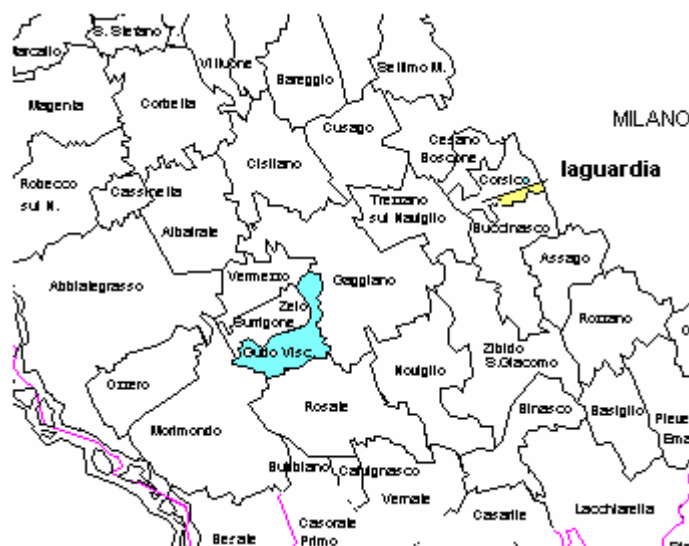


PREMESSE

Il comune di GUDO VISCONTI (**598** ha di estensione) è situato a ovest di Milano La quota di riferimento é individuata in **116** m.s.l.m. con escursioni di 5 metri

I confini comunali sono qui indicati:



La popolazione (circa **1714** persone al 31.12.2009) è distribuita nel centro storico

Il comune aderisce a CAP- Holding per il servizio integrato (acquedotto, fognatura, depurazione)

Il comune è interessato a periodiche esondazione durante gli eventi meteorici; la acque pervengono all'impianto di depurazione dove uno scolmatore con sollevamento dovrebbe deviarle nella roggia LONGONA

Il Comune è interessato da una fitta rete di canali, come più avanti indicato. Il livello dell'aves è particolarmente alto. L'acqua si trova a -70 cm dal suolo. Questa situazione è del tutto comune ai due comuni a Nord e cioè Vermezzo e Zelo Surrigione. La falda freatica è influenzata anche dalle dispersioni del Naviglio Grande.

L'idrografia superficiale della zona è costituita da numerose rogge che provvedono:

- In tempo asciutto all'irrigazione dei terreni e alla raccolta dei coli
- In tempo piovoso alla raccolta degli sgrondi delle meteoriche

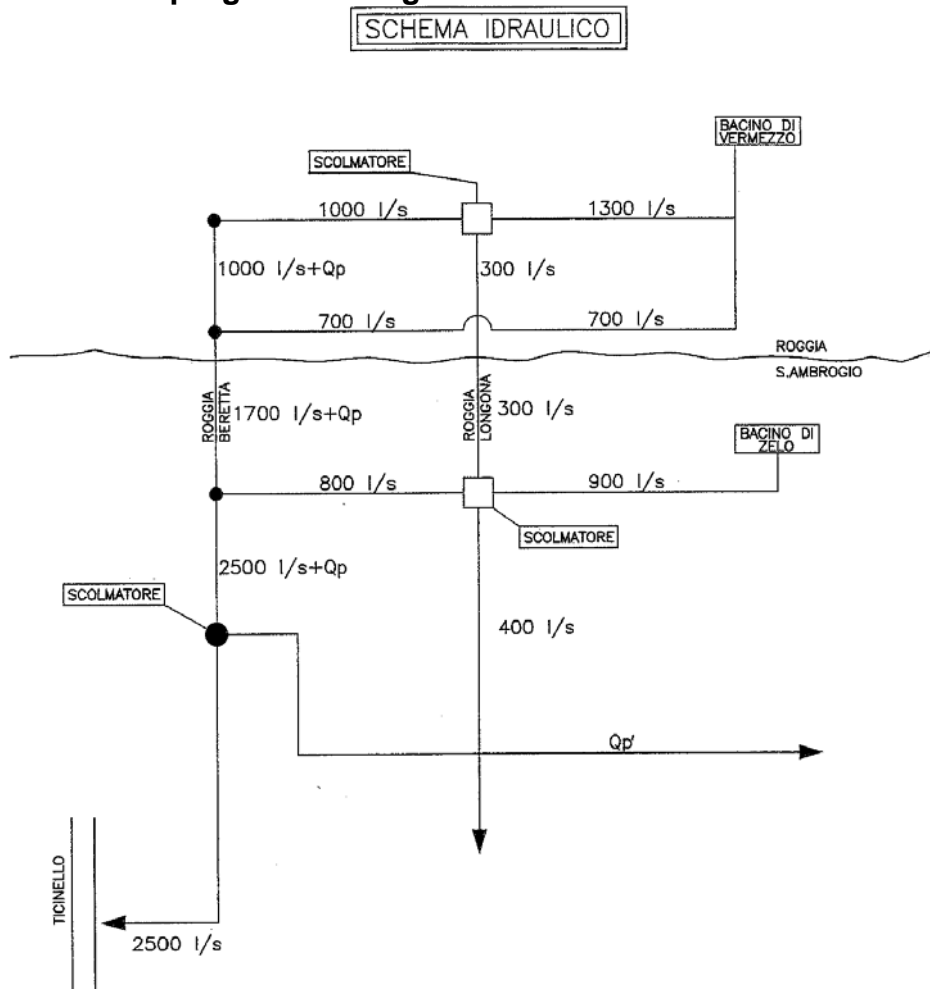
Le civiche fognature sono prevalentemente di tipo misto. Le acque di Vermezzo e Zelo sono depurate a ZELO SURRIGIONE. Le acque di GUDO sono depurata al civico depuratore.

Le fognature dei tre comuni hanno sempre scaricato le extra portate di pioggia e le acque depurate dagli impianti in roggia Longona che, una volta, aveva funzione di irrigatrice,

- **Per il bacino di Vermezzo – via Piave;** costruzione di un condotto in cls dn 120 cm lungo la via Piave, sottopassante la SP per Rosate con utilizzo di scolmatore esistente e con costruzione di nuovo scolmatore sempre lungo la via Piave; scarico in roggia Beretta
- **Per il bacino di Vermezzo e Zelo- zona roggia sant’Ambrogio;** costruzione di condotto in c.a. dn 100 cm in adiacenza alla roggia Sant’ambrogio; scarico in roggia Beretta
- **Bacino di Zelo Surrigone- scolmatore impianto di sollevamento;** costruzione di condotto in c.a. dn 100 cm; scarico in roggia Beretta. Il condotto sottopassa la SP per Rosate e confluisce nel cavo Beretta con valvola di non ritorno
- Costruzione di uno scolmatore di piena sul cavo Beretta.(che andando verso SUD ha assunto i nomi prima di Cavo Lucini e quindi di cavo Bernasconi) e immissione delle portate in un nuovo cavo in terra a sezione trapezia che si collega finalmente al cavo Ticinello

Queste opere sono sinteticamente rappresentate nella TAV 1. SCOLO DI ACQUE METEORICHE PER VERMEZZO E ZELO e hanno anche lo scopo di salvaguardare dalle inondazioni il territorio di Rosate

In seguito si riporta lo schema idraulico delle portate per Vermezzo e Zelo Surrigone, desunto dal progetto dell’ing. Calcaterra



Lo studio idraulico degli eventi piovosi porta alle seguenti espressioni:

per tempo di ritorno 10 anni $h=53.4.t^{0.407}$ per $t \leq 42$ minuti e $h=50.0.t^{0.222}$ per $t > 42$ minuti

per tempo di ritorno 15 anni $h=57.8.t^{0.407}$ per $t \leq 42$ minuti e $h=54.1.t^{0.222}$ per $t > 42$ minuti

per tempo di ritorno 20 anni $h=60.0.t^{0.407}$ per $t \leq 42$ minuti e $h=57.0.t^{0.222}$ per $t > 42$ minuti

Il calcolo delle portate pluviali conseguenti agli afflussi meteorici effettuato utilizzando il metodo italiano dell' invaso conduce alle seguenti espressioni:

coefficiente udometrico in lt/sec. * ha.

$$u = 2168.no' \left[\frac{(\varphi.a')^{1/no'}}{w^{(1/no'-1)}} \right]$$

tempo di riempimento

$$T = (2.6 + no') \cdot \frac{(w)^{1/no'}}{(\varphi.a')}$$

no' e a' sono i coefficienti della curva delle piogge, ragguagliati all'area (per aree di grande estensione, superiori a 100 ha)

portata di deflusso

$$Q = u * A$$

dove i diversi simboli rappresentano:

- **no'**= 4/3 n' con n' esponente della curva di possibilità climatica, **eventualmente** ragguagliato all' area.
- **a'** = altezza di precipitazione della durata di 1 ora, **eventualmente** ragguagliata all' area.
- **φ**= coefficiente di assorbimento medio ponderale
- **w** = coefficiente di invaso specifico misurato in m.

Il coefficiente **w** può essere calcolato, quando sia impossibile o disagiata conoscere l' intera rete di fognatura afferente ai condotti presi in esame, con la formula del prof. Jannelli:

$$w = w_0(1 + kA^y)$$

con **w₀**=invaso superficiale (solitamente tra 30 e 50 m³/ha cioè 0,003-0,005 m) **k** e **y**, costanti di bacino, determinate sulla base di una indagine statistica sull' entità dei volumi di invaso di reti già progettate; **A** = superficie area scolante in ettari.

I valori da utilizzare secondo le estrapolazioni effettuate da Jannelli sarebbero:

k= 0,27 e y= 0,227 per terreni a forte pendenza
 k= 0,29 e y= 0,227 per terreni a media pendenza
 k= 0,33 e y= 0,227 per terreni a debole pendenza

naturalmente, in sicurezza, converrà sottostimare l'invaso w al fine di sovrastimare la portata in fognatura e quindi converrà sempre scegliere k= 0,27

Tornando alla formula generale della portata , recenti studi di verifica delle esperienze originarie di Fantoli, hanno messo in evidenza che al posto di $n' = 4/3n'$ si debba usare semplicemente il valore base, non aumentato di un terzo; durante un evento piovoso simulato agli inizi del 1900, si notò che il coefficiente d'afflusso cresceva nel tempo secondo la radice cubica di quest'ultimo e cioè $\varphi = kh^{1/3}$ con k legato alla permeabilità del terreno; essendo $h = at^n$ si scrisse $\varphi = ka^{1/3} t^{n/3}$ e, per $t=1$ ora, $\varphi_1 = ka^{1/3}$ e quindi si può scrivere in genere $\varphi = \varphi_1 t^{n/3}$; in definitiva si ha $h = (\varphi_1 t^{n/3})^3 at^n$ cioè $h = \varphi_1^3 at^{4n/3}$; la formula in sostanza considera un evento critico successivo ad un periodo d asciutta, mente un evento critico può essere contenuto in un evento meteorico ben più lungo con scrosci antecedenti che hanno reso umido il terreno: il coefficiente d'afflusso deve essere costante e pari al valore che raggiunge a seguito di precipitazioni significative; in questo caso aumentare di 1/3 l'esponente n riduce l'intensità degli eventi minori di un'ora e quindi le portate critiche in fognatura . La formula generale è dunque;

$$u = 2168.n' \left[\frac{(\varphi.a')^{1/n'}}{w^{(1/n'-1)}} \right]$$

con tempo di riempimento

$$T = (2.6 + n') \cdot \frac{(w)^{1/n'}}{(\varphi.a')}$$

il valore massimo delle portate meteoriche scaricate dai territori di Vermezzo e Zelo è stato stimato (vedasi progetto ing. Calcaterra) in **2500 l/sec.**

Tutta questa portata va ad impegnare il nuovo canale scolmatore con una sezione impegnata (scabrezza m di kutter =1.75) che prevede

Larghezza di base 2 metri, altezza di riempimento 1.5 metri, scarpa 45°, pendenza verso il Ticinello 1 per mille

Le portate meteoriche di GUDO VISCONTI

Riprendendo le considerazioni già svolte precedentemente e estendibili anche al comune di GUDO sia per la vicinanza del territorio sia per la comunanza delle problematiche il territorio edificato di Gudo è stato suddiviso in (vedi TAV 2)

AREE DI INSEDIAMENTO CIVILE	m2	484926
AREE A VERDE	m2	64285
TOTALE	m2	549210

Con un coefficiente di assorbimento di 0.25 per le aree edificate e 0,1 per le aree a verde e per tempo di ritorno 10 anni **cioè** $h=53.4t^{0.407}$ per $t \leq 42$ minuti e $h=50.0.t^{0.222}$ per $t > 42$ minuti

I risultarti dei calcoli indicano una portata meteorica da smaltire pari a **978** l/sec. Con un coefficiente udometrico di 17.81 l/sec.ha

Tale risultato appare in linea con quelli già calcolati dall'ing. Calcaterra per le aree vicine e simili e cioè

Per Vermezzo $U= 15.74$ l/sec.ha

Per Zelo $U= 17,66$ l/sec.ha

VERDE	64285	0,10	
totali	<u>549211</u>		
valore medio ponderale		0,23	
invaso $w=0,005*(1+0,27*(area\ in\ ettari)^{0,227})=$			0,00835
equazione piogge	primo ramo	secondo ramo	
$n=n'=n_0'$	0,407	0,222	
$a=a'$ in metri	0,053	0,05	
$1/n_0' =$	2,457	4,505	
$1/n_0' - 1 =$	1,457	3,505	
$U = l/sec*ha$	19,51	17,81	
U di dimensionamento		17,81	
$u = 2168 . n' \left[\frac{(\varphi . a')^{1/n'}}{w^{(1/n'-1)}} \right]$			
Qpioggia= U*area			978,1061

Per sottrarre tale portata al reticolo fognario di GUDO si possono percorrere due strade

1. Costruire una vasca volano nei pressi del depuratore
2. Scaricare tali acque nel nuovo canale scolmatore realizzato dai comuni di Vermezzo e Zelo

La prima soluzione si presenta problematica in quanto l'elevato aves ridurrebbe la capacità di accumulo (la vasca dovrebbe quindi essere molto estesa più che profonda e del resto , vista la profondità delle fognature, risulta quasi impossibile uno sfioro a gravità in detta vasca. Naturalmente la vasca volano potrebbe essere a tenuta con fondo e pareti in cls, ma i costi sarebbero veramente ragguardevoli.

La soluzione migliore appare quella di scaricare le acque (potenziando l'attuale pompa idrovora) ancora nel Ticinello al quale si può arrivare o con una tubazione dedicata o utilizzando ancora il nuovo canale scolmatore (con l'autorizzazione dei comuni di Vermezzo e Zelo che costruiscono l'opera)

Il canale scolmatore ha in progetto larghezza di base 2 metri, scarpa 45°, pendenza verso il Ticinello 1 per mille. Infatti con $m=1,75$ la portata viene calcolata con la nota espressione di Chèzy per il moto uniforme di correnti a pelo libero:

$$v = \chi R^{1/2} i^{1/2} \quad Q = v \cdot A$$

Q = portata del condotto

A = area della sezione bagnata

R = raggio idraulico = A/C

i = pendenza del condotto

Nel caso di moto assolutamente turbolento l'espressione si semplifica in varie formule empiriche e le più usate per χ sono quelle di:

- **Bazin** $\chi_B = 87 / (1 + \gamma / R^{1/2})$
- **Kutter** $\chi_k = 100 / (1 + m / R^{1/2})$

Utilizzando Kutter con $m=1.75$ si ha, per la portata di 2500 l/sec che è necessaria un'altezza di 1 metro circa

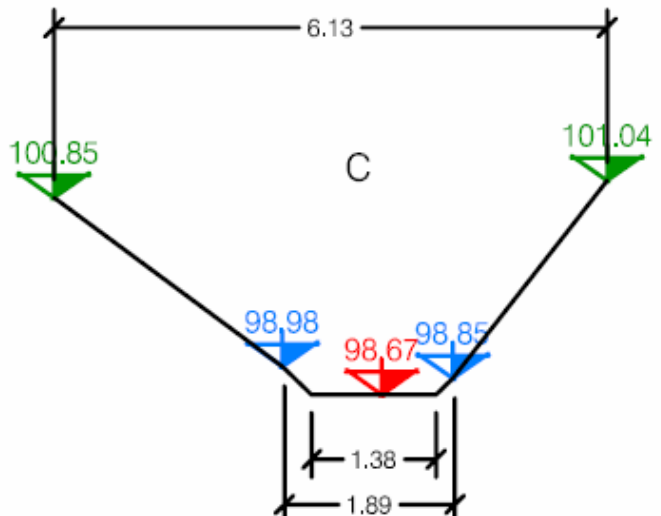
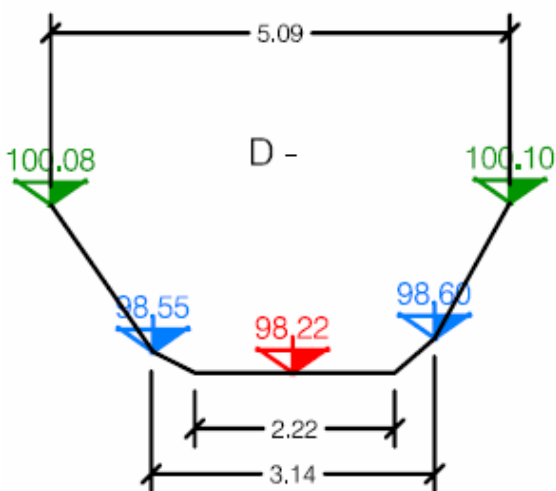
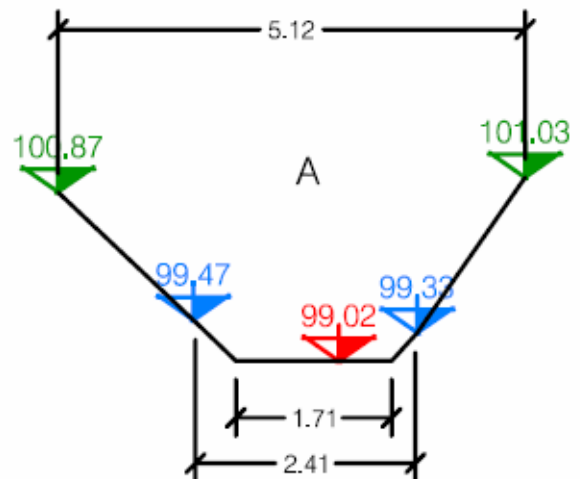
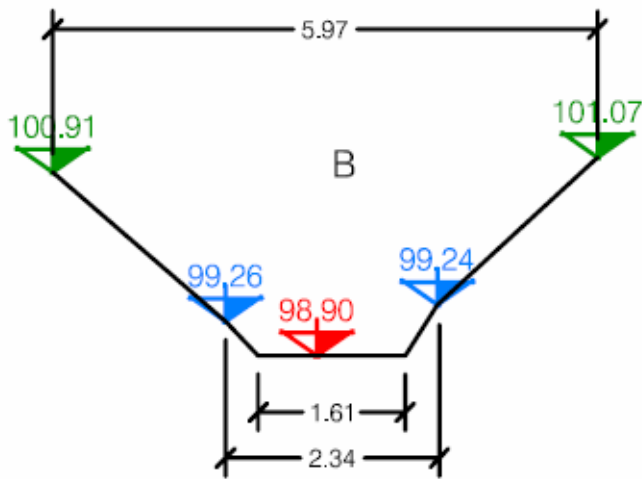
CANALE TRAPEZIOIDALE CON SCARPA 1/1					
m di Kutter			1,75		
Larghezza di Base	metri	2,00	χ_k	31,44612	
Altezza della corrente	metri	1,05			
Larghezza pelo libero		4,10	V=	0,798252	
Contorno bagnato		4,97			
AREA	m2	3,20			
R=A/C	metri	0,64	Q= l/sec	2556	

Mentre, per convogliare una portata di $2500+978=3478$ l/sec è necessaria un'altezza di

CANALE TRAPEZIOIDALE CON SCARPA 1/1					
m di Kutter			1,75		
Larghezza di Base	metri	2,00	χ_k	32,86471	
Altezza della corrente	metri	1,25			
Larghezza pelo libero		4,50	V=	0,890321	
Contorno bagnato		5,54			
AREA	m2	4,06			
R=A/C	metri	0,73	Q= l/sec	3617	

1.25 metri e cioè solo 20 cm in più. Il canale esistente sarebbe dunque idraulicamente sufficiente a convogliare l'extra portata di GUDO.

Le sezioni e le pendenze effettive del nuovo canale scolmatore sono state rilevate in situ, come di seguito illustrato



Dall'indagine risulta che la larghezza di fondo può essere considerata ancora di 2 metri e l'altezza delle sponde va da un minimo di 1.85 a un massimo di 2.18 metri

Il dislivello misurato su una tratta di 690 metri è pari a 0,8 metri e quindi la pendenza motrice è $0.8/690=1.15$ per mille

Sull'intero percorso sono state scattate diverse foto che illustrano un canale pressoché abbandonato, ricco di vegetazione; appare opportuno assumere una scabrezza superiore. Considerando per sicurezza un coefficiente di scabrezza di 2,5, tipico degli alvei non ben mantenuti, il calcolo indica una altezza di moto uniforme di 1.34 metri, ancora sopportabili dal nuovo scolmatore, con un franco utile di $1.85-1.34= 0.51$ metri dalle sponde

CANALE TRAPEZIOIDALE CON SCARPA 1/1					
m di Kutter			2,5	i=	0,001159
Larghezza di Base	metri		2,00	χ_k	26,01778
Altezza della corrente	metri		1,34		
Larghezza pelo libero			4,68	V=	0,778885
Contorno bagnato			5,79		
AREA	m2		4,48		
R=A/C	metri		0,77	Q= l/sec	3486

Occorre però rilevare che la risoluzione del problema di GUDO non passa semplicemente dall'allestire una nuova stazione di pompaggio (con due o più pompe per sollevare 978 l/sec). Le reti esistenti infatti si presentano già impegnate idraulicamente a causa della mancata tenuta dei condotti che, per il loro essere in falda, imbarcano acque improprie. E' quindi necessario affiancare all'intervento di by-pass una ricerca puntuale delle sconessioni tra tubo e tubo e tra tubo e cameretta al fine di eliminare le immissioni più cospicue (video ispezioni)