Benedettini & Sivori
Via G. De Paoli, 13/r
16143 – Genova
tel.- fax: 010.8688056

Geol. Andrea Benedettini - Cell.:328.2132896 – email: ab_geo@libero.it
Geol. Luca Sivori - Cell.:349.8237788 – email: lusivori@libero.it

Committente:

Spett.le
CARTONIFICIO DI ISOVERDE S.r.l.
Via Ippolito d'Aste, civ.8/9
16121 Genova

Progetto:

realizzazione nuovo impianto idroelettrico ex Cartonificio di Isoverde nel Comune di Campomorone (Genova)

Oggetto:

Relazione geologica

.

Revisione: 0
Descrizione: Prima Emissione
Data: **3 dicembre 2012**

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto degli Autori.

SOMMARIO

1.0. PREMESSA pag. 2
1.1. oggetto dell'incarico pag. 2
1.2. descrizione dell'intervento edilizio pag. 2
1.3. modalità d'indagine pag. 3
1.4. inquadramento normativo pag. 3

2.0. INQUADRAMENTO GENERALE pag. 4
2.1. aspetti meteoclimatici pag. 4
2.2. inquadramento geologico-geomorfologico pag. 5
2.3. profilo idrogeologico e reticolo idrografico pag. 6

3.0. ASPETTI CARSICI pag. 7

4.0. DESCRIZIONE DELLA SORGENTE DEI BUGGI pag. 8

5.0. ANALISI INTERFERENZA OPERE pag. 9

6.0. CONCLUSIONI pag.10

ELENCO ALLEGATI

Figura n.1 Corografia dell'area (estratto C.T.R.) in scala 1:5000

Figura n.2 Carta geologica in scala 1:10000

Figura n.3 Carta geomorfologica in scala 1:2500

Figura n.4 Planimetria di progetto in scala 1:1500

1.0. PREMESSA

1.1. oggetto dell'incarico

Su incarico del Cartonificio di Isoverde Srl sono state condotte le indagini a carattere geologico e idrogeologico finalizzate alla richiesta di autorizzazione per la realizzazione di un impianto idroelettrico nell'area di proprietà nel Comune di Campomorone.
L'intervento è individuabile nella C.T.R. Foglio n.213074 Isoverde, il cui stralcio è riportato nell'allegata corografia (***Fig.1***) ed è stato utilizzato per la redazione della relativa cartografia tematica.

1.2. descrizione dell'intervento

In particolare il progetto prevede la sistemazione delle opere di captazione e derivazione esistenti per l'installazione di un piccolo impianto per la produzione di energia elettrica, all'interno dell'area di pertinenza dell'ex-cartonificio.
Nel tratto di alveo in esame è presente infatti una sorgente, denominata dei Buggi, captata già nel passato per la produzione di forza motrice per il Cartonificio, posto poco a valle, sulla base di una vecchia concessione idrulica scaduta nel 1977.
Le opere di derivazione sono in buono stato e non presentano segni di ammaloramento, pertanto in questa fase è previsto il solo recupero funzionale delle stesse per alimentare un gruppo turbogeneratore idraulico di nuova installazione (***Fig.4***).
Gli interventi sono limitati al ripristino della paratia mobile a quota 214.6 e della feritoia laterale per il convogliamento dell'acqua nel canale di adduzione; le opere di captaazione della Sorgente dei Buggi sono rappresentate da una struttura in cls di raccolta dell'acqua e una condotta collegata al canale di vettoriamento, le opere saranno mantenute inalterate e non necessitano di modifiche così come il canale di vettoriamento (in parte a cielo aperto in parte in tubazione) se non interventi di pulizia ed impermeabilizzazione delle pareti.
L'acqua raccolta all'interno del Cartonificio sarà immagazzinata in una vasca di carico esistente che alimentava in precedenza la vecchia turbina; dalla vasca di raccolta l'acqua veniva smaltita in alveo attraverso un canale di restituzione a q.201.6.
In questo caso è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di condotta di lunghezza pari a 122 m e diametro DN600 fino alla nuova sala macchine

interrata, dove sarà alloggiata la turbina; sarà quindi realizzato l'ultimo tratto di restituzione dell'acqua previsto a q.197.3 (***Fig.3***).

1.3. modalità d'indagine

Il presente studio è finalizzato alla definizione della fattibilità geologica dell'intervento ed all'individuazione delle problematiche di carattere geologico connesse con la realizzazione dell'opera.
In considerazione dell'incidenza delle opere sul terreno e delle condizioni generali del sito in esame, la metodologia d'indagine adottata ha previsto, nell'ordine:

- ricerca bibliografica e consultazione di pubblicazioni scientifiche relative al settore in esame;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;
- verifica degli aspetti carsici del comparto, con censimento delle cavità esistenti e descrizione dei rapporti tra acquifero profondo e deflussi superficiali;
- rilievo e descrizione dei caratteri morfologici del corso d'acqua nel tratto d'interesse, compreso tra l'opera di presa e la zona di restituzione in alveo;
- verifica di eventuali interazioni tra le opere previste a progetto e le condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del comparto in esame.

1.4. inquadramento normativo

Le indagini sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti ed in particolare al nuovo testo unico D.M. Infrastrutture 14.01.2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n. 617 del 02.02.2009.
L'area d'intervento rientra nella sottozona di Isoverde esclusa dal vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e L.R. n. 4/1999; tuttavia le successive considerazioni consentono di formulare ipotesi esecutive riguardo alle modalità operative d'intervento e le cautele da adottare nel corso dei lavori in considerazione della tutela del territorio.
La Sorgente dei Buggi rientra nella perimetrazione delle aree carsiche ai sensi della L.R. 14/1990 (Area Ge35 – *Isoverde*).

Con riferimento al Piano di Bacino (T.Polcevera) si rileva che l'area di stretto intervento non riporta criticità di alcun genere, è classificata con suscettività al dissesto e rischio geomorfologico da molto basso a basso, non è perimetrata nelle fasce di esondabilità identificate per il Rio d'Iso ed è classificata nella tavola dei regimi normativi come Fondovalle insediato in regime di modificabilità.
Riguardo agli studi geologici a corredo del PUC del Comune di Campomorone non sono segnalate criticità particolari per l'area d'intervento.

2.0. INQUADRAMENTO GENERALE

L'area in esame è ubicata nell'Alta Val Polcevera, in destra orografica del Rio d'Iso, in una fascia altitudinale compresa tra 200 m e 220 m s.l.m. nel Comune di Campomorone (***Fig.1***).
La pressione antropica su questo settore risulta incisiva lungo il fondovalle, per la presenza di diversi insediamenti artigianali ed il polo estrattivo a monte; i nuclei abitati principali sono costituiti dalle piccole frazioni di Isoverde, Rebora e Campora lungo il fondovalle, mentre alcuni nuclei sparsi sono dislocati lungo le dorsali meglio esposte.
Le restanti porzioni di territorio sono occupate da boschi sviluppati e solo marginalmente, in corrispondenza dei nuclei abitati, sono presenti terrazzamenti presidiati dai caratteristici muri a secco di contenimento.
Nei paragrafi successivi viene esposta la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, che consiste nella ricostruzione delle peculiarità litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, in accordo con quanto evidenziato negli elaborati tematici consultati a livello di bacino ed a scala comunale. Sono di seguito riassunte tutte le risultanze conseguenti.

2.1. aspetti meteoclimatici

Per quanto riguarda gli aspetti meteoclimatici dell'area in esame, la conformazione geografica e la forma del bacino determinano una particolare circolazione delle masse d'aria, caratterizzate da venti umidi e tiepidi provenienti da mare che si incanalano direttamente nella vallata attraverso l'asse del T.Polcevera e sono spesso causa di precipitazioni rilevanti.
Il profilo climatico è definito utilizzando i valori registrati dalla stazione pluviometrica di Isoverde (q.270 m) nel periodo 1934-1994; la precipitazione media annua è di circa 1700 mm, mentre la distribuzione mensile mostra

come i mesi di ottobre e di novembre siano quelli con le precipitazioni massime.
Dopo i massimi autunnali si osserva una drastica diminuzione delle precipitazioni fino a registrare un secondo picco nel mese di marzo, dopo aprile l'andamento riprende la discesa fino al minimo assoluto di luglio.
Tale regime appare connesso con la particolare morfologia della valle nel quale i rilievi che circondano il bacino idrografico, soprattutto quelli costituenti lo spartiacque appenninico a N, costituiscono uno sbarramento per i venti umidi provenienti dal mare, che tendono pertanto a rilasciare gran parte del vapore acqueo accumulato sotto forma di precipitazione e/o condensazione a terra.
Il regime pluviometrico in questione è definito "marittimo", caratterizzato cioè da elevate precipitazioni da ottobre a marzo, con i massimi nei mesi di ottobre e di novembre, ma con precipitazioni scarse o quasi nulle tra giugno ed agosto.
Alle altezze di pioggia si aggiungono i contributi, seppur modesti, legati alle precipitazioni nevose ed ai fenomeni di condensazione con maggiore effetto nel periodo estivo, per la marcata escursione termica tra l'aria, satura di vapore acqueo e il terreno.
Per quanto attiene alle temperature, il settore in esame è compreso tra l'isoterma media annua di 11°C alle quote elevate e l'isoterma di 13°C lungo il fondovalle; la distribuzione delle temperature medie mensili mostra un massimo nei mesi estivi (luglio-agosto) con valori di 20°-22°C ed un minimo nei mesi invernali (dicembre e gennaio), compreso tra 5° e 6°C.

2.2. inquadramento geologico-geomorfologico

Le unità presenti nella vallata, sono riconducibili all'Unità Gazzo-Isoverde, facente parte della complicata struttura tettonica della zona Sestri-Voltaggio.
L'Unità del Monte Gazzo è compresa tra le unità ofiolitifere di Cravasco-Voltaggio a N e l'Unità del M.Figogna a S.
I termini litologici dell'Unità Gazzo Isoverde sono rappresenati da un potente complesso carbonatico che ha subito un debole metamorfismo, fino al limite della facies scisti blu
Con riferimento alla ***Fig.2***, l'incisione del Rio d'Iso mette ben in evidenza la serie stratigrafica con ampi spaccati del basamento roccioso, al di sopra del contatto tettonico con le Unità adiacenti (Cravasco-Voltaggio) la serie stratigrafica comincia con le Dolomie del M.Gazzo, rappresentate da dolomie grigie ben stratificate, con livelli di brecce intraclastiche. Lo spessore della formazione è significativo e occupa larga parte del bacino del Rio d'iso, le

dolomie sono state oggetto di coltivazione ai fini estrattivi già nel passato, attulmente sulle pendici settentrionali del M.Carmelo è presente un esteso polo estrattivo.
Talora si osservano livelli di brecce dolomitiche, terre rosse e dolomie vacuolari (carniole) e gessi testimonianza di facies più continentali facenti parte della formazione dei Gessi del Rio Rasso, anch'essi nel passato oggetto di estrazione mineraria (Miniere di Isoverde); tali livelli affiorano limitatamente al passaggio con i soprastanti Calcari di Gallaneto.
I calcari di Gallaneto sono costituiti da calcari grigi laminati fittamente stratificati, con intercalazioni di scisti pelitici neri e marne, visibili in prossimità della Sorgente dei Buggi, lungo l'asse del Rio d'Iso.
La serie carbonatica termina con i Calcari di Lencisa rappresentati da calcari grigio-neri, con liste e noduli di selce e intercalazioni di livelli metapelitici; in affioramento insieme ai Calcari di Gallaneto in ristrette porzioni a monte del Cartonificio e sulle pendici meridionali del M.Carmelo.
La serie termina con gli orizzonti argillitici di Bessega rappresentati da metargiliti grigio nere, più o meno siltose in strati centimetrici, fittamente fogliettate, che occupano larga parte del fondovallo su cui si estende l'abitato di Isoverde e costituiscono il livello di confinamento del soprastante acquifero carsico.
In termini geomorfologici la zona investigata è caratterizzata da estese porzioni di roccia affiorante o subaffiorante, in particolare dove sono presenti le dolomie e i calcari, più tenaci nei confronti dei processi erosivi naturali e visibili con fronti talora verticali.
Le rimanenti porzioni di versante sono distinte da una copertura sciolta piuttosto discontinua con spessori variabili, fino ad un massimo di 2.0 – 3.0 m, di natura eluvio-colluviale e talora rimaneggiate a terrazzamenti (***Fig.3***) mentre sul fondovalle si osservano potenti depositi alluvionali con zone intensamente rimaneggiate dall'attività antropica con scavi e riporti.

2.3. profilo idrogeologico e reticolo idrografico

Il bacino idrografico del Rio d'Iso risulta abbastanza esteso, raccogliendo le acque provenienti dalle pendici del M. Taccone e M. Leco, con uno schema dei deflussi superficiali articolato in due tributari principali, il Rio Campi e il Rio Ciappelli (***Fig.2***); i due corsi d'acqua attraversano formazioni rocciose tenaci di natura ofiolitifera appartenenti all'Unità Cravasco-Voltaggio per poi confluire nel Rio d'Iso al passaggio con i termini carbonatici dell'Unità Gazzo-Isoverde.

In questo tratto le incisioni torrentizie secondarie presentano uno sviluppo preferenziale secondo la direzione NE-SO, ricollegabile ai sistemi principali di fratturazione del substrato roccioso.
In termini idrogeologici, a seguito della differente capacità delle litofacies e dei terreni presenti nell'area d'interesse, di consentire la circolazione e di accumulare acqua al loro interno, queste presentano caratteristiche di permeabilità differenti.
Le Formazioni carbonatiche (Dolomie di M.Gazzo, Calcari di Gallaneto e di Lencisa, da elevati coefficienti di permeabilità con la possibilità del formarsi di veri e propri reticoli carsici di drenaggio, mentre le Argilliti di Bessega sono considerate impermeabili e rappresentano il substrato di confinamento dell'acquifero carsico (acquiclude).
L'assetto idrogeologico dell'area studiata (***Fig.2***) pertanto è caratterizzato da vaste zone di assorbimento nelle dolomie e nei calcari che occupano la porzione media della valle, permeabili per fratturazione, in contatto con le argilliti sostanzialmente impermeabili allo sbocco del Rio d'Iso.
In questa situazione il contatto litostratigrafico assume grande importanza dal punto di vista idrogeologico, poiché è sede privilegiata di emergenze idriche (sorgenti di contatto) a carattere perenne.

3.0. ASPETTI CARSICI

La valle del Rio d'Iso è caratterizzata da vaste zone di affioramento delle Dolomie, oltre ad un ampio spaccato messo in evidenza dall'attività di coltivazione della cava, in cui si osservano numerose cavità censite al Catasto Speleologico.
Il sistema carsico meglio conosciuto si sviluppa sul M.Carmelo con 12 grotte censite a cui si aggiungono 5 grotte situate all'interno dell'area di cava e distrutte durante i lavori di coltivazione; altre due cavità si trovano sulle pendici del M.Carlo, in destra orografica del Rio d'Iso.
Nella porzione di versante in esame non si rilevano aree di infiltrazione concentrata (doline, vallecole chiuse, contropendenze) in ragione anche della vicinanza con alcuni spartiacque secondari che limitano i deflussi superficiali lungo le aste secondarie (***Fig.3***).
Le condizioni di drenaggio sono invece profondamente influenzate dallo stato di fratturazione dell'ammasso che, soprattutto negli orizzonti superficiali, è particolarmente intenso con un'infiltrazione diffusa.
Pertanto le acque drenate dall'ammasso sono controllate dapprima dal grado di fratturazione dell'ammasso secondo linee di deflusso verticali e solo in profondità, con la graduale scomparsa dei sistemi secondari, le acque

raccolte sono controllate dalle discontinuità principali con lo sviluppo di un reticolo carsico in s.s..
Le grotte di maggiore interesse nell'area e talora caratterizzate da una circolazione idrica interna sono:

Nome	***Sv [m]***	***Disl [m]***	***Idrogeol.***
Abisso Lindenbrook	14	34	Attiva
Pozzo Giovanni	12	30	Fossile
Buran	129	29	Attiva
Grotta di Isoverde	610	22	Attiva
Grotta sup.di Isoverde	42	6	Fossile
Grotta del Verde	82	5	Attiva
Grotta del Drago	44	12	Fossile

All'interno della Grotta di Isoverde sono presenti due corsi d'acqua tra loro indipendenti; il primo, che percorre il Ramo Quaglia, drena le acque provenienti dall'Abisso Lindenbrook e localizzate perdite del Rio d'Iso e possiede caratteristiche di portata e temperatura direttamente correlabili con quest'ultimo; il secondo, più interno e visibile solo parzialmente lungo la diaclasi terminale della grotta, sembra avere portate e temperature più costanti, in accordo con un percorso delle acque più lungo e profondo; è possibile che le acque provengano in questo caso da perdite localizzate lungo la valle del Rio Corneo, visibili parzialmente al fondo della Voragine del Buran, sulle pendici meridionali del M.Carmelo.
Lungo il Rio d'Iso si osservano talora perdite nei deflussi superficiali connesse con un reticolo profondo, non del tutto conosciuto in ambito speleologco, che si sviluppa nei termini della dolomia e drena in alcuni tratti le acqua del rio; in alcuni casi si segnala che tale fenomeno è legato solo alla presenza di depositi alluvionali grossolani all'interno dell'alveo (ghiaia e blocchi) connessi anche con l'attività di coltivazione del polo estrattivo soprastante.

4.0. DESCRIZIONE DELLA SORGENTE DEI BUGGI

La Sorgente dei Buggi si apre lungo l'alveo del Rio d'Iso, circa a quota 270 m s.l.m. in sponda sinistra; le acque fuoriescono da alcune fessure presenti lungo la sponda e sono raccolte dall'opera di presa costituita da una struttura in cls raccordata alla briglia sottostante.
Nel tratto in esame l'alveo è rappresentato da ghiaia grossolana e blocchi di dolomia di dimensioni plurimetriche, le sponde sono verticali e intagliate nella

roccia; solo il tratto successivo, a valle della sorgente, con la comparsa dei depositi alluvionali e dei termini più facilmente erodibili delle Argilliti di Bessega, è caratterizzata da un deposito di fondo più fine seppure ancora prevalentemente ghiaioso.
Non sono state effettuate prove con traccianti, tuttavia la vicinanza con la grotta di Isoverde (poco meno di 100 m) in cui il torrente sotterraneo è visibile e le condizioni geologico-strutturali al contorno, lasciano supporre che la sorgente dei Buggi sia la via di naturale deflusso del sistema carsico e rappresenti la sorgente di trabocco al contatto con le sottostanti litologie impermeabili.
Seppure le acque della sorgente possano essere miscelate in parte con deflussi superficiali e/o perdite del corso d'acqua, i valori di temperatura e durezza ne indicano una preferenziale origine profonda, connessa con il reticolo carsico retrostante che raccoglie le acque provenineti dalla Grotta di Isoverde e con tutta probabilità dalla Voragine del Buran (***Fig.3***).
La portata è stata stimata sulla base di alcuni studi scientifici condotti nell'area (Mainfredi et. al., 1972) in non meno di 30-40 l/s, osservazioni condotte nel periodo di attività del cartonificio e gli studi idraulici a corredo dell'intervento in oggetto, appaiono confermare valori intorno a 40 l/s.

5.0. ANALISI INTERFERENZA

L'intervento in esame (***Fig.4***) prevede il solo recupero funzionale delle opere di captazione e derivazione esistenti senza pertanto interferire con il naturale drenaggio delle acque.
In particolare le opere di presa esistenti appaiono solo come una protezione della sorgente e non interferiscono con il naturale efflusso delle stesse, mantenendo la sola funzionalità di raccolta e convogliamento al canale di vettoriamento.
Per il ripristino del canale di vettoriamento e l'installazione di una paratia mobile non saranno effettuati scavi in alveo, senza pertanto alcuna perturbazione nell'assetto idro-geomorfologico.
La paratia sarà installata in testa alla briglia esistente, mantenendo uno scorrimento a pelo libero idoneo per il deflusso minimo vitale; la paratia è rappresentata da una tavola a rottura programmata in caso di piena, mantenendo quindi idonee condizioni di sicurezza in caso di eventi pluviometrici significativi.
Il deflusso minimo vitale del corso d'acqua sarà garantito, nei periodi di magra, mediante una seconda paratoia mobile, già in funzione lungo il canale

di vettoriamento, in modo da preservare le caratteristiche fisiche del corso d'acqua e l'integrità ecologica necessaria alla fauna durante tutto l'anno.
Con riferimento al trasporto solido lungo il corso del Rio d'Iso, l'alveo è caratterizzato in generale dall'affioramento del basamento rigido e solo marginalmente da depositi sciolti, comunque sempre a granulometria grossolana (ciottoli e blocchi), pertanto la movimentazione del materiale risulta minima e non in grado di interferire con le opere di presa.
La tipologia delle opere di captazione ed il profilo della briglia limitano inoltre eventuali situazioni di interramento ed una normale programmazione degli interventi di pulizia e controllo, in concomitanza con eventi di piena eccezionali, sono in grado di mantenere la buona funzionalità delle stesse e il corretto rilascio del deflusso minimo vitale.
Gli scavi necessari sono pertanto limitati alla posa delle tubature di nuova realizzazione e alla sala turbina, entrambe all'interno del piazzale di pertinenza del cartonificio senza quindi interferire con il corso d'acqua; gli stessi saranno eseguiti in materiali sciolti e con particolare riferimento alla realizzazione della sala turbina che presenta le altezze di sterro maggiori, i fronti dovranno essere sagomati in modo tale da formare un angolo di scarpa non superiore a 60° rispetto al piano orizzontale, per minimizzare il rischio d'instabilità.

6.0. CONCLUSIONI E GIUDIZIO DI COMPATIBILITA'

Sulla base di quanto emerso nel corso delle indagini, in considerazione della tipologia d'intervento, il terreno esaminato è ritenuto idoneo sotto il profilo geotecnico ed idrogeologico ad ospitare le opere in progetto.
Tenendo conto della ricostruzione dei caratteri di pericolosità geologica del territorio, analizzati nel presente elaborato tecnico, si esprime quindi un giudizio positivo in merito alla compatibilità geologica degli interventi edilizi a progetto in relazione agli strumenti di pianificazione del territorio vigenti a scala comunale e di bacino. L'intervento in progetto, se attuato seguendo le raccomandazioni costruttive indicate in precedenza, non altera quindi l'assetto geomorfologico dei luoghi e non comporta interferenza con i manufatti limitrofi.

Genova, 3 dicembre 2012

Geol. Andrea Benedettini

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 475
ANDREA BENEDETTINI
GEOLOGO
data iscr. 23-01-2003

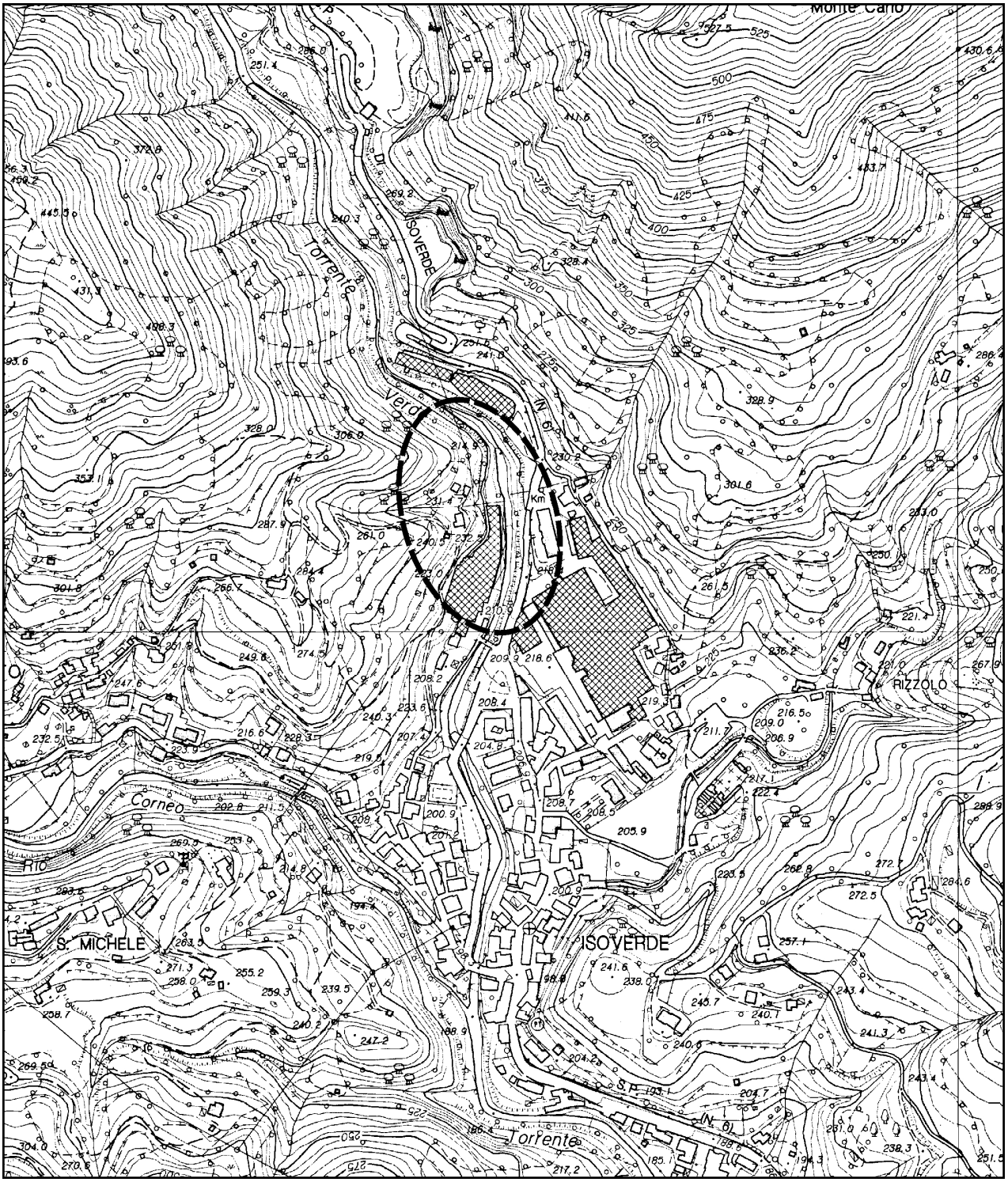
ELENCO ALLEGATI

Figura n.1 Corografia dell'area (estratto C.T.R.) in scala 1:5000

Figura n.2 Carta geologica in scala 1:10000

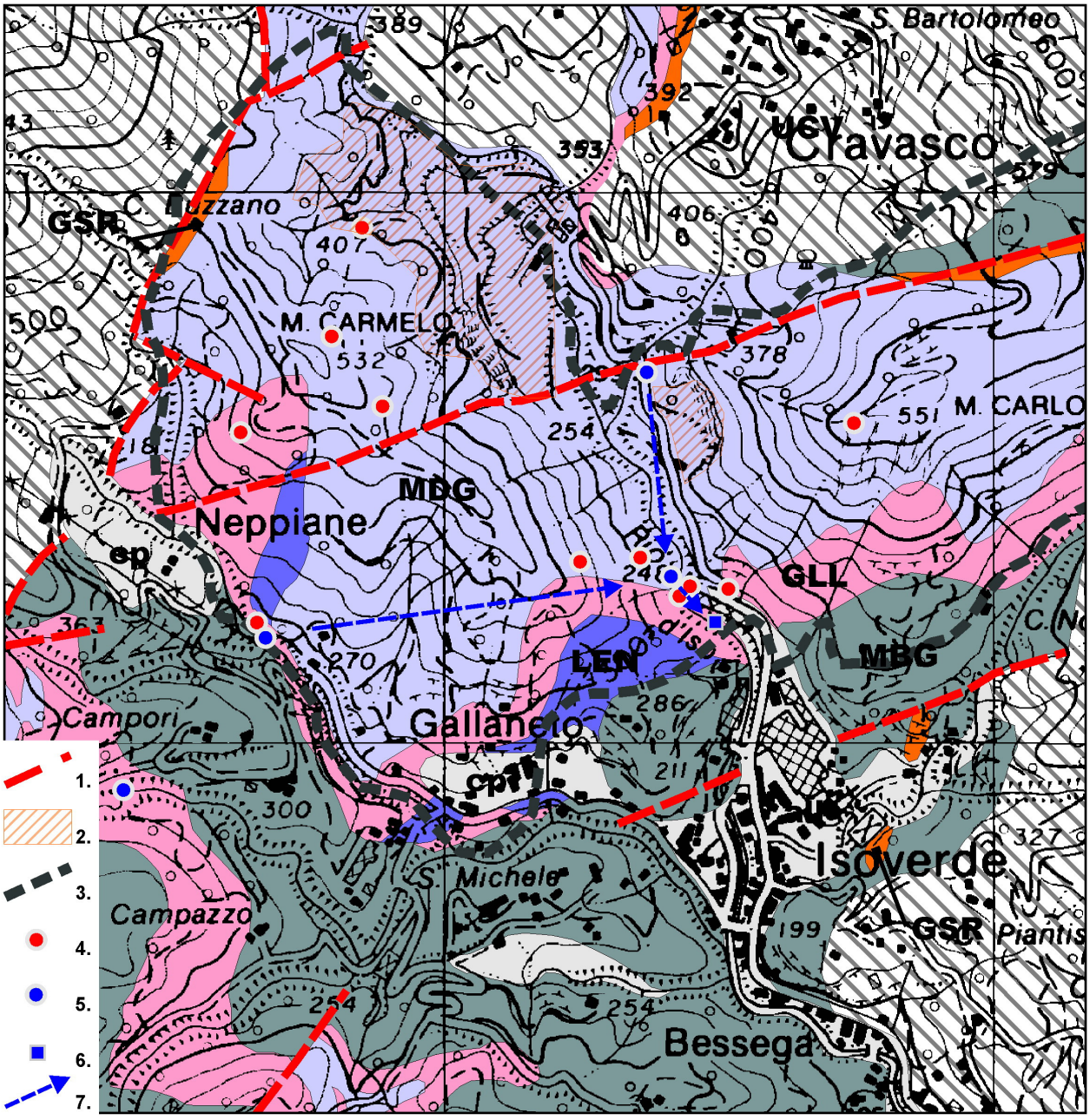
Figura n.3 Carta geomorfologica in scala 1:2500

Figura n.4 Planimetria di progetto in scala 1:1500



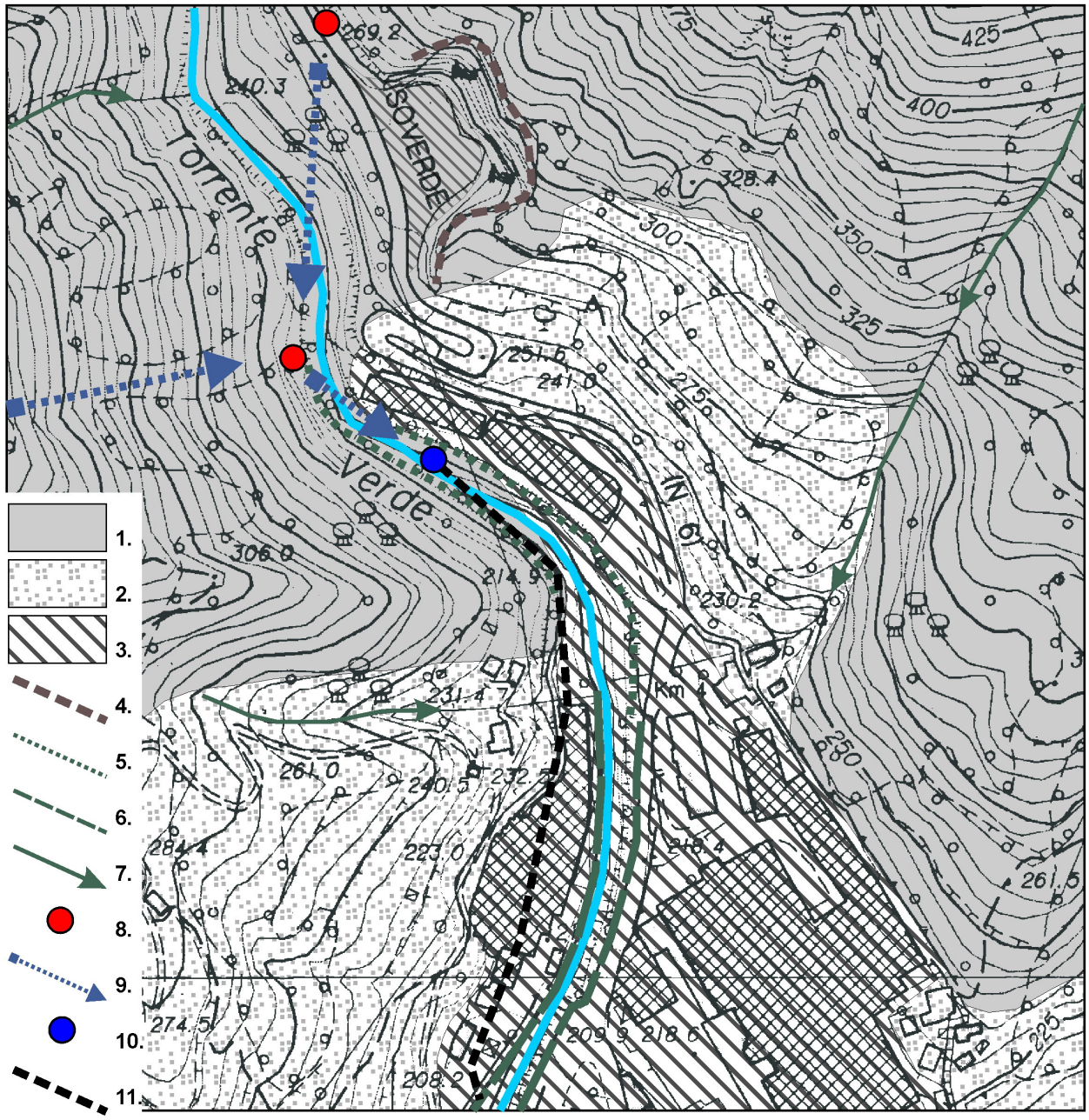
Stralcio CTR elemento n.213074 Isoverde

1	Corografia dell'area
n.	figura
5000	Spett. Cartonificio di Isoverde S.r.l.
scala	committente



MBG – Meta-argilliti di Bessega; **LEN** – Calcari di Lencisa; **GLL** – Calcari di Gallaneto; **GSR** – Gessi del Rio Riasso; **MDG** – Dolomie del Monte Gazzo; **UCV** – Unità Cravasco Voltaggio; **1.** Lineazioni tettoniche principali; **2.** Aree di cava; **3.** Perimetrazione area carsica ai sensi L.R. 14/1990; **4.** Grotte fossili; **5.** Grotte attive; **6.** Risorgente dei Buggi; **7.** Linee di drenaggio profondo.

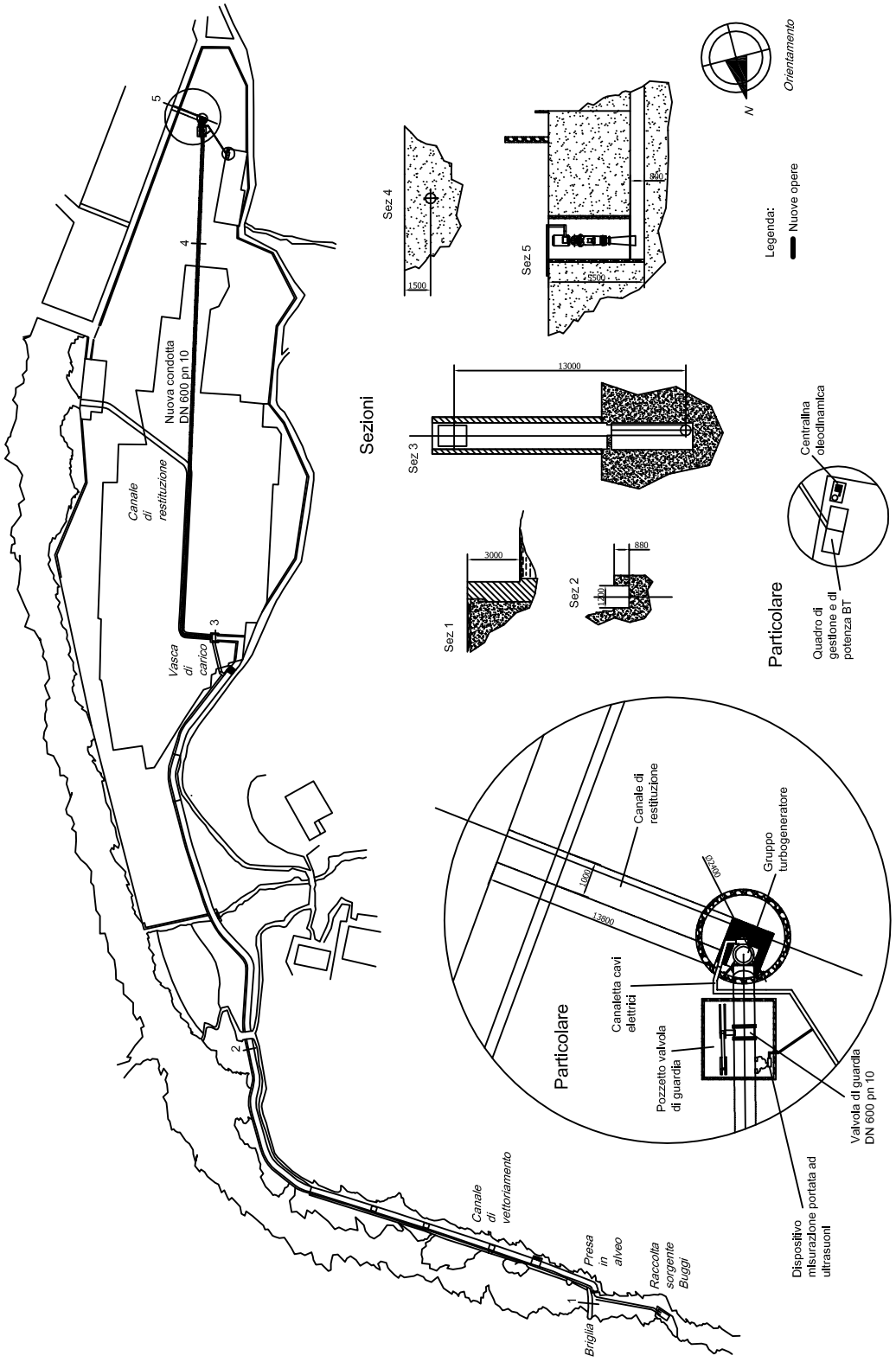
2	Carta geologica
n.	figura
10000	Spett. Cartonificio di Isoverde S.r.l.
scala	committente



1. Substrato roccioso affiorante o sub-affiorante con coperture di natura eluviale sottili. Possibili zone di assorbimento diffuso - **2.** Coperture sciolte di natura eluvio-colluviale e di spessore tra 3.0 e 5.0 m. Terreni permeabili per porosità - **3.** Fondovalle caratterizzato dalla commistione con i depositi più prettamente alluvionali. Terreni permeabili per porosità con coefficienti elevati - **4.** Orli di scarpata artificiali, fronti di cava - **5.** Orli di scarpata fluviale naturali - **6.** Arginature artificiali - **7.** Linee di corrivazione secondarie, fossi di ruscellamento concentrato - **8.** Grotte censite al catasto speleologico – **9.** Linee potenziali di drenaggio profondo - **10.** Risorgente dei Buggi - **11.** Opere di derivazione dell'acqua, in parte esistenti.

3	Carta idro-geomorfologica
n.	figura
2500	Spett. Cartonificio di Isoverde S.r.l.
scala	committente

Geol. Andrea Benedettini
Geol. Luca Sivori



4	Planimetria dell'area
figura	
1500	Spett.le Cartonificio di Isoverde Srl
scala	committente