

INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.-  
I.A.NO.MI S.P.A. – Milano

**Opere regionali di sistemazione idraulica del  
“fontanile Cagnola”**

**FASE 4 – vasca volano L1**

**1. RELAZIONE GENERALE**

**progetto definitivo-esecutivo**

**il committente**

I.A.NO.MI S.P.A.

**il responsabile del progetto**

*SGI Studio Galli Ingegneria SpA  
(capogruppo mandataria)  
ing. Mario Iannelli*

**il progettista**

**30.11.2006 rev. del 18.05.2007**

**MC/tv-MS-MS 83s-05-C**

file Documento: \\Server\sering\01 - COMMESSE PRODUTTIVE\01.2 - lavori PRIVATI\2 0 0 5\83s-05 - I.A.NO.MI. - vasca volano L1 - Fase 4\04 - PROGETTO PUBBLICO\DEFINITIVO-ESECUTIVO\1. RELAZIONE illustrativarelazioneillustratR2\1 copertinarelazionegenerale.doc

**capogruppo mandataria – certificata:**

*SGI Studio Galli Ingegneria SpA* - via della Provvidenza 15  
35030 Sarmeola di Rubano (PD) tel. 049-89 76 844 fax 049-89 76 784  
e-mail info@sgi-spa.it

**mandanti:**

*Sering srl  
IENCO srl  
Geoinvest srl*

- **committente** : INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.- I.A.NO.MI S.P.A.
  - **commessa** : **Opere regionali di sistemazione idraulica del “Fontanile Cagnola” FASE 4 – vasca volano L1:  
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**
  - **argomento** : **Relazione generale**
- 

## CONTENUTO

- A. RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA
- P. CRONOPROGRAMMA CORRELATO AI COSTI DI ESECUZIONE
- Z. QUADRO TECNICO ED ECONOMICO

**A.T.I.**  
*di progettazione  
e direzione lavori*



**sering**  
società di  
— ingegneria



INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.-  
I.A.NO.MI S.P.A. – Milano

## Opere regionali di sistemazione idraulica del “fontanile Cagnola”

**FASE 4 – vasca volano L1**

**A. relazione generale illustrativa**

# progetto definitivo-esecutivo

30.11.2006 rev. del 18.05.2007

MC/tv-MS-MS 83s-05-C

file Documento: \\Server\sering\01 - COMMESSE PRODUTTIVE\01.2 - lavori PRIVATI\2 0 0 5\83s-05 - I.A.NO.MI. - vasca volano L1 - Fase 4\04 - PROGETTO PUBBLICO\DEFINITIVO-ESECUTIVO\1. RELAZIONE illustrativa\relazioneillustrat R2\A. relazione illustrativa\_REV3.doc

**capogruppo mandataria – certificata:**

*SGI Studio Galli Ingegneria SpA* - via della Provvidenza 15  
35030 Sarmeola di Rubano (PD) tel. 049-89 76 844 fax 049-89 76 784  
e-mail info@sgi-spa.it

**mandanti:**

Sering srl  
IENCO srl  
Geoinvest srl

## CONTENUTO

<b>A.0</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>A.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>5</b>
A.1.1	Criteri utilizzati per le scelte progettuali	5
A.1.2	Descrizione delle opere previste nella FASE 4	7
A.1.3	Descrizione delle principali interferenze e soluzioni adottate	8
A.1.4	Caratterizzazione geologica ed idrogeologica dell’area	8
A1.4.1	- Inquadramento territoriale	9
A1.4.2	- Geologia Regionale	9
A1.4.3	- Morfologia ed idrografia regionale	9
A1.4.4	- Inquadramento idrogeologico regionale	10
A1.4.5	- Geologia e idrogeologia locale	11
A1.4.6	- Inquadramento geolitologico locale	11
A1.4.7	- Ricostruzione della piezometria e oscillazione piezometriche (ottobre 2002)	11
A1.4.8	- Campagna integrativa di indagine piezometrica (luglio 2006)	13
A.1.5	Caratterizzazione geotecnica dell’area	15
A1.5.1	- Aspetti litologici generali	15
A1.5.2	- Parametri geotecnici dei terreni oggetto di studio	16
A.1.6	Caratterizzazione idrologica dell’area	18
A.1.7	Caratterizzazione idraulica dell’area	19
A1.7.1	- Rete idrica di superficie	19
A1.7.2	- Reti di drenaggio urbano	21
A.1.8	Caratterizzazione sismica dell’area	22
A.1.9	Dotazione impiantistica: criteri utilizzati per le scelte progettuali	22
A.1.10	Caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti idrici di pompaggio e regolazione	22
A.1.11	Caratteristiche tecnico-costruttive del sistema di grigliatura e pulizia	23
A.1.12	Caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti elettrici	24
<b>A.2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E DEI RILIEVI EFFETTUATI</b>	<b>30</b>
A.2.1	Descrizione delle indagini geologiche e geotecniche effettuate in sede di progetto definitivo	30
A.2.2	Descrizione dei rilievi topografici effettuati in sede di progetto definitivo	34
A.2.3	Descrizione dell’indagine piezometrica effettuata in sede di progetto definitivo-esecutivo	38
A.2.4	Descrizione dei rilievi topografici effettuati in sede di progetto definitivo-esecutivo	38
<b>A.3</b>	<b>INDICAZIONI OPERATIVE</b>	<b>39</b>
A.3.1	Prestazioni specifiche	39
A.3.2	Adempimenti dell’incarico	39
A.3.3	Piani di sicurezza	40
A.3.4	Collaudo dei materiali e delle apparecchiature	40
A.3.5	Principali calcoli dei manufatti	41
<b>A.4</b>	<b>DISPONIBILITA’ DELLE AREE DA UN PUNTO DI VISTA URBANISTICO E CATASTALE</b>	<b>42</b>
A.4.1	Verifiche urbanistiche	42
A.4.2	Aspetti catastali – disponibilità aree	43

## A.0 PREMESSA

Il presente Progetto definitivo-esecutivo, denominato “FASE 4 - Vasca volano L1”, si riferisce ad una delle 4 fasi in cui è stato suddiviso l’intervento complessivo, già oggetto, nella sua globalità, di un precedente progetto definitivo approvato dalla Regione Lombardia nel 2002, e riguardante le opere per il riassetto idraulico del bacino del fontanile Cagnola, ex corso d’acqua poi trasformato in fognatura, situato nella periferia nord-ovest di Milano, in prossimità del nuovo polo fieristico di Rho-Pero.

La sistemazione idraulica complessiva del bacino prevedeva, in estrema sintesi, di affiancare al “vecchio” tracciato del fontanile Cagnola un nuovo sistema di collettori di acque nere e miste cui avviare le acque reflue da depurare e di potenziare lo stesso Cagnola trasformandolo in un collettore di acque meteoriche e di supero fognario con recapito al fiume Olona; il sistema prevedeva inoltre la realizzazione di n. 3 vasche volano (denominate rispettivamente L1, L2 ed L3), necessarie per la corretta regimazione e limitazione delle portate scaricate nel fiume.

Ad oggi, sono in corso di completamento i lavori relativi alla prima fase attuativa del progetto (FASE 1 a sua volta suddivisa in 4 stralci denominati F1s1, F1s2, F1s3, F1s4), che prevede opere più vicine al nuovo polo fieristico e maggiormente funzionali alla sua tutela idraulica, comprendenti, fra l’altro, la vasca volano denominata L3 da 11.000 metri cubi utili, già realizzata.

La presente fase (FASE 4) prevede invece la costruzione di una vasca volano (denominata L1) di volume utile pari a 61.000 metri cubi, localizzata in comune di Arese, nelle aree situate a sud dell’autostrada A8, in prossimità del confine con Rho. L’invaso sarà realizzato in parte coperto con struttura in cemento armato ed in parte scoperto scavato nel terreno, e sarà necessario per la laminazione delle acque meteoriche e di supero fognario raccolte dalla porzione settentrionale del fontanile Cagnola e dal fontanile Morganda, suo affluente, che raccoglie le acque di piena scaricate dalla gran parte della fognatura di Arese causando, ad oggi, frequenti allagamenti proprio in prossimità della sua immissione nel Cagnola. La vasca, a tutela delle sottostanti falde idriche, sarà completamente impermeabile. Le acque di invaso saranno pompate, ad evento meteorico esaurito e conformemente ai limiti imposti, rispettivamente ai nuovi collettori I.A.NO.MI. confluenti all’impianto di Pero, per quanto riguarda le acque suscettibili di contaminazione, ed alla nuova tombinatura del fontanile Cagnola diretta in Olona, per quanto riguarda le rimanenti acque.

Si osserva che l’opera di cui al presente progetto potrà essere messa in esercizio solamente a seguito del completamento della fase attuativa n. 2, denominata “collettore di Terrazzano”, che prevede la realizzazione delle opere e condotti di carico e scarico della vasca.

Il presente progetto definitivo-esecutivo, sulla base del quale sarà avviato l’iter di variazione urbanistica delle aree coinvolte, è stato sviluppato conformemente al progetto preliminare dell’intervento complessivo (approvato dalla Regione Lombardia in conferenza di servizi in data 13-02-2002 e successivamente dal Decreto della Direzione Generale Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità n° 15.160 del 07.08.02), è coerente con il successivo progetto definitivo generale (approvato con delibera della Giunta Regionale n°12.965 del 09/05/03) e recepisce tutte le prescrizioni successivamente emerse e verbalizzate in sede delle conferenze di servizi e dei tavoli tecnici di coordinamento.

Di tutte le prescrizioni ed osservazioni recepite a seguito dei suddetti incontri, si segnala, di aver tenuto conto:

1. del progetto relativo al prolungamento della superstrada Rho-Monza, che prevede l’interconnessione con le aree di parcheggio e di servizio della nuova fiera e con l’autostrada Milano-Torino;

2. della previsione di localizzazione dei vari impianti tecnologici al servizio della fiera (centrali e linee elettriche, centrali termiche...);
3. della presenza, nei territori di Rho ed Arese, della ex Cava Bossi e della ex Cava Trefiori;
4. delle richieste formulate dai tecnici comunali di Arese, in merito particolare agli accessi viabilistici alla nuova vasca, in fase di cantiere ed in fase di esercizio.

La soluzione idraulica prevista nel progetto preliminare, ripresa sia dal successivo progetto definitivo generale che da questo stralcio definitivo-esecutivo, ha ottenuto il parere favorevole del Magistrato del Po, Ente gestore del fiume Olona, in quanto l’Olona costituisce il recapito finale naturale delle acque piovane raccolte dall’intero bacino studiato.

Si sottolinea, infine, che per valutare l’impatto delle opere in progetto sull’ambiente esterno, è stato eseguito un apposito studio, in conformità al DPR 12.04.1996 ed alla normativa regionale in materia, inserito nel progetto definitivo generale. Sulla base di tale studio, con Decreto della Direzione Generale Territorio e Urbanistica della Regione Lombardia n. 697 del 27.01.2003, il progetto delle opere è stato escluso dalla procedura di valutazione d’impatto ambientale ai sensi dell’art. 10 del DPR 12.04.1996.

Lo stesso studio, benché già approvato, è stato comunque allegato per migliore comprensione, al presente progetto definitivo-esecutivo.

Per quanto concerne gli aspetti di calcolo idraulico, si evidenzia che la sistemazione del bacino del fontanile Cagnola è stata studiata mediante l’ausilio di un modello matematico dell’intero sistema di drenaggio del territorio in esame, realizzato con i programmi “INFOWORKS<sup>TM</sup>” della società inglese Wallingford Software Ltd, e Mouse dell’Istituto DHI (Danish Hydraulic Institute) e sulla base di dati geometrici reali, ottenuti da un apposita campagna di rilievi topografici e misure geometriche in campo, eseguiti sulle aree interessate e sui manufatti idraulici esistenti.

L’uso del modello matematico ha consentito di effettuare numerose simulazioni di comportamento dell’intero sistema, sottoposto a diverse condizioni di intensità pluviometrica e di definire le soluzioni tecniche più appropriate per il conseguente dimensionamento delle opere di potenziamento e ripristino da realizzare.

Il presente progetto è redatto con riferimento alle vigenti leggi e norme in materia di lavori pubblici e, in particolare, al Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, al Decreto legislativo 4 luglio 2006, n. 223 ed al DPR 21-12-1999 n° 554.

## A.1 DESCRIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI

### A.1.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali

Il fontanile Cagnola costituiva da tempo il ricettore ed il collettore degli scarichi di acque nere e piovane provenienti dal bacino da esso attraversato (vedi tavola G.002: “planimetria generale dello stato di fatto – anno 2002); tali scarichi venivano avviati ad un collettore fognario della società Ianomi Spa (ex Consorzio idrico e di tutela delle acque del Nord Milano), afferente, previo sversamento dei volumi di piena nel fiume Olona, all’impianto di depurazione di Pero.

Risultando il fontanile Cagnola assolutamente inadeguato per tali scopi di collettamento, sia per la sua limitata capacità idraulica, che non ne consentiva lo smaltimento delle acque di piena di origine pluviale, sia per la non rispondenza ai requisiti igienici (fra l’altro, alcune sezioni del fontanile erano a cielo aperto), ne è stato previsto dalla Regione Lombardia, anche in relazione alla necessità di tutelare idraulicamente ed igienicamente il nuovo polo fieristico di Rho-Però, il riassetto completo, che ad oggi è stato in parte attuato tramite realizzazione degli stralci esecutivi 1-4.

Il progetto complessivo di sistemazione idraulica del bacino del fontanile Cagnola e, più nello specifico, la presente fase attuativa n. 4 denominata “*Vasca volano L1*” hanno dunque i seguenti obiettivi:

#### *a. Risanamento e salvaguardia igienico-ambientale del territorio*

La salvaguardia della salute dei cittadini, nonché la tutela dell’ambiente ed in particolare delle falde acquifere, hanno imposto la dismissione del Cagnola come collettore di acque miste, per via della sua citata inadeguatezza; si è previsto, pertanto, di intercettare i vari terminali delle fognature comunali che riversano le acque reflue nel fontanile, per indirizzare le acque nere all’impianto di depurazione di Pero mediante un idoneo separato collettore fognario, lasciando al Cagnola la sola funzione di collettore delle acque piovane (tale obiettivo, ad oggi, è stato parzialmente raggiunto con l’attuazione degli stralci 1-4).

In tale contesto di salvaguardia ambientale si inserisce la scelta di impermeabilizzare i bacini a cielo aperto delle vasche L1 ed L2 (la vasca L3 non possiede bacino a cielo aperto), scaturita dalla necessità di effettuare una efficace protezione della falda; ciò, in particolare, presso la vasca L1, dove la vicinanza di discariche (ex cava Bossi ed ex cava Tre fiori) è fonte di preoccupazione per gli inquinamenti che si potrebbero verificare a seguito dell’infiltrazione delle acque invase.

Sempre in merito alla salvaguardia igienico-ambientale del territorio, si osserva che all’interno della vasca volano L1 è stato previsto un sistema di grigliatura in grado di rimuovere parte dei solidi e del materiale galleggiante contenuto nelle acque meteoriche che sfiorano nella stessa durante gli eventi di piena, perseguendo due obiettivi: il primo è di garantire una migliore qualità delle acque restituite dopo laminazione alla nuova tombinatura del fontanile Cagnola e successivamente scaricate nel fiume Olona; il secondo è di garantire che nella porzione scoperta della vasca volano sfiorino solo acque con un minimo contenuto di solidi sedimentabili. In questo modo si evita il deposito sul fondo del bacino a cielo aperto di materiali, che potrebbero determinare uno sgradevole impatto estetico e un possibile sviluppo di cattivi odori dovuto alla formazione di uno strato putrescibile.

All’interno della porzione coperta della vasca volano è stato inoltre inserito un sistema di pulizia del fondo, soggetto a depositi ed incrostazioni di fango, sabbia, e sostanze organiche trasportate dall’acqua sfiorata.

Il sistema di pulizia scelto si basa sull'utilizzo di dispositivi automatici di ribaltamento incernierati in maniera eccentrica.

Progettualmente si è adottata anche la scelta di modellare il fondo della vasca con pendenza tale da evitare l'adesione dei solidi.

I sistemi di sollevamento e le apparecchiature di regolazione sono state scelte e dimensionate in base alle caratteristiche quali-quantitative del recapito finale.

#### ***b. Risanamento idraulico del territorio***

In occasione di eventi piovosi particolarmente intensi, le fognature delle aree urbanizzate, tutte di tipo misto, convogliano verso il Cagnola una portata significativa, cui si aggiunge il contributo del fontanile Morganda, che raccoglie le acque sfiorate dalla maggior parte della rete fognaria del Comune di Arese.

In queste circostanze, molte sezioni del “vecchio” Cagnola, risultavano insufficienti a smaltire le portate in arrivo, con conseguente grave rischio di allagamento superficiale, peraltro più volte confermato nel corso degli ultimi anni.

Gli interventi attuati ad oggi (in particolare la realizzazione della vasca L3), hanno consentito di migliorare le condizioni idrauliche della zona del bacino più prossima alla nuova fiera, sebbene permangano rischi di esondazione in altre zone del bacino.

L'intervento in oggetto, è finalizzato invece alla regimazione delle acque meteoriche raccolte più a nord, dalle fognature urbane della frazione Terrazzano di Rho (che recapita le acque raccolte dal proprio sistema fognario misto al Cagnola) e dalla quasi totalità del comune di Arese (che, come detto, scarica tramite sfioratori le acque di piena nel fontanile Morganda, alla cui immissione nel Cagnola sono tuttora elevati i rischi di allagamento).

#### ***c. Protezione idraulica del lato nord della nuova Fiera***

Il Cagnola, attraversata l'area industriale di Mazzo di Rho, sottopassava la ferrovia e vi correva poi parallelo in direzione est e con alveo a cielo aperto (ad oggi con l'attuazione dei primi quattro stralci dell'intervento, tale tratto è stato dimesso). In condizioni di piena, risultava concreto il pericolo di tracimazione delle acque dall'alveo e conseguente allagamento dell'area fiera.

Il progetto complessivo delle opere di sistemazione del bacino del Cagnola, aveva proprio tra i suoi obiettivi prioritari la salvaguardia idraulica dell'area fiera, da attuare anche attraverso la laminazione tramite la vasca L1, delle acque raccolte “a monte” del tratto critico.

#### ***d. Riordino scarichi finali in Olona***

Tutto il territorio allo studio, riversava le portate meteoriche di piena nel fiume Olona, senza alcuna forma di regimazione.

La situazione, come sottolineato anche dal Magistrato del Po, contribuiva ad aggravare lo stato di crisi idraulica dell'Olona, che soffre di alcune strozzature a valle molto penalizzanti.

Obiettivo importante dell'intervento complessivo e di questo suo stralcio attuativo, oltre ai miglioramenti igienici ed idraulici già elencati in precedenza, è quello di conseguire anche una significativa riduzione delle portate scaricate in Olona in occasione delle piogge intense, nell'ambito di un più generale riassetto idraulico del territorio nord milanese.

## A.1.2 Descrizione delle opere previste nella FASE 4

Nel seguito, vengono descritti sinteticamente gli interventi previsti dalla presente fase esecutiva n. 4 del progetto regionale di sistemazione idraulica complessiva del fontanile Cagnola.

La descrizione fa riferimento alla tavola G.003: ‘Planimetria dell’intervento complessivo di sistemazione del fontanile Cagnola’;

### FASE 4 - “Vasca volano L I”

Questo stralcio prevede la realizzazione della vasca volano L1 ubicata in comune di Arese, nelle aree situate a sud dell’autostrada A8, in prossimità del confine con Rho.

L’invaso, previsto nel quadro generale di sistemazione del bacino del Cagnola delineato dalla Regione Lombardia tramite il Progetto definitivo generale delle opere del 2002, è necessario per la minare le acque meteoriche e di supero fognario raccolte dalla porzione settentrionale del fontanile Cagnola (frazione Terrazzano di Rho) e dal fontanile Morganda, suo affluente che raccoglie le acque di piena scaricate dalla gran parte della fognatura di Arese causando, ad oggi, frequenti allagamenti proprio in prossimità della sua immissione nel Cagnola.

Il manufatto sarà in parte costruito in cemento armato ed interamente coperto (porzione di vaso più frequente) ed in parte costituito da un bacino a cielo aperto scavato nel terreno, ed avrà volume utile complessivo pari a **61.000 metri cubi**. L’intera vasca, compresa la porzione a cielo aperto, sarà realizzata **completamente impermeabile**, a tutela delle falde acquifere sottostanti.

Anche questa opera, come tutte quelle previste dal progetto complessivo di intervento, è stata **dimensionata per tempi di ritorno di 20 anni**, valore che consentirà di preservare le aree circostanti, compreso il nuovo polo fieristico, con elevato grado di sicurezza.

Lo svuotamento della vasca avverrà:

- tramite pompaggio, per quanto riguarda le acque non suscettibili di contaminazione contenute nella porzione coperta in CA, con recapito ai nuovi collettori di acque meteoriche previsti dallo stralcio attuativo denominato FASE 2 - *collettore di Terrazzano*;
- tramite pompaggio, per quanto riguarda le acque di fondo e di lavaggio (suscettibili di contaminazione) contenute nella porzione coperta in CA, con recapito a depurazione tramite i nuovi collettori di acque nere previsti dalla fase attuativa denominata FASE 2 - *collettore di Terrazzano*;
- in parte tramite pompaggio ed in parte a gravità, per quanto riguarda il bacino scoperto, con recapito di nuovi collettori di acque meteoriche previsti dalla FASE 2 - *collettore di Terrazzano*.

### A.1.3 Descrizione delle principali interferenze e soluzioni adottate

Il progetto complessivo di sistemazione idraulica del bacino del fontanile Cagnola comprende opere che interferiscono con quanto previsto da altri operatori per la realizzazione di infrastrutture previste, in gran parte, al servizio del nuovo Polo Fieristico di Milano localizzato nelle aree dell'ex raffineria Agip di Rho.

L'area circostante il nuovo Polo Fieristico, infatti, è oggetto di numerosi e significativi interventi, per cui le opere di sistemazione idraulica previste (nuovi collettori, nuovi manufatti idraulici, vasche volano, ecc.) devono poter essere compatibili con i programmi in atto, alcuni dei quali realizzati o già in avanzata fase di realizzazione.

In tal senso, il progetto complessivo di sistemazione del bacino del Cagnola, mentre recepisce le richieste e le esigenze delle altre infrastrutture al servizio della fiera emerse durante numerosi i tavoli tecnici promossi dalla Regione con i progettisti delle nuove opere, si pone altresì l'obiettivo di fornire a tutti gli operatori del Comparto il riferimento specifico delle necessità riguardanti la previsione e la localizzazione dei diversi manufatti che sono conseguenti al presente progetto di risanamento idraulico.

Per quanto concerne il presente progetto definitivo-esecutivo “*Fase 4 - Vasca volano L1*” sono state analizzate tutte le consistenze, infrastrutture e sottoservizi riportati nella tavola G.005 “*Planimetria delle interferenze*”, che possono comunque interessare i lavori di realizzazione della vasca, arrivando alla definizione di una soluzione completa e fattibile, compatibilmente con le informazioni ottenute fino al momento del completamento del presente progetto.

Come si può osservare dalla tavola G.005, la posizione in aree di campagna della vasca, nonché la sua distanza dell'area fiera, hanno ridotto i casi di possibile interferenza con opere ed infrastrutture esistenti o in progetto.

L'unica interferenza riscontrata in base alle informazioni rese disponibili, riguarda una esistente linea elettrica Enel di media tensione, il cui palo si trova all'interno del previsto bacino aperto della vasca.

L'interferenza è stata risolta di concreto con i tecnici Enel competenti, prevedendo il parziale interrimento dei cavi (da cui, fra l'altro è prevista una derivazione per alimentare gli impianti in progetto).

### A.1.4 Caratterizzazione geologica ed idrogeologica dell'area

Vengono di seguito riassunti i risultati di specifici studi e rilievi effettuati in sede di progetto definitivo delle opere e finalizzati alla caratterizzazione geologica ed idrogeologica dell'area interessata dal progetto complessivo di sistemazione idraulica del fontanile Cagnola, ed i risultati dei rilievi integrativi effettuati in sede di redazione del presente progetto definitivo-esecutivo.

Per la localizzazione esatta di tutti i punti di indagine si rimanda direttamente all'elaborato 9 “*Relazione Geologica e Geotecnica*”.

Le indagini condotte su tutto il bacino del Cagnola, eseguite in sede di Progetto definitivo nel 2002 si sono articolate in:

- sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- trincee esplorative;
- prove penetrometriche dinamiche;

- rilievi radarstratigrafici;
- prove di permeabilità in situ;
- rilievi piezometrici;
- analisi di laboratorio;
- rilievi geofisici

Le indagini effettuate specificatamente a supporto del presente progetto definitivo-esecutivo, eseguite nel luglio 2006, hanno invece riguardato una campagna di indagine piezometrica.

#### **A1.4.1 - Inquadramento territoriale**

L'area in oggetto si situa a Nord-Ovest del Comune di Milano nell'ambito dei territori comunali di Rho, Arese e Pero.

In particolare il settore di territorio é delimitato a Nord dall'Autostrada MI-CO mentre nella porzione meridionale è attraversato dall'Autostrada MI-TO e dalla linea ferroviaria Milano-Torino.

#### **A1.4.2. – Geologia Regionale**

L'area è collocata nella Pianura Padana centro settentrionale, ed è costituita in superficie interamente da terreni alluvionali quaternari.

I terreni in questione, indicati con la generica accezione di “Diluvium recente” (Auct.), rappresentano il cosiddetto “Livello Principale della Pianura Padana” e sono costituiti da depositi fluvioglaciali ascritti al Riss e al Wurm e da depositi fluvioglaciali-fluviali del Wurm.

Nelle vicinanze dell'abitato di Rho sono presenti inoltre terreni alluvionali ghiaioso-sabbiosi terrazzati denominati “Alluvium antico” (Auct.) ascritti all'Olocene e legati alle alluvioni del fiume Olona.

Il “Diluvium recente” è costituito da alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, localmente molto grossolane, con paleosuolo argilloso giallo-rossiccio di modesto spessore.

I terreni appartenenti all'”Alluvium Antico” formano i depositi che costituiscono gli alvei dei corsi d'acqua attuali. I sistemi di terrazzi sviluppati lungo il corso del Fiume Olona, sono costituiti da alluvioni fluviali ghiaiose e ghiaioso-sabbiose.

#### **A1.4.3. – Morfologia ed idrografia regionale**

Dal punto di vista morfologico l'area interessata al progetto è situata su una pianura, caratterizzata da un assetto uniforme ed omogeneo, che immerge regolarmente verso Sud, con quote comprese tra i 140m ed i 155m sul livello medio del mare.

L'area in esame appartiene alla media pianura alluvionale, che si estende tra la linea superiore e quella inferiore dei fontanili, compresa in quella porzione definita irrigua, in quanto soggetta a intense irrigazioni artificiali delle colture agricole.

Gli aspetti fondamentali di questo territorio sono quelli di una estrema uniformità, propria delle zone di pianura, interrotta da un fitto e ben sviluppato reticolo idrografico naturale e artificiale.

La morfologia dei depositi affioranti nell'area di studio è pianeggiante ed uniforme e si presenta come un'ampia e depressa conoide di deiezione con andamento da Nord verso Sud, con pendenza regolare intorno al 3 per mille.

Da un punto di vista geomorfologico l'aspetto più significativo è rappresentato dalla presenza dell'alveo del Fiume Olona, che corre immediatamente a sud della ex Raffineria, e solo subordinatamente da quella del Torrente Lura e del Torrente Bozzente.

L'incisione del materasso alluvionale operata dal Fiume Olona appare non particolarmente complessa, con terrazzamenti di modeste dimensioni, spesso mascherati dall'intensa attività antropica.

A nord del Comune di Rho è presente il Canale Villorosi che collega il Fiume Ticino al Fiume Adda e costituisce il sistema irriguo artificiale più importante della Pianura Padana; da questo canale si dipartono una serie di canali secondari e fossi irrigui le cui acque vengono utilizzate per scopi agricoli.

Un ultimo elemento tipico del territorio è rappresentato dai fontanili, scavi realizzati in passato per scopi irrigui, fino a raggiungere il livello freatico dove questo è prossimo alla superficie topografica.

Attualmente nell'area rimangono pochi fontanili ancora attivi, limitati alla zona sud-occidentale del Comune di Rho e nei Comuni di Settimo, Cornaredo e Milano a sud dell'autostrada Milano-Torino.

#### **A1.4.4. – Inquadramento idrogeologico regionale**

La successione idrogeologica dell'area è caratterizzata dalla presenza di più falde idriche sotterranee sovrapposte, separate fra loro da orizzonti argilloso-limosi, la cui presenza tende ad aumentare con la profondità.

Si osserva una progressiva diminuzione della granulometria dei litotipi in senso verticale, spiegabile come una diretta conseguenza di diverse fasi di sedimentazione.

Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi presenti nel territorio è possibile ricostruire dall'alto verso il basso la seguente successione idrogeologica locale:

- **litozona ghiaioso-sabbiosa**, con spessore medio di 100m circa, distinta a sua volta in due orizzonti:
  - a- orizzonte ghiaioso-sabbioso, costituente il 1° acquifero, spinto sino ad una profondità di circa 45-60m dal piano campagna, costituito essenzialmente da ghiaia medio grossolana con sabbia e rari ciottoli e con rare intercalazioni argillose. Esso si estende dal piano campagna fino all'orizzonte sabbioso-ghiaioso sottostante, presentando una permeabilità medio altra di circa 10-3 m/sec.
  - b- orizzonte sabbioso-ghiaioso, costituente il 2° acquifero, compreso fra l'orizzonte ghiaioso superiore e la litozona sabbioso-argillosa sottostante, da cui è separato da un livello argilloso continuo con spessore di circa 5-10m. Nell'area in esame l'orizzonte sabbioso-ghiaioso presenta uno spessore di circa 35-40m ed è spinto sino ad una profondità di circa 80-100m dal piano campagna. Esso è costituito da estese lenti sabbiose prevalenti, intercalate a lenti argillose e limitate lenti ghiaiose. Rispetto al primo orizzonte ghiaioso-sabbioso si osserva un sensibile aumento, oltre che delle sabbie, anche delle argille che compaiono sotto forma di lenti a profondità variabili.
- **litozona sabbiosa-argillosa**, con spessore medio di 140m circa, costituente il 3° acquifero: presenta la struttura tipica di un acquifero multi strato, scarsamente produttivo, con falde separate e sovrapposte sempre in pressione.

Tale litozona è costituita da livelli argillosi prevalenti con tracce di torba, alternati a lenti di sabbia fine.

- **litozona argillosa profonda**, costituita da argille e argille marnose di deposizione marina.

#### **A1.4.5. – Geologia e idrogeologia locale**

In generale, la struttura geologica ed idrogeologica riconoscibile a livello locale in corrispondenza dell'area di progetto è riconducibile alle caratteristiche idrogeologiche definite a scala regionale.

E' presente pertanto un primo acquifero, sede di una falda libera con uno spessore medio saturo di circa 35m, che si estende da piano campagna sino ad una profondità di circa 45m; dal punto di vista stratigrafico prevalgono i sedimenti medio-grossolani (ghiaie e sabbie), con presenza di limitate ed isolate lenti limoso-argillose, di spessore variabile dell'ordine di alcuni metri.

Il primo acquifero risulta nettamente separato da un secondo acquifero sottostante tramite un livello argilloso, spesso tra i 5 e i 10m, il cui tetto risulta posto a circa 45-40m di profondità dal piano campagna.

Il secondo acquifero, caratterizzato da una falda di tipo confinato e/o semiconfinato, si estende da circa 50-60m a circa 75-80m di profondità da piano campagna, ed è costituito da litotipi a granulometria medio-fine con sabbie prevalenti ed argille.

#### **A1.4.6. – Inquadramento geolitologico locale**

Attraverso l'esecuzione di mirate indagini articolatesi in sondaggi a carotaggio continuo e trincee esplorative, è stato possibile definire la natura litologica dei terreni coinvolti nelle opere previste dal progetto.

I risultati acquisiti si possono sintetizzare nello schema seguente:

da 0.00 a 2.00=	sabbie e limo con rari ciottoli
da 2.00 a 15.00=	sabbie e ghiaie (da fine a grossolane)
da 15.00 a 25.00=	alternanza di sabbie e ghiaie con aumento della matrice sabbioso-limosa in profondità

Nella porzione nord-occidentale dell'area, nell'ambito di studi per altri interventi, è stato riscontrato a circa 5-8m di profondità dal piano campagna, un orizzonte limoso argilloso di spessore variabile ma con una certa continuità laterale, intercalato ai sedimenti della litozona ghiaioso-sabbiosa. Tale orizzonte è da considerare presumibilmente come la copertura superficiale (paleosuolo) di terrazzamenti del fiume Olona, comunemente ricondotta a fenomeni di deposizione eolica (loess) tipicamente presenti al tetto dei terrazzi fluvio-glaciali pleistocenici.

#### **A1.4.7 – Ricostruzione della piezometria e oscillazione piezometriche (ottobre 2002)**

La direzione principale di flusso della falda freatica in corrispondenza dell'area è orientata in senso Nord-Nord-ovest/Su-Sud-est, diretta quindi verso Milano.

La quota media della falda freatica attualmente varia tra i circa 145m s.l.m. a nord-ovest e i 139m s.l.m. a sud, con un gradiente idraulico medio pari al 4.5‰.

La superficie freaticometrica è notevolmente influenzata, oltre che dalle condizioni pluviometriche anche dalla rete idrica di superficie; quest’ultima infatti determina degli innalzamenti come conseguenza diretta delle infiltrazioni in falda dai canali e dalle superfici irrigate.

L’andamento della falda freatica è pertanto caratterizzato da oscillazioni stagionali che sono dell’ordine di 1,50-2,50m: i massimi valori di soggiacenza stagionale coincidono, in linea di massima, coi periodi Dicembre-Gennaio e Aprile-Maggio, mentre i minimi con i periodi Agosto-Settembre (vedi allegato dati Arese).

Pozzo 004 – Arese

Data	Soggiacenza (m dal p.c.)
15.05.2000	20,4
15.04.2000	20,8
15.03.2000	20,3
15.02.2000	20,0
15.01.2000	19,7
15.12.1999	19,3
15.11.1999	18,8
15.10.1999	18,7
15.09.1999	17,7
15.08.1999	17,3
15.06.1999	19,2
15.05.1999	19,2
15.04.1999	19,8
15.03.1999	19,5
15.02.1999	19,2
15.01.1999	18,8

I dati piezometrici acquisiti e rappresentati in Fig. 2 hanno permesso la ricostruzione piezometrica di dettaglio riferita ad Ottobre 2002 (in allegato sono riportati i valori misurati durante le fasi dei rilievi - vedi tabella).

In termine di soggiacenza si riscontra come nella porzione nord occidentale il valore di profondità della falda freatica sia dell’ordine di 6/7m mentre nella parte inferiore il valore tende a 9/10 metri dal p.c.

I terreni coinvolti nelle opere di scavo delle vasche verificati attraverso specifiche prove di permeabilità definiscono valori medi in situ di  $K= 10^{-2}/10^{-3}$  cm/sec relativi a terreni mediamente permeabili (localmente nella porzione di territorio a monte dell’Autostrada Milano-Como sono stati misurati alle stesse quote di riferimento valori di  $K= 10^{-2}$  cm/sec).

L’estrema variabilità litologia locale potrebbe puntualmente generare valori difformi che comunque nella loro generalizzazione fanno riferimento ai valori di cui sopra.

Nella carta piezometrica allagata all’elaborato 9 “*Relazione Geologica e Geotecnica*”, sono state graficizzate le fasce di rispetto dei pozzi pubblici al fine di evidenziare come le opere proposte non interferiscano con tali aree.

- **committente** : INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.- I.A.NO.MI S.P.A.
- **commessa** : **Opere regionali di sistemazione idraulica del “fontanile Cagnola” FASE 4 – vasca volano L1: PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**
- **argomento** : **Relazione generale: Relazione generale illustrativa**

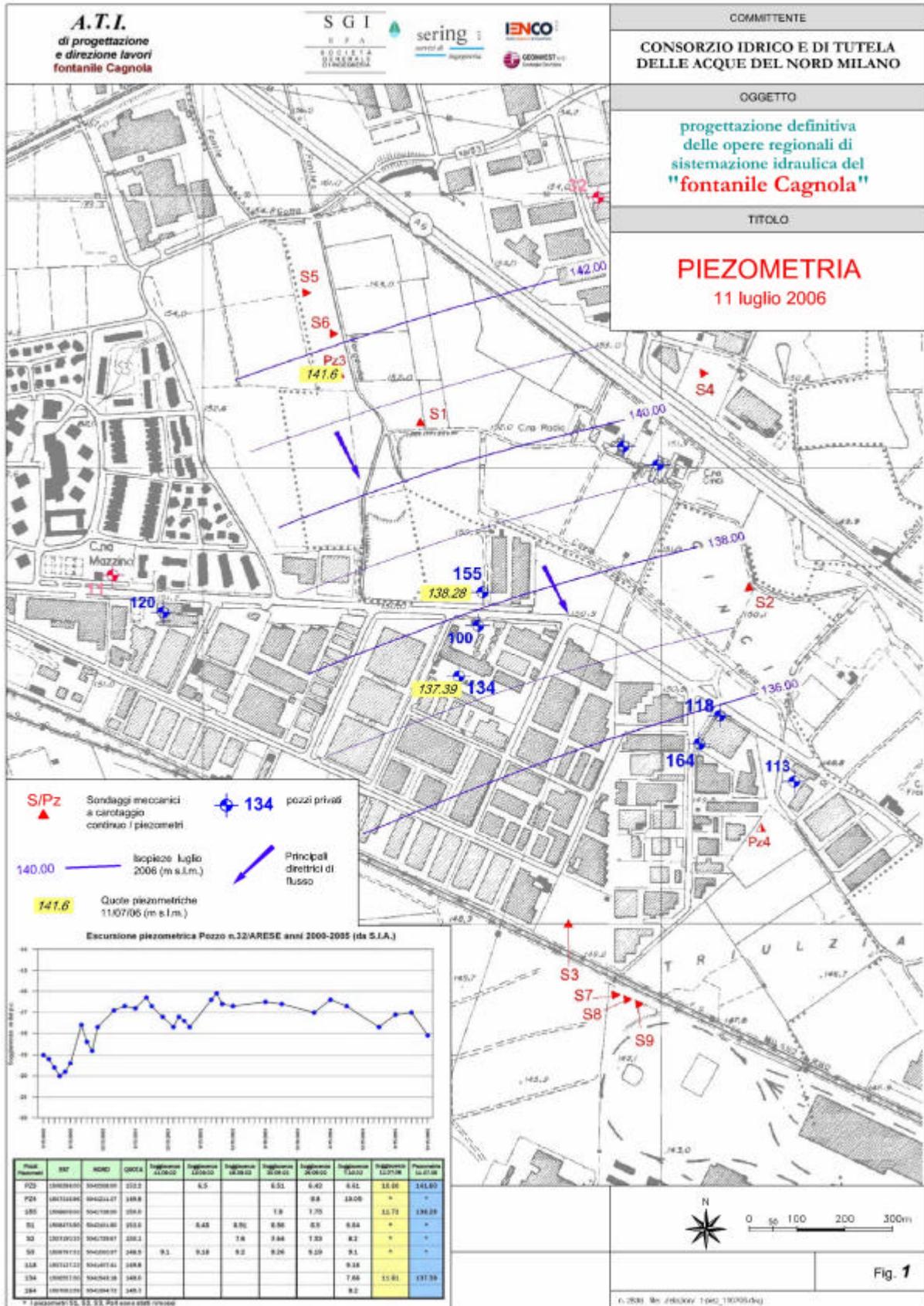
Pozzi Piezometri	EST	NORD	QUOTA	Soggiacenza 11.09.02	Soggiacenza 13.09.02	Soggiacenza 16.09.02	Soggiacenza 20.09.02	Soggiacenza 26.09.02	Soggiacenza 7.10.02	
P23	1506298.00	5042208.00	152.2		8.5		8.51	8.42	8.61	
P24	1507216.96	5041211.27	149.8					9.8	10.05	
155	1506609.00	5041728.00	150.0				7.9	7.75		
S1	1506473.90	5042101.80	152.0		8.48	8.51	8.56	8.5	8.64	
52	1507190.35	5041739.67	150.1			7.6	7.64	7.53	8.2	
53	1506797.52	5041000.37	148.5	9.1	9.18	9.2	9.26	9.19	9.1	
119	1507127.22	5041457.41	149.9						9.18	
134	1506557.50	5041543.18	149.0						7.66	
164	1507082.59	5041394.72	149.7						9.2	

#### A1.4.8 – Campagna integrativa di indagine piezometrica (luglio 2006)

I dati piezometrici acquisiti nel mese di luglio 2006 (vedi tavola successiva), hanno permesso la ricostruzione piezometrica aggiornata dell’area ove è prevista la realizzazione della vasca volano L1.

In termini di soggiacenza, rispetto ai rilievi dell’ottobre 2002, si è misurato un decremento piezometrico di circa 4.0 metri.

Per una completa analisi dei dati rilevati si rimanda all’elaborato 9.



## A.1.5 Caratterizzazione geotecnica dell'area

Di seguito si riassumono i risultati della caratterizzazione geotecnica dell'area interessata dal progetto complessivo di sistemazione idraulica del fontanile Cagnola.

Per la localizzazione esatta dei punti di indagine generali citati in seguito, nonché per la consultazione delle indagini effettuate specificatamente sull'area interessata dalla realizzazione della vasca volano L1, si rimanda direttamente all'elaborato 9 “*Relazione Geologica e Geotecnica*”.

Come già evidenziato nell'analisi geologica generale, l'area è stata studiata attraverso specifici rilievi quali: sondaggi meccanici, trincee esplorative e prove penetrometriche dinamiche unitamente a specifiche prove di laboratorio.

Sono state inoltre raccolte tutte quelle informazioni disponibili sul territorio relative a studi pregressi per interventi edificativi e/o per progettazione di opere pubbliche.

I dati raccolti ed elaborati hanno permesso di caratterizzare i terreni coinvolti nell'intervento ed in particolare di definire i principali elementi geotecnici per la progettazione delle opere.

Sono stati definiti:

- i caratteri litologici dei terreni coinvolti dagli scavi;
- la capacità portante e l'angolo d'attrito degli stessi;
- i parametri di permeabilità in situ;
- la posizione dell'acquifero in rapporto alla previsioni progettuali.

### A1.5.1 - Aspetti litologici generali

I dati stratigrafici dei sondaggi e delle trincee mostrano come i terreni coinvolti dagli scavi sono caratterizzati prevalentemente da elementi sabbioso-ghiaiosi con differente dissezione della matrice limosa.

I sondaggi meccanici appositamente realizzati in corrispondenza delle vasche unitamente ai dati stratigrafici delle trincee ed all'interpretazione litologica delle penetrometrie confermano la diffusione delle litologie di cui sopra.

Ulteriori dati stratigrafici acquisiti da un cantiere in atto durante la fase di studio confermano i dati litologici originali ed escludono (per i punti esaminati) la presenza, alle quote interessate dagli scavi, di elementi ceppoidi.

Laddove le prove penetrometriche dinamiche hanno riscontrato il rifiuto di penetrazione sono state effettuate delle apposite verifiche dirette e si deve ritenere che tali rifiuti possano essere generati dalla presenza di materiali grossolani che si oppongono alla penetrazione della punta.

Per ultimo i rilievi georadar in corrispondenza dei tratti di attraversamento stradale non hanno riscontrato “blocchi” di materiali addensati di dimensioni significative.

Pertanto, qualora in fase di scavo si dovessero riscontrare elementi sabbioso-ghiaioso cementati, si ipotizza che tali elementi siano di ridotte dimensioni areali e spessore.

Per una dettagliata definizione puntiforme delle litologie riscontrate, le prove granulometriche hanno evidenziato:

- S1 a quota -4.00/-7.00m ghiaia con sabbia limosa (ghiaia 47% - sabbia 30%);

- S2 a quota -4.00/-7.00m ghiaia con sabbia debolmente limosa (ghiaia 45% - sabbia 37%);

Relativamente alla vasca L3, i terreni superficiali carotati ed analizzati dalle trincee presentano diffusi elementi di riporto con presenza di inerti di varia natura per una potenza media di circa 2 metri sovrastante un debole livello argilloso-limoso (Tr1-2-3-4-5, sondaggio S3, Tr9).

Per le altre vasche L1 e L2 non sono stati riscontrati elementi puntuali anomali (per una visione areale si rimanda ai rilievi geofisici).

#### A1.5.2 – Parametri geotecnici dei terreni oggetto di studio

I dati penetrometrici acquisiti lungo il tracciato permettono di sintetizzare in zone omogenee così definite

Prova P1	Parametri	Valori medi nei primi 3 metri
	Numero colpi N	12
	Peso di volume $\gamma$	1.85 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	28°
	Capacità portante Qa	1.2 kg/cmq

Da P2 a P10	Parametri	Valori medi nei primi 3 metri
	Numero colpi N	>30
	Peso di volume $\gamma$	2.0 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	35°
	Capacità portante Qa	1.7 kg/cmq

Da P11 a P14	Parametri	Valori medi nei primi 3 metri
	Numero colpi N	16
	Peso di volume $\gamma$	1.9 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	32°
	Capacità portante Qa	1.3 kg/cmq

Da P15 a P18	Parametri	Valori medi nei primi 3 metri
	Numero colpi N	25
	Peso di volume $\gamma$	1.95 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	33°
	Capacità portante Qa	1.4 kg/cmq

Da P22 a P23	Parametri	Valori medi nei primi 3.00 metri
	Numero colpi N	13
	Peso di volume $\gamma$	1.85 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	28°
	Capacità portante Qa	1.2 kg/cmq

Causa il rifiuto all'avanzamento dovuto alla presenza di massicciate e abbondante pietrisco nelle prove P19 e P20 (area ferrovia) non è stato possibile investigare fino alla profondità ritenuta significativa per il tipo di intervento.

I terreni coinvolti negli scavi sono essenzialmente di natura ghiaioso-sabbiosi con locale addensamenti di materiali limosi; non sono stati riscontrati significativi livelli ceppoidi.

Relativamente all’escavazione delle vasche, durante l’esecuzione dei sondaggi , oltre alla definizione stratigrafica dei terreni campionati, sono stati acquisiti valori di SPT in foro che possono essere così riassunti:

Vasca L1	Parametri	Valori a quota –6.00 metri
	Nspt	13
	Peso di volume $\gamma$	1.9 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	32°
	Capacità portante Qa	1.4 kg/cmq
	Litologia prevalente	47% ghiaia, 30% sabbia
	Stratigrafia di massima	-1.00 agrario e limo -4.00 ghiaie -6.00 sabbie oltre alternanza di ghiaie e sabbie

Vasca L2	Parametri	Valori a quota –6.00 metri
	Nspt	10
	Peso di volume $\gamma$	1.85 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	30°
	Capacità portante Qa	1.3 kg/cmq
	Litologia prevalente	45% ghiaia, 37% sabbia
	Stratigrafia di massima	-1.30 argilla più sabbia -1.70 limo oltre sabbia con ghiaia

Vasca L3	Parametri	Valori a quota –6.00 metri
	Nspt	12
	Peso di volume $\gamma$	1.85 t/mc
	Angolo attrito $\phi$	30°
	Capacità portante Qa	1.3 kg/cmq
	Stratigrafia di massima	-3.45 riporto -6.80 ghiaia oltre sabbie e ghiaie

Relativamente alla permeabilità dei terreni sono stati registrati i seguenti valori:

Sondaggi	Coefficiente di permeabilità	Da –6.00 a –7.00m da p.c.
S1	K	1.326x 10 <sup>-2</sup> cm/sec
S2	K	2.977 x 10 <sup>-2</sup> cm/sec
S3	K	4.670 x 10 <sup>-3</sup> cm/sec

Lungo il tracciato dei collettori si riscontra una potenziale presenza di livelli acquiferi locali (falde sospese). Si tratta probabilmente di livelli deboli e limitati ed estremamente localizzati di cui non se ne conosce la continuità temporale.

Il periodo dei rilievi, Agosto-Settembre 2002, particolarmente piovoso può aver accentuato la diffusione dei livelli acquiferi di cui alle prove:

Prove	Quota (m dal p.c.)
P11	5.40
P12	5.50
P13	5.10
P21	4.80
P22	4.80
P23	3.60

### A.1.6 Caratterizzazione idrologica dell’area

Le caratteristiche dei deflussi di piena entro un reticolo di drenaggio, sia naturale che artificiale, dipendono, oltre che dalle proprietà del reticolo stesso e dall’intensità e dalla durata degli apporti meteorici, dalle caratteristiche morfologiche ed altimetriche del bacino scolante.

In particolare, le aree che maggiormente contribuiscono alla formazione dei deflussi di piena sono quelle impermeabili, mentre, di contro, le aree a verde, favorendo la dispersione nel suolo delle acque meteoriche, determinano scarsi contributi in rete.

Il grado di impermeabilità dei bacini scolanti in studio, è stato definito come rapporto percentuale fra l’estensione delle aree coperte e l’estensione totale di ogni singolo bacino, dato ottenuto valutando, a seguito dei numerosi sopralluoghi effettuati, le singole tipologie insediative e le singole destinazioni d’uso del suolo. Circa i valori di copertura adottati, si rimanda alle tabelle allegate alla Relazione Idraulica del progetto, ove vengono indicate in dettaglio le caratteristiche dei bacini scolanti.

Per stimare a tal punto il contributo in rete di ciascuna area scolante, è stato attribuito un coefficiente di afflusso per la porzione impermeabile dei bacini ed un coefficiente per quella a verde, permeabile; in più, per valutare il contributo in rete delle aree rurali, è stato definito un ulteriore apposito coefficiente di afflusso.

Tali coefficienti di afflusso, espressi in percentuale e riportati nella tabella sottostante, rappresentano il rapporto tra pioggia netta affluente in rete e pioggia lorda caduta sull’area in questione, e sono stati definiti in base alle caratteristiche di connessione alla rete ed a valori di letteratura propri delle zone in studio.

**Tabella 1 – coefficienti di afflusso in rete**

coefficiente di afflusso aree impermeabili $f_{imp}$	coefficiente di afflusso aree impermeabili $f_{rr}$	coefficiente di afflusso aree impermeabili $f_{rr}$
0,50	0,10	0,01

Le perdite iniziali, dovute al riempimento dei piccoli invasi presenti sulle aree drenanti, sono state valutate in funzione della pendenza media delle superfici di ogni singolo bacino, secondo la seguente formula empirica proposta dalla “procedura Wallingford” ed utilizzata dai modelli idraulici realizzati con il programma Infoworks:

$$D = \frac{k}{\sqrt{i \cdot 1000}}$$

dove:

D = è espresso in millimetri;

K = è un coefficiente dipendente dalle caratteristiche di permeabilità delle superfici scolanti. Esso, espresso in metri, è stato posto pari a 0,000071 per le aree impermeabili ed a 0,00028 per le are permeabili;

i = è l'inclinazione media delle superfici del bacino scolante.

Le portate e la velocità di afflusso in rete delle rogge nette, depurate ulteriormente delle perdite iniziali, sono state ottenute schematizzando i bacini scolanti secondo il modello di Nash a serbatoi lineari in serie, come meglio spiegato nel capitolo della Relazione Idraulica relativo alla descrizione del modello di simulazione idraulica utilizzato a supporto della progettazione.

Analogamente, per quanto concerne i dati pluviometrici propri delle aree in studio, nonché le caratteristiche delle piogge di progetto da essi ricavate, si rimanda agli appositi capitoli della Relazione Idraulica.

## **A.1.7 Caratterizzazione idraulica dell'area**

### **A1.7.1 – Rete idrica di superficie**

#### **Situazione all'anno 2002 (relazione tratta dal Progetto definitivo generale delle opere)**

Dal punto di vista idraulico, l'area in oggetto risulta interessata principalmente dal corso del fiume Olona, che ne raccoglie in ultima analisi i deflussi superficiali, e da quello degli ex fontanili Cagnola, Morganda e Marietti (vedi tavola G.002 – “Planimetria generale dello stato di fatto + anno 2002”);

A tale reticolo principale, si aggiunge una fitta rete di rogge, canali di derivazione irrigui, colatori e fossi, la gran parte dei quali oggi non sono più in funzione, sia perchè privi di contributi dalla falda, sia perchè, nel tempo, le aree agricole si sono sempre più ridotte, lasciando spazio a vasti comparti produttivi.

Da ultimo, pur se idraulicamente disconnesso rispetto al bacino del fontanile Cagnola, va segnalata la presenza, nelle porzioni settentrionali delle aree in oggetto, del Canale Scolmatore di Nord Ovest, opera realizzata per la salvaguardia dei territori del milanese nord occidentali e deputata principalmente alla laminazione delle piene del torrente Seveso e del fiume Olona.

Nel tratto in questione, il fiume Olona attraversa i territori fortemente antropizzati di Rho, Pero e Milano, e risulta costretto entro sezioni artificiali in cls.

Fin oltre l'attraversamento dell'abitato di Pero, l'alveo del fiume presenta sezione rettangolare a cielo aperto di dimensioni medie pari a circa 7,00 x 2,00 m; poco prima dell'intersezione con il grosso collettore consortile proveniente da Cesate, esso invece viene intubato entro un condotto scatolare di dimensioni pari a circa 7,20 x 3,30 m, realizzato a suo tempo per consentire la costruzione della stazione di Molino Dorino della metropolitana milanese.

Il fontanile Cagnola, che originariamente aveva funzione irrigua e recapitava le proprie acque oltre il fiume Olona, nell'area agricola di Trenno, in comune di Milano, è andato gradualmente prosciugandosi e ad oggi risulta del tutto privo di contributi idrici provenienti dal sottosuolo, mentre la testa dello stesso fontanile, completamente interrata, non è nemmeno più localizzabile con esattezza.

Attualmente l'alveo originale del Cagnola, che negli anni ha anche subito numerose deviazioni di tracciato, è in pratica sostituito quasi ovunque da un collettore sotterraneo, costruito in tempi diversi, con caratteristiche tecniche non sempre rispondenti ai corretti criteri di dimensionamento e pendenza.

L'attuale tracciato del Cagnola ha origine a sud della frazione Terrazzano del comune di Rho, discende verso sud attraversando la zona industriale di Mazzo di Rho e, sottopassata la ferrovia Milano - Rho, costeggia in direzione est il bordo superiore dell'area ex raffineria AGIP, fino alla zona dello scalo ferroviario di Milano Fiorenza (quest'ultimo tratto risulta l'unico ancora oggi a cielo aperto).

Da questo punto, nuovamente tombinato, si indirizza verso sud, sottopassa l'autostrada Milano-Torino e, ormai in comune di Pero, si immette in un grosso collettore consortile afferente all'impianto di depurazione consortile di Pero.

L'immissione avviene sotto il piano stradale dell'incrocio fra le vie XXV Aprile e Turati; poco più a valle, il suddetto collettore consortile è dotato di un manufatto di sfioro nel fiume Olona, che separa, tra l'altro, lo scarico dei volumi di piena raccolti dal Cagnola in tempo di pioggia dalle acque nere di magra, avviate a depurazione.

L'immissione del fontanile Cagnola nel collettore consortile, costituisce, in realtà, una deviazione dello stesso Cagnola rispetto al suo tracciato originale, imposta dalla sua trasformazione a vettore di reflui fognari.

Esso infatti, in passato, sorpassava il fiume Olona raggiungendo l'area agricola di Trenno, in comune di Milano. Di tale tracciato, ormai quasi ovunque scomparso, rimane traccia solo nel tratto finale, dove il vecchio alveo del Cagnola è ancora utilizzato per scopi irrigui, grazie all'immissione di acque derivate dal canale Villoresi.

Poco prima dell'abitato di Mazzo, il Cagnola si unisce al fontanile Morganda, che si origina appena a nord della autostrada Milano-Varese, in territorio di Arese.

L'alveo del Morganda è tutto a cielo aperto e attraversa solo aree non urbanizzate.

Così come il Cagnola, anche il Morganda non è più da tempo un vero fontanile, in quanto esso è ormai privo di contributi naturali e convoglia verso il Cagnola solo le acque sfiorate da due grossi rami della fognatura di Arese.

Poco più ad est del fontanile Morganda, si trova il fontanile Marietti; quest'ultimo, avente anch'esso origine in comune di Arese appena a nord della autostrada Milano-Varese, attualmente funge da canale di raccolta delle acque scaricate in condizioni di piena dalla fognatura della porzione industriale di Arese sud, che vengono da esso recapitate al torrente Fugone, che a sua volta si immette nel fiume Olona, in territorio di Milano.

Anche il Marietti risulta da tempo privo di contributi dalla falda.

### **Situazione attuale (Novembre 2006)**

Rispetto al quadro delimitato dalla relazione del progetto definitivo generale, ad oggi il tracciato del fontanile Cagnola risulta modificato nella sua posizione meridionale, a seguito dell'attuazione

degli stralci esecutivi di intervento F1S1, F1S2, F1S3, F1S4 (vedi tavola G.003 – “Planimetria dell’intervento complessivo di sistemazione del fontanile Cagnola”).

Di conseguenza, a partire dall’incrocio tra le vie morandi e De Gasperi in Comune di Rho, il fontanile Cagnola costituisce un collettore di acque meteoriche e possiede un nuovo tracciato tombinato con recapito finale diretto nel fiume Olona, con portate di scarico limitate secondo le previsioni del progetto preliminare già approvate dal Magistrato del Po.

#### **A1.7.2 – Reti di drenaggio urbano**

Si riporta in seguito la descrizione sintetica delle caratteristiche attuali delle reti di drenaggio delle aree coinvolte dall’attuazione della presente fase n.4 - *Vasca volano LI*.

##### **- Area urbana della frazione Terrazzano del comune di Rho:**

la frazione, dotata di un sistema di fognatura unitario, recapita tuttora le acque di tipo misto nella vecchia tombinatura del fontanile Cagnola, all’altezza della vecchia testa dello stesso fontanile, che costituisce il manufatto di monte del sifone realizzato per il superamento del Canale Scolmatore di Nord Ovest.

L’immissione della fognatura nella tombinatura del Cagnola avviene con un collettore circolare di diametro 80 cm, che costituisce il terminale della fognatura di Terazzano.

##### **- Area industriale compresa fra i fontanili Cagnola e Golla, in comune di Rho:**

tale area industriale, peraltro parzialmente inattiva, è dotata di un sistema di fognature unitario, che recapita le acque reflue e le acque di lavaggio dei piazzali e dei capannoni nell’adiacente vecchia tombinatura del Cagnola, mediante un condotto di diametro 80 cm.

##### **- Aree rurali limitrofe al fontanile Cagnola ed al fontanile Morganda:**

Le aree rurali dei comuni di Rho e Arese, disposte fra l’Autostrada A8 e la frazione Mazzo di Rho, convogliano le acque di ruscellamento dei campi nel fontanile Cagnola e, principalmente, nel fontanile Morganda, (che oggi confluisce nella nuova tombinatura del Cagnola che origina in via De Gasperi a Rho) il cui alveo a cielo aperto è connesso con un sistema di fossi e canali irrigui che solcano i terreni in questione.

##### **- Area urbana del comune di Arese:**

L’intero abitato di Arese è dotato di un sistema di fognatura di tipo misto.

Fino a pochi anni fa, la rete di drenaggio confluiva all’impianto di depurazione comunale, posto al confine occidentale del territorio di Arese, a fianco dell’Autostrada A8 Milano-Varese. Una volta depurate, le acque venivano immesse nel “fontanile di Arese”, corso d’acqua a cielo aperto confluyente nel fontanile Morganda. Le acque di piena, infine, venivano sfiorate direttamente nel Morganda prima dell’ingresso nell’impianto, mediante due scaricatori di piena posti a valle dei due grossi terminali della fognatura comunale .

Ad oggi, dopo la dismissione del depuratore comunale, le acque reflue vengono avviate all’impianto Ianomi di Pero, tramite un collettore consortile che ha origine a valle degli scaricatori, mentre i volumi di piena sfiorati vengono ancora scaricati nel Morganda, che, come accennato, oggi li sversa nella nuova tombinatura del Cagnola, nei pressi di Mazzo di Rho.

### A.1.8 Caratterizzazione sismica dell'area

Tutta l'area interessata dall'intervento di sistemazione idraulica del bacino del fontanile Cagnola, è situata all'interno dei territori comunali di Pero, Rho e Arese, che, ai sensi dell'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sono classificati in zona sismica 4.

Ne consegue che la progettazione delle strutture e quella delle opere regionali di sistemazione idraulica del “ fontanile Cagnola” e dunque, nello specifico, della vasca volano L1, non seguiranno i criteri di progettazione per le strutture in zona sismica, ai sensi della DGR 14964 del 7 novembre 2003.

### A.1.9 Dotazione impiantistica: criteri utilizzati per le scelte progettuali

La vasca volano L1, come precedentemente descritto, è caratterizzata da una sezione coperta e una sezione scoperta ed è caratterizzata da impianti di grigliatura, impianti di pulizia e impianti di sollevamento e regolazione.

Gli impianti scelti hanno il duplice scopo di garantire una migliore qualità delle acque restituite dopo laminazione al fontanile Cagnola e di garantire che nella porzione scoperta della vasca volano sfiorino solo acque con un minimo contenuto di solidi sedimentabili.

La porzione scoperta è da salvaguardare evitando il deposito sul fondo del bacino a cielo aperto di materiali che potrebbero determinare uno sgradevole impatto estetico e un possibile sviluppo di cattivi odori dovuto alla formazione di uno strato putrescibile.

Per la salvaguardia del bacino a cielo aperto è stato introdotto un sistema di grigliatura su sfioro realizzato con griglie a cestello e coclea rotante.

All'interno della porzione coperta delle vasche volano è stato inserito un sistema di pulizia del fondo, soggetto a depositi ed incrostazioni di fango, sabbia, e sostanze organiche trasportate dall'acqua sfiorata.

Il sistema di pulizia scelto si basa sull'utilizzo di dispositivi automatici di ribaltamento incernierati in maniera eccentrica.

Progettualmente si è adottata anche la scelta di modellare le pareti ed il fondo della vasca (pendenza del 2%) in modo da evitare l'adesione dei solidi.

I sistemi di sollevamento e le apparecchiature di regolazione sono state scelte e dimensionate in base alle caratteristiche quali-quantitative del recapito finale.

### A.1.10 Caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti idrici di pompaggio e regolazione

Gli impianti di sollevamento contenuti nella vasca volano L1 sono localizzati in tre distinti manufatti: il manufatto di sollevamento al Cagnola che rimanda l'acqua al canale di adduzione, il manufatto di sollevamento a fognatura che rimanda l'acqua alla fognatura e il manufatto di sollevamento alla griglia che rimanda l'acqua ad una griglia di sfioro posizionata all'interno della porzione coperta.

Ogni manufatto è dotato di un fondo sagomato atto a convogliare le acque in prossimità delle pompe al fine di svuotare il più possibile il pozzetto stesso e non avere il ristagno delle acque sul fondo e contiene tre pompe centrifughe sommergibili con girante adatta per liquami contenenti corpi solidi.

Le tubazioni di mandata delle pompe sono state dimensionate al fine di mantenere una velocità di passaggio minore di 2 m/s; esse sono in acciaio inossidabile.

In prossimità della vasca volano L1 verrà realizzato un pozzo all'interno del quale verrà inserita una pompa per l'alimentazione delle ribalte di pulizia.

La tubazione di alimentazione dal pozzo è in acciaio zincato per la parte fuori terra e in PEAD per quella interrata.

Il sistema di regolazione dei flussi idrici e delle portate è costituito da una paratoia manuale e quattro paratoie motorizzate.

La paratoia manuale è posizionata sul foro di uscita del canale di scarico: la sua funzione è quella di regolare la superficie della bocca di efflusso e, conseguentemente, la portata uscente (bocca tarata).

La prima paratoia motorizzata è posizionata sul foro tra il canale di scarico della vasca e il manufatto di sollevamento alla fognatura, la seconda paratoia è posizionata sul foro tra il canale di scarico della vasca e il manufatto di sollevamento al Cagnola, la terza è posizionata sul foro tra il manufatto di sollevamento al Cagnola e il bacino a cielo aperto, mentre l'ultima è posizionata sul foro tra il bacino a cielo aperto e il canale di adduzione al Cagnola.

La loro funzione è quella di aprire e chiudere il passaggio dell'acqua a seconda della fase di funzionamento della vasca

I sistemi di sollevamento e le apparecchiature di regolazione sono state scelte e dimensionate in base alle caratteristiche quali-quantitative del recapito finale.

Per un approfondimento delle scelte tecnico-costruttive degli impianti di sollevamento e regolazione si rimanda alle relazioni specialistiche (all. 8) ed in particolare al punto **G: “Progetto degli impianti idrici di pompaggio e di regolazione”**.

#### **A.1.11 Caratteristiche tecnico-costruttive del sistema di grigliatura e pulizia**

La vasca volano L1, come già anticipato, è dotata di sezione di trattamento, costituita da un sistema di griglie a cestello semicilindrico forato con spaziatura 6 mm, all'interno del quale è montata una coclea rotante di pulizia, che entra in funzione ad un certo grado di intasamento della griglia rilevato da un apposito misuratore di livello.

Le griglie principali sono state posizionate sulla soglia di sfioro dell'acqua tra il canale di adduzione e la porzione coperta della vasca volano, mentre una griglia secondaria è stata posizionata tra il pozzetto di sollevamento e la vasca coperta.

L'acqua in arrivo passa attraverso le griglie principali che trattengono i solidi grossolani.

Il materiale proveniente dalle griglie, ricco di solidi, passa attraverso un ulteriore sistema di grigliatura e viene successivamente inviato a fognatura, una volta terminato l'evento meteorico.

Le griglie previste saranno in acciaio inossidabile, così come tutti gli elementi accessori, al fine di garantire un ottimale e prolungato funzionamento.

Il sistema di pulizia progettato per la vasca volano prevede la suddivisione in corsie di 5 m di larghezza in testa ad ognuna delle quali è stata posizionata una ribalta in acciaio inossidabile.

Il sistema di pulizia scelto si basa dunque su dispositivi di lavaggio a cacciata, costituiti da vasche di ribaltamento incernierate in maniera eccentrica ed alimentate da acqua da pozzo.

Le ribalte verranno riempite in sequenza in maniera tale da avere il lavaggio progressivo di tutte le corsie. Il riempimento è comandato da un sistema di elettrovalvole e fine corsa.

Inoltre le pareti e il fondo di ogni corsia sono state appositamente modellate in modo da evitare l’adesione dei solidi e da favorirne la pulizia per mezzo del flusso idrico scaricato dalle ribalte.

Per un approfondimento delle scelte tecnico-costruttive degli impianti di trattamento e pulizia si rimanda sempre alle relazioni specialistiche (all.8.1) ed in particolare al punto **H**: **“Progetto dei sistemi di trattamento delle acque di pioggia e di pulizia delle vasche”**.

### **A.1.12 Caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti elettrici**

La presente relazione tecnica è parte integrante della documentazione di progetto ed ha lo scopo di fornire tutte le indicazioni necessarie al completamento di quanto elaborato sugli schemi elettrici e sulle planimetrie, al fine di una corretta fornitura e successiva posa in opera dei materiali e delle apparecchiature necessarie alla realizzazione degli impianti elettrici relativi alla vasca volano L1 del bacino del Fontanile Cagnola, corso d’acqua situato nella periferia nord ovest di Milano.

L’area oggetto di indagine si estende su una vasta zona che comprende l’intero abitato del Comune di Arese, le frazioni di Mazzo e Terrazzano del Comune di Rho e l’area della ex raffineria AGIP di Rho, destinata alla realizzazione del nuovo polo fieristico esterno dell’Ente Fiera di Milano.

Il limite superiore di fornitura è costituito dall’allacciamento della linea di alimentazione a valle del contatore di energia alla volta del quadro elettrico di distribuzione denominato QkWh (Quadro valle contatore di energia).

Tale quadro sarà provvisto di interruttore Magneto Termico Differenziale preposto alla protezione della linea di alimentazione del quadro di bassa tensione generale QBTGEN ubicato in locale tecnico proprio in prossimità della vasca.

A valle del suddetto quadro saranno alimentati tutti gli impianti di energia (luce e forza motrice) e correnti deboli (segnalazione – comando – controllo) a servizio della vasca stessa.

Tutti gli impianti in oggetto dovranno essere realizzati in osservanza alle norme vigenti alla data dell’ordine con preciso riferimento alle prescrizioni riportate sulla presente relazione tecnica ed ai dati indicati nella restante documentazione di progetto.

La rispondenza alle normative non sarà limitata alla realizzazione dell’impianto elettrico, ma dovrà essere estesa anche a tutti i componenti dell’impianto stesso.

A tal fine dovranno essere rispettati nel modo più assoluto le caratteristiche tecniche indicate sulla documentazione di progetto.

Al termine dei lavori, gli impianti elettrici dovranno rispecchiare esattamente quanto riportato sugli impianti di progetto, a meno di eventuali piccole varianti che dovranno essere comunque riportate sulla documentazione aggiornata prima della verifica di fine lavori (documentazione di AS-BUILT).

### **Descrizione e destinazione d’uso degli impianti**

Oggetto della presente relazione risulta essere l’area relativa alla vasca volano L1, la quale è costituita dalla sola sezione coperta.

L’origine dell’impianto elettrico coinciderà con il locale all’interno del quale sarà prevista l’installazione del quadro elettrico a valle del contatore di energia QkWh.

La società erogatrice (ENEL) consegnerà l’energia elettrica direttamente in Bassa Tensione in regime trifase, con neutro distribuito, all’interno di una struttura dedicata promiscua, situata sul confine a Nord della proprietà.

Tale struttura sarà così realizzata:

---

<b>capogruppo mandataria – certificata:</b> SGI Studio Galli Ingegneria SpA	<b>mandanti:</b> Sering srl IENCO srl Geoinvest srl	<b>30.11.2006</b> <b>rev. 1 del 18.05.2007</b>	MC/tv-MS-MS	83s-05-C
---	---	---	-------------	----------

- Locale di esclusiva pertinenza società erogatrice l’energia elettrica (ENEL);
- Locale contatore, accessibile sia ad ENEL che all’Utente;
- Locale di esclusiva pertinenza Utente per posizionamento avanquadro.

All’interno del locale di esclusiva pertinenza Utente sarà installato l’avanquadro (QkWk) per la protezione della linea di alimentazione del Quadro generale di bassa tensione QBTGEN.

La linea di alimentazione di cui sopra dovrà essere interrata, con opportuna protezione meccanica realizzata con tubazioni corrugate flessibili; il percorso della linea è deducibile dalla consultazione della tavola grafica **V.119.dwg**.

In prossimità della vasca sarà realizzato un secondo locale all’interno del quale sarà posizionato il quadro di bassa tensione generale (QBTGEN) preposto all’alimentazione di tutti gli impianti di asservimento alla vasca.

La vasca volano L1 è suddivisa in due sezioni: una sezione coperta e una sezione scoperta.

La vasca coperta durante l’evento meteorico di piena si riempie progressivamente con le acque che provengono dallo sfioro situato lungo il canale di adduzione. Le acque meteoriche attraversano, prima di giungere in vasca, le griglie posizionate lungo la soglia sfiorante.

Durante l’evento meteorico le pompe situate nei pozzetti di sollevamento al Cagnola e alla fognatura sono ferme, le tre paratoie motorizzate sono chiuse e le vasche di ribaltamento per la pulizia della vasca non vengono alimentate dalla pompa del pozzo poichè rimane anch’essa spenta.

Il sistema di pulizia delle griglie, costituito da una coclea rotante, viene azionato dal consenso dato da un misuratore di livello. Il misuratore, con soglia prefissata, rileva l’innalzamento del battente sulla griglia dovuto ad un certo grado di intasamento della stessa.

Le pompe del pozzetto di sollevamento sulla griglia a sfioro entrano invece in funzione quando hanno il consenso del misuratore di livello posizionato all’interno del pozzetto stesso. Tali pompe inviano il grigliato ad un altro sistema di grigliatura ricircolandolo all’interno del pozzetto di sollevamento a fognatura.

Una volta che l’acqua meteorica raccolta raggiunge il livello di sfioro posizionato lungo la parete dove sono poste le vasche di ribaltamento per il lavaggio, l’acqua passa nella porzione scoperta di vasca.

Finito l’evento meteorico di piena, l’acqua nel canale di adduzione scende. Un misuratore di livello in essa posizionato da il consenso all’avvio delle pompe situate nel pozzetto di sollevamento al Cagnola che iniziano a svuotare la parte superficiale delle acque raccolte nella porzione coperta. Nel frattempo sempre lo stesso misuratore di livello da il consenso all’apertura della paratoia situata tra la condotta di adduzione dell’acqua dal bacino a cielo aperto e il canale.

Una volta raggiunto nella porzione coperta il livello dello sfioro di ingresso al pozzetto di sollevamento al Cagnola, il misuratore di livello posizionato all’interno della porzione coperta da il consenso all’apertura delle altre due paratoie. A questo punto le pompe nel pozzetto di sollevamento al Cagnola e a fognatura entrano in funzione e svuotano da una parte la porzione a cielo aperto e dall’altra la parte di acqua accumulata sul fondo della vasca e quindi più ricca di solidi e il grigliato proveniente dalle griglie.

Finito l’evento meteorico e svuotata la porzione coperta della vasca volano, parte la pompa del pozzo che alimenta in sequenza ciascuna vasca di ribaltamento grazie all’utilizzo di un sistema di elettrovalvole e fine corsa.

Per un maggiore dettaglio tecnico della logica di funzionamento si vedano le schede di allegate alla presente documentazione.

## DATI AMBIENTALI

### Caratteristiche degli ambienti ordinari:

- temperatura ambiente min/max: 0° +40°C
- temperatura ambiente media giornaliera/annuale 25°C/20°C
- umidità relativa min/max (senza condensa) 30-80°C
- altitudine < 1000 m s.l.m.

### Caratteristiche degli ambienti umidi e bagnati:

- temperatura ambiente min/max: -10° +40°C
- temperatura ambiente media giornaliera/annuale: 23°C/18°C
- umidità relativa min/max (senza condensa) 30/100%
- altitudine <1000 ms.l.m.

## Prestazioni richieste

L'intervento oggetto della presente relazione tecnica può essere distinto in impianti a corrente forte (alimentazione di potenza) ed in impianti a corrente debole (segnalazione, comando e controllo).

Gli impianti a corrente forte trattano principalmente la distribuzione dell'energia elettrica per l'alimentazione dei sistemi di illuminazione generale del complesso previsti su tre livelli funzionali (illuminazione ordinaria, illuminazione di emergenza ed illuminazione esterna) e di distribuzione della forza motrice preposta all'asservimento degli impianti meccanici ed a garantire la forza motrice di servizio (pannelli prese).

Gli impianti a corrente debole trattano invece le problematiche accessorie indispensabili alla gestione degli impianti elettrici di cui sopra e relativi, quindi, alla gestione del funzionamento degli stessi

Tutti gli elaborati di progetto, relativi agli impianti elettrici di energia, sono contraddistinti dalla sigla “V.” seguita da un numero progressivo per l'identificazione della tavola / schema / documento .

Materiali ed apparecchi dovranno essere resi in opera completi e funzionanti, corredati di ogni più piccola parte od accessorio, anche se non specificamente menzionati nelle descrizioni, disegni o specifiche di progetto, ma necessari al corretto funzionamento ed uso od alla completa rispondenza a norme e leggi.

## Normative richieste

La scelta e il dimensionamento degli impianti è stata realizzata in conformità alle vigenti leggi locali, con espresso riferimento alle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano, peraltro da tempo inserite nel processo di unificazione internazionale delle normative tecniche.

### *Condizioni particolari e vincoli da rispettare*

Un vincolo da rispettare sarà quello relativo alla stesura di un accurato piano di sicurezza da svilupparsi precedentemente l'inizio dei lavori. In tale piano dovranno essere evidenziati i mezzi e le soluzioni che l'impresa di installazione intenderà mettere in atto al fine di salvaguardare la sicurezza delle persone che saranno coinvolte durante la realizzazione delle opere.

Il piano di sicurezza dovrà essere redatto a cura ed onere dell'impresa incaricata per l'esecuzione dei lavori e dovrà essere consegnato per controllo e debita presa visione al Coordinatore per la sicurezza D.Lgs 494/96 ed alla Direzione Lavori.

Tutte le opere da elettricista necessarie alla realizzazione degli impianti oggetto della presente relazione dovranno essere eseguite secondo le normative legali e tecniche in vigore in materia di impianti elettrici.

Tutti i materiali previsti dovranno essere prodotti da primaria Casa Costruttrice, certificati con Marchio di Qualità o equivalenti e, qualora non metallici, di tipo autoestinguente.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati ed avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche, o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

Resta comunque inteso che ad ultimazione delle opere, gli impianti elettrici dovranno rispecchiare esattamente quanto riportato sugli elaborati di progetto, a meno di piccole varianti che dovranno essere comunque riportate sulla documentazione di progetto aggiornata prima della verifica di fine lavori.

Al termine dei lavori, l'impresa di installazioni elettriche appaltatrice dovrà inoltre redigere tutta la documentazione di fine lavori e di omologazione di tutti i luoghi ad uso medico.

La società di installazioni che si occuperà della realizzazione degli impianti elettrici, oggetto della presente relazione, dovrà farsi carico altresì di quanto segue:

- organizzazione del cantiere;
- stesura del piano di sicurezza;
- stesura della documentazione di progetto “costruttivo”;
- pulizia del cantiere per la parte di pertinenza degli impianti elettrici;
- prove strumentali;
- rilascio della documentazione di “As built”;
- dichiarazione di conformità secondo quanto dettato dalla Legge 46/90 e dal D.P.R.447/91;

### **Classificazione ambienti**

La classificazione delle aree oggetto della presente documentazione di progetto è stata determinata considerando la destinazione d'uso dei locali e valutando altresì le condizioni determinate da particolari carichi di incendio dovuti da materiali in deposito.

In tal senso, sono stati identificati due tipi di ambienti ai quali corrisponderanno tipologie di impianti elettrici dedicate:

- ambienti ordinari  
(locali quadri elettrici)
- ambienti ordinari con grado di protezione adeguato per elevato tasso di umidità e presenza di liquidi.  
(vasca, locali pompe, etc.)

### **Ambienti ordinari**

Questi luoghi non sono interessati da sostanze in deposito e/o lavorazione tali da dar luogo ad esalazioni che sotto forma di vapori, gas o nebbie, possono determinare con l'aria un'atmosfera pericolosa.

Non risultano essere interessati neppure dalla presenza di liquidi o sottoposti a tassi di umidità elevati.

Gli impianti elettrici dovranno essere quindi soggetti alle sole regole generali ed alle disposizioni dettate dalla Norma CEI 64-8.

In particolare:

- I componenti elettrici applicati in vista, per i quali non esistono le Norme relative, devono essere di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel Commento della Sezione 422, assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550°C.
- Onde evitare pericolosi surriscaldamenti per effetto induttivo delle parti adiacenti i conduttori, si dovranno utilizzare cavi multipolari o si dovranno raggruppare i cavi unipolari in un unico circuito, infilando nello stesso tubo i conduttori di tutte le fasi.
- Le condutture (comprese quelle che transitano) devono essere realizzate nei seguenti modi:
  - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili.
  - condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi (metallici e/o in materiale termoplastico) e canali metallici, con grado di protezione IP 2X per distribuzione orizzontale e almeno IP4X per distribuzione verticale; se idonei allo scopo, i tubi e i canali possono essere utilizzati come conduttore di protezione.
  - condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico.
  - condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione.
  - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse.
  - binari elettrificati e condotti sbarre.
- I circuiti dovranno essere protetti contro i sovraccarichi e i corto circuiti con dispositivi posti a monte.
- Nei sistemi TT con dispositivo a corrente differenziale, il valore della taratura della corrente differenziale non deve essere superiore a 300 mA, anche per quelli con intervento ritardato.

*Ambienti ordinari con grado di protezione adeguato alla condizione ambientale*

Questi luoghi non sono interessati da sostanze in deposito e/o lavorazione tali da dar luogo ad esalazioni che sotto forma di vapori, gas o nebbie, possono determinare con l'aria un'atmosfera pericolosa.

Tuttavia, risultano essere interessati dalla presenza di liquidi o sottoposti a tassi di umidità elevati.

Gli impianti dovranno essere distribuiti con cavi multipolari sia quando posati all'interno di cunicolo, che quando infilati in tubazioni interrate e a vista, siano esse di tipo metallico o realizzate in materiale termoplastico autoestinguente.

Gli impianti elettrici dovranno essere quindi soggetti alle regole generali ed alle disposizioni dettate dalla Norma CEI 64-8 con variazioni da apportare al grado di protezione IP dei componenti elettrici in relazione alle particolari condizioni ambientali.

In particolare:

- I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi.

- I componenti elettrici applicati in vista per i quali non esistono Norme dedicate, devono essere di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel Commento della Sezione 422, assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550°C.

Le condutture devono essere realizzate nei seguenti modi:

- condutture realizzate mediante cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico in tubi protettivi metallici, con grado di protezione adeguato a quanto segue:
    - all'interno della vasca con possibilità di contatto con liquidi IPX7;
    - all'interno della vasca con impossibilità di contatto con liquidi IPX5;
    - locale pompe con possibilità di getti d'acqua IPX5;
    - locale pompe con impossibilità di getti d'acqua IPX4;
  - tutti i dispositivi e gli accessori utilizzati (scatole di derivazione, giunti, scatole portapparecchi, etc.) dovranno possedere le medesime caratteristiche di cui sopra.
  - condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione infilati in tubazioni aventi le medesime caratteristiche di cui ai punti precedenti;
  - I circuiti dovranno essere protetti contro i sovraccarichi e i corto circuiti con dispositivi posti a monte.
  - Nei sistemi TT con dispositivo a corrente differenziale, il valore della taratura della corrente differenziale non deve essere superiore a 300 mA, anche per quelli con intervento ritardato.
- Quando i guasti resistivi possono innescare un incendio, la corrente differenziale nominale deve essere  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$ .
- Tutte le masse estranee dovranno essere collegate al conduttore di protezione, in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate all'ingresso del locale bagno.
    - I conduttori equipotenziali dovranno avere sezione pari a 2,5mmq, se muniti di protezione meccanica, ovvero pari almeno a 4 mmq, se sprovvisti protezione meccanica

**Per un ulteriore approfondimento delle scelte tecnico-costruttive degli impianti elettrici si rimanda all' allegato 8 “Relazioni specialistiche”, ed in particolare al punto I: “Progetto degli impianti elettrici”.**

## **A.2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI E DEI RILIEVI EFFETTUATI**

Per definire gli interventi previsti per la sistemazione idraulica complessiva del bacino del fontanile Cagnola, si è reso necessario l'espletamento di una ampia attività legata alla effettuazione di indagini geotecniche e rilievi topografici sul territorio interessato; tali attività sono state effettuate in sede di progetto definitivo delle opere regionali di .

In sede di redazione del presente progetto definitivo-esecutivo, le indagini di cui sopra sono state integrate da una campagna di rilievo plano-altimetrico e da una campagna di indagine piezometrica.

### **A.2.1 Descrizione delle indagini geologiche e geotecniche effettuate in sede di progetto definitivo**

Le indagini realizzate nell'ambito degli studi geologici-geotecnici sono state estremamente differenziate in rapporto ai diversi obiettivi che l'esecutività del progetto richiedeva ; esse si sono strutturate in:

A) **Analisi geotecniche attraverso:**

- Prove penetrometriche dinamiche
- Sondaggi meccanici a carotaggio continuo
- Trincee esplorative
- Prove SPT in foro
- Prove di permeabilità
- Analisi granulometriche
- Rilievi radarstratigrafici

B) **Rilievi piezometrici tramite:**

- Acquisizione di dati stratigrafici locali e piezometrie pregresse;
- Allestimento di tubi piezometrici nei fori di sondaggio nei quali sono state eseguite specifiche misure di livelli piezometrici che hanno permesso la ricostruzione della carta della soggiacenza locale per la valutazione di una potenziale interferenza con le aree di progetto.

C) **Prospezioni geofisiche**

finalizzate alla determinazione della natura dei terreni coinvolti nello scavo delle vasche. In particolare per la definizione dei rapporti geometrici fra lo scavo e le discariche presenti, sono stati effettuati:

- Rilievi tomografici elettrici
- Rilievi elettromagnetici
- Trincee esplorative

La posizione ed i risultati delle prove sono riassunti nel documento numero 9 – “relazione geologica e geotecnica”.

### Prove penetrometriche dinamiche

Sono state eseguite n° 23 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT. Le indagini hanno investigato sia l'intero tracciato del collettore, ogni 200m circa, sia le aree interessate dalla realizzazione delle tre vasche volano.

Le principali caratteristiche del penetrometro utilizzato sono le seguenti:

Penetrometro	“Pagani” DPSH
Peso maglio	73 kg
Altezza caduta libera	75 cm
Diametro punta	$\Phi = 51\text{mm}$
Angolo apertura punta	60°
Peso singola asta	2.4 kg
Lunghezza aste	1m
Area base del cono	20 cm <sup>2</sup>

I dati acquisiti sotto forma di Numero colpi/penetrazione 30cm sono raccolti nei diagrammi allegati.

### Sondaggi meccanici a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo. I sondaggi, tramutati in piezometri, sono stati ubicati in corrispondenza delle aree interessate dalla realizzazione delle tre vasche volano.

Per la perforazione sono stati impiegati carotieri semplici del diametro di 101 mm, seguiti da tubo di rivestimento, del diametro di 127 mm, per evitare franamenti.

Nelle indagini, spinte fino a 25 m di profondità dal piano campagna, è stata usata una sonda a rotazione ATLAS COOP.CO B 80 automontata.

Al termine delle operazioni di sondaggio tutti i fori sono stati attrezzati con piezometro di tipo semplice, a tubo aperto, con diametro  $\Phi$  80 mm, in plastica ad alta resistenza, rivestito di geotessile.

Le teste dei piezometri sono state protette da appositi chiusini muniti di lucchetto.

I campioni di terreno prelevati (carote) sono stati alloggiati in apposite cassette catalogatrici che, dopo essere state fotografate, sono state lasciate in cantiere a disposizione della Committenza.

Inoltre sono state acquisite nuove stratigrafie provenienti da indagini pregresse e/o in attuazione per altri scopi.

### Trincee esplorative

Sono state realizzate n°7 trincee esplorative mediante escavatore che hanno raggiunto la profondità massima di -4.70m. Le trincee sono state ubicate in corrispondenza delle aree interessate dalla realizzazione delle tre vasche volano sia per una valutazione diretta dei terreni sia per una verifica a seguito dei rilievi areali; si sono, inoltre, utilizzati i dati di trincee precedentemente effettuate.

### **Prove SPT in foro**

In ogni sondaggio è stata eseguita una prova SPT in foro alla profondità di –6.0m al fine di valutare le caratteristiche geotecniche del terreno in corrispondenza della quota di fondo vasca.

I dati espressi in numero di colpi per 15cm sono riportati nelle allegate stratigrafie.

### **Prove di permeabilità in sito**

Durante le fasi di perforazione dei tre sondaggi geognostici sono state eseguite n° 3 prove di permeabilità a carico costante. Le prove hanno permesso di valutare la permeabilità dei terreni in corrispondenza della quota di fondo vasca prevedibile.

### **Analisi granulometriche**

Sono stati prelevati n° 2 campioni semidisturbati al fine di determinare la granulometria dei terreni interessati dall'escavazione delle vasche L1, L2. La granulometria è stata certificata mediante analisi di laboratorio. I campioni sono stati prelevati direttamente dalle cassette catalogatrici. Sono stati setacciati i terreni tra –4 e –7m.

### **Rilievi radarstratigrafici**

Sono stati eseguiti dei profili con la metodologia radar che utilizza onde elettromagnetiche ad alta frequenza per acquisire informazioni sullo stato fisico dei mezzi sottoposti ad indagine, siano essi terreni, manufatti o altro. Tramite un dispositivo trasmittente-ricevente (antenna) facente capo ad una unità di controllo, opportunamente collegata al registratore grafico, viene inviata nel mezzo una serie ininterrotta di impulsi caratterizzati da una precisa frequenza centrale, variabile in funzione degli scopi dell'indagine.

Gli impulsi riflessi dalle eventuali discontinuità presenti nel mezzo indagato ritornano in superficie dove vengono captati dalla sezione ricevente dell'antenna. Contemporaneamente al movimento dell'antenna il registratore grafico produce una sezione continua spazio-tempo nella quale si osservano le tracce delle diverse riflessioni o comunque delle anomalie nella risposta.

Nel caso dell'indagine in oggetto, sono state utilizzate antenne con frequenza centrale di 100Mhz e 500 Mhz ed un tempo di registrazione di 200 nanosecondi; la profondità nominale media raggiunta dall'indagine è di circa 5-6m (la profondità è indicativa in quanto la presenza di materiale conduttivo potrebbe provocare un' assorbimento del segnale). L'interpretazione delle sezioni radarstratigrafiche viene in seguito sviluppata nei casi più semplici analizzando le caratteristiche delle diverse "riflessioni" (geometria, intensità, ecc.) oppure applicando processi di filtraggio ai dati registrati su nastro magnetico.

### **Rilievi tomografici elettrici**

Il metodo geoelettrico si basa sullo studio dell' andamento di un campo elettrico, creato artificialmente nel terreno, dovute alle caratteristiche fisiche del terreno stesso.

In pratica, tramite una coppia d'elettrodi metallici (AB=elettrodi di corrente) collegati ad una batteria, si genera un campo elettrico nel terreno la cui intensità e geometria dipendono dalle caratteristiche elettriche degli orizzonti litologici costituenti il sottosuolo.

Tramite una seconda coppia d'elettrodi (MN=elettrodi di potenziale) collocati in posizione centrale e assiale rispetto alla coppia precedente si misura il valore della differenza di potenziale generata nel terreno dal passaggio della corrente.

Le variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente fra le diverse unità litologiche indagate.

Generalmente i dispositivi quadripolari utilizzati sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

La relazione che lega la differenza di potenziale ( $\Delta V$ ) misurata tra gli elettrodi M e N ed espressa in volt, all'intensità di corrente I, espressa in ampere, che fluisce tra A e B è funzione delle caratteristiche geoelettriche dei materiali indagati e si esprime con la seguente formula:

$$\frac{\Delta V}{I} = r G$$

dove G è la costante geometrica del dispositivo e quindi funzione delle distanze fra gli elettrodi e  $\rho$  è la resistenza specifica o resistività la cui unità di misura è l'ohm x m ( $\Omega m$ ).

Dalla formula precedente e conoscendo le distanze tra gli elettrodi, e quindi il fattore geometrico, è quindi possibile calcolare  $\rho$  misurando il rapporto  $\Delta V/I$ .

La resistività è quindi il parametro utilizzato per la caratterizzazione dei materiali indagati.

Nella realtà, essendo le situazioni naturali eterogenee sia in senso orizzontale sia in senso verticale, il valore di resistività misurato della superficie è definito resistività apparente.

Utilizzando strumentazioni multicanale è, possibile l'acquisizione automatica, e in tempi brevi, di una gran serie di valori di resistività apparente, in modo da coprire in continuità una determinata sezione.

La strumentazione utilizzata è un georesistivimetro digitale multicanale di tipo "STING R1" che gestisce via software tutte le operazioni relative al controllo di qualità dei dati acquisiti.

La prospezione è stata sviluppata in corrispondenza dell'area interessata dalla vasca L1.

E' stato utilizzato un cavo multicanale steso lungo profili e connesso a 56 picchetti di acciaio infissi nel terreno. La spaziatura fra gli elettrodi adottata è stata di 10 metri nei profili riguardanti l'area dell'ex Cava Bossi e di 5 metri nel profilo attraverso l'area ex Cava Tre Fiori.

L'interpretazione della variazione della resistività apparente con la profondità o in senso laterale permette di discriminare le diverse unità geofisiche in termini di resistività reale (calcolata) e spessori, e quindi consente la ricostruzione della distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo.

## Rilievi elettromagnetici

Il rilievo elettromagnetico rappresenta una delle tecniche di prospezione più risolutive ed economiche nelle indagini finalizzate alla caratterizzazione geofisica dei primi metri di sottosuolo.

Con il rilievo elettromagnetico, infatti, non avendo la necessità di creare contatti fisici con il terreno, è possibile un'esplorazione veloce e nello stesso tempo dettagliata di vaste aree. Tramite un sistematico rilievo a maglie regolari è possibile, infatti, ottenere una accurata caratterizzazione della situazione del primo sottosuolo sulla base dei valori di conducibilità elettrica o del suo reciproco la resistività.

Le apparecchiature utilizzate, Geonic s EM-31, è un sistema portatile ad induzione elettromagnetica dotati di due bobine (trasmettitore e ricevitore) posizionate a distanza fissa di 3,66 m fornito di data logger.

Lo strumento creando un campo magnetico in corrispondenza del trasmettitore induce nel terreno un flusso di corrente elettrica al quale si associa un campo magnetico secondario che viene misurato dal ricevitore.

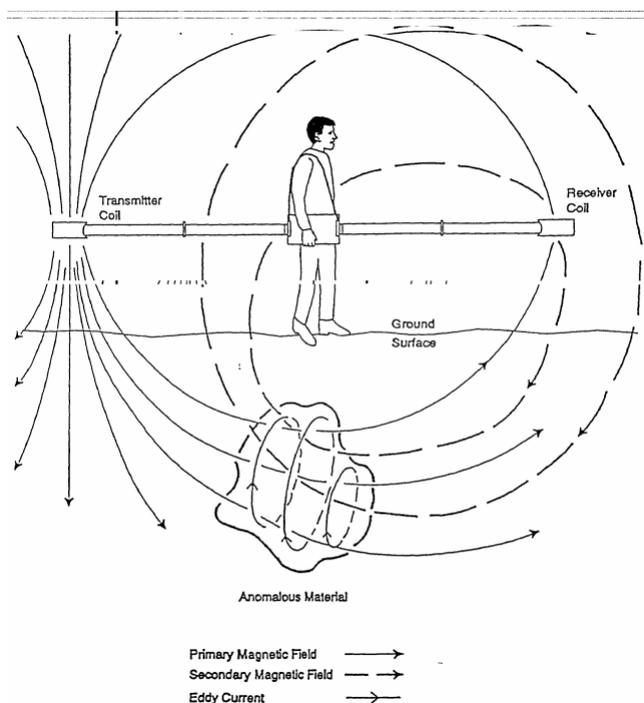
L'intensità del campo magnetico secondario è utilizzata per il calcolo della conducibilità elettrica espressa in mmhos/m o della resistività in ohm.m.

In fase di elaborazione il valore di conducibilità è funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali indagati e principalmente della granulometria, della porosità e della conducibilità dei fluidi circolanti.

L'area in esame è stata suddivisa in settori quadrati di 40 m di lato, evidenziati sul terreno da picchetti di legno. Successivamente, le misure sono state realizzate secondo una maglia regolare di 4x2 m, riferita a tali picchetti.

Successivamente ad ogni rilievo, i dati sono stati riversati su un computer, elaborati e rappresentati in carte ad isocurve, che nel caso specifico sono stati espressi in valori di conducibilità elettrica.

E' stata, inoltre, acquisita una registrazione in fase al fine di evidenziare la presenza di eventuali corpi metallici.



I dati acquisiti da ogni specifica metodologia d'indagine sopra descritta, sono stati riassunti in appositi diagrammi, profili, planimetrie tematiche allegate al presente lavoro, nello specifico allegato 9 “Relazione Geologica e Geotecnica”.

## A.2.2 Descrizione dei rilievi topografici effettuati in sede di progetto definitivo

Il progetto definitivo degli interventi, conclusosi nel mese di dicembre 2002, è stato preceduto e costantemente affiancato da una serie di indagini conoscitive e di approfondimento del territorio in analisi.

Tali indagini sono state innanzitutto volte alla definizione dell’attuale schema idraulico delle fognature dell’area in esame, che è stato ricavato a partire dalle tavole delle fognature comunali, ed è stato integrato da una campagna di rilievo topografico e geometrico.

In questo modo, è stato possibile definire il sistema di drenaggio attuale, delimitando i bacini di utenza e ricavando tutte le informazioni preliminari, quali sezioni e pendenza dei condotti, necessarie allo sviluppo a computer del modello idraulico dell’area.

Successivamente, le informazioni raccolte sono servite quale base per la definizione progettuale degli interventi, anch’essa supportata dal modello matematico.

Un primo rilievo plano-altimetrico, è stato eseguito da una società specializzata su incarico dell’ex Consorzio Nord Milano a supporto della progettazione preliminare degli interventi; esso, restituito in coordinate Gauss-Boaga con riferimento a capisaldi IGM, ha riguardato oltre 1100 punti disposti sull’area allo studio.

Tali punti rilevati, hanno riguardato:

**a. l’attuale sistema di drenaggio:**

sono stati rilevati, in particolare, tutti i chiusini della vecchia tombinatura del Cagnola, il fondo alveo e le sponde di alcune sezioni dei tratti a cielo aperto dello stesso fontanile Cagnola, il fondo alveo e le sponde di alcune sezioni del fontanile Morganda, i chiusini del tratto terminale della fognatura mista dell’area industriale sud di Arese, i chiusini dei tratti terminali delle fognature miste di Rho afferenti al Cagnola;

**b. il sistema di drenaggio di progetto:**

in tal senso, si è proceduto sostanzialmente alla quotatura del piano campagna delle aree interessate dal passaggio dei nuovi collettori e dalla realizzazione delle vasche volano nonché alla definizione plano-altimetrica dei vincoli presenti lungo il suddetto percorso, quali limiti di strade, edifici e fossi.

Successivamente, a completamento ed a supporto della precedente indagine topografica, è stata condotta un’ulteriore campagna di rilievo plano-altimetrica, eseguita da uno studio professionale su incarico della scrivente ATI con riferimento agli stessi capisaldi precedentemente utilizzati.

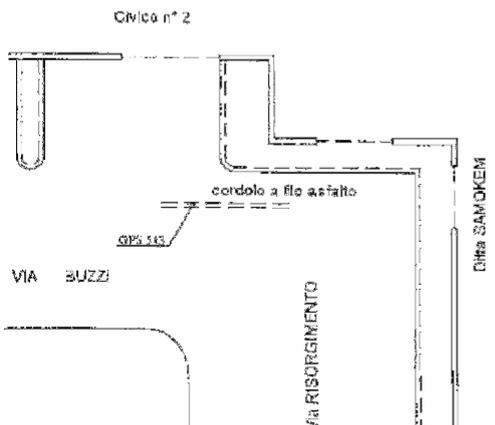
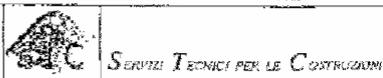
In aggiunta, l’intero rilievo plano-altimetrico è stato trasformato da coordinate Gauss-Boaga in coordinate rettilinee, con riferimento ai vertici utilizzati dai sistemi cartografici degli Enti MM, Italferr, Cav.to.mi e Fiera; più in dettaglio, le coordinate dei suddetti vertici nel sistema cartografico a coordinate rettilinee utilizzato in questo progetto sono riportate nella tabella sottostante, e corrispondono ai vertici utilizzati da FIERA DI MILANO.

**Tabella 1 – coordinate rettilinee dei vertici topografici di riferimento nel sistema cartografico “Cagnola”**

vertice	nord	est	quota
543 FS	41.118,443	6.775,722	146,971
300N GPS	40.731,162	5.539,973	147,573

Si allegano di seguito le monografie dei due vertici sopra citati.

- **committente** : INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A. - I.A.NO.MI S.P.A.
- **commessa** : Opere regionali di sistemazione idraulica del "fontanile Cagnola" FASE 4 – vasca volano L1: PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
- **argomento** : Relazione generale: Relazione generale illustrativa

		<b>CATALOGO DEI VERTICI RETE DI RAFFITTIMENTO</b>	
GPS N°	543	Data messa in opera	04/2001
QUOTA		146.932	
Coord. WGS '84	Coord. gauss boaga	Coord. rettilinee Q 180	
LAT. 45°31'24" 11587	NORD 5041115.709	NORD	923576.283
LONG. 9°05'11" 23839	EST 1506778.529	EST	247382.238
Q. eliss.	190.354		
<b>UBICAZIONE</b>			
Comune di	RHO	Provincia di	MILANO
DESCRIZIONE	BORCHIA METALLICA CEMENTATA SUL CORDOLO ALL'INCROCIO TRA VIA RISORGIMENTO E VIA BUZZI		
ACCESSO DA	VIA RISORGIMENTO - VIA BUZZI		
Solizzo planimetrico			
			
			



### **A.2.3 Descrizione dell’indagine piezometrica effettuata in sede di progetto definitivo-esecutivo**

La campagna integrativa di indagine piezometrica, effettuata nel mese di luglio 2006 a supporto della progettazione definitiva-esecutiva della vasca L1, ha previsto la misura del livello freatico presso i piezometri disponibili in prossimità delle aree oggetto di incremento.

I dati raccolti hanno consentito l’elaborazione di una planimetria riportante le linee isofreatiche alla data del 11 luglio 2006, allegata al documento 9 – “Relazione geologica e geotecnica”.

### **A.2.4 Descrizione dei rilievi topografici effettuati in sede di progetto definitivo-esecutivo**

A supporto del progetto definitivo-esecutivo della vasca L1 è stata effettuata una campagna integrativa di rilievi plano-altimetrici presso l’area di intervento.

I rilievi, restituiti sia in coordinate rettilinee che in coordinate Gauss-Boaga conformi ai precedenti rilievi effettuati in fase di progettazione definitiva, sono serviti principalmente per i seguenti scopi:

- dettagliare le aree coinvolte dai lavori che, in precedenza, non erano state rilevate (tratto settentrionale della strada vicinale dei prati, argine sinistro fontanile Morganda, ecc ...);
- dettagliare la linea ed il palo Enel MT interferente con le opere;
- posare i necessari capisaldi per il tracciamento delle opere

L’elaborato grafico V.101.2 riporta le monografie dei 4 capisaldi posti in opera, la cui posizione è indicata nelle planimetrie di progetto.

### A.3 INDICAZIONI OPERATIVE

#### A.3.1 Prestazioni specifiche

Come richiesto dal disciplinare di incarico, il lavoro svolto ha compreso anche le prestazioni specifiche in merito a tutti gli aspetti riguardanti la topografia, la geologia, l'idrologia, il paesaggio e l'ambiente che sono stati esaminati e risolti in sede di progettazione attraverso i risultati di apposite indagini e studi specialistici.

Le prestazioni specifiche relative al progetto complessivo di sistemazione idraulica del bacino del Cagnola hanno riguardato:

- Rilevi dell'area e dei manufatti esistenti,
- Indagini geognostiche;
- Indagini idrologiche;
- Indagine piano altimetrica "cave";
- Piano particellare espropri;
- Studio di Impatto Ambientale per la verifica di esclusione dalla procedura di VIA.

Le attività richieste nello specifico per la redazione presente progetto definitivo-esecutivo sono descritte negli elaborati specifici prodotti nei vari allegati.

La relazione geologica e geotecnica (vedi documento n. 9) comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici.

La relazione geotecnica definisce, alla luce di specifiche indagini geotecniche, il comportamento meccanico del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso. Illustra inoltre i calcoli geotecnici per gli aspetti che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno.

La relazione idraulica (vedi documento n. 8) riguarda lo studio delle acque meteoriche, superficiali e sotterranee, con indicazione delle fonti dalle quali provengono gli elementi elaborati ed i procedimenti usati nella elaborazione per dedurre le grandezze di interesse.

Poiché la presente progettazione definitiva-esecutiva implica la realizzazione di importanti opere in cemento armato, queste formano oggetto di apposita relazione che definisce i criteri e le modalità di calcolo delle strutture (vedi documento n. 10).

#### A.3.2 Adempimenti dell'incarico

Prima della approvazione, il responsabile del procedimento procederà, in contraddittorio con i progettisti, a verificare la conformità del progetto alla normativa vigente ed al disciplinare di affidamento della progettazione.

La validazione della documentazione progettuale verrà fatta verificando la rispondenza della stessa a quanto prescritto dall'art. 47 del D.P.R. 554/1999 attraverso l'esame dei seguenti punti:

- a) corrispondenza del nominativo del progettista;
- b) sottoscrizione dei documenti;
- c) completezza della documentazione relativa;
- d) accertamento di fattibilità tecnica;
- e) accertamento di fattibilità amministrativa;
- f) accertamento di fattibilità economica;
- g) indagini geologiche-geotecniche e relativa congruenza dei risultati con le scelte progettuali;
- h) indagini archeologiche e relativa congruenza dei risultati con le scelte progettuali;
- i) completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, grafici, descrittivi e tecnico-economici, previsti dal regolamento;
- j) completezza dei computi metrici-estimativi e verifica della corrispondenza agli elaborati grafici, ed alle prescrizioni capitolari;
- k) rispondenza delle scelte progettuali alle esigenze di manutenzione e gestione;
- l) valutazione di impatto ambientale (ovvero delle verifiche di esclusione dalle procedure, ove prescritte) esistenza delle dichiarazioni in merito al rispetto delle prescrizioni normative, tecniche e legislative comunque applicabili al progetto;

### **A.3.3 Piani di sicurezza**

In base all'articolo 93 del D.Leg.vo 163/06 ed all'art. 35 del DPR 554/99, il Piano della Sicurezza del cantiere costituisce un documento allegato del presente progetto definitivo-esecutivo.

In relazione a quanto richiesto dal regolamento, si segnala che il Piano di Sicurezza ha valutato con particolare attenzione le seguenti problematiche specifiche:

- accessi al cantiere con particolare riferimento alle interferenze con la viabilità pubblica;
- movimentazione di notevoli volumi di terra;
- esecuzione di scavi molto profondi;
- realizzazione di muri perimetrali della vasca volano – porzioni in C.A.
- notevole altezza di muri e pilastri da realizzare in cemento armato;

Le ulteriori cautele, che sono state definite dal Piano della Sicurezza, riguardano, in generale, la protezione degli scavi, le attrezzature del cantiere, nonché i dispositivi di protezione individuale (D.P.I.) per le maestranze.

### **A.3.4 Collaudo dei materiali e delle apparecchiature**

Per quanto concerne il collaudo dei materiali e delle apparecchiature si rimanda a quanto specificato nel Capitolato Speciale d'Appalto.

- **committente** : INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.- I.A.NO.MI S.P.A.
  - **commessa** : **Opere regionali di sistemazione idraulica del “fontanile Cagnola” FASE 4 – vasca volano L1: PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**
  - **argomento** : **Relazione generale: Relazione generale illustrativa** 41/43
- 

### **A.3.5 Principali calcoli dei manufatti**

I calcoli effettuati per il dimensionamento degli impianti e dei manufatti in progetto sono sviluppati nel dettaglio negli allegati 8. “*Relazioni specialistiche*” e 10 “*Relazione di calcolo delle strutture in c.a.*” e riguardano gli aspetti idraulici, quelli elettrici-elettromeccanici (comprese tutte le opere accessorie quali sistemi di lavaggio, impianti di sollevamento, griglie, etc.) e quelle strutturali.

Si rimanda quindi direttamente agli elaborati sopraccitati.

## **A.4 DISPONIBILITA' DELLE AREE DA UN PUNTO DI VISTA URBANISTICO E CATASTALE**

### **A.4.1 Verifiche urbanistiche**

Il progetto della nuova vasca volano L1 è previsto sul territorio del Comune di Arese, che ha definito l'utilizzo delle proprie aree attraverso il proprio Piano Regolatore Generale, a norma delle leggi vigenti e, in particolare:

- Piano Regolatore Generale adottato con delibera C.C. n. 100 del 19/12/1991 e C.C. n. 24 del 17/03/1993 (e successive varianti) approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n° VI/27326 del 08/04/1997.

Le opere inerenti la vasca volano sono previste in parte su aree destinate dal PRG a “zona E/1 – agricola”, per una superficie occupata di circa 44.700 mq, e in parte su aree destinate a “zona T1 – impianti tecnologici” (vincolo ormai decaduto) per una superficie di circa 13.700 mq.

Come prescritto dal comune di Arese in sede di conferenza di servizi (verbale di Giunta Comunale n° 19 del 24-01-03) è inoltre previsto l'adeguamento della strada vicinale esistente lungo la sponda sinistra del fontanile Morganda con trasformazione della stessa in strada per consentire l'accesso alla vasca volano per la manutenzione ordinaria e straordinaria della vasca.

La strada, con accesso da via per Ospiate, ha una lunghezza di circa 400m con sezione trasversale di circa 5,0 m e sarà affiancata sul lato est da un fosso di guardia per la raccolta e smaltimento delle acque in caso di eventi meteorici e sul lato verso il fontanile Morganda da un gard rail per la sicurezza dei mezzi in transito nei confronti di accidentali fuoriuscite dalla carreggiata stradale verso la sponda del fontanile (vedi tav.V.108.1 “Sistemazione esterna – pianta”).

Tali aree sono attualmente destinate dal PRG in parte a “zona E/1 – agricola”, per una superficie di circa 2.400 mq, in parte zona “fascia di rispetto” per una superficie di circa 180 mq.

La precedente analisi evidenzia che, in alcuni casi, le previsioni progettuali non corrispondono alle previsioni urbanistiche del PRG comunale.

Considerato l'evidente e preponderante interesse pubblico dell'intervento e tenuto conto delle preliminari dichiarazioni di disponibilità del comune di Arese, sarà possibile attivare le procedure esplicitamente previste in materia dalla vigente normativa sui lavori pubblici che consente, con le appropriate procedure di approvazione previste dalla Legge, di adeguare gli strumenti urbanistici comunali alle previsioni del progetto, dichiarato “di pubblica utilità e urgente”, nelle situazioni in cui le aree interessate non abbiano una destinazione urbanistica del tutto compatibile con il progetto stesso.

In particolare le aree interessate dalla vasca volano attualmente destinate a “zona E/1 – agricola” saranno soggette a variante urbanistica con futura destinazione a “zona T1 – impianti tecnologici”.

L'elenco di dettaglio delle aree oggetto di variante urbanistica è riportato nella tavola G.006.1 “Estratto mappe catastali: aree oggetto di variante urbanistica”, dove sono indicate graficamente le aree interessate da variante PRG con la futura destinazione urbanistica.

#### **A.4.2 Aspetti catastali – disponibilità aree**

Nel “Piano particellare degli espropri” allegato al presente progetto, sono contenuti gli elementi per la identificazione catastale delle aree che sono interessate alla realizzazione delle opere relative alla sistemazione idraulica del “Fontanile Cagnola” FASE 4 – vasca volano L1

Le aree individuate sono quelle comprese nella fascia di ingombro richiesta dai lavori e corrispondente alle opere riportate nella tavola G.006.2 “*Estratto mappe catastali: aree oggetto di esproprio, servitù e occupazione temporanea*” allegata al presente progetto.

Per l’attuazione dei lavori e per la successiva gestione delle opere eseguite, sono previsti tre diversi regimi delle aree:

- 1) aree da ACQUISIRE mediante esproprio, necessarie per la realizzazione della vasca volano e della strada di accesso alla stessa.

L’ampiezza complessiva di tali aree è stata determinata considerando la superficie necessaria ad un inserimento ambientale ottimale delle opere ed è pari a 60.966 mq;

- 2) aree da ASSERVIRE mediante servitù, da stipulare con i proprietari, al fine di permettere l’accesso ai manufatti per la manutenzione ordinaria e straordinaria. La superficie complessiva da asservire, valutata con una fascia larga 5 m lungo il confine nord ed est dell’area della vasca volano, risulta pari a 2.838 mq.

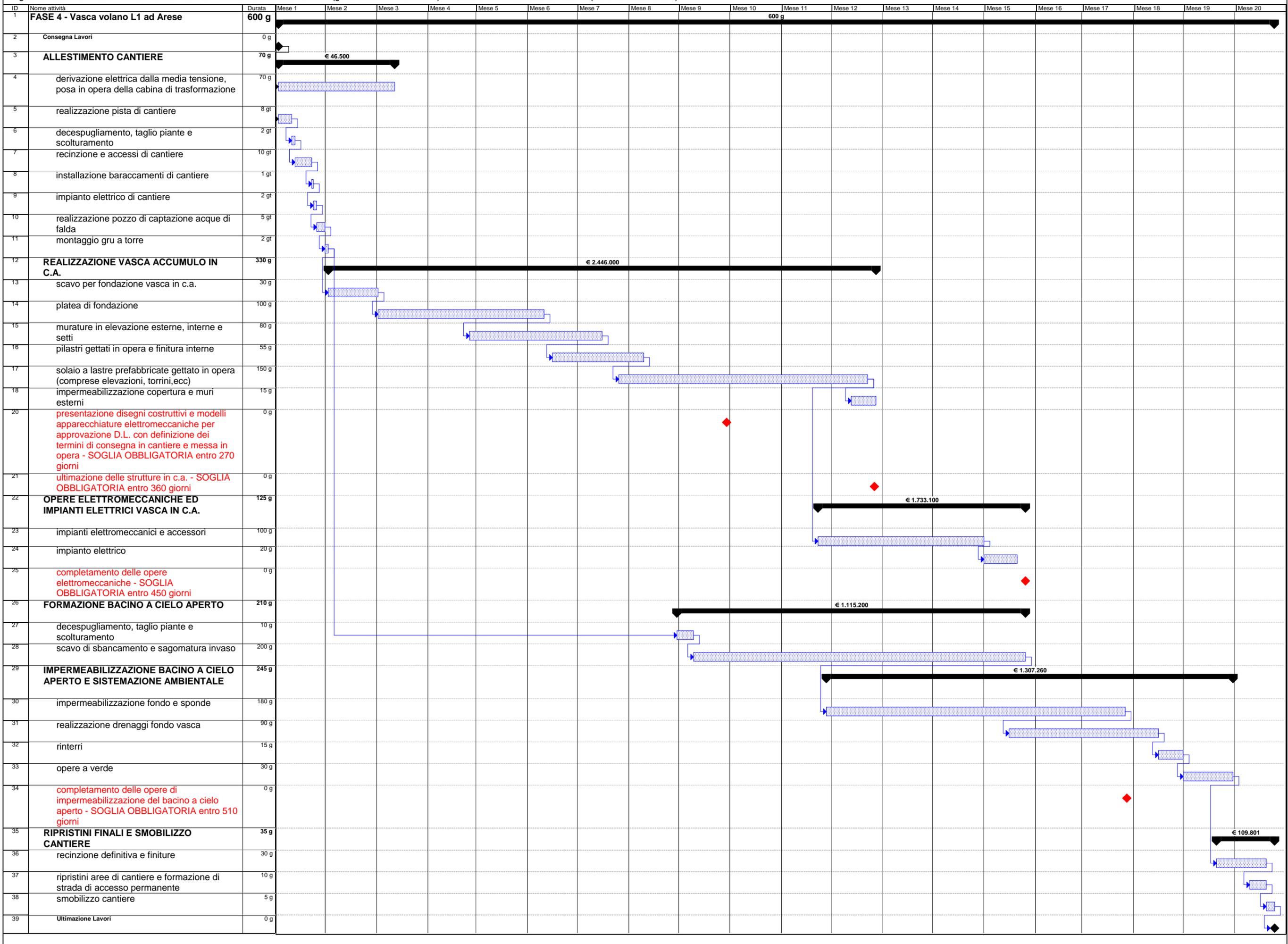
- 3) aree da OCCUPARE TEMPORANEAMENTE durante i lavori, per l’impianto di cantiere, il passaggio dei mezzi di lavoro, il deposito temporaneo del terreno di scavo e delle attrezzature.

L’ampiezza di tale area potrà essere variabile, in dipendenza della natura dei luoghi e delle modalità di accesso. Naturalmente, la reale ampiezza dell’area occupata sarà verificata a consuntivo in base alle effettive esigenze riscontrate e verificate dal D.L.

L’ampiezza delle aree suddette, stimate in base alla planimetria allegata, risulta pari a 23.413 mq.

In base alle valutazioni economiche effettuate (come meglio dettagliato nell’allegato “Piano Particellare degli espropri”), il costo totale, comprensivo di IVA e spese notarili, risulta pari a 1.735.000,00 euro.

Progetto Definitivo-Esecutivo - FASE 4 Vasca Volano L1 - CRONOPROGRAMMA LAVORI (giorni naturali e consecutivi) CORRELATO AI COSTI DI ESECUZIONE (oneri sicurezza inclusi)



**A.T.I.**  
di progettazione  
e direzione lavori



**sering**  
società di  
— ingegneria

**IENCO** s.r.l.  
Italian Engineers & Consultants



INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.-  
I.A.NO.MI S.P.A. – Milano

## Opere regionali di sistemazione idraulica del “fontanile Cagnola”

**FASE 4 – vasca volano L1**

**Z. quadro tecnico economico**

**progetto definitivo-esecutivo**

30.11.2006 rev. del 18.05.2007

MC/tv-MS-MS 83s-05-C

file Documento: \\Server\sering\01 - COMMESSE PRODUTTIVE\01.2 - lavori PRIVATT2 0 0 5\83s-05 - I.A.NO.MI. - vasca volano L1 - Fase 4\04 - PROGETTO PUBBLICO\DEFINITIVO-ESECUTIVO\1. RELAZIONE illustrativa\relazione illustrat R2\Z. quadro tecnico econom\_REV3.doc

**capogruppo mandataria – certificata:**

*SGI Studio Galli Ingegneria SpA* - via della Provvidenza 15  
35030 Sarmeola di Rubano (PD) tel. 049-89 76 844 fax 049-89 76 784  
e-mail info@sgi-spa.it

**mandanti:** Sering srl  
IENCO srl  
Geoinvest srl

- **committente** : INFRASTRUTTURE ACQUE NORD MILANO S.P.A.- I.A.NO.MI S.P.A.
  - **commessa** : **Opere regionali di sistemazione idraulica del “Fontanile Cagnola” FASE 4 – vasca volano L1: PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**
  - **argomento** : **Relazione generale: Quadro tecnico economico**
- 

2/5

## CONTENUTO

Z.1	CRITERI GENERALI DI STIMA DEI COSTI	3
Z.2	STIMA DELLE QUANTITA’	3
Z.3	PREZZI UNITARI	3
Z.4	CESSIONE MATERIALI DI SCAVO ALL’IMPRESA	3
Z.5	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE APPALTANTE	4
Z.6	QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO	5

## Z.1 CRITERI GENERALI DI STIMA DEI COSTI

Il presente quadro economico riporta la stima dei costi complessivi da sostenere per la realizzazione delle opere contenute nel progetto.

Le stime effettuate si basano su specifici computi metrici estimativi, allegati alla documentazione progettuale in conformità alla normativa vigente.

Oltre al costo diretto dei lavori da eseguire e dei relativi oneri della sicurezza ex D.leg.vo 494/96 e s.n.i., la stima dell’investimento complessivo considera altresì le cosiddette “Somme a disposizione della Amministrazione Appaltante”, escluse dall’appalto ma disponibili per le corrispondenti necessità amministrative, fiscali e tecniche complementari ai lavori in appalto.

## Z.2 STIMA DELLE QUANTITA’

Le quantità assunte a base dei computi metrici sono state dedotte dagli elaborati grafici allegati alla presente documentazione progettuale.

Le profondità di scavo e più in generale, i profili longitudinali delle opere, sono stati definiti sulla base dei rilievi plano-altimetrici. e geometrici appositamente eseguiti allo scopo.

La stima si riferisce sia alle opere principali del progetto, sia alle opere accessorie e complementari necessarie per rendere il lavoro completo, secondo le regole dell’arte.

## Z.3 PREZZI UNITARI

Nella redazione dei computi metrici si sono assunti prezzi unitari desunti, ogni volta che ciò è stato possibile, dall’elenco prezzi del settore lavori di Infrastrutture idrauliche Nord Milano SpA – edizione marzo 2006.

In difetto, si è fatto riferimento, in ordine, al vigente “prezzario opere pubbliche dalla Regione Lombardia” ed al vigente “prezzario delle opere edili della Camera di Commercio industria artigianato e agricoltura di Milano”.

Per opere e apparecchiature particolari, infine, si sono assunte informazioni presso qualificate ditte del ramo, acquisendo specifici preventivi.

Le principali voci non contemplate dall’elenco prezzi IANOMI SpA, sono state oggetto di specifiche analisi, allegata alla documentazione progettuale.

## Z.4 CESSIONE MATERIALI DI SCAVO ALL’IMPRESA

L’appalto in oggetto prevede che i materiali di scavo, al netto di quelli previsti riutilizzati in loco, siano ceduti all’impresa appaltatrice con compenso **minimo** fissato in progetto ed oggetto di offerta in rialzo in sede di gara, ai sensi dell’art. 36 DM 145/00.

La valutazione del costo minimo è stata oggetto di analisi, allegata alla documentazione progettuale.

## Z.5 SOMME A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE APPALTANTE

In aggiunta alla stima dei lavori da eseguire ed appaltare, sono state valutate le seguenti voci di costo, a disposizione della Amministrazione Appaltante.

- C1 - *rilievi ed accertamenti*: comprendono i compensi professionali per l'esecuzione dei rilievi topografici e geologici effettuati in sede di progetto e previsti da effettuare ad integrazione della documentazione di gara d'appalto;
- C2 - *allacciamenti*: si riferiscono ai costi stimati richiesti dagli Enti gestori per lo spostamento o l'estensione delle linee (elettriche, idriche ecc.) per servizio ai manufatti previsti dal progetto;
- C3 - *imprevisti*: sono stati previsti nella misura del 3% circa;
- C4 - *sminamento*: sono somme previste per l'eventuale attività di bonifica mediante ricerca e localizzazione di ordigni bellici, nelle aree di intervento, compreso l'onere di recupero ed allontanamento degli eventuali ritrovamenti;
- C5 - *esproprio, servitù ed occupazioni aree*: sono gli oneri stimati per le indennità di espropriazione ed i rimborsi ai privati aventi titolo sulle aree interessate dal progetto per servitù, occupazione temporanea, eventuali danni e rimborso frutti pendenti; tali oneri sono comprensivi di IVA al 20%;
- C6 - *compensazione prezzi*: è la compensazione, ai sensi dell'art. 133 e dell'art. 253 del D.leg.vo 163/06, da utilizzarsi nel caso di applicazione del “prezzo chiuso” qualora l'inflazione reale superi del 2% l'inflazione programmata;
- C7 - *spese tecniche*: comprendono gli oneri professionali per la Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, la Direzione Lavori ed il Coordinamento per la sicurezza sia in fase progettuale che esecutiva;
- C8 - *spese per appalto*: si riferiscono alle spese di pubblicazione dei bandi, ai compensi per le commissioni e altri oneri inerenti;
- C9 - *collaudo*: riguarda l'onere professionale per il collaudo statico e tecnico-amministrativo;
- C10 - *spese generali IANOMI SpA* sono le spese generali sostenute da IANOMI per la gestione del progetto, 0,5% importo lavori, come previsto dall'art. 31 della convenzione di incarico);
- C11 - *IVA ridotta* calcolata al 10% sulle voci precedenti che si riferiscono alla esecuzione delle opere in appalto (voci A, C3, C6);
- C12 - *IVA ordinaria* al 20% sulle voci precedenti che non si riferiscono alle opere in appalto (voci C1, C2, C4, C7, C8, C9, C10).

## Z.6 QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

In definitiva, richiamati i criteri di redazione della stima precedentemente elencati, il presente progetto definitivo-esecutivo prevede il seguente quadro economico, redatto ai sensi dell'art. 44 DPR 554/99.

<b>A. OPERE IN APPALTO</b>		
A.1	Lavori a corpo	6,099,649.17 €
A.2	Lavori a misura	391,365.52 €
A.3	Oneri della sicurezza (ex D.Leg.vo 494/96)	266,846.69 €
	<b>totale opere in appalto</b>	<b>6,757,861.38 €</b>
<b>B. CESSIONE MATERIALI DI SCAVO ALL'IMPRESA</b>		
B.1	compenso a corpo per cessione materiali di scavo (IVA esclusa)	-443,334.40 €
	<b>totale cessione materiali scavo</b>	<b>-443,334.40 €</b>
<b>C. SOMME A DISPOSIZIONE</b>		
C.1	rilievi ed accertamenti	25,000.00 €
C.2	allacciamenti	25,000.00 €
C.3	imprevisti (3% circa importo lavori)	155,049.21 €
C.4	sminamento	25,000.00 €
C.5	espropri, servitù ed occupazioni aree (IVA e oneri compresi)	1,735,000.00 €
C.6	compensazione prezzi (art.133 e art. 253 d.lgs n.163/2006)	67,578.61 €
C.7	spese tecniche	609,693.00 €
C.8	spese per appalto	10,000.00 €
C.9	collaudo	46,347.92 €
C.10	spese generali IANOMI SPA (0,5% importo lavori)	33,789.31 €
C.11	IVA ridotta (10% su A, C3, C6)	698,048.92 €
C.12	IVA ordinaria (20% su C1, C2, C4, C7, C8, C9, C10)	154,966.05 €
	<b>totale somme a disposizione</b>	<b>3,585,473.02 €</b>
	<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>	<b>9,900,000.00 €</b>