

Studio Tecnico Associato "IL MODULO" di:  
Arch. Carabelli Roberto - Geom. Trivi Roberto Massimo  
Via E. Toti n. 8 - 21010 Ferno (VA) - Tel./Fax 0331-726221  
e-mail: ilmodulo@inwind.it - Part. I.V.A. 01978530127

11753

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area Ll.pp. Edilizia Privata, Ecologia

Allo Spett.le Ufficio Tecnico del  
Comune di FERNO

Oggetto : Progetto per la **VARIANTE al Piano Attuativo** denominato " **A.P.C. n. 2** " in  
Comune di Ferno (VA) – Via Quarto/Carducci .

Richiedenti : **QUARTO S.A.S. DI MARCO ANGIOLINI & C.**

- Via Quarto n. 9 - 21010 FERNO (VA)

**FONDAZIONE CHICCA PROTASONI ONLUS**

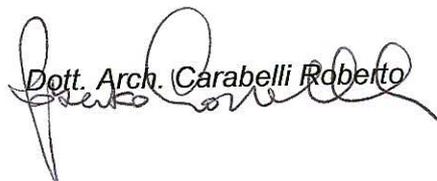
- Via Roma n. 14 - 21010 FERNO (VA)

Con riferimento a quanto in oggetto , si trasmette :

- **RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL  
TERRENO DI FONDAZIONE .**

Cordiali saluti.

Ferno, li 25/07/2016

Dott. Arch. Carabelli Roberto  




**GEO.LOGO**  
*Studio di Geologia*

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area Ll.pp. Edilizia Privata, Ecologia

## VARIANTE URBANISTICA APC 2 – VIA QUARTO, VIA CARDUCCI

**RICHIEDENTE: QUARTO S.A.S. di Marco Angiolini & C.**

LOCALITA': Ferno (VA)

Via Quarto

## RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

LUGLIO 2016

Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti

*Marco Cinotti*





**GEO.LOGO**  
*Studio di Geologia*

Dott. Marco Cinotti

## INDICE

<b>INDICE</b>	<b>2</b>
<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO</b>	<b>7</b>
2.1. Lineamenti geomorfologici, geolitologici e di uso del suolo.	7
<b>3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E PIEZOMETRIA</b>	<b>15</b>
<b>4. PROVE DI RESISTENZA MECCANICA DEI TERRENI</b>	<b>20</b>
4.1 Prove S.C.P.T. – Modalità esecutive	20
4.2. Risultati delle indagini	21
<b>5. INDICAZIONI PER IL PROGETTO SISMICO DEGLI EDIFICI</b>	<b>23</b>
<b>6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PRESCRIZIONI TECNICHE.</b>	<b>25</b>

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E - mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodigeologia.edilstatus.it](http://www.studiodigeologia.edilstatus.it)

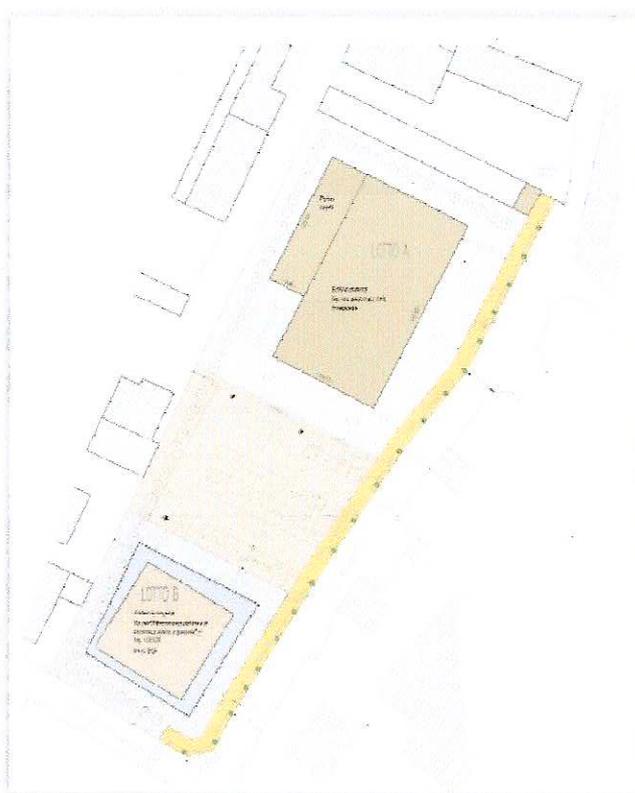


GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

## 1. PREMESSA

Su incarico della **Societa' QUARTO S.A.S.** di Marco Angiolini & C. con sede in Ferno (VA) , Via Quarto n. 9 , C.F. e P.IVA 03194580126 , iscritta al R.E.A. di Varese al n. 330922 , rappresentata dal Socio Accomandatario Sig. Angiolini Marco Angelo nato a Busto Arsizio (VA) il 02/10/1961 , e la **FONDAZIONE CHICCA PROTASONI ONLUS** con sede in Ferno (VA) , Via Roma n. 14 , C.F. e P.IVA 03363920129 , iscritta al R.E.A. di Varese al n. 346654 , rappresentata dal Presidente del Consiglio di Amministrazione Sig.ra Bertoni Giuseppina nata a Ferno (VA) il 05/09/1929 SAGEM s.r.l., il sottoscritto Dott. Geol. Cinotti Marco, con studio in Busto Arsizio, Via Col di Lana n° 3, ha eseguito i necessari accertamenti al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico, l'area oggetto di variante urbanistica rispetto alla previsione di Piano denominata APC2.



COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area L.I.pp. Edilizia Privata, Ecologia

Figura 1 - Planimetria lotto d'intervento

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E-mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Site web: [www.studiodigeologia.edilsitus.it](http://www.studiodigeologia.edilsitus.it)



La variante in esame prevede le seguenti modifiche:

1. modifica della destinazione urbanistica del Lotto B da "residenziale/attività di servizio alla residenza" di cui ai punti 1.1 e 1.2 della Tabella A (art. 10) - Categorie di destinazione d'uso delle N.d.P. del P.G.T. ad "Aree per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale" di cui al punto 1.3 della Tabella A (art. 10) delle N.d.P. del P.G.T. ;
2. modifica delle modalità di realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria (come previsto nell'art. 6 della originaria convenzione) non più secondo le modalità di cui all'art. 32, comma 1, lett. g del D.Lgs. 163/2006 mediante esperimento di relativa gara d'appalto, bensì con affidamento diretto da parte del lottizzante a ditta da questo scelta;
3. modifica dei termini di scadenza per la realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria originariamente prevista all'art. 6 dell'originaria convenzione entro anni quattro dalla stipula , prorogato di diritto per tre anni dalla L. 98/2013.

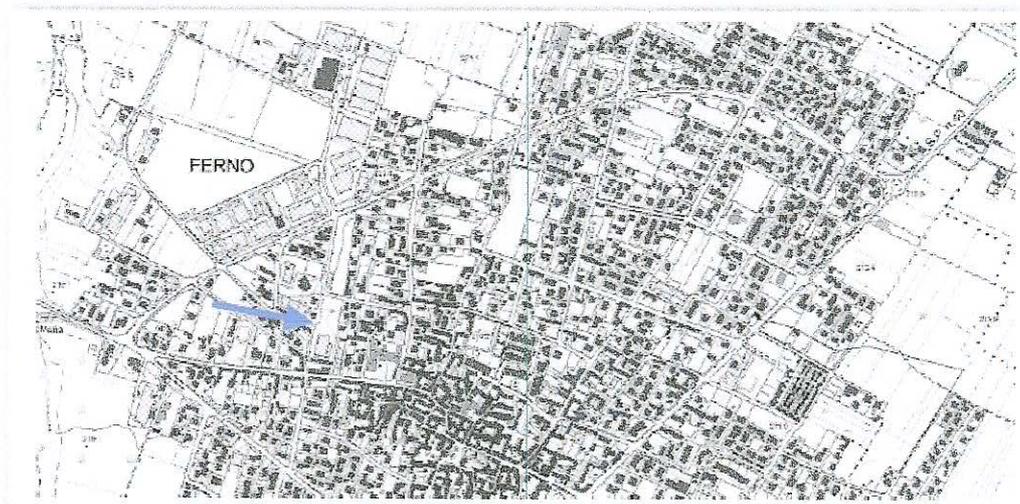


Figura 2 - Estratto Carta Tecnica Regionale



**GEO.LOGO**  
*Studio di Geologia*

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

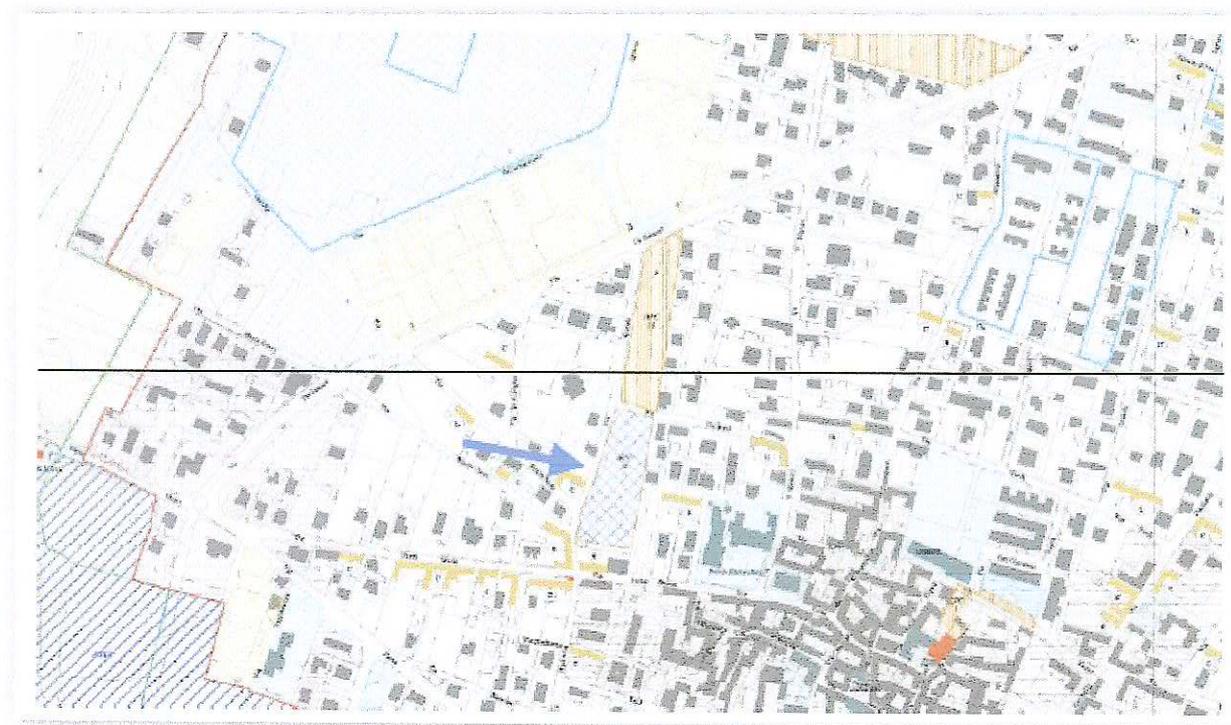
tit. 6.3

Area LI.pp. Edilizia Privata, Ecologia

Secondo quanto stabilito dalla Legge Regionale n° 12/2005 "Legge sul Governo del Territorio" e dalla D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005, sia gli strumenti urbanistici generali quali Piani di Governo del Territorio, P.T.C.P etc, sia i Piani urbanistici Attuativi quali Piani di Recupero, Piani Integrati di Intervento possono essere approvati previa definizione della fattibilità anche geologica delle previsioni in essi contenuti.

Il lavoro si è sviluppato inizialmente in uno studio di massima dell'area, condotto sia mediante consultazione dei lavori reperibili in bibliografia, sia con l'effettuazione di ricognizioni in loco, per definirne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrauliche ed idrogeologiche.

Per la definizione preliminare delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal citato progetto, sono stati utilizzati i dati di alcune prove penetrometriche dinamiche superpesanti, eseguite su lotti vicini, utilizzando un penetrometro Pagani TG 65-100 KN fino al raggiungimento del rifiuto strumentale (Numero di colpi > 100).



**Figura 3 - Estratto PGT Comune di Ferno**

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E - mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodiologia.edilcitus.it](http://www.studiodiologia.edilcitus.it)



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

Sulla base dei risultati delle indagini, delle osservazioni di campagna e delle elaborazioni effettuate, si è pervenuti alla caratterizzazione geotecnica dei materiali costituenti il sottosuolo e ad una valutazione indicativa della capacità portante del terreno di fondazione dell'opera in progetto in funzione della tipologia di fondazione prescelta.

**Tale ipotesi, dovrà in ogni modo essere riconsiderata alla luce delle scelte effettuate dal competente progettista sia strutturale, sia architettonico delle opere in esame.**



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area LI.pp. Edilizia Privata, Ecologia

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

### 2.1. Lineamenti geomorfologici, geolitologici e di uso del suolo.

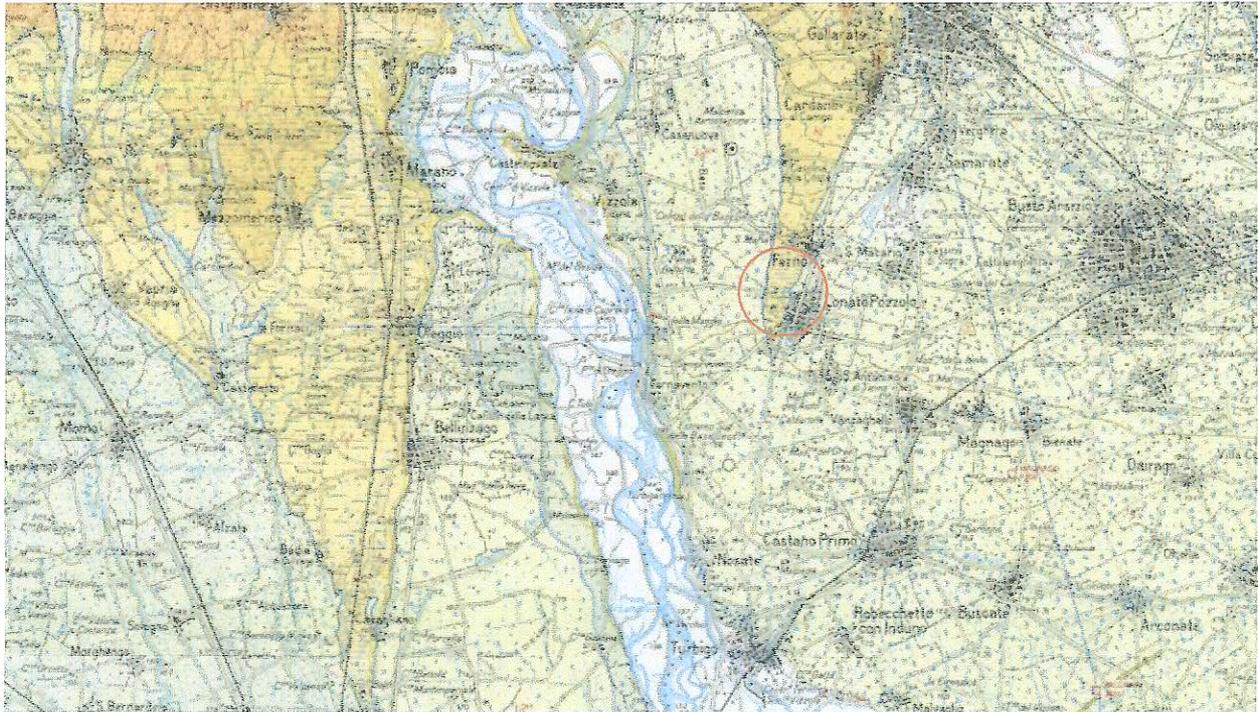


Figura 4 - Estratto F. 44 - Carta Geologica d'Italia

L'area in esame si trova nella porzione Nord Ovest della pianura padana, nel tratto compreso tra i Fiumi Ticino ed Olona.

E' costituita essenzialmente, da depositi sciolti quaternari disposti su più livelli terrazzati, disposti in direzione Nord - Sud.

L'area in esame si inserisce, dal punto di vista territoriale, nell'ampia fascia della media pianura alluvionale lombarda, limitata a nord dalle estreme propaggini dei terrazzi fluvio-glaciali Rissiani e Mindelliani (quote assolute attorno ai 300-350 metri sul livello del mare) e degradante, verso sud, alla bassa pianura che si estende fino al fiume Po (quote assolute attorno ai 50-60 metri sul livello

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E-mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodiagelologia.edilsitus.it](http://www.studiodiagelologia.edilsitus.it)



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

del mare). Il dislivello complessivo, pertanto, è dell'ordine di 250-300 metri. Tale dislivello, su un'estensione N-S di circa 60 km, determina una pendenza media del terreno pari a circa il 0.5%.

Le caratteristiche geomorfologiche della pianura in esame sono state determinate dalla successione degli eventi geologici durante il periodo quaternario.

Infatti, l'azione di deposito ed erosione connessa al susseguirsi delle glaciazioni, ha determinato l'accumulo, su un vasto territorio, di materiale alluvionale al di sopra dei depositi quaternari, nascondendo e cancellando le strutture che li caratterizzavano.

In particolare, i principali eventi glaciali quaternari, unitamente all'attività neotettonica ed a complessi fenomeni morfoclimatici, hanno determinato l'andamento dei corsi d'acqua, responsabili della deposizione dei sedimenti costituenti la pianura. L'azione combinata di questi fenomeni ha prodotto, inoltre, lo smantellamento dei depositi alluvionali e fluvioglaciali al termine di ogni fase di sedimentazione e la loro rideposizione.

L'area è caratterizzata dalla sostanziale assenza di strutture geomorfologiche naturali di entità rilevabile. Infatti il territorio in cui si inserisce si presenta per lo più monotono pianeggiante, con deboli pendenze dell'ordine del 1-5 per mille verso sud.

Il principale corso d'acqua naturale che attraversa l'area scorrendo da nord-nordovest a sud-sudest è il Ticino mentre i corsi d'acqua artificiali principali sono rappresentati dal Canale Villoresi che unisce -a nord di Milano- il Ticino all'Adda.

Questo deriva dal Fiume Ticino a Somma Lombardo ed il suo canale principale ha un percorso ovest-est pari a circa 82 km fino a confluire nel Fiume Adda a Groppello di Cassano d'Adda. Dal canale principale si dipartono una decina di canali secondari aventi direzione N-S e 265 bocche per canali terziari. La portata del Villoresi raggiunge i 70 mc/s.

Il territorio di studio, come detto, fa parte di una delle maggiori unità morfologiche d'Italia, caratterizzata da fenomeni di subsidenza differenziata attivi fin dall'oligocene che si sono manifestati con particolare intensità durante il Pliocene e il Pleistocene. In superficie sono presenti depositi prevalentemente continentali del Pleistocene medio-superiore e dell'Olocene: generalmente di origine fluviale; glaciale e fluvioglaciale nella parte prealpina.

Gli elementi stratigrafici e tettonici emersi in occasione delle ricerche di idrocarburi durante l'ultimo trentennio permettono di tracciare un quadro generale sufficientemente definito -anche se



necessariamente schematico- delle caratteristiche geologiche del sottosuolo del territorio fino alla profondità di qualche kilometro.

- **Il Pliocene**, in facies argillosa, sabbiosa e talvolta conglomeratica, sovrapposto in trasgressione alle formazioni geologiche precedenti, affiora lungo i bordi della Pianura Padana in modo discontinuo e con spessori modesti al bordo alpino, in corrispondenza di alcune incisioni fluviali. Nel sottosuolo i depositi pliocenici possono suddividersi secondo due motivi strutturali diversi:

A nord una monoclinale che partendo dagli affioramenti pedevalpini si immerge verso S con angolo di pochi gradi e spessori crescenti fino a circa 2.000 m.

A Sud una successione di pieghe anticlinaliche (alti strutturali) e sinclinaliche (zone subsidenti) talora fagliate, allungate in direzione WNW.

I depositi pliocenici raggiungono spessori anche di 4.000 m nelle zone subsidenti più depresse.

- **Il Pleistocene inferiore** marino, in massima parte riferibile al Calabriano, è esteso su quasi tutta la pianura e ripete grosso modo il motivo strutturale descritto per il Pliocene.

In linea di massima si tratta di depositi marini siltoso-argillosi alla base e sabbiosi al tetto. La presenza di vari livelli torbosi nella parte sommitale del Pleistocene inferiore indica probabilmente il verificarsi di ripetuti passaggi da un ambiente marino a un ambiente continentale o di transizione al continentale per successive ingressioni e regressioni marine.

- **Il Pleistocene medio-superiore** è prevalentemente caratterizzato da depositi continentali (glaciali, fluvioglaciali, eolici, fluviali) anche se non mancano episodi marini. Grossi anfiteatri morenici, sopraelevati anche più di una cinquantina di metri sulla pianura antistante -attribuibili nella quasi totalità al Mindel, Riss e Wurm- sono posti alla base del versante alpino in corrispondenza delle principali valli (Ticino, Adda, Olona). Depositi morenici di più modeste dimensioni si trovano presso lo sbocco in pianura di altre incisioni fluviali.

L'alta pianura che si sviluppa lungo il bordo alpino su una fascia variabile da 10 a 30 kilometri è formata da ampie e piatte conoidi fluvio-glaciali, raccordate verso monte con gli archi morenici, che si sono depositate durante le successive fasi interglaciali. Le conoidi più recenti sono incassate e sovrapposte alle più antiche. Nel settore pedemontano le conoidi sono costituite prevalentemente da ciottoli arrotondati di rocce sedimentarie e magmatiche del diametro massimo di una decina di centimetri, con intercalazioni non molto frequenti di lenti e di livelli siltosi, sabbiosi e argillosi.



Verso valle invece la componente fine e finissima aumenta gradualmente fino a divenire predominante e infine quasi esclusiva

I depositi alluvionali che occupano la maggior estensione della pianura lombarda costituiscono il cosiddetto "livello fondamentale della pianura". La loro caratteristica morfologica principale è una struttura a conoidi appiattite, parzialmente sovrapposte e disposte a ventaglio, prodotte dall'azione deposizionale dei corsi d'acqua post-glaciali. I depositi diluviali più recenti si distinguono dai più antichi soprattutto per le diverse caratteristiche geomorfologiche. Essi di fatto sono distribuiti in un unico livello debolmente inclinato verso il Po, interrotto dalle incisioni dei corsi d'acqua attuali coi relativi materassi alluvionali. Lo stato superficiale di alterazione non supera generalmente il metro.

I terreni diluviali recenti mostrano due distinte "facies": una, fluvioglaciale, sviluppata dove la media e l'alta pianura si raccordano con le cerchie moreniche (rappresentata da alluvioni grossolane con, morenico fangoso di fondo e argille lacustri); l'altra, fluviale, nella quale prevalgono le granulometrie fini e finissime, è tipica della bassa pianura a valle della zona dei fontanili.

Dal punto di vista litologico, si distinguono in affioramento due principali unità geologiche, delle quali si riporta di seguito la descrizione dei caratteri principali.

#### **"Fluvioglaciale Wurm – FgW"**

*I depositi wurmiani, costituiti da materiale fluvioglaciale proveniente dallo smantellamento delle cerchie moreniche poste a nord, hanno determinato il riempimento dei solchi incisi durante la fase interglaciale Riss-Wurm nel settore dell'alta pianura, mentre nella media pianura hanno ricoperto integralmente i depositi Rissiani, nascondendone completamente le strutture che li caratterizzavano.*

*Tali depositi sono caratterizzati dal punto di vista geologico da ghiaie e sabbie in matrice fine con locali intercalazioni lenticolari di argilla. Costituiscono il cosiddetto "livello fondamentale della pianura". La variazione granulometrica che caratterizza questi depositi testimonia la riduzione dell'agente di trasporto ed erosione; procedendo da nord verso sud infatti si osserva in tale direzione un aumento della componente sabbiosa a discapito della ghiaia.*

#### **"Alluvioni antiche – FgW-R"**

*Le alluvioni antiche si rilevano in fasce più o meno estese e continue prossime ai principali corsi d'acqua. Tali depositi sono connessi all'attività di erosione e deposizione dei corsi d'acqua durante il periodo post-wurmiano e rappresentano la testimonianza delle passate divagazioni dei fiumi dal loro letto. Si tratta di*



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area Ll.pp. Edilizia Privata, Ecologia

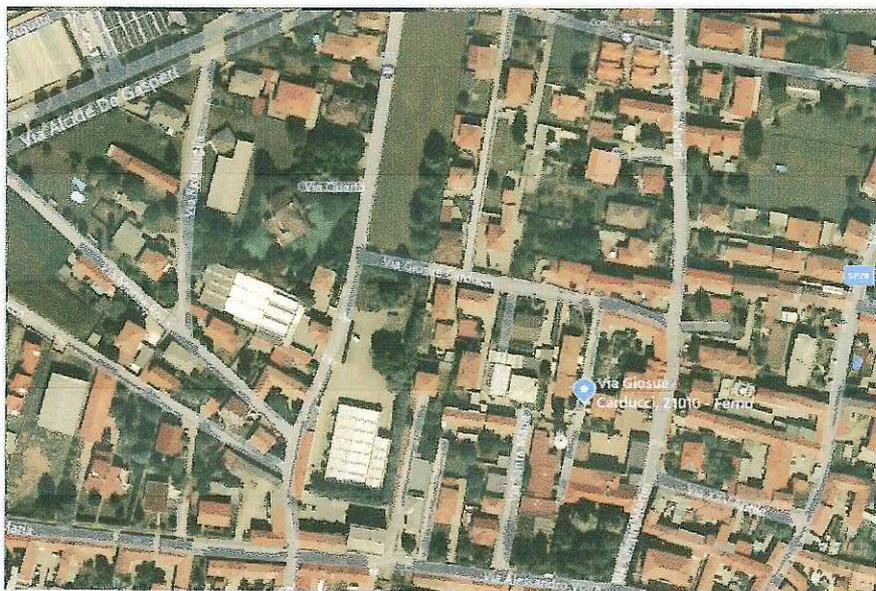
*depositi costituiti da ghiaie e sabbie alternati a livelli sabbiosi-limosi connessi alle fasi di esondazione fluviale. Il materiale che li costituisce deriva dal rimaneggiamento delle precedenti sedimentazioni. Al di sotto dei depositi wurmiani si immergono i depositi fluvio-glaciali mindelliani e rissiani, che affiorano a nord, in corrispondenza della pianura terrazzata.*

*La natura petrografica delle ghiaie costituenti i sedimenti wurmiani è varia, infatti l'analisi visiva di alcuni campioni prelevati in corrispondenza delle cave limitrofe ha permesso di evidenziare, in ordine di quantità approssimativa, la presenza di elementi metamorfici più o meno scistososi, anche nettamente gneissici, rari elementi di natura serpentina, di quarzo latteo, di rocce magmatiche a grana fine più o meno femiche e di rocce di natura arenacea e calcarea .*

*Il grado di arrotondamento dei ciottoli componenti la ghiaia è generalmente elevato. Le sabbie presentano granulometria eterogenea e grado di arrotondamento variabile in relazione alla composizione petrografica.*

### **2.3 Area d'indagine.**

Il lotto d'indagine è ubicato nella porzione Nord – di Ferno, su di un lotto posto tra la Via Carducci e la Via Quarto.



**Figura 5 - Immagine satellitare lotto in variante**

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1722207421

E - mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiadiologia.edilistus.it](http://www.studiadiologia.edilistus.it)



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area Ll.pp. Edilizia Privata, Ecologia

Al fine di meglio conoscere la geologia e gli aspetti geotecnici del terreno sono stati esaminati gli studi geologici di supporto al PRG.

Esaminando in particolare la Carta Geologica, osserviamo come l'area oggetto di intervento sia costituita da Alluvioni antiche (FgW-R).

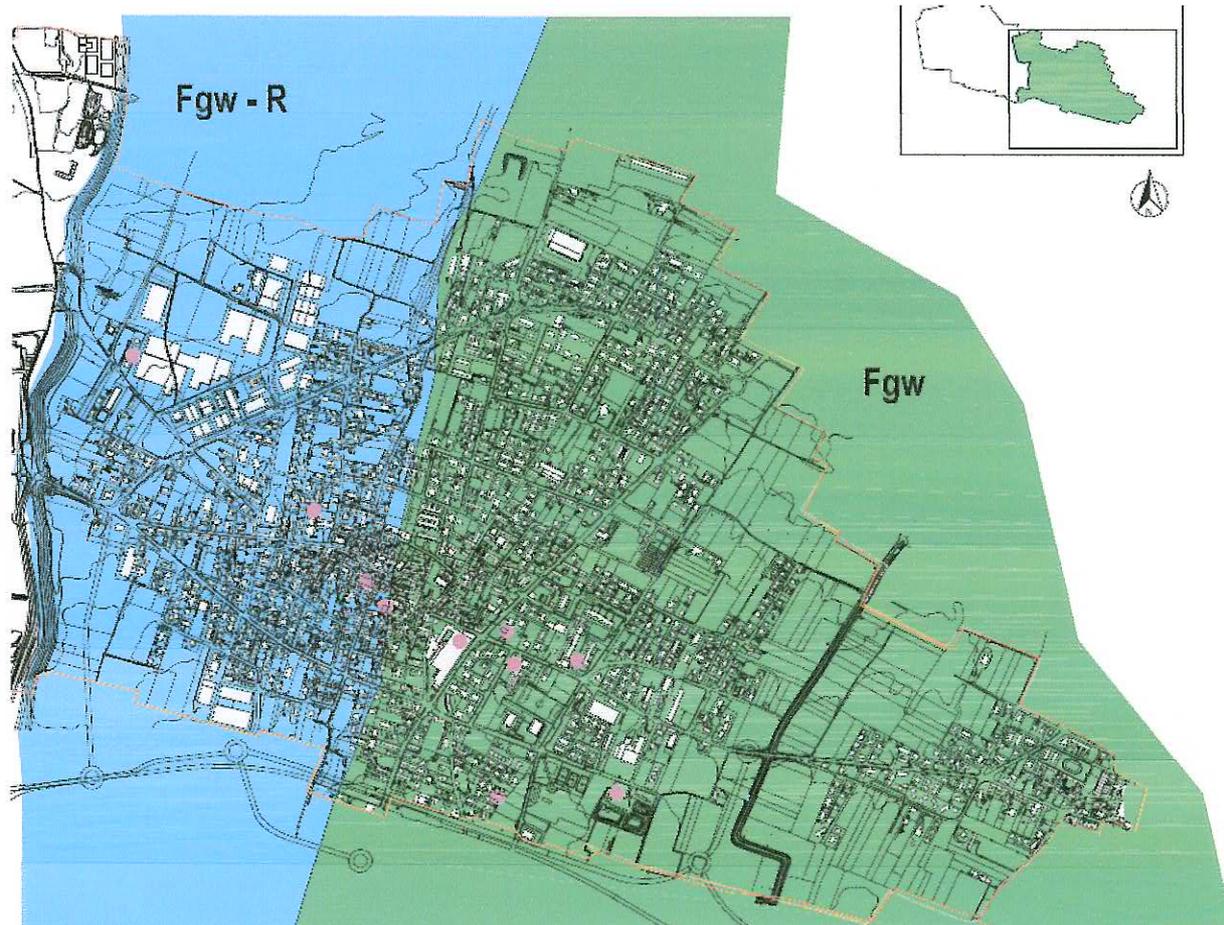


Figura 6 - Estratto Carta geologica allegata al PGT

Dopo aver definiti i diversi termini geologici presenti, è possibile operare un'ulteriore suddivisione del territorio comunale in base alle caratteristiche geologiche dei diversi termini incontrati.

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E-mail: [geologo@libero.it](mailto:geologo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodigeologia.edilsitus.it](http://www.studiodigeologia.edilsitus.it)

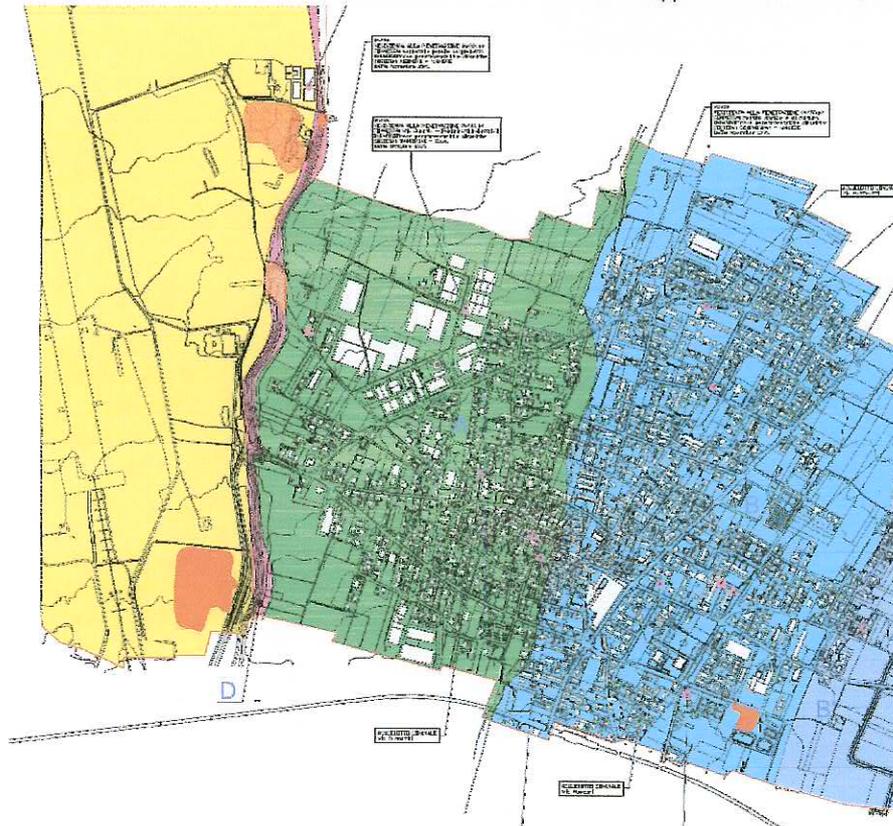


Figura 7 - Estratto Carta Geologica - Tecnica allegata al PGT

Sempre nelle indagini geologiche di supporto al PGT, ed in particolare nella tavola 5b – Carta Geologico – Tecnica, si distinguono le seguenti 4 unità:

- **UNITA' A** – Strato d'alterazione superficiale limoso – sabbioso, passante a ghiaie e ciottoli a composizione prevalentemente cristallina in matrice sabbiosa. Al di sotto dello strato di alterazione superficiale (spess. 0,6 – 2,2 m) con caratteristiche geotecniche scadenti, i terreni hanno comportamento incoerente e caratteristiche geotecniche buone con addensamento da medio ad elevato;
- **UNITA' B** – Ghiaie e sabbie in matrice limosa più o meno argillosa, con rari ciottoli ciottoli, passante a sabbie limose sciolte e quindi ad unità sabbioso ghiaiose e ciottolose più consistenti. Fino a 4 – 6 metri, sono possibili cedimenti non compatibili anche con carichi non particolarmente elevati;



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

- **UNITA' C** – *Ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli eterogenei spesso coperti da uno strato superficiale pedogenizzato a matrice argilloso – sabbiosa di spessore variabile. Escludendo il terreno di copertura, i terreni hanno caratteristiche geotecniche buone con addensamento elevato;*
- **UNITA' D** – *Strato d'alterazione superficiale limoso – sabbioso, al di sotto ghiaie e ciottoli a composizione prevalentemente cristallina in matrice sabbiosa.*

Considerato che il lotto in esame è ricompreso nell'**unità A**, caratterizzata dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche buone al di sotto di strati superficiali più scadenti, le prove penetrometriche da realizzare, preliminarmente alla richiesta dei titoli abilitativi, dovranno essere mirate all'individuazione di questo contatto, in modo da individuare l'idoneo piano appoggio delle fondazioni.



### 3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E PIEZOMETRIA

Nell'elaborazione del seguente argomento si è tenuto conto dei recenti risultati emersi nello "Studio Idrogeologico ed Idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili" predisposto dall'Autorità di Ambito Ottimale nel 2007.

In questo, considerato che il territorio varesino presenta settori con caratteristiche geologiche e idrogeologiche estremamente differenziate, sono stati individuati tre settori: Montano, Pedemontano e di Pianura.

Come evidente il Comune di Ferno rientra proprio in quest'ultimo corrispondente all'area di massima estensione delle piane fluvioglaciali, e caratterizzato da acquiferi in terreni porosi contenenti falde sovrapposte arealmente continue, ad elevata potenzialità, normalmente captate da pozzi. La falda superficiale risulta più compromessa mentre quella inferiore è evidentemente più protetta da inquinamenti.

Per la ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi presenti nel sottosuolo, utilizziamo la suddivisione introdotta da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994 che, dall'alto verso il basso, individuare le seguenti unità idrostratigrafiche:

- UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA (facies fluviali dell'Olocene-Pleistocene Sup.);
- UNITÀ SABBIOSO-GHIAIOSA (facies fluviali del Pleistocene Medio);
- UNITÀ A CONGLOMERATI E ARENARIE (facies fluviali del Pleistocene Inf.);
- UNITÀ SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentale e transizionale, Pleistocene Inf.-Villafranchiano Sup. e Medio Auct.);
- UNITÀ ARGILLOSA (facies marina, Pleistocene Inf.-Calabriano Auct.);

La Regione Lombardia, Eni Divisione Agip,2002, le ha recentemente riclassificate nelle nuove seguenti unità idrostratigrafiche:

- Gruppo acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio);
- Gruppo acquifero B (Pleistocene Medio);
- Gruppo acquifero C (Pleistocene Medio);
- Gruppo acquifero D (Pleistocene Inf.).



Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994	Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002
UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA	Gruppo acquifero A
UNITÀ SABBIOSO-GHIAIOSA	Gruppo acquifero B
UNITÀ A CONGLOMERATI E ARENARIE	
UNITÀ SABBIOSO-ARGILLOSA	Gruppo acquifero C
	Gruppo acquifero D

Tabella 1- Corrispondenza tra le diverse classificazioni

### **Unità Ghiaioso-sabbiosa (Fluviali Würm, Würm tardivo e alluvioni recenti Auct.)**

L'unità in esame è caratterizzata dalla netta prevalenza di litotipi grossolani con lenti argillose di limitato spessore ed estensione areale; nella terminologia di uso corrente viene identificata come "Primo Acquifero/Acquifero Tradizionale" in quanto forma la roccia serbatoio della falda libera del settore di pianura e contiene la falda tradizionalmente sfruttata dai pozzi dell'area milanese.

### **Unità Sabbioso-ghiaiosa (Fluviali Mindel-Riss Auct.)**

Questo complesso, attribuito al Pleistocene Medio, forma la parte basale dell'"acquifero tradizionale" ed è identificata sotto l'aspetto idrogeologico come "Secondo Acquifero". E' costituita da una alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi, talora con lenti cementate conglomeratiche o arenitiche. Gli acquiferi qui contenuti sono separati dalla falda sovrastante da limi e argille scarsamente permeabili costituendo così delle falde semi-confinare/confinare.

### **Unità a Conglomerati e arenarie ("Ceppo" Auct. p.p.)**

Questa unità, formata da litologie prevalentemente conglomeratiche, con arenarie in subordine, passanti localmente a ghiaie e sabbie, è estesa in gran parte del settore pedemontano e nella medioalta pianura dove si rinviene nei primi 50-100 m di sottosuolo e dove forma la roccia serbatoio del primo acquifero.



### **Unità Sabbioso-argillosa**

L'unità è costituita in prevalenza da argille e limi di colore grigio e giallo (con frequenti alternanze nella colorazione) con torbe (Pleistocene medio e inferiore), che forma il substrato della falda tradizionalmente sfruttata. A questi litotipi sono intercalate lenti più o meno estese di sabbie, ghiaie e conglomerati che formano acquiferi con falde confinate che vengono identificati con la denominazione di "Terzo Acquifero" o "Acquiferi Profondi".

### **Unità Argillosa**

E' formata prevalentemente da argille e limi di colore grigio-azzurro con fossili marini, alle quali sono subordinati livelli sabbiosi, generalmente di modesto spessore. Il tetto di questa unità è di difficile identificazione in quanto è estrema la variabilità laterale degli orizzonti permeabili costituenti il "Terzo Acquifero". L'età è stata attribuita al Pleistocene inferiore, ma secondo altri Autori anche al Pliocene Superiore.

Nel territorio comunale di Ferno risultano rappresentate solo alcune delle unità idrogeologiche cartografate. Dalla più profonda alla più superficiale sono:

### **Unità delle argille prevalenti (Acquiferi C-D)**

L'unità è costituita da depositi in facies transizionale e marina di età pliocenica, caratterizzati da limi, argille e argille sabbiose grigie e azzurre alternati a lenti di materiali più grossolani colmanti le maggiori incisioni del substrato roccioso. Si riscontra localmente la presenza di torbe e fossili.

Le possibilità acquifere di questa unità, variabili a seconda della zona, sono legate alla presenza di acquiferi profondi di tipo confinato e semiconfinato nei livelli sabbioso ghiaiosi intercalati alle argille.

### **Unità delle ghiaie e conglomerati prevalenti (Acquiferi A-B)**

L'unità è caratterizzata da depositi in facies fluviale di tipo braided (frazioni grossolane) e di tipo a meandri (frazioni più fini), generalmente caratterizzati dalla successione di ghiaie e sabbie.



E' sede dell'acquifero principale di tipo da libero a confinato, tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile con un grado di vulnerabilità elevato.

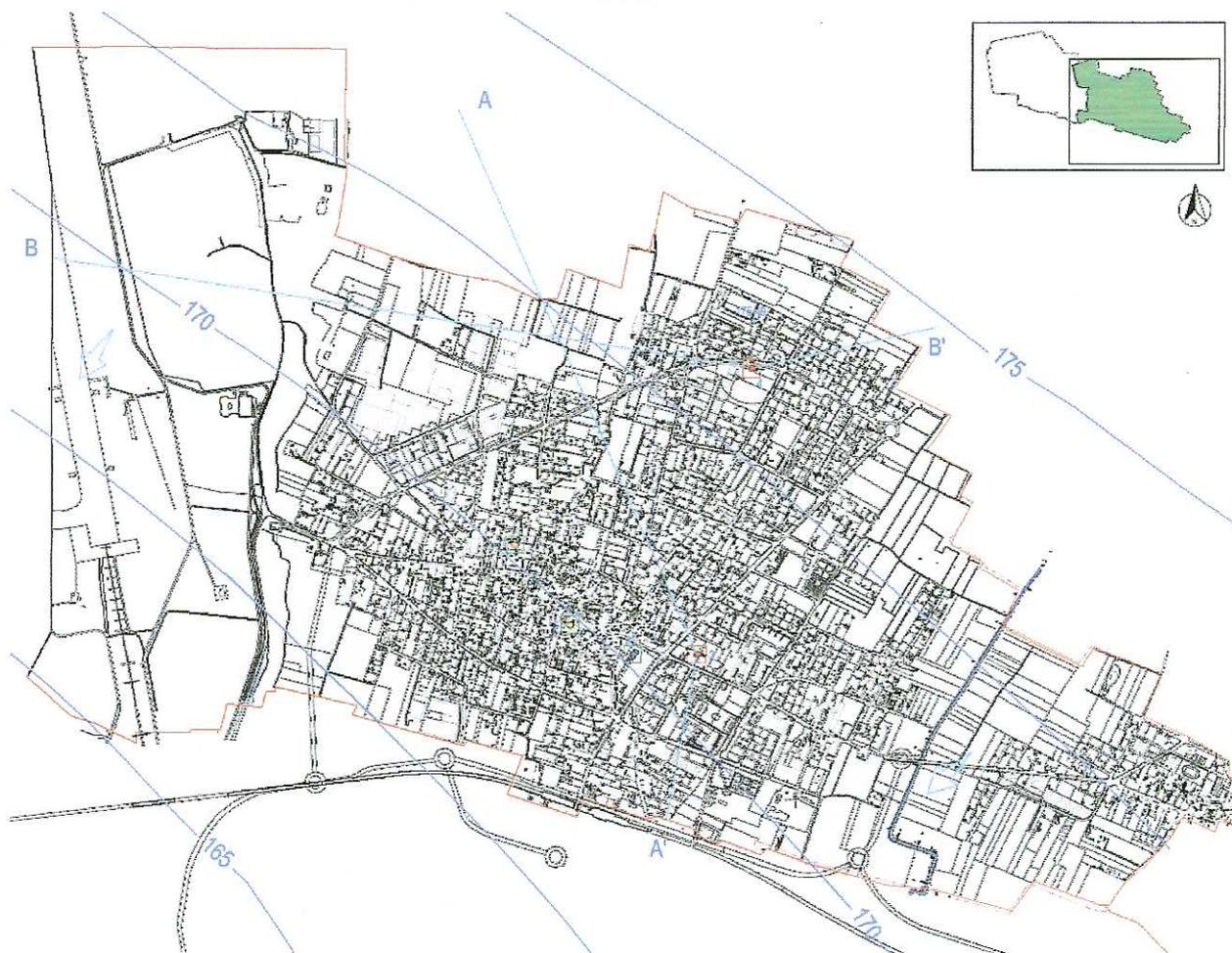


Figura 8 - Estratto Carta Idrogeologica allegata al PGT

Per quanto riguarda la struttura idrogeologica dell'area di studio, l'approfondirsi del substrato roccioso fino a profondità non raggiunte dai pozzi accompagnato dal conseguente aumento dello spessore dei depositi che lo ricoprono, determinano la presenza di una struttura idrogeologica più complessa e realmente continua, caratterizzata da acquiferi sovrapposti di tipo multistrato, contenuti sia nell'unità idrogeologica superiore (unità C - acquifero libero) sia nell'unità idrogeologica profonda (unità B - acquiferi confinati nei livelli permeabili intercalati alle argille).



L'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato si caratterizza in tutto il territorio di pianura da produttività da buona ad elevata (20 – 50 l/s) e da un grado di vulnerabilità da medio ad elevato.

Nell'area centrale compresa fra Valle Olona E, Busto Arsizio e Gallarate, la base dell'acquifero superiore, limite al di sotto del quale compaiono gli acquiferi protetti intercalati alle successioni argillose, è generalmente rilevabile intorno ai 60/110 m.

Questi acquiferi talvolta sono stati abbandonati per la presenza di contaminazioni da nitrati e solventi clorurati. I pozzi localizzati negli acquiferi profondi, invece, pur caratterizzati da una minor produttività, non presentano contaminazioni e/o inquinamenti.

Ipotizzando una sezione idrogeologica, ricostruita tramite le stratigrafie dei pozzi realizzanti nel Comune di Ferno ed in quelli vicini, osserviamo spostandoci dalla superficie verso la profondità l'Unità C (Ghiaie e conglomerati prevalenti) ed al di sotto l'Unità B (Argille prevalenti).

La prima è costituita da sedimenti a granulometria grossolana prevalenti, alternati a livelli argilloso-limosi talora organizzati in livelli isolati, talora in pacchi metrici e decametrici.

Gli orizzonti grossolani sono sede di un acquifero libero o semiconfinato con soggiacenza media pari a circa 70-80 metri da p.c. ed uno spessore medio di circa 60 metri, limitato alla base da sedimenti di natura prevalentemente limoso - argillosa ascrivibili all'unità B.

Gli orizzonti permeabili subordinati sono sede di un acquifero multistrato confinato.

L'acquifero superficiale è contenuto nei sedimenti sabbioso-ghiaiosi prevalenti ascrivibili all'unità C con una soggiacenza media di circa 30 metri da p.c. ed uno spessore dell'acquifero di circa 50 metri.

L'acquifero superficiale è limitato alla base dalla presenza dell'unità B, il cui tetto si trova a profondità comprese tra 70 e 100 m da p.c.

Tale unità è caratterizzata dalla presenza di orizzonti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi sede di un acquifero multistrato confinato (acquifero profondo) intercalati a depositi limoso argillosi di spessore metrico.

La morfologia della superficie piezometrica evidenzia una falda con un flusso idrico sotterraneo mediamente orientate NNW-SSE nella zona centrale, con quote comprese tra 250 e 155 m s.l.m. ed un gradiente idraulico di circa 1-2%.



#### 4. PROVE DI RESISTENZA MECCANICA DEI TERRENI

##### 4.1 Prove S.C.P.T. – Modalità esecutive

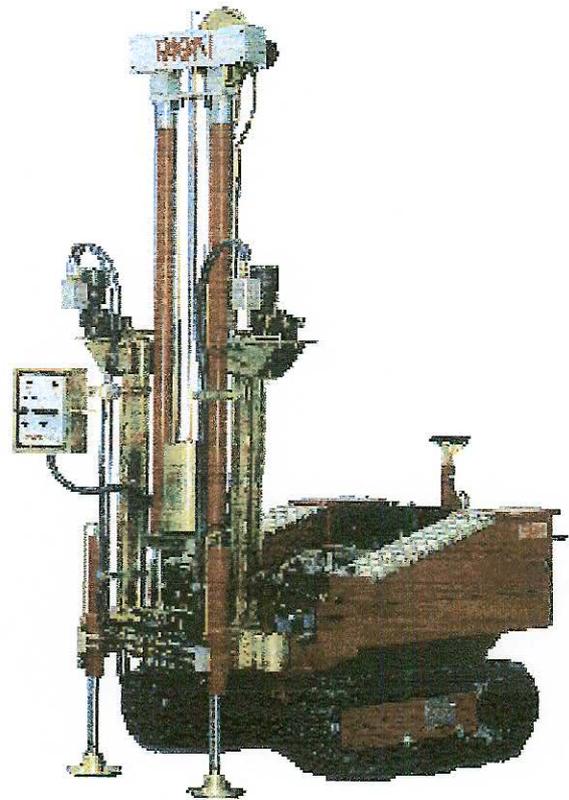
Come citato in premessa, sono state valutati i risultati di alcune prove penetrometriche dinamiche (Standard Cone Penetration Test) con Penetrometro Dinamico Superpesante DPSH Pagani Mod. TG65-100 semovente avente le seguenti caratteristiche:

- Punta conica diametro 51 mm.;
- Conicità 60°;
- Maglio di battuta 63.5 kg;
- Volata base 75 cm.

La prova penetrometrica dinamica, consiste nel misurare il numero di colpi  $N_{SPT}$  necessari ad infiggere per 30 cm. nel terreno una punta conica, collegata alla superficie da una batteria d'aste senza soluzione di continuità.

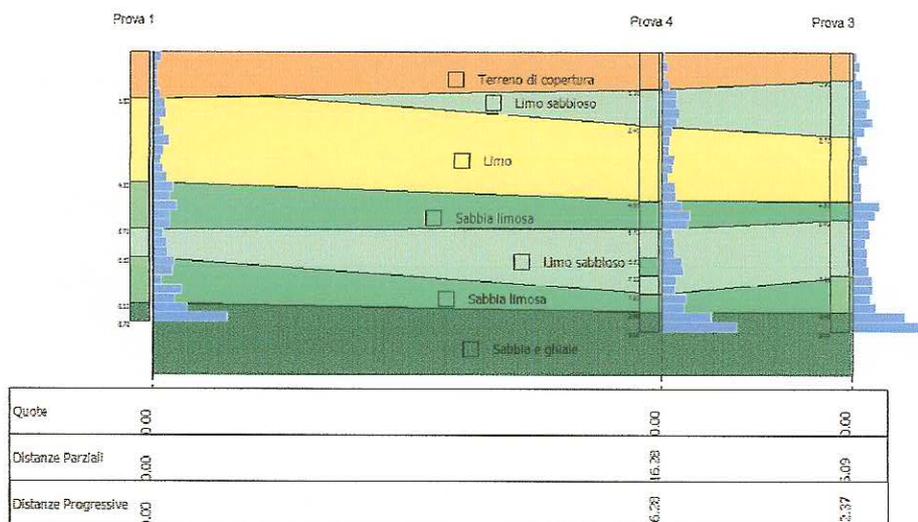
La prova è interrotta quando si registra un numero di colpi  $N_{SCPT}$  superiore a 100, per un affondamento pari o minore di 30 cm. della punta o comunque fino al raggiungimento della profondità influenzata dai carichi trasmessi dalla fondazione.

Dai valori di  $N_{SPT}$  sono ricavati i diagrammi riportanti in ascissa, il numero di colpi/piede  $N$  e in ordinata le quote, in metri, relative al piano di campagna.





SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA



Queste prove sono state ubicate in modo tale da ricostruire l'andamento tridimensionale delle formazioni presenti nel sottosuolo, consentendo così una ricostruzione della stratigrafia dei terreni su cui poggeranno gli edifici.

Come possiamo vedere dalle sezione geologica interpretativa, escludendo il primo metro di terreno rimaneggiato, osserviamo dei limi fino a circa 5 metri di profondità, passanti poi ad un'alternanza di limi sabbiosi con sabbie limose con ciottoli, fino ai 10 metri indagati.

#### 4.2. Risultati delle indagini

I diagrammi ed i dati numerici relativi alle prove penetrometriche dinamiche, evidenziano la successione di più unità geotecniche, caratterizzate da differente resistenza alla penetrazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche dei materiali attraversati, si rimanda agli allegati alla presente relazione. E' da considerare in ogni caso, come i parametri geotecnici indicati, e la nomenclatura dei livelli evidenziati, siano stati ricavati da interpolazioni empiriche basate sui



risultati delle prove penetrometriche e pertanto sia opportuno operare un'adeguata ponderazione degli stessi e delle nomenclature attribuite.

Riportiamo di seguito i principali parametri geotecnici, indicativi, ricavati dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche eseguite.

### **TERRENO RIMANEGGIATO**

Presente con spessore di circa 1 metro, si tratta di uno strato con caratteristiche geotecniche scadenti con un valore di  $N_{SPT}$  di circa 3 colpi/piede.

In base alla classificazione A.G.I. lo possiamo definire come poco consistente.

### **LITAZONA A - Tipo "Limo"**

Rappresenta un primo livello con scarsa resistenza alla punta, rilevato oltre 1 metro di profondità fino a circa 5 metri. E' caratterizzato da valori medi di  $N_{SPT}$  inferiori a 10 colpi/piede ed in base alla classificazione A.G.I., possiamo definirlo come scarsamente addensato.

### **LITAZONA B - Tipo "Limo sabbioso"**

Presente intercalato con il sottostante, presenta una buona resistenza alla punta, con valori di  $N_{SPT}$  compresi tra 10 e 20 colpi/piede. Sono talvolta presenti ghiaie.

In base alla classificazione A.G.I., possiamo definirlo come moderatamente addensato.

### **LITAZONA C - Tipo "Sabbia limosa"**

Livello con buona resistenza alla punta in corrispondenza dei termini ghiaiosi, è caratterizzato da valori di  $N_{SPT}$  di circa 30 colpi/piede nei termini più limosi.

In base alla classificazione A.G.I., possiamo definirlo come addensato.

I risultati sopraindicati non escludono comunque la necessità di realizzare una idonea campagne geognostica sul lotto oggetto di variante.



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

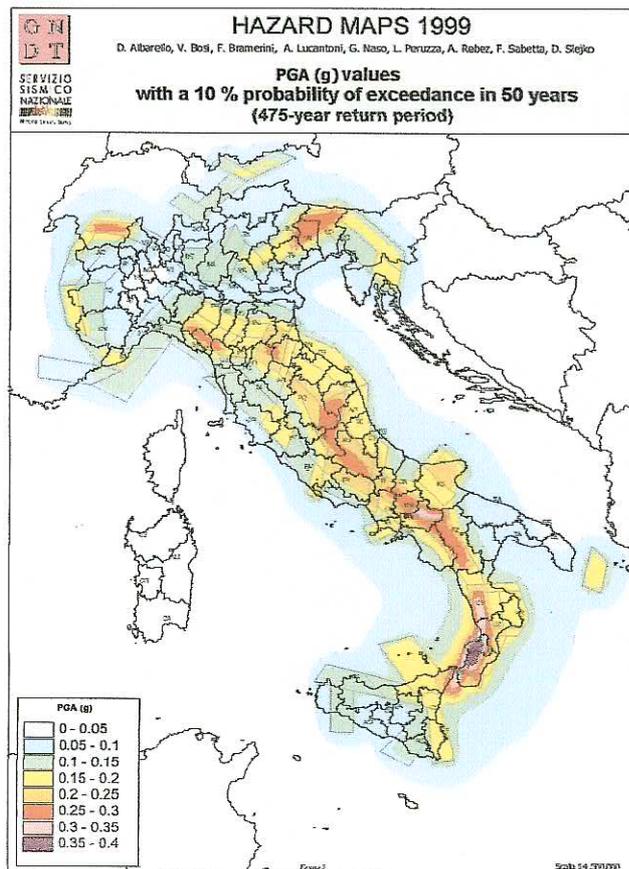
COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area L1.pp. Edilizia Privata, Ecologia

## 5. INDICAZIONI PER IL PROGETTO SISMICO DEGLI EDIFICI



Si possono fare alcune considerazioni di massima, considerando i dati riportati in letteratura.

L'area in oggetto ricade nella zona di convergenza tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Subalpino) caratterizzata da meccanismi di rottura di tipo thrust e transpressivi individuata nella zonazione sismogenetica ZS4, adottata dal GNDT nel 1996; nella nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), attualmente in vigore, l'area in esame si ricade in prossimità della zona sismogenetica 907.

A conferma di quanto riportato in precedenza si riporta la carta delle "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei

Forti Terremoti dell'ING" (Molin et al., 1996) nella quale, per il territorio del comune di Verdellino viene indicato un terremoto con magnitudo  $\leq$  al VI grado MCS. Nelle norme tecniche allegate all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso valore del parametro ag (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

Nelle classificazioni definite dai decreti emessi fino al 1984 la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità S, nella classificazione proposta dal Gruppo di Lavoro del 1998 vennero invece proposte tre categorie sismiche (prima, seconda e terza) ed una categoria per i comuni Non

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E-mail: [geologo@libero.it](mailto:geologo@libero.it) - P. IVA 02767340121

Sito web: [www.studiodiagelogia.edilcitus.it](http://www.studiodiagelogia.edilcitus.it)



Classificati, la nuova classificazione (Ordinanza del PCM n.3274/2003) prevede invece la suddivisione in quattro zone numerate da 1 a 4.

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°29 del 04/02/08); le "Nuove norme tecniche per le costruzioni" sono in vigore, a partire dal 5 marzo 2008, contestualmente alla norma transitoria che, fino al 30 giugno 2009 (Art 20 L.31 del 28 febbraio 2008), dava la possibilità di operare – in alternativa – con le norme tecniche precedenti, a parte le eccezioni di esclusiva competenza statale, di cui agli elenchi A e B dell'allegato 1 al decreto 21 ottobre 2003 del Capo del DPC.

*"Art.20. – (Regime transitorio per l'operatività della revisione delle norme tecniche per le costruzioni). –  
1. Il termine di cui al comma 2-bis dell'articolo 5 del decreto-legge 28 maggio 2004, n.136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n.186, già prorogato il 31 dicembre 2007, ai sensi dell'articolo 3, comma 4-bis, del decreto-legge 28 dicembre 2006, n.300, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2007, n.17, è differito al 30 giugno 2009.*

*... omissis..."*

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, riportata nella figura di pagina precedente ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento.

**In tale cartografia il comune di Ferno ricade in una zona con accelerazione massima al suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di tipo C**

(Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori della resistenza penetrometrica  $15 < N_{spt} < 50$ , o coesione non drenata  $70 < C_u < 250$  kPa ).



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PRESCRIZIONI TECNICHE.

Alla luce di quanto emerso dal rilevamento di campagna, dall'analisi delle indagini geognostiche effettuate e dei dati ricavati da lavori precedenti, si ritiene che non esistano fattori geologici e geomorfologici particolari limitanti la realizzazione di quanto in progetto.

La modifica urbanistica richiesta risulta pertanto compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche presenti nell'area d'intervento.

La presente relazione di fattibilità non esime comunque il richiedente dalla presentazione di una apposita relazione geologica, geotecnica e sismica, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 5001/2016.

Busto Arsizio, Luglio 2016

Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti

*Marco Cinotti*





GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

COMUNE DI FERNO

ENTRATA - Prot.num. 0011753 del 25/07/2016

tit. 6.3

Area Ll.pp. Edilizia Privata, Ecologia

#### ALLEGATO 15

#### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il sottoscritto Dott. Geol. Marco Cinotti, nato a San Marcello Pistoiese (PT) il 31 Ottobre 1966, residente a Busto Arsizio (VA) in via Col di Lana n°3, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Lombardia al n°1290AP incaricato dal Comune di Ferno (prov.VA)

- di verificare la necessità di un aggiornamento delle indagini geologiche a supporto del PGT già realizzate a seguito della variante in corso di approvazione;

**consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);**

#### DICHIARA

- di aver consultato ed utilizzato come riferimento i dati e gli studi presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale e presso gli archivi cartacei delle strutture regionali;
- di aver verificato che le varianti richieste non rendono necessario un aggiornamento dello studio geologico già realizzato ed attualmente vigente;

#### DICHIARA INOLTRE

- che non si è resa necessaria la redazione di nuovi elaborati cartografici;

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E - mail: [geologo@libero.it](mailto:geologo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodiagecologia.edilcitus.it](http://www.studiodiagecologia.edilcitus.it)



GEO.LOGO  
Studio di Geologia

Dott. Marco Cinotti

### ASSEVERA

la congruità tra le previsioni urbanistiche e i contenuti dello studio geologico del Piano di Governo del Territorio. Dichiaro infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Busto Arsizio, 25.07.2016

Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti  
*Marco Cinotti*

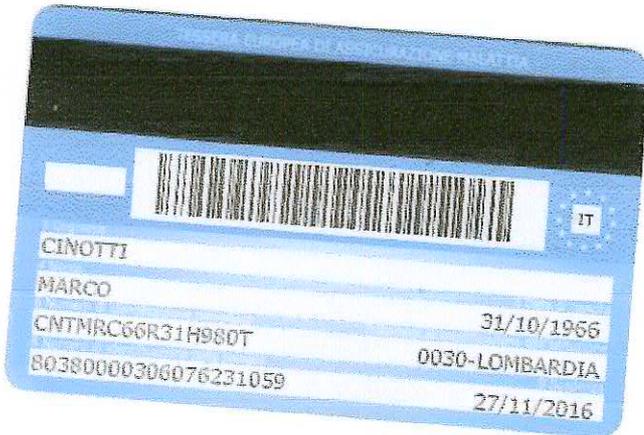


Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato e inviata insieme alla fotocopia, non autenticata di un documento di identità del dichiarante. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (art. 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'art. 37 D.P.R. 445/2000.

Via Col di Lana, 3 - 21052 Busto Arsizio - Tel. 0331 634908 - Fax 1782207421

E - mail: [geo.logo@libero.it](mailto:geo.logo@libero.it) - P. IVA 02767940121

Sito web: [www.studiodigeologia.edilsitus.it](http://www.studiodigeologia.edilsitus.it)



Cognome	CINOTTI	
Nome	MARCO	
nato il	31/10/1966	
(atto n. 120 p. 1/A s. ....)		
s.	SAN MARCELLO PISTOIESE (PT)	
Cittadinanza	ITALIANA	
Residenza	BUSTO ARSIZIO	
Via...	VIA. COL. DI LANA n.3.	
Stato civile	-----	
Professione	---	
CONNOTATI E CONTRASSEGNI ELEMENTI		Firma del titolare <i>Marco Cinotti</i> Busto A. II 20-09-2008 IL SINDACO Impronta del dito indice sinistro Ordine del Sindaco <b>LEGATO ABDETTO</b> (Stella Micelli) IMP. FISSO 0362 4162 DIR. SEGR. 0362 4122
Statura	1.82	
Capelli	BIONDI	
Occhi	AZZURRI	
Segni particolari	---	

 Regione Lombardia	 <b>Carta Regionale dei Servizi</b>	 TESSERA SANITARIA CARTA NAZIONALE DEI SERVIZI
	Codice fiscale CNTMRC66R31H980T Cognome CINOTTI Nome MARCO	Data di scadenza 27/11/2016 Sesso M Codice assistito S31KP124
Luogo di nascita SAN MARCELLO PISTOIESE Provincia Data di nascita PT 31/10/1966		