pontidea.it — TEL.:0362504004 - FAX:0362550266

GEOM. NATALE CORTI — VIA PARINI N° 1, 23847 MOLTENO (LC) — E-mail: natacort@tin.it — TEL.e Fax: 031852962

GEOM. FRANCESCO SCIANNI — CORSO LIBERTA' N° 53/D, 20811 CESANO MADERNO (MB) — E-mail: info@studioscianni.it — TEL.:0362550110 - FAX:0362523948

PROGETTAZIONE VERDE E PAESAGGIO

DOTT. AGR.AMBROGIO CANTU'
ARCH. GIUSEPPE MASCHERONI
VIA MATTEO DA CAMPIONE,10
20900 MONZA TEL.:0392326165
E-mai: ambrogio@arboriostudio.it

PROGETTAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE

BMB INGEGNERIA s.r.l.
VIA ROBECCO N°82 — 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
E-mail: studio@bmbingegneria.net — TEL.:0266014751 - FAX:0266014342

PROGETTAZIONE E PREVENZIONE INCENDI

ARCHITETTO STEFANO CASTRONOVO
VIA EMILIA, 124 — 27058 VOGHERA (PV)
E-mail: castronovo.arch@gmail.com — TEL. FAX:0383647356

STUDIO VIABILISTICO

TRM Engineering s.r.l.
VIA DELLA BIRONA N° 30 — 20900 MONZA
E-mail: segreteria@trmengineering.it — TEL.:03939020237-FAX:03992314017

VERIFICHE AMBIENTALI

ECOSPHERA s.r.l.
VIA MALOGNO N° 2 — 25036 PALAZZOLO S.OGLIO (BS)
E-mail: info@ecosphera.net — TEL.:0307402007-FAX:0307402017

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI

ADZ Engineering — 21047 SARONNO (VA)
VIA MOLINO N° 14 — TEL.-FAX: 0296701507
E-mail: info@adzengineering.com

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

STUDIO B.M. — 20159 MILANO
VIA AIROLO N° 19 — TEL.:FAX:0269007906
E-mail: studio.bisin@libero.it

IMPIANTO LUCI E FOTOVOLTAICO

SANGIORGIO A. — 23890 BARZAGO (LC)
VIA COSTA d'ORO N° 2 — TEL. FAX:031874042
E-mail: info@sangiorgio-tec.com

A termine di legge questo disegno è di nostra proprietà e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza esplicita autorizzazione

REX SUPERMERCATI S.p.A.

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA STRUTTURA DI VENDITA IN SOSTITUZIONE DELL'ESISTENTE CON CONTESTUALE ESECUZIONE DI OPERA PUBBLICA E PERMUTA DI AREE (art. 97 L.R. n°12/2005 – D.P.R. 447/98 – D.C.C. n°67 del 13/12/2010)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE RETI DI SCARICO ACQUE METEORICHE

Giugno 2012

INDICE

1. PREMESSA 3

2. OPERE IN PROGETTO 4

2.1 RETI DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE 4
2.1.1 Rete Nord 4
2.1.2 Rete ovest 5
2.1.3 Rete sud/ovest 6
2.1.4 Rete sud/est 7
2.2 RETE DI PERTINENZA DEL PARCHEGGIO AD USO PUBBLICO 8
2.3 RETE DI PERTINENZA DELLA CASERMA DEI CARABINIERI 9
2.4 ADEGUAMENTO RETE ESISTENTE VIA DONATORI DEL SANGUE, VIA MILANO E VIA KENNEDY 10

3. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO 11

3.1 ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE 11
3.2 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO 11
3.3 CALCOLO DELLE PORTATE 12
3.4 CALCOLO DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI 13
3.5 CALCOLI IDRAULICI DELLE TUBAZIONI 14
3.6 DISOLEATORI 16
3.7 POZZI PERDENTI 17

4. VERIFICA STATICA CONDOTTA IN PEAD DN1600 SN8 21

5. ALLEGATO: PLANIMETRIA BACINI DI DRENAGGIO E SCHEMA RETE 29

1. PREMESSA

Lo schema generale delle reti di scarico delle **acque meteoriche** relative alle opere di urbanizzazione connesse alla realizzazione del nuovo edificio di proprietà di REX SUPERMERCATI S.p.A. è composto da:

- n°4 reti di pertinenza dell'edificio commerciale (rete nord, rete ovest, rete sud/ovest e rete sud/est);
- n°1 rete di pertinenza del parcheggio ad uso pubblico situato fra il nuovo edificio commerciale e la "Cittadella comunale" (B2);
- n°1 rete di pertinenza del parcheggio adiacente la nuova Caserma dei Carabinieri.

Ciascuna rete prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie stradale e sulle coperture.

Le nuovi reti di scarico saranno indipendenti dalla fognatura comunale esistente adibita alla sola raccolta delle acque nere.

Non è stato necessario prevedere la separazione delle acque di prima pioggia a monte del sistema di dispersione in quanto tale raccolta non è richiesta dal Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n°4 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lett. a) della L.R. n°12-12-2003 n°26".

È comunque stato previsto un trattamento di disoleatura delle acque di prima pioggia ricadenti sulle superfici carrabili per il rispetto dei limiti allo scarico di oli minerali ed idrocarburi ai sensi del D.Lgs. n°152/2006.

In seguito alle modifiche della viabilità effettuate lungo la strada esistente di collegamento tra via Donatori del sangue e via Milano e di via Kennedy, è previsto l'adeguamento della rete di raccolta delle acque stradali di tali aree, con recapito nel collettore delle acque meteoriche esistente in c.a. DN 2500 mm.

2. OPERE IN PROGETTO

Nel seguito è riportata una descrizione delle nuove reti di smaltimento delle acque meteoriche (vedi elaborato grafico n° 23 - ALL.R "Opere di fognatura: planimetria").

2.1 RETI DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE

2.1.1 Rete Nord

Tale rete è costituita da:

- n°10 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°3 camerette di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/250/315/400 mm con pendenza pari a 5 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 95 x 95 cm e altezza 108 cm (dimensioni interne 80 x 80 x 100 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di diametro interno pari a 155 cm e altezza 255 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400, divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);
- n°2 pozzi perdenti realizzati con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 2,50 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

2.1.2 Rete ovest

La rete ovest di pertinenza dell'edificio commerciale prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti sulla aree di scarico degli automezzi e sulle coperture.

Tale rete è costituita da:

- n°9 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°2 canali stradali in calcestruzzo polimerico di altezza minima 28 cm e larghezza totale 18 cm, con sifone e griglia in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°1 pozzetto di raccolta pluviali collegato alla rete principale con tubazioni in PVC De 200 mm;
- n°2 camerette di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200/315/400 mm con pendenza pari a 10 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 95 x 95 cm e altezza 108 cm (dimensioni interne 80 x 80 x 100 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di diametro interno pari a 207 cm e altezza 255 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400, divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);
- n°3 pozzi perdenti realizzati con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 3,50 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

Sono inoltre presenti n°2 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali di fognatura acque nere con tubazioni in PVC De 160 mm. Tali caditoie posizionate in corrispondenza delle piastre di stallo dei container compattatori hanno la funzione di raccogliere le acque di lavaggio dei container e avviarle alla rete principale di fognatura

2.1.3 Rete sud/ovest

La rete sud/ovest di pertinenza dell'edificio commerciale prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti su aree di scarico degli automezzi che provvedono all'approvvigionamento dei magazzini del nuovo edificio commerciale e sulla copertura dell'edificio stesso.

Tale rete è costituita da:

- n°3 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°3 pozzetti di raccolta pluviali collegati alla rete principale con tubazioni in PVC De 200 mm;
- n°1 cameretta di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200/250/315 mm con pendenza pari a 20 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 95 x 95 cm e altezza 108 cm (dimensioni interne 80 x 80 x 100 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di diametro interno pari a 155 cm e altezza 255 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400, divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);

- n°2 pozzi perdenti realizzati con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 3,00 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

2.1.4 Rete sud/est

La rete sud/est di pertinenza dell'edificio commerciale prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti su aree di scarico degli automezzi che provvedono all'approvvigionamento dei magazzini del nuovo edificio commerciale e sulla copertura dell'edificio stesso.

Tale rete è costituita da:

- n°5 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°2 canali stradali in calcestruzzo di altezza minima 28 cm e larghezza totale 18 cm, con sifone e griglia in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°1 pozzetti di raccolta pluviali collegati alla rete principale con tubazioni in PVC De 200 mm;
- n°1 cameretta di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200/315 mm con pendenza pari a 10 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 95 x 95 cm e altezza 108 cm (dimensioni interne 80 x 80 x 100 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di diametro interno pari a 155 cm e altezza 255 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400, divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);

- n°2 pozzi perdenti realizzati con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 3,00 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

2.2 RETE DI PERTINENZA DEL PARCHEGGIO AD USO PUBBLICO

La rete di pertinenza del parcheggio ad uso pubblico situato fra il nuovo edificio commerciale e la "Cittadella comunale" (B2) prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti sull'intera area (parcheggio parzialmente su soletta).

Tale rete è costituita da:

- n°16 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°28 canali stradali in calcestruzzo polimerico di altezza minima 9 cm, larghezza totale 20 cm e lunghezza 100 cm, con sifone e griglia in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in Pead De 160 mm;
- n°6 camerette di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200/250/315/400/500 mm con pendenza pari a 5 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- tubazioni in Pead De 160/200/250 mm posate sotto soletta;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 95 x 95 cm e altezza 108 cm (dimensioni interne 80 x 80 x 100 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di dimensioni interne pari a 220 x 300 cm e altezza 210 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400,

divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);

- n°7 pozzi perdenti realizzati con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 3,50 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

2.3 *RETE DI PERTINENZA DELLA CASERMA DEI CARABINIERI*

La rete di pertinenza della Caserma dei Carabinieri prevede la raccolta e la dispersione negli strati superficiali del terreno, previo trattamento di disoleatura, delle acque meteoriche ricadenti sul parcheggio in progetto.

Tale rete è costituita da:

- n°3 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°2 camerette di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- n°1 pozzetto di campionamento posto prima dell'immissione nei pozzi perdenti di dimensioni interne 100x100 cm con il fondo ribassato di 50 cm rispetto alla quota di scorrimento delle tubazioni in ingresso/uscita e con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200 mm con pendenza pari a 5 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- n°1 disoleatore costituito da:
  - un pozzetto scolmatore a pianta quadrata con dimensioni esterne pari a 70 x 70 cm e altezza 75 cm (dimensioni interne 55 x 55 x 70 cm), completo di chiusino di ispezione in ghisa D400;
  - una vasca monoblocco in cls armato vibrato di dimensioni interne pari a 90 x 200 cm e altezza 110 cm, completa di copertura carrabile con chiusino di ispezione in ghisa D400, divisa internamente in due vani (vano combinato di dissabbiatura e disoleazione gravimetrica e vano di filtrazione a coalescenza);

- n°1 pozzo perdente realizzato con anelli forati prefabbricati in calcestruzzo di diametro interno pari a 2,50 m e altezza utile di 1,50 m. Il sottofondo ed il rinfianco del pozzo dovranno essere realizzati in ghiaia di spessore pari a 20 e 50 cm rispettivamente. Tra la ghiaia ed il terreno è prevista la posa di un tessuto non tessuto.

2.4 *ADEGUAMENTO RETE ESISTENTE VIA DONATORI DEL SANGUE, VIA MILANO E VIA KENNEDY*

L'adeguamento della rete esistente in seguito alle modifiche della viabilità effettuate lungo la strada esistente di collegamento tra via Donatori del sangue e via Milano prevede la posa di:

- n°11 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°3 canali stradali in calcestruzzo polimerico di altezza minima 9 cm, larghezza totale 20 cm e lunghezza 100 cm, con sifone e griglia in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in Pead De 160 mm;
- tubazioni in PVC De 160/200 mm, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo;
- tubazioni in Pead De 160/200 mm posate sotto soletta.

Lungo la via Kennedy è invece prevista la posa di:

- n°11 bocche lupaie con rispettive caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo di dimensioni interne 45 x 45 cm e altezza 100 cm, con sifone incorporato e chiusino in ghisa sferoidale classe D400 collegate alle reti principali con tubazioni in PVC De 160 mm;
- n°2 camerette di ispezione di dimensioni interne 100 x 100 cm con chiusino circolare in ghisa sferoidale classe D400 avente luce netta 60 cm;
- tubazioni in PVC De 160/200/250/315 mm con pendenza pari a 5 m/km, posate con sottofondo e rinfianco in calcestruzzo.

3. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

3.1 ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE

Una delle ipotesi fondamentali che sta alla base del dimensionamento di opere soggette ad eventi idrologici, è che le portate massime e le onde di piena critiche, aventi un certo tempo di ritorno T, siano originate da una precipitazione avente lo stesso tempo di ritorno.

Partendo da questa ipotesi è necessario determinare la curva di possibilità climatica, ovvero l'espressione che, per un pre-assegnato tempo di ritorno T, fornisce, per ogni durata di pioggia, la massima altezza di precipitazione che può verificarsi e che viene superata una volta ogni T anni.

A tale proposito si fa generalmente riferimento ad un'espressione algebrica monomia del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui *h* è l'altezza di pioggia espressa in millimetri, *t* è la corrispondente durata in ore, *a* ed *n* sono due coefficienti che definiscono la curva risultante.

Nella progettazione di condotti fognari si fa generalmente riferimento a valori del tempo si ritorno T = 10 anni per il quale è stata ricavata la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = 53{,}00\ t^{0{,}300} \text{ (valida per } t \leq 1 \text{ ora)}$$

come indicato dal sito dell'A.R.P.A. per il Comune di Oggiono.

Sono state considerate solo le piogge con durata inferiore all'ora poiché sono quelle con maggiore intensità.

3.2 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO

Non tutto il volume di pioggia che ricade su una certa area affluisce alla rete drenante. Una parte di esso si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione nel terreno, formazione sul bacino di un velo idrico, immagazzinamento in avvallamenti superficiali) prima di arrivare alla rete di drenaggio.

Per il dimensionamento di quest'ultima sarà quindi rilevante solo la restante parte di pioggia, cioè la cosiddetta pioggia netta o efficace. Tale pioggia può essere valutata attraverso il coefficiente di afflusso φ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale. Questo coefficiente varia in funzione dell'intensità della durata della pioggia, ma nella pratica progettuale generalmente viene considerato costante.

Nel caso in cui un bacino è composto da zone con diverse destinazioni d'uso, il coefficiente di afflusso complessivo deve essere calcolato come media pesata, in funzione delle diverse aree, dei coefficienti di afflusso di ogni zona.

Nel caso in esame è stata individuata un'unica destinazione d'uso: pavimentazione impermeabile con coefficiente di afflusso pari a 0,95.

Il coefficiente di afflusso orario è pari alla frazione di acqua meteorica che scorre fino alla sezione di chiusura del bacino senza infiltrarsi nel terreno.

3.3 CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione, attraverso un modello afflussi-deflussi, della massima portata al colmo che si verifica all'uscita delle rete di drenaggio di un bacino idrografico, corrispondente ad un tempo di ritorno prefissato, è necessario costruire uno ietogramma teorico di progetto a partire dalle curve di possibilità pluviometrica.

La forma utilizzata nel presente studio e largamente diffusa in letteratura è lo ietogramma Chicago. Lo ietogramma Chicago presenta un picco di intensità massima i_{max} ed ha il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base. Infatti la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori, aggiungendosi solo due "code" all'inizio e alla fine dell'evento. Inoltre esso contiene in sé, proprio per il modo con cui è costruito, le piogge critiche per tutte le durate parziali minori della durata complessiva; lo stesso ietogramma pertanto può essere utilizzato come ietogramma di progetto per tutti i sottobacini di un medesimo bacino, senza la necessità di ricerca delle durate critiche di ognuno di essi, purché la durata complessiva dello ietogramma sia sicuramente maggiore del tempo di corrivazione del bacino totale ("Sistemi di fognature e drenaggio" di A. Paoletti).

Il calcolo delle portate critiche può essere effettuato in base alla formula razionale applicando il *metodo della corrivazione*:

$$Q_C = S \cdot 2{,}78 \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_c^{\,n-1}$$

dove Q_c è la portata critica (l/s), S è l'area del bacino scolante considerato (ha), φ è il coefficiente di afflusso, a e n sono i due coefficienti che definiscono la curva di possibilità climatica, θ_c è la durata critica dell'evento meteorico(ore) pari a:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1{,}5}$$

dove T_e è il tempo di corrivazione sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e T_r è il tempo di corrivazione in quest'ultima.

Il *tempo di corrivazione* del bacino T_0 è il tempo che intercorre tra la caduta della precipitazione su di un bacino ed il passaggio di questa dalla sezione di chiusura del bacino stesso. T_0 è dato da:

$$T_0 = T_e + T_r$$

Il tempo di ingresso in rete è stato posto pari a 5 minuti, mentre il tempo di corrivazione della rete di drenaggio è stato posto pari a L/V_r dove L (m) è il percorso idraulicamente più lungo della rete mentre V_r(m/s) è la velocità della corrente a tubo pieno.

3.4 CALCOLO DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI

Per il calcolo idraulico dei condotti di fognatura si ammette che la portata in essi defluente si muova con moto uniforme.

Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale poggiano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata è quella di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove Q è la portata in mc/s, A è l'area della sezione bagnata in m^2, χ è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta, R è il raggio idraulico in metri, i è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente χ si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = k \cdot R^{1/6}$$

con k =101 per le tubazioni in PVC.

Si sono inoltre di norma assunti valori del grado di riempimento non superiori all'80% per consentire un più agevole deflusso delle acque nei condotti anche in presenza di onde od increspature della superficie liquida.

Conformemente alla Circ. Min. LL.PP. n.11633 (Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr.) del 7.1.1974: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto", si sono adottate caratteristiche delle tubazioni (diametro, pendenza, materiale) tali da contenere di norma le velocità entro i valori consigliati:

$$V_{media} \geq 0{,}5 \text{ m/sec}; \quad V_{max} \leq 5 \text{ m/sec}$$

in modo da impedire il deposito di sostanze sedimentabili durante i periodi di magra e l'erosione della superficie interna delle tubazioni in occasione delle portate di punta.

3.5 CALCOLI IDRAULICI DELLE TUBAZIONI

Sulla base delle metodologie indicate nei paragrafi precedenti si riporta nelle tabelle seguenti i calcoli idraulici relativi alle reti di raccolta acque meteoriche da realizzare.

Nella planimetria allegata sono evidenziati i bacini di drenaggio e lo schema delle reti considerati per il calcolo delle portate critiche.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete nord (i = 5 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0547	0,95	24,50	25	1,08	0,047	0,38	5,25	0,042
2=2+1	0,1073	0,95	21,50	31,5	1,26	0,087	0,66	5,44	0,081
3	0,0153	0,95	8,50	16	0,80	0,014	0,18	5,12	0,012
4=4+3+2	0,1226	0,95	4,00	40	1,48	0,165	0,71	5,47	0,092

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete ovest (i = 10 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0795	0,95	45,00	31,5	1,78	0,123	0,42	5,28	0,061
2=2+1	0,2764	0,95	5,00	40	2,09	0,233	0,46	5,31	0,211

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/ovest (i = 20 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0909	0,95	15,00	25	2,16	0,094	0,12	5,08	0,072
2=2+1	0,1162	0,95	6,50	31,5	2,52	0,174	0,16	5,11	0,091

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/est (i = 10 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,1165	0,95	23,90	31,5	1,78	0,123	0,22	5,15	0,091

Rete di pertinenza del parcheggio ad uso pubblico (i = 5 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0117	0,95	7,50	16	0,79	0,014	0,16	5,11	0,009
2=2+1	0,0264	0,95	9,00	20	0,92	0,025	0,32	5,21	0,020
3=3+2	0,0412	0,95	9,00	25	1,06	0,043	0,46	5,31	0,031
4=4+3	0,0534	0,95	6,85	25	1,06	0,043	0,57	5,38	0,040
5	0,0143	0,95	16,30	16	0,80	0,014	0,34	5,23	0,011
6=6+5+4	0,0745	0,95	16,10	31,5	1,26	0,087	0,78	5,52	0,055
7	0,0060	0,95	6,50	16	0,79	0,014	0,14	5,09	0,005
8=8+7	0,0135	0,95	6,80	16	0,79	0,014	0,28	5,19	0,010
9=9+8	0,0210	0,95	6,80	20	0,92	0,025	0,40	5,27	0,016
10=10+9	0,0284	0,95	6,80	20	0,92	0,025	0,53	5,35	0,022
11=11+10	0,0347	0,95	5,55	25	1,06	0,043	0,61	5,41	0,026
12=12+6+11	0,1159	0,95	10,58	31,5	1,26	0,087	0,92	5,62	0,085
13	0,0060	0,95	7,60	16	0,79	0,014	0,16	5,11	0,005
14=14+13	0,0204	0,95	9,00	20	0,92	0,025	0,32	5,22	0,016
15=15+14	0,0348	0,95	9,00	25	1,06	0,043	0,46	5,31	0,027
16=16+15	0,0472	0,95	6,85	25	1,06	0,043	0,57	5,38	0,036
17=17+16+12	0,1768	0,95	16,30	40	1,48	0,165	1,11	5,74	0,128
18	0,0121	0,95	7,50	16	0,79	0,014	0,16	5,11	0,009
19=19+18	0,0271	0,95	9,00	20	0,92	0,025	0,32	5,21	0,021
20=20+19	0,0421	0,95	9,00	25	1,06	0,043	0,46	5,31	0,032
21=21+20	0,0546	0,95	6,85	25	1,06	0,043	0,57	5,38	0,041
22=22+21+17	0,2556	0,95	17,80	40	1,48	0,165	1,31	5,87	0,182
23	0,0072	0,95	7,00	16	0,80	0,014	0,15	5,10	0,006
24=24+23	0,0220	0,95	8,90	20	0,93	0,026	0,30	5,20	0,017
25=25+24	0,0377	0,95	9,00	25	1,08	0,047	0,44	5,30	0,029
26=26+25	0,0524	0,95	6,85	25	1,08	0,047	0,55	5,37	0,040
27=27+26+22	0,3166	0,95	5,00	50	1,72	0,299	1,36	5,90	0,224

Rete di pertinenza della caserma dei carabinieri (i = 5 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0208	0,95	16,00	20	0,93	0,026	0,29	5,19	0,016

Adeguamento rete esistente via Kennedy (i = 5 m/km)

Sottobacino	S [ha]	φ [–]	L [m]	D [cm]	V_r [m/s]	Q_r [m^3/s]	T_r [min]	T_0 [min]	Q_c [m^3/s]
1	0,0271	0,95	44,75	20	0,93	0,026	0,80	5,53	0,020
2=2+1	0,0549	0,95	44,75	25	1,08	0,047	1,49	5,99	0,038
3=3+2	0,0891	0,95	44,00	31,5	1,26	0,087	2,07	6,38	0,060

3.6 DISOLEATORI

A monte del sistema di dispersione negli strati superficiali del suolo delle acque meteoriche di dilavamento dei parcheggi e delle aree carrabili, è previsto un trattamento di disoleatura e dissabbiatura.

Tale trattamento permette la separazione degli oli minerali e degli idrocarburi, contenuti nelle acque meteoriche raccolte, sfruttando la loro minor densità rispetto a quella dell'acqua e favorendone quindi la risalita in superficie. Le particelle di maggiori dimensioni salgono in superficie più rapidamente, quelle più piccole richiedono un tempo maggiore.

Tramite opportuni sistemi di rimozione o direttamente tramite auto spurgo, tali sostanze vengono successivamente raccolte e smaltite.

Il rendimento di un separatore di oli dipende essenzialmente dal rapporto tra la superficie dello stesso e la portata in ingresso.

Per il dimensionamento di un disoleatore si assume una portata in ingresso pari a quella definita di prima pioggia dal Regolamento Regionale n°4 del 24 marzo 2006 (corrispondende ad una precipitazione di 5 mm nei primi 15 minuti).

$$Q_{dis} = S \cdot \varphi \cdot \frac{5}{15 \cdot 60}$$

dove Q_{dis} è la portata in ingresso al disoleatore (l/s), S è l'area del bacino scolante considerato (m^2), φ è il coefficiente di afflusso. Le dimensioni dei manufatti sono quelle comunemente reperibili in commercio.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete nord

S = 1226 m^2 → Q_{dis} = 6,47 l/s

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete ovest

S = 2764 m^2 → Q_{dis} = 14,59 l/s

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/ovest

S = 1162 m^2 → Q_{dis} = 6,13 l/s

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/est

S = 1165 m^2 → Q_{dis} = 6,15 l/s

Rete di pertinenza del parcheggio ad uso pubblico

S = 3166 m^2 → Q_{dis} = 16,71 l/s

Rete di pertinenza della caserma dei carabinieri

S = 208 m^2 → Q_{dis} = 1,10 l/s

3.7 POZZI PERDENTI

Le acque meteoriche verranno smaltite negli strati superficiali del terreno mediante un sistema di dispersione costituito da pozzi perdenti.

Il dimensionamento dei pozzi perdenti va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con il volume immagazzinato dal sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t = \Delta W$$

dove: Q_p è la portata influente (idrogramma di piena di progetto) in m^3/s; Q_f è la portata infiltrata in m^3/s; Δt è l'intervallo di tempo in secondi e ΔW è la variazione del volume infiltrato nel mezzo filtrante nell'intervallo Δt in m^3.

La portata infiltrata Q_f di ogni singolo pozzo può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A_f = \frac{K}{2} \cdot \left(\frac{L + z}{L + z/2} \right) \cdot A_f$$

dove K è permeabilità del terreno in m/s; J è la cadente piezometrica; z lo strato drenante del pozzo in metri; L il dislivello tra il fondo del pozzo e il sottostante livello di falda in metri; A_f la superficie orizzontale drenante effettiva, calcolabile come quella di un anello di larghezza z/2 attorno al pozzo (non si tiene conto della capacità drenante del fondo del pozzo per via della sua possibile occlusione).

Considerando la cadente pari a 1 (può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico della superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente), lo strato drenante z pari all'altezza utile del pozzo H e D il diametro del pozzo, l'espressione precedente risulta essere:

$$Q_f = \frac{K}{2} \cdot [(D + H)^2 - D^2] \cdot \frac{\pi}{4}$$

Pertanto il volume immagazzinato ΔW dovrà essere minore o uguale a zero e sarà pari alla somma del volume delle piogge W_{PC} (pari a Q_p x t), del volume disperso totale dai pozzi perdenti W_{FT} (pari a Q_f x t x n°pozzi) e dal volume accumulato all'interno dei pozzi W_{FC} (pari a $D^2/4$ x π x H x n°pozzi).

Non essendo note le caratteristiche geologico-tecniche specifiche del terreno in questione, si assume un coefficiente di permeabilità pari a 5×10^{-4} m/s (valido per terreni con granulometria varia e grado di permeabilità relativamente basso).

Il dimensionamento dei pozzi disperdenti dovrà pertanto essere verificato dopo l'acquisizione dei dati specifici del terreno.

Ciascun pozzo sarà realizzato con anelli perdenti prefabbricati in calcestruzzo, diametro interno 250 cm e altezza 50 cm con sottofondo (20 cm) e rinfianco (50 cm) in ghiaia.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete nord

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	5,58	0,004	1,10	2,21	1,67	2,21	24,53	-25,06
10	6,73	0,004	2,21	4,42	3,69	6,62	24,53	-27,46
15	8,71	0,004	3,31	6,62	6,31	13,25	24,53	-31,47
20	13,27	0,004	4,42	8,83	10,29	22,08	24,53	-36,32
25	67,74	0,004	5,52	11,04	30,61	33,12	24,53	-27,04
28	97,82	0,004	5,96	11,92	59,95	45,04	24,53	-9,62
30	52,69	0,004	6,62	13,25	75,76	58,29	24,53	-7,06
35	14,41	0,004	7,73	15,45	80,09	73,74	24,53	-18,19
40	10,31	0,004	8,83	17,66	83,18	91,40	24,53	-32,76
45	8,24	0,004	9,94	19,87	85,65	111,27	24,53	-50,15
50	6,96	0,004	11,04	22,08	87,74	133,35	24,53	-70,14
55	6,08	0,004	12,14	24,29	89,56	157,64	24,53	-92,60
60	2,12	0,004	13,25	26,49	90,20	184,13	24,53	-118,46

Si prevede la realizzazione di n°2 pozzi perdenti, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 2,50 m.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete ovest

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	12,57	0,006	1,75	5,25	3,77	5,25	51,52	-53,00
10	15,16	0,006	3,50	10,51	8,32	15,76	51,52	-58,96
15	19,61	0,006	5,25	15,76	14,20	31,53	51,52	-68,84
20	29,88	0,006	7,01	21,02	23,17	52,55	51,52	-80,89
25	152,57	0,006	8,76	26,27	68,94	78,82	51,52	-61,40
28	220,33	0,006	9,46	28,37	135,04	107,19	51,52	-23,67
30	118,69	0,006	10,51	31,53	170,64	138,72	51,52	-19,59
35	32,46	0,006	12,26	36,78	180,38	175,50	51,52	-46,64
40	23,22	0,006	14,01	42,04	187,35	217,54	51,52	-81,71
45	18,57	0,006	15,76	47,29	192,92	264,83	51,52	-123,43
50	15,68	0,006	17,52	52,55	197,62	317,38	51,52	-171,27
55	13,69	0,006	19,27	57,80	201,73	375,18	51,52	-224,96
60	4,79	0,006	21,02	63,06	203,17	438,23	51,52	-286,58

Si prevede la realizzazione di n°3 pozzi perdenti, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 3,50 m.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/ovest

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	5,29	0,005	1,41	2,83	1,59	2,83	29,44	-30,68
10	6,37	0,005	2,83	5,65	3,50	8,48	29,44	-34,42
15	8,25	0,005	4,24	8,48	5,97	16,96	29,44	-40,42
20	12,56	0,005	5,65	11,30	9,74	28,26	29,44	-47,96
25	64,14	0,005	7,07	14,13	28,98	42,39	29,44	-42,85
28	92,63	0,005	7,63	15,26	56,77	57,65	29,44	-30,32
30	49,90	0,005	8,48	16,96	71,74	74,61	29,44	-32,30
35	13,65	0,005	9,89	19,78	75,83	94,39	29,44	-47,99
40	9,76	0,005	11,30	22,61	78,76	117,00	29,44	-67,67
45	7,81	0,005	12,72	25,43	81,10	142,43	29,44	-90,76
50	6,59	0,005	14,13	28,26	83,08	170,69	29,44	-117,05
55	5,76	0,005	15,54	31,09	84,81	201,78	29,44	-146,41
60	2,01	0,005	16,96	33,91	85,41	235,69	29,44	-179,71

Si prevede la realizzazione di n°2 pozzi perdenti, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 3,00 m.

Reti di pertinenza dell'edificio commerciale: rete sud/est

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	7,28	0,005	1,41	2,83	2,18	2,83	29,44	-30,08
10	8,78	0,005	2,83	5,65	4,82	8,48	29,44	-33,10
15	11,35	0,005	4,24	8,48	8,22	16,96	29,44	-38,17
20	17,30	0,005	5,65	11,30	13,41	28,26	29,44	-44,29
25	88,32	0,005	7,07	14,13	39,91	42,39	29,44	-31,92
28	127,54	0,005	7,63	15,26	78,17	57,65	29,44	-8,92
30	68,71	0,005	8,48	16,96	98,78	74,61	29,44	-5,26
35	18,79	0,005	9,89	19,78	104,42	94,39	29,44	-19,41
40	13,44	0,005	11,30	22,61	108,45	117,00	29,44	-37,98
45	10,75	0,005	12,72	25,43	111,68	142,43	29,44	-60,19
50	9,08	0,005	14,13	28,26	114,40	170,69	29,44	-85,73
55	7,93	0,005	15,54	31,09	116,78	201,78	29,44	-114,44
60	2,77	0,005	16,96	33,91	117,61	235,69	29,44	-147,52

Si prevede la realizzazione di n°2 pozzi perdenti, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 3,00 m.

Rete di pertinenza del parcheggio ad uso pubblico

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	12,01	0,006	1,75	12,26	3,60	12,26	120,20	-128,86
10	17,05	0,006	1,75	12,26	8,72	24,52	120,20	-136,00
15	21,90	0,006	1,75	12,26	15,29	36,78	120,20	-141,69
20	32,81	0,006	1,75	12,26	25,13	49,04	120,20	-144,11
25	153,00	0,006	1,75	12,26	71,03	61,30	120,20	-110,47
28	221,97	0,006	1,75	12,26	137,62	73,56	120,20	-56,14
30	155,55	0,006	1,75	12,26	184,29	85,83	120,20	-21,74
35	39,30	0,006	1,75	12,26	196,08	98,09	120,20	-22,21
40	27,46	0,006	1,75	12,26	204,31	110,35	120,20	-26,23
45	21,75	0,006	1,75	12,26	210,84	122,61	120,20	-31,97
50	18,28	0,006	1,75	12,26	216,32	134,87	120,20	-38,75
55	15,91	0,006	1,75	12,26	221,10	147,13	120,20	-46,24
60	14,17	0,006	1,75	12,26	225,35	159,39	120,20	-54,24

Si prevede la realizzazione di n°7 pozzi perdenti, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 3,50 m.

Rete di pertinenza della caserma dei carabinieri

t [min]	Q_p [l/s]	Q_f [mc/s]	W_f [mc]	W_{POZZI} [mc]	W_{PC} [mc]	W_{FT} [mc]	W_{FC} [mc]	ΔW [mc]
0	0,00	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,95	0,002	0,57	0,57	0,28	0,57	7,36	-7,65
10	1,14	0,002	1,15	1,15	0,63	1,72	7,36	-8,45
15	1,48	0,002	1,72	1,72	1,07	3,44	7,36	-9,73
20	2,25	0,002	2,30	2,30	1,75	5,74	7,36	-11,35
25	11,49	0,002	2,87	2,87	5,19	8,61	7,36	-10,78
28	16,60	0,002	3,10	3,10	10,17	11,71	7,36	-8,90
30	8,94	0,002	3,44	3,44	12,85	15,15	7,36	-9,66
35	2,44	0,002	4,02	4,02	13,59	19,17	7,36	-12,94
40	1,75	0,002	4,59	4,59	14,11	23,76	7,36	-17,01
45	1,40	0,002	5,17	5,17	14,53	28,93	7,36	-21,76
50	1,18	0,002	5,74	5,74	14,89	34,67	7,36	-27,15
55	1,03	0,002	6,31	6,31	15,20	40,99	7,36	-33,15
60	0,36	0,002	6,89	6,89	15,30	47,87	7,36	-39,93

Si prevede la realizzazione di n°1 pozzo perdente, del diametro interno di 2,50 m e un'altezza utile pari a 1,50 m.

4. VERIFICA STATICA CONDOTTA IN PEAD DN1600 SN8

La condotta interrata ed il suolo in cui essa è immersa costituiscono una struttura che, sotto l'azione dei carichi e dei sovraccarichi, deve risultare stabile nel tempo. Per tale motivo si deve procedere alla verifica statica della condotta nella sua condizione di esercizio, protratta negli anni secondo un orizzonte temporale congruente con la durata ipotizzata della rete fognaria.

Nel presente progetto è previsto lo spostamento di un tratto di condotta esistente (tombotto acque meteoriche) di diametro 160 cm il cui tracciato interferisce con il nuovo edificio commerciale; l'intervento prevede la posa di circa 130 metri di tubazioni in Pead spiralato SN8.
Le tubazioni in PEAD sono tubazioni flessibili: sono definiti *tubi flessibili* quelli in cui la sollecitazione esterna può causare mutamenti di forma della sezione circonferenziale (cioè si può deformare) senza causare danni. La deformazione, a breve o lungo termine, può raggiungere valori anche elevati, non compatibili con il corretto funzionamento della canalizzazione, senza che il tubo presenti danni alla struttura o sintomi di collasso. Sono tubi rigidi quelli in cemento, fibrocemento, ghisa, grès, acciaio mentre sono flessibili il PVC, PRFV, PE, PP ed i tubi in materie plastiche in genere.

La flessibilità (o meglio la deformabilità) in senso circonferenziale dipende dal valore della rigidezza circonferenziale.

La rigidezza circonferenziale è il parametro che caratterizza i tubi flessibili e, in relazione alla sua dipendenza sia dai dati geometrici (momento d'inerzia di parete) che dalle caratteristiche del materiale (modulo di elasticità), si definisce geometricamente per i tubi a parete piena e con valori ben definiti del modulo di elasticità e sperimentalmente per altro tipo di tubo con parete complessa o materiali compositi.

In termini tecnici, la rigidezza è definita come:

$$SR = E\ I\ /\ rm^3$$

espressa in kN/m^2 (norme DIN)

in cui:

- E = modulo elastico circonferenziale del materiale
- $I = s^3/12$ = momento di inerzia di parete
- s = spessore della parete
- rm = raggio sull'asse neutro.

oppure secondo la notazione adottata da ISO ed EN basata sul diametro medio:

$$SN = E\ I\ /\ Dm^3$$

espressa ancora in kN/m^2.

Ne consegue un rapporto SR = 8SN.

Nel contesto delle condotte, "flessibile" significa deformabile nella direzione del diametro verticale.

Nella valutazione del concetto di "flessibilità", il modulo di elasticità del materiale riveste una particolare importanza.

Per il PEAD i valori medi sono :

- $9,0 \times 10^2$ N/mm^2 a breve termine;
- $2,25 \times 10^2$ N/mm^2 a lungo termine.

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento - pareti della trincea" (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o terrapieno), che si oppongono alla deformazione. I tubi flessibili, proprio grazie alla loro deformabilità, sono in grado di trasmettere i carichi lateralmente sul terreno.

Il comportamento di una tubazione flessibile qualsiasi soggetta a carico può essere ricondotta a quella delle strutture ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

Nelle teorie comunemente utilizzate per il calcolo della deformazione, l'analisi della struttura tubo - terreno si semplifica assumendo che le deformazioni nel tubo siano piane ed il tubo sia equivalente ad un cilindro di lunghezza infinita e di piccolo spessore, e considerando inoltre che il terreno reagisca elasticamente.

L'analisi del sistema strutturale tubo flessibile - terreno è stata sviluppata nell'Università dello Iowa da Spangler e Marston. L'equazione di Spangler è stata poi modificata, sulla base degli studi di Barnard ed altri, nella forma comunemente accettata per il calcolo della deformazione dei tubi flessibili.

Tale formula si presenta come:

deformazione = (carico sul tubo) / (rigidezza del tubo + rigidezza del terreno)

Nella formula non compaiono direttamente i dati relativi alla trincea, che influiscono invece sul calcolo del carico.

Interazione tubo-terreno

In tutte le tubazioni posate in scavo e soggette a carichi esterni si verifica un'interazione tra tubo, materiale di riempimento e parete dello scavo.

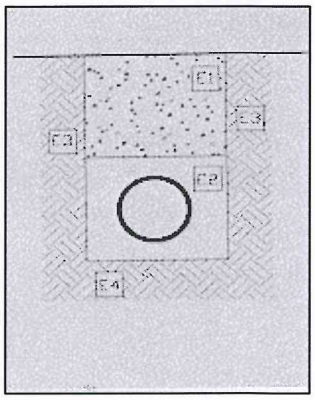
In termini pratici il complesso "materiale di riempimento-pareti dello scavo" si oppone alla deformazione ed alla rottura della tubazione. Maggiore è la "rigidezza" del materiale di riempimento e della struttura intorno alla tubazione, maggiore è la resistenza della canalizzazione alle sollecitazioni esterne.

La reazione del complesso "riempimento-terreno" è da porsi in relazione al modulo di elasticità "E" del terreno di riempimento, che a sua volta dipende fortemente dal grado di compattazione, ed a quello, inalterato, delle pareti dello scavo.

In genere si utilizzano metodi di calcolo (derivanti dagli studi di Spangler, Watkins, Barnard) che tengono in considerazione il fatto che il valore di "E" (modulo elastico o modulo di resistenza passiva del terreno di riempimento) non è costante, mentre invece risulta costante, ai fini pratici, il fattore E' = E*r (ove r è il raggio della condotta), chiamato "modulo di deformazione" o "modulo elastico"(espresso in N/mm^2).

Sono definiti come:

- E1 modulo elastico del terreno sovrastante la tubazione (riempimento);
- E2 modulo elastico del rinfianco (terreno che circonda il tubo);
- E3 modulo elastico del terreno in sito (ai fianchi dello scavo);
- E4 modulo elastico del terreno in sito (fondo scavo senza letto di posa).



Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di E', dell'angolo di attrito interno del terreno "ϕ" ed il peso specifico del terreno "γ" in funzione del tipo di materiale e della percentuale di compattazione.

VALORI DI E1 ED E2 in N/mm^2	*CLASSE DI RINFIANCO O DI REINTERRO*			
	1	*2*	*3*	*4*
Argilla e terreni a grana molto fine	0,6	1,5	2	5
Limi e terreni a grana fine	0,8	2	3	7
Sabbia e terreni a grana media	1,2	3	4	10
Ghiaia e terreni a grana grossa	2	6	9	20

Classe del terreno di rinterro e rinfianco:

- 1 rinterro o rinfianco senza compattazione (terreno scaricato alla rinfusa);
- 2 rinterro o rinfianco con livello scarso di compattazione;
- 3 rinterro o rinfianco con livello medio di costipamento;
- 4 rinterro o rinfianco con ottimo livello di compattazione (ripristino condizioni in sito).

TIPO DI TERRENO IN SITO	ϕ (°)	γ (KN/M^3)	E3-E4 (MPa)
Argilla e terreni a grana molto fine	20	20	5
Limi e terreni a grana fine	25	20	7
Sabbia e terreni a grana media	30	20	10
Ghiaia e terreni a grana grossa	35	20	20

ϕ = angolo di attrito interno del terreno in gradi

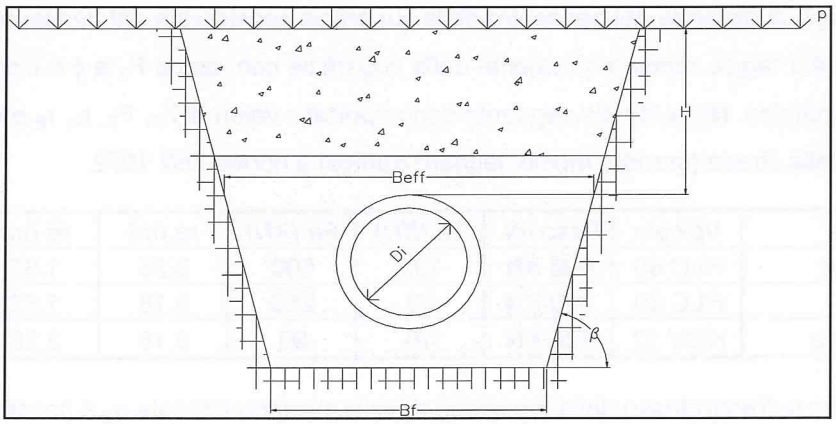
γ = peso specifico del terreno in kN/m^3

Calcolo dei carichi gravanti sulla condotta

Qualsiasi tubazione posata in scavo o in terrapieno è soggetta a carichi esterni, dovuti al peso del materiale di ricoprimento ed agli eventuali manufatti gravanti sullo stesso, definiti carichi statici, ed ai carichi dinamici dovuti al passaggio di mezzi terrestri sulla verticale o in prossimità della condotta.

Nella seguente tabella sono riportati i dati utilizzati per la verifica statica delle tubazioni in analisi.

Dati di progetto	***U.M.***	***Tubazione***	
Materiale tubazione		PEAD SN8	
Comportamento della tubazione		Flessibile	
De Diametro esterno	mm	1842,8	
Di Diametro interno	mm	1600	
Sp Spessore	mm	121,4	
B_f Larghezza scavo	m	2,90	
H Altezza ricoprimento max	m	3,20	
H Altezza ricoprimento min	m	3,00	
H_f Altezza del sottofondo	m	0,30	
β Angolo formato dalla scarpata dello scavo con l'orizzontale	gradi	90	
Rinterro		Sabbia e terreni a grana media	
Classe del terreno di rinfianco		3	
Classe di rinterro		3	
Tipo sezione di scavo		Rilevato	
Condizioni di traffico		Pesante	



Analisi del carico dovuto al terreno

Il carico dovuto al peso del terreno sulla generatrice superiore del tubo, per unità di lunghezza, è dato dalla seguente formula:

$$Q_1 = C_e \cdot De^2 \cdot \gamma$$

con:

$$C_e = 0{,}1 + 0{,}85 \cdot (H / De) + 0{,}33 \cdot (H / De)^2 \text{ per } H/De \le 2{,}66$$

$$C_e = 0{,}1 + 1{,}68 \cdot (H / De) \text{ per } H/De > 2{,}66$$

Analisi del carico stradale

La pressione esercitata sul condotto dal carico stradale è calcolata in base alla teoria di Boussinesq (diffusione di un carico circolare in un semispazio omogeneo e isotopo ed elastico) ed è determinata dalla seguente equazione:

$$q_2 = a_F \cdot p_F \cdot \phi$$

dove:

$$p_F = \frac{F_A}{r_A^2 \cdot \pi} \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_A}{H} \right)^2} \right)^{3/2} \right] + \frac{3 \cdot F_E}{2 \cdot H^2 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_E}{H} \right)^2} \right)^{5/2}$$

$$a_F = 1 - \frac{0{,}9}{0{,}9 + \frac{4 \cdot H^2 + H^6}{1{,}1 \cdot \left(\frac{(De + Di)}{2} \right)^{2/3}}}$$

F_A è il carico sulla superficie considerata, F_E è il carico sulle superfici circostante a quella considerata, r_E è la distanza del baricentro della superficie considerata dal baricentro dei carichi circostanti, r_A è il raggio medio equivalente della superficie con carico F_A e ϕ è il coefficiente di incremento dinamico. Nella tabella seguente sono riportati i valori di F_A, F_E, r_A, r_E e ϕ in funzione della classe della strada (grande, medio, leggero traffico) a norma DIN 1072.

Classe Strada	*Veicolo*	*Peso tot.*	*Fa (KN)*	*Fe (KN)*	*ra (m)*	*re (m)*	*Φ*
Grande traffico	HLC 60	600 KN	100	500	0,25	1,82	1,2
Medio traffico	HLC 30	300 KN	50	250	0,18	1,82	1,4
Traffico leggero	HGV 12	120 KN	40	80	0,15	2,26	1,5

Dalla pressione sull'estradosso della tubazione dovuta al carico stradale q_2 è possibile risalire al carico per unità di lunghezza del tubo:

$$Q_2 = q_2 \cdot De$$

Carico agente sulla tubazione

Il carico totale agente sulla tubazione per unità di lunghezza Q_{tot} è dato dalla somma dei carichi Q_1 e Q_2.

Q_{tot} è la forza sollecitante la condotta immersa nel terreno e sottoposta ai vari carichi statici e dinamici definiti precedentemente. Questa forza, moltiplicata per un fattore di sicurezza posto pari a 1,5, permette di determinare il grado di deformazione del tubo, che deve risultare inferiore al 5% del diametro della condotta stessa (secondo quanto stabilito dalle norme UNI).

Nelle reali condizioni di impiego la forza sollecitante la condotta diminuisce per effetto delle azioni di supporto del terreno. La sollecitazione definitiva (F_s) della condotta posata nello scavo si ottiene, pertanto, dividendo la forza ottenuta in precedenza (moltiplicata per il coefficiente di sicurezza 1,5) per un coefficiente di posa Ez, funzione delle modalità di allettamento del condotto.

I valori di Ez sono:

- Ez = 1,59 → Solo sottofondo in sabbia o ghiaietto;
- Ez = 1,80 → Sottofondo , rinfianco e ricoprimento in sabbia o ghiaietto;
- Ez = 2,80 → Sottofondo in sabbia o ghiaietto e rinfianco in calcestruzzo;
- Ez = 3,69 → Totale annegamento in calcestruzzo.

Calcolo deformazione condotta

La deformazione di una condotta flessibile soggetta a una forza sollecitante Fs risulta:

$$\Delta X = \frac{0{,}125 \cdot T \cdot F_s \cdot 1000}{(E_t / T \cdot (\text{spessore} / De)^3) \cdot 10^6 + 0{,}0915 \cdot E_i}$$

dove T tiene conto della variazione nel tempo delle caratteristiche del materiale costituente il tubo (per tubazioni in Pead T è posto pari a 1), Et è il modulo di elasticità del tubo (225 MPa per tubazioni in Pead) ed Ei risulta:

$$E_i = \frac{9 \cdot 10^4 (H + 4)}{\alpha}$$

Il condotto è staticamente verificato se risulta:

$$\frac{\Delta X}{De} \cdot 100 \leq 5$$

Calcoli statici

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati dei calcoli del carico statico, del carico stradale e la verifica di stabilità relativi alle tubazioni in progetto.

Carico dovuto al terreno

DN (mm)	*H (m)*	*C_e (-)*	*Q_1 (kN/m)*
1600	1,07	2,57	174,62

Carico stradale

DN (mm)	H (m)	p_F (-)	a_F (-)	q_2 (kN/m²)	Q_2 (kN/m)
1600	3,20	16,20	0,99	19,42	35,79

Verifica a deformazione

DN (mm)	H (m)	Q_{tot} (kN/m)	F_s (kN/m)	Ez (-)	ΔX/De (%)	Verifica
1600	3,20	210,41	175,34	1,80	1,87	< 5 %

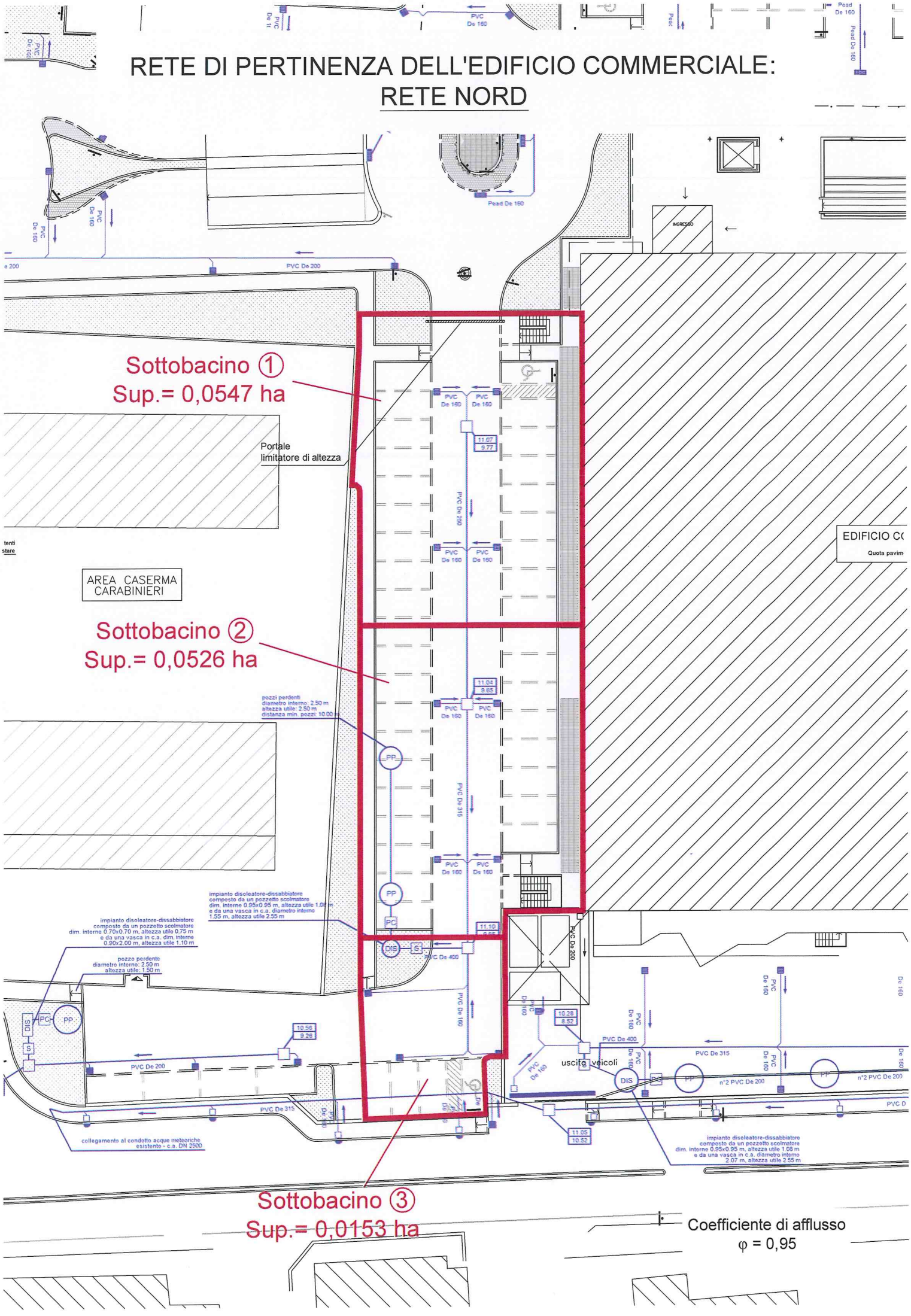
Verifica a deformazione

Il limite di deformazione imposto dalle normative UNI per tubazioni in materie plastiche pari al 5% è sempre rispettato pertanto il sottofondo ed il rinfianco della tubazioni può essere effettuato in sabbia.

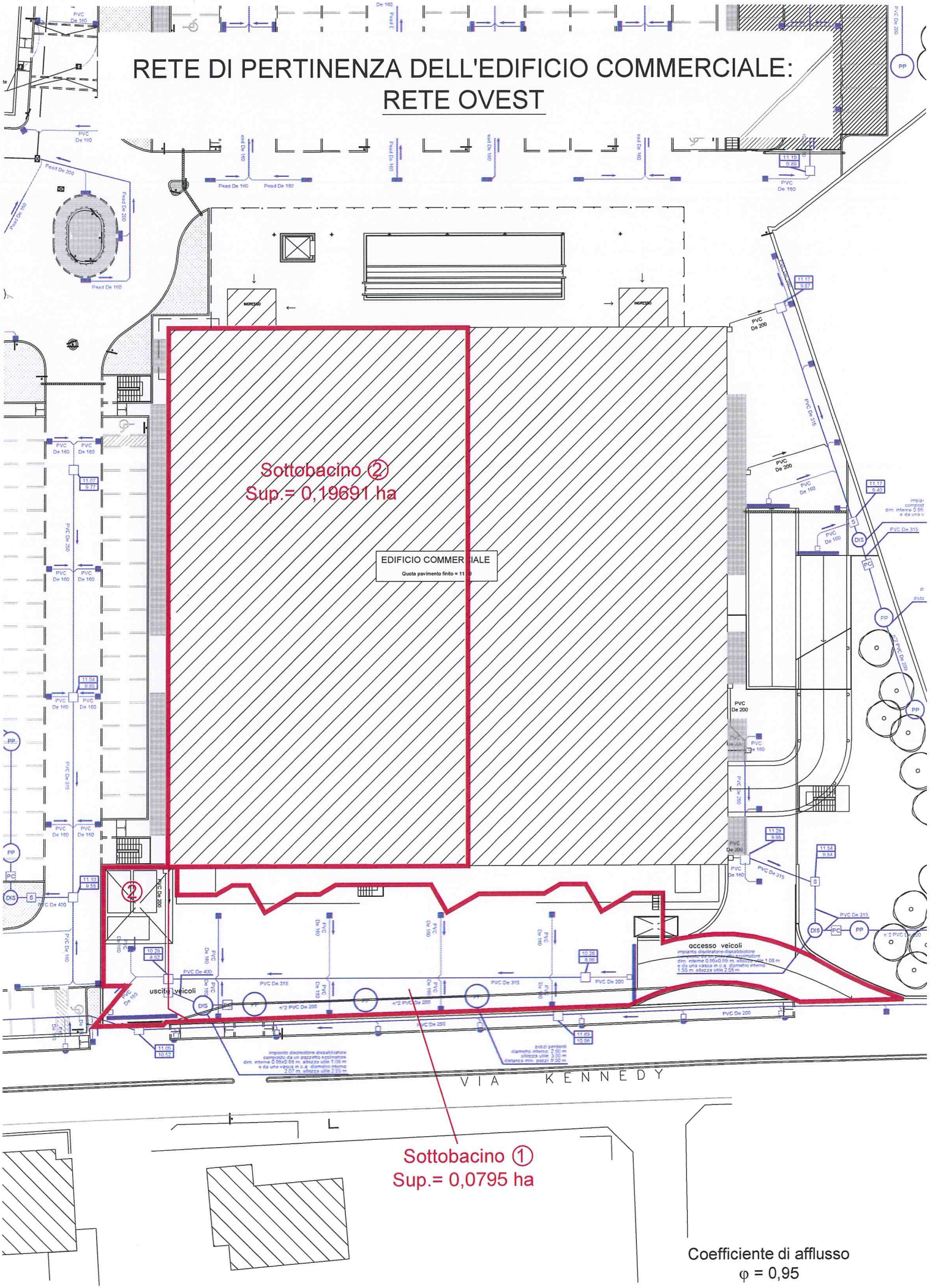
Si precisa infine che nei calcoli, a favore di sicurezza, non è stato tenuto conto della pressione interna dell'acqua circolante nelle condotte, fattore che contribuisce ulteriormente alla rigidità delle tubazioni stesse.

5. ALLEGATO: PLANIMETRIA BACINI DI DRENAGGIO E SCHEMA RETE

RETE DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE:
RETE NORD

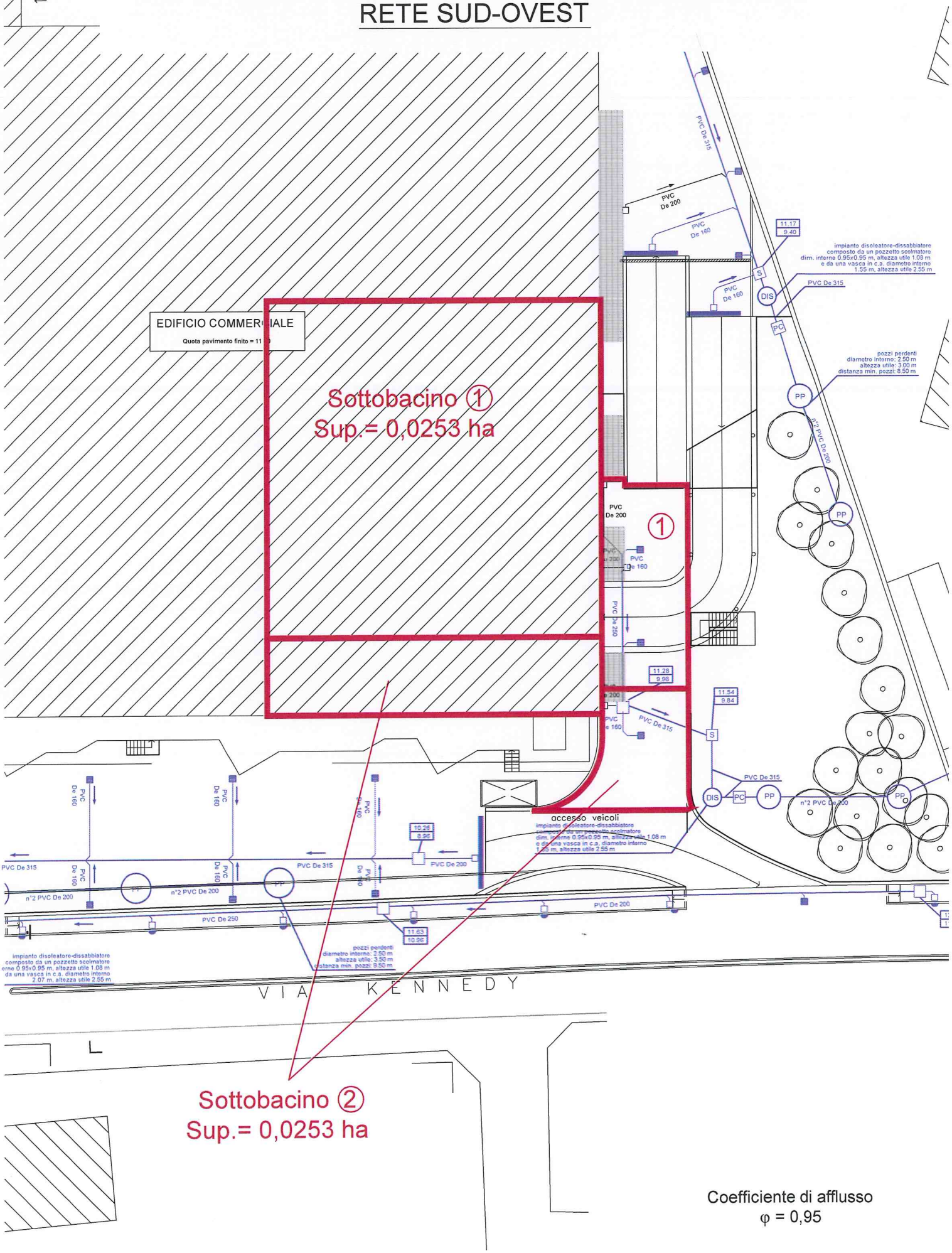


RETE DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE:
RETE OVEST



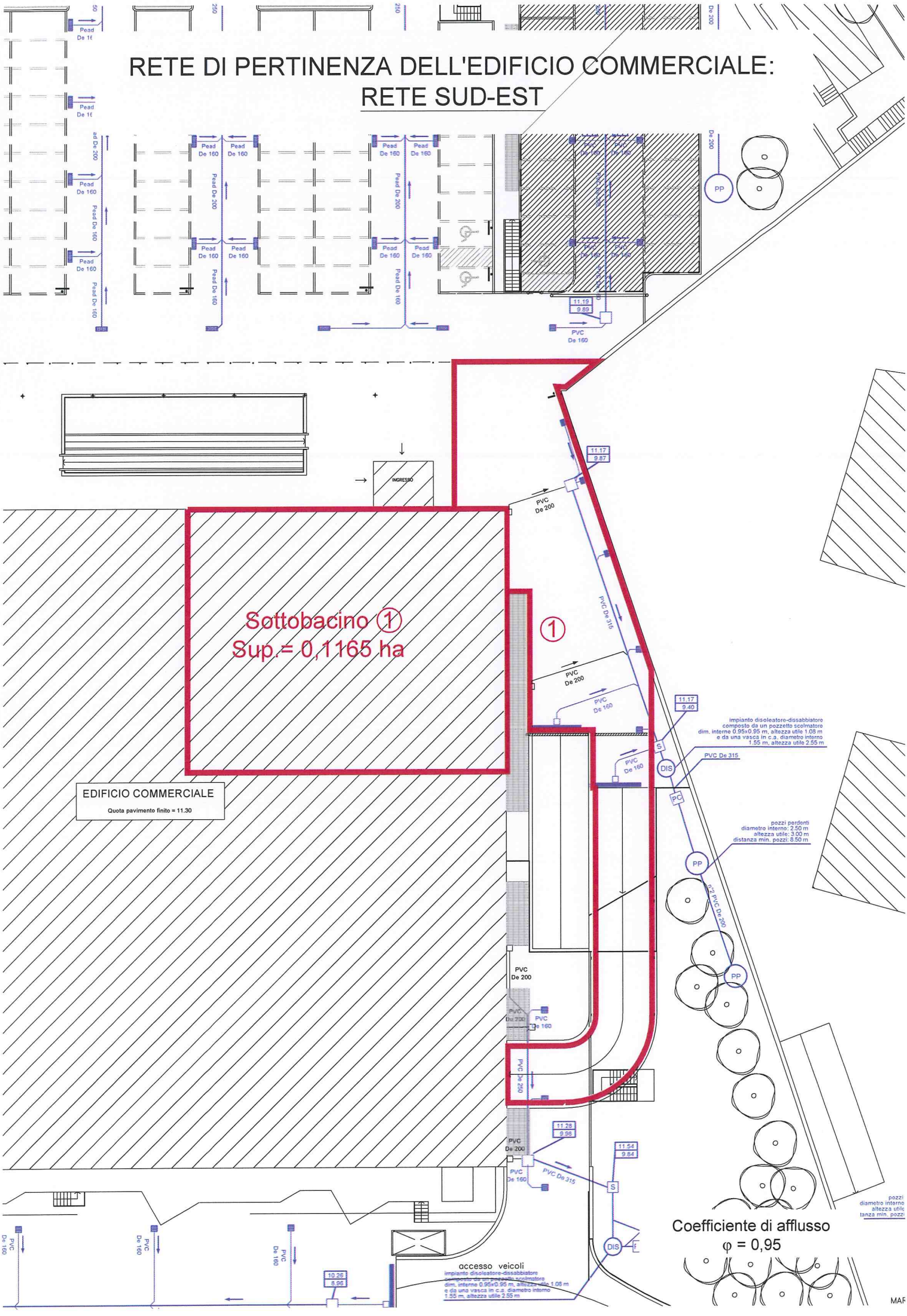
Coefficiente di afflusso
$\varphi = 0,95$

RETE DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE:
RETE SUD-OVEST

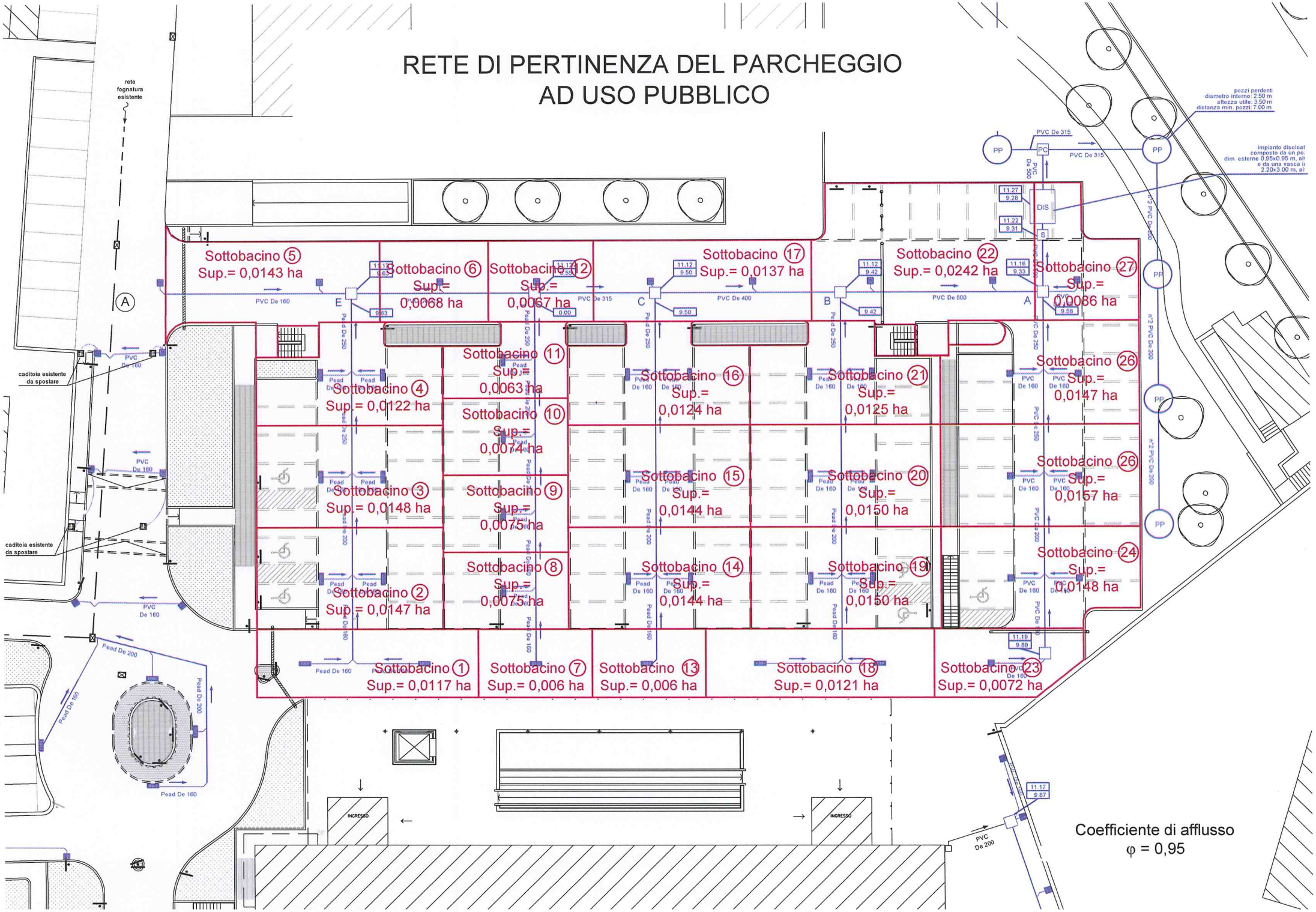


Coefficiente di afflusso
$\varphi = 0,95$

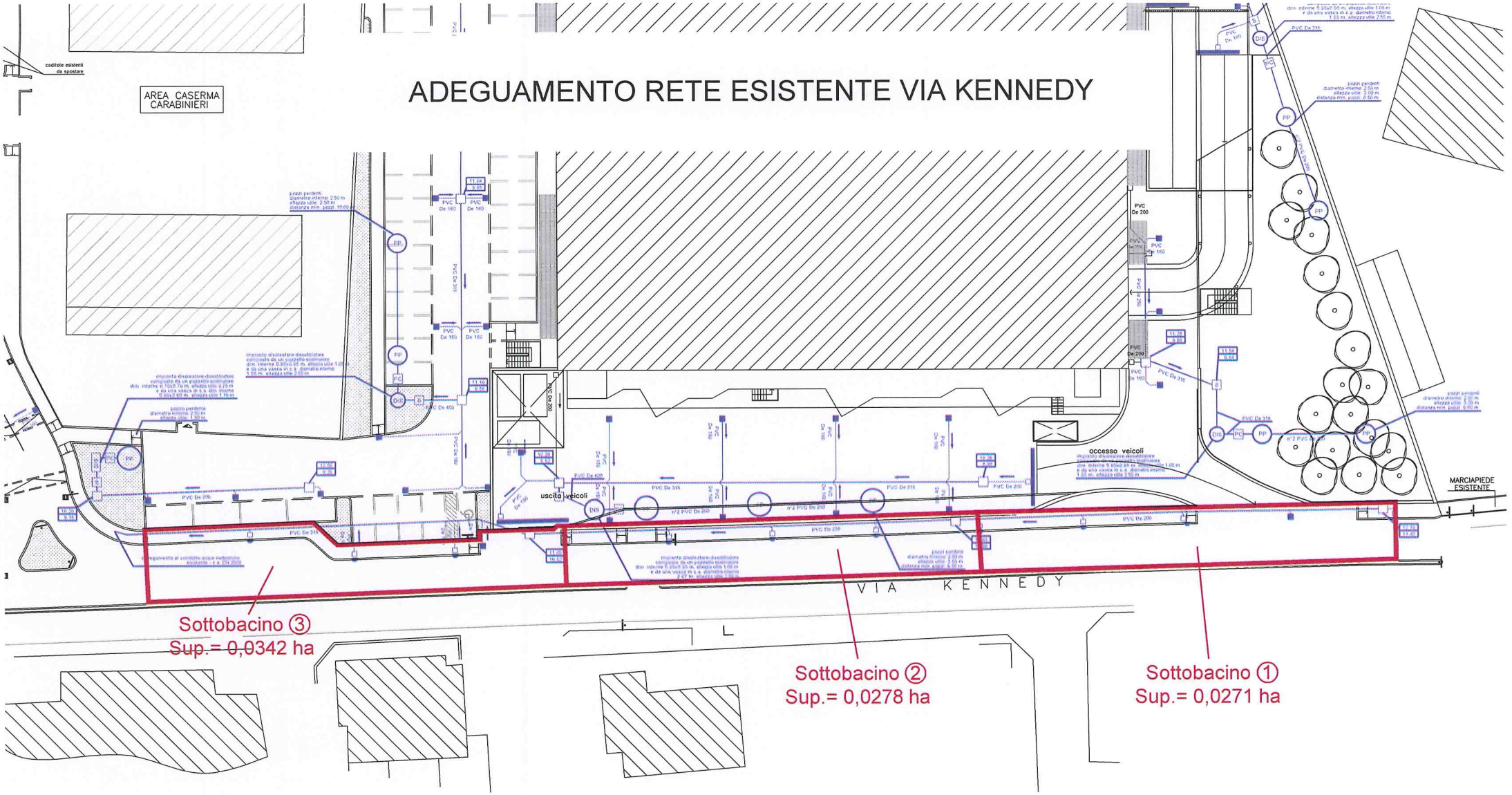
RETE DI PERTINENZA DELL'EDIFICIO COMMERCIALE:
RETE SUD-EST



RETE DI PERTINENZA DEL PARCHEGGIO AD USO PUBBLICO

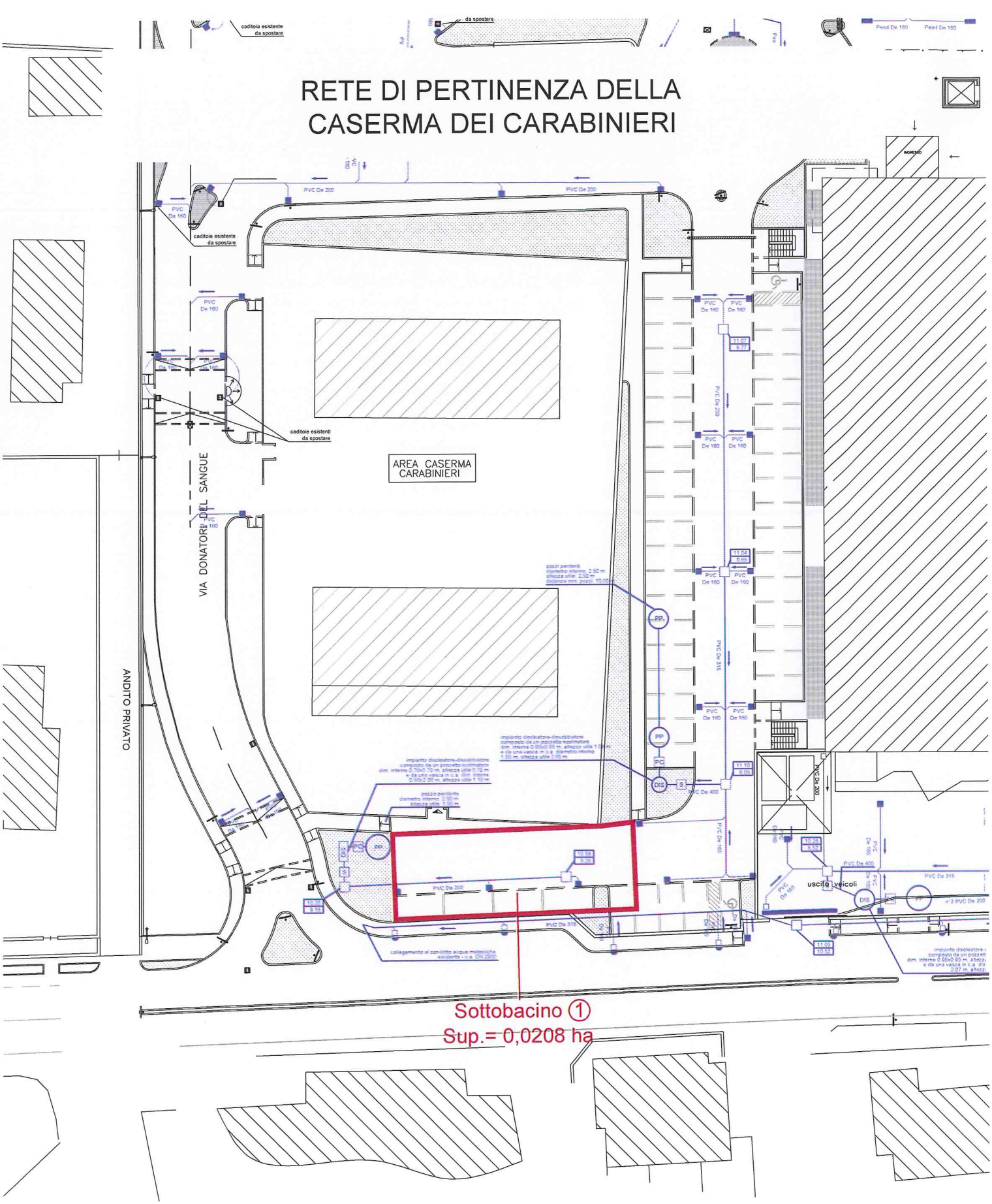


ADEGUAMENTO RETE ESISTENTE VIA KENNEDY



Coefficiente di afflusso
$\varphi = 0,95$

RETE DI PERTINENZA DELLA CASERMA DEI CARABINIERI



Coefficiente di afflusso
$\varphi = 0,95$