

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



AUTORITA' D'AMBITO - A.T.O. SARDEGNA



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**DISTRETTO 5 U.O. PROGRAMMAZIONE TECNICA**

LEGGE N° 388/2000 - PIANO RECUPERO CEDRINO  
RISANAMENTO RETE IDRICA COMUNE DI IRGOLI - SCHEMA 11 DEL NPRGA

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**B1**

**STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA**

DATA : APRILE 2018

REV. 1

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Geom. Salvatore Bua

IL PROGETTISTA:

A.T.P.

(Capogruppo)



ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI CAGLIARI  
N. 4255 Dott. Ing. Giuseppe DELITALA

(Mandante)



ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI CAGLIARI  
N. 7679 Dott. Ing. Daniela DETTORI

(Mandante)



ORDINE DEI GEOLOGI  
REGIONE SARDEGNA  
SEZIONE A  
N. 633 Dott. Geol. ALBERTO GORINI

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>SISMICITÀ.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI PREVISTI.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>COMPATIBILITÀ GEOTECNICA.....</b>	<b>16</b>
7.1	CARATTERI GEOTECNICI .....	16
7.2	DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO.....	17
7.3	CAMPAGNA GEOGNOSTICA.....	19
7.4	CARATTERI DELLA LITOSTRATIGRAFIA.....	25
7.5	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO .....	26
7.6	PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DELLA STRATIGRAFIA.....	31
<b>8</b>	<b>OPERE A RETE IN RELAZIONE AL P.A.I. E AL P.G.R.A.....</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>36</b>
	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>37</b>



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **1 PREMESSA**

Il progetto in esame nasce dall'esigenza di ridurre le consistenti perdite fisiche riscontrate nelle rete di distribuzione idrica nel centro abitato di Irgoli, gestito da Abbanoa spa.

L'esiguità dell'intervento, se rapportato alla effettiva esigenza di ammodernamento e di riduzione delle perdite della rete idrica, fa sì che l'opera si configuri come un intervento di sostituzione di pochi tratti di rete di distribuzione e/o di tubazione di allaccio dislocati a macchia di leopardo all'interno della rete cittadina.

Il presente documento costituisce lo "studio di compatibilità geologica e geotecnica" a corredo del progetto definitivo-esecutivo relativo al risanamento della rete idrica nel Comune di Irgoli (schema n. 11 del PGRA).

**Un limitato tratto di condotte previste in progetto (posa di 7 metri di rete DN80 in ghisa sferoidale previsti su strada in cls presso il vico Il Lamarmora), ricade all'interno di un'area soggetta a pericolosità geomorfologica media Hg2.**

Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica ha lo scopo di:

- *analizzare le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto geomorfologico attuale e potenziale dell'area interessata; ,*
- *verificare e dimostrare la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;*
- *prevedere adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.*

La stesura del presente studio di compatibilità geologica geotecnica prevede:

- l'acquisizione dei documenti tecnici;
- il rilevamento geologico e la verifica delle condizioni di pericolosità esistenti;
- la redazione degli elaborati tecnici.



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Il presente lavoro è svolto in accordo con le normative vigenti in materia (D.M. 11.03.1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*" e del D.M. 17.01.2018 (*Norme tecniche per le costruzioni*)).

## **2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Ordinanza P.C.M. n. 3341 del 3.5.2005 - Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- P.A.I. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico - Regione Autonoma della Sardegna - Norme di attuazione del P.A.I.;
- D.M. 17 Gennaio 2018 –Norme Tecniche per Le Costruzioni.

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Irgoli è compreso nella zona della Baronia ricadente nella provincia di Nuoro.

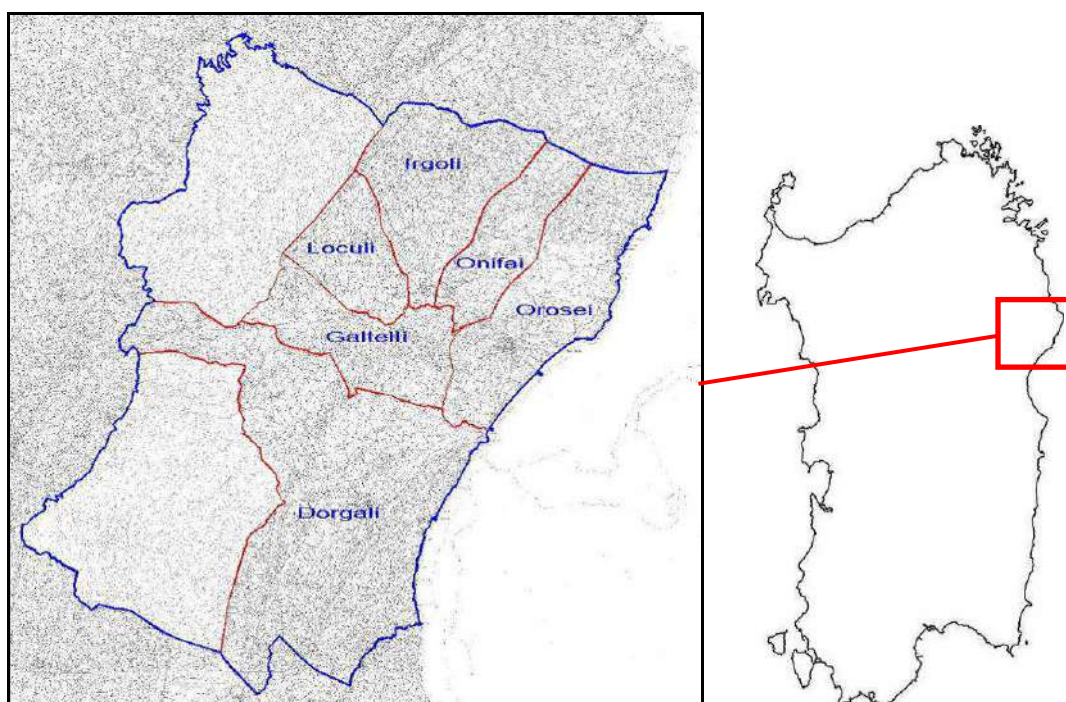


Figura 1 – Limiti amministrativi dei comuni limitrofi

L'area di intervento ricade all'interno del Foglio 482 alla Sezione II "Irgoli" della cartografia I.G.M. al 25.000.

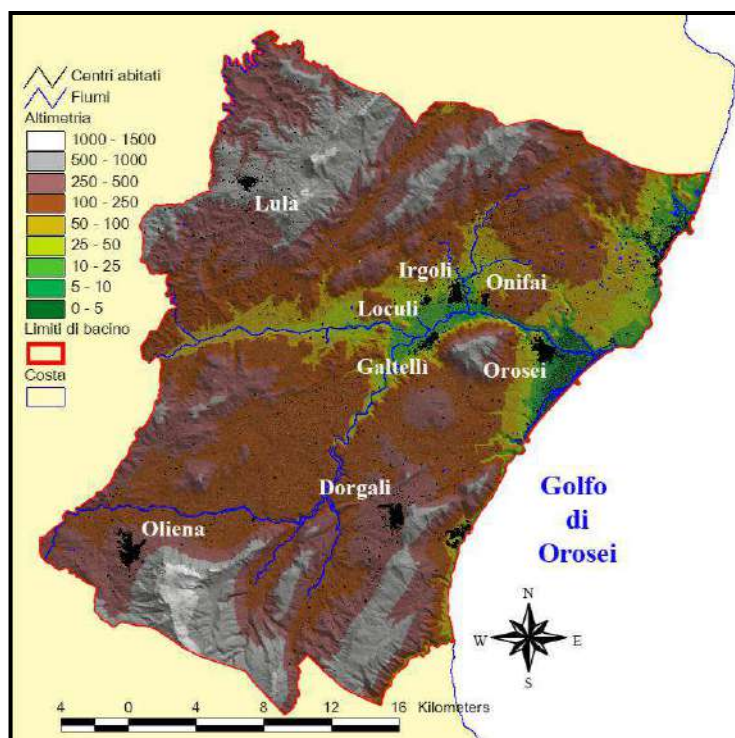
#### 4 CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il comune di Irgoli è situato nella costa nord-orientale della Sardegna tra le Baronie, il Supramonte e il Nuorese. E' caratterizzato dal Supramonte calcareo dolomitico che si estende con continuità di affioramento sui territori montani di Oliena, Orgosolo ed Urzulei e dall'imponente falesia che disegna l'arco di costa sul Golfo di Orosei. La potente successione sedimentaria poggia in discordanza sul basamento paleozoico con depositi di ambiente litoraneo, costituiti da conglomerati, calcari e dolomie arenacee che testimoniano le prime fasi trasgressive del mare mesozoico che depositerà in questo settore della Sardegna fino a 900 m di sedimenti pelagici fossiliferi. L'area in esame presenta una morfologia prevalentemente montuoso-collinare e solo subordinatamente pianeggiante.

La caratteristica geomorfologica predominante è quella del M.te Albo che per una lunghezza di circa 17 Km si mantiene ad una quota media di 1000 m, dagli irregolari affioramenti granitici e dai tavolati basaltici, che inclinati verso SE si protendono verso il mare.

Il blocco montano e costiero sono divisi da un ampio corridoio ribassato di natura prevalentemente granodioritica, che costituisce la principale via di comunicazione tra gli insediamenti presenti nella regione. La frammentazione e la dislocazione in blocchi variamente sollevati e basculati ha generato l'attuale conformazione del distretto, fortemente caratterizzato da un ambiente impervio ed accidentato. Numerose sono le valli strutturali, come la valle sospesa del Lanaitto percorsa dal Rio Sa Oche che vi sfocia al termine del suo corso ipogeo.

La maggior resistenza all'erosione dei Graniti rispetto ai calcari e alle dolomie ha provocato l'inversione del rilievo rispetto alle strutture tettoniche: infatti il *graben* di di M.te Albo sovrasta l'*horst* di M.te Senes. Malgrado l'orografia risulti prettamente montana e le quote sullo spartiacque e all'interno del bacino raggiungano e superino spesso i 1000 m, la morfologia nel settore paleozoico è quella tipica del penepiano (benché interrotto e sezionato da dossi, aspri punzoni, piccoli rilievi, valli e gole), localmente inciso dai numerosi corsi d'acqua.





I pianori basaltici costituiscono aree pianeggianti caratterizzate da morfologie più giovani. Le più estese piattaforme basaltiche sono state divise dall'erosione tanto che talvolta si rilevano solo piccoli rilievi tabulari circoscritti da ripide scarpate. I maggiori espandimenti lavici sono nella parte centrale del bacino tra le confluenze del Flumineddu e del Sologo (Isalle) con il Fiume Cedrino. Ancora in evidenza sono gli apparati vulcanici di tipica forma a scudo. L'estremità sud-occidentale del M.te Albo, i M.ti di Oliena e parte del M.te Tuttavista costituiscono spogli e ripidi rilievi calcareo-dolomitici che emergono e si differenziano dal resto del Bacino. La Montagna di Oliena, separata da quella di Dorgali da un affioramento di graniti e scisti si erge come un bastione orientato circa N-S, costituendo il "Supramonte" ricco di grotte e cavità carsiche.

Di importanza fondamentale, a livello geomorfologico è la tettonica che ha portato alla giacitura dei banchi calcarei. Le faglie hanno creato ripide scarpate e tagli netti, l'immersione degli strati principalmente verso E, hanno condizionato la forma delle valli che percorrono il rilievo. Il profilo è generalmente asimmetrico: lungo e a debole pendenza nel versante a frana poggio, corto e ripido in quello a reggipoggio.



Figura 2 – Il centro abitato di Irgoli.



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Nel complesso la configurazione morfologica evidenzia una genesi a predominio esogeno. L'aspetto originario è infatti fortemente modificato dai fenomeni di geodinamica esterna.

L'idrografia superficiale è scarsa a causa del carattere carsico delle litologie e delle valli strette e profonde. Il Flumineddu attraversa l'intera regione lungo un percorso che si evolve in un vero e proprio *canyon* nella Gola di Gorroppu, mentre le numerose "codule", di Luna, Sisine e Goloritzè, originano gole incassate che sfociano al mare in piccole insenature nascoste tra le falesie del golfo.

Le morfologie carsiche sono estremamente evolute e grandiose: l'enorme dolina di Su Suercone, che ospita una foresta residuale di tassi; la volta di crollo della cavità carsica di Tiscali o gli enormi campi carreggiati che rendono impercorribili i vasti spazi coperti da brulle garighe. Il bordo del Supramonte si chiude in modo netto ad W con le culminazioni rocciose di P.ta Carabidda, Monte Corراسi, P.ta Solita e M.te Nieddu, fino al torrione isolato di Monte Novo San Giovanni. Ad E il blocco è limitato da un allineamento simmetrico al precedente che da Monte Omene a N, si allinea con Monte Oddeu, Monte Su Nercone fino alla culminazione di Planu Campu Oddeu a S, in un profilo continuo interrotto dalla valle sospesa di Scala e Sultana, e dal *canyon* di Gorroppu.

L'estesa piattaforma calcarea sembra oggi galleggiare sopra il basamento granitico: la porzione del batolite che affiora in questa regione ha un carattere prevalentemente granodioritico, con differenziati ora tonalitici ora monzogranitici, su cui si sono evolute morfologie collinari dal profilo arrotondato o spianato coperte da una vegetazione boschiva interrotta da ampie radure a pascolo.

A N il distretto si chiude sulla cornice dell'ampio Gollei di Dorgali. Sull'esteso espandimento basaltico plioleistocenico si individuano alcuni rilievi, probabili centri di emissione, come il Conca de Janas ed il Monte Sant'Elena rispettivamente a N e a S di Dorgali, ed un sistema idrografico superficiale che alimenta il Fiume Cedrino che dalle sorgenti carsiche poco lontane di Su Cologone si incunea, incassato, all'interno del Gollei dove è stato realizzato un invaso artificiale presso la confluenza con il Sologu.

Il sistema regionale di faglie guida i più importanti elementi strutturali del rilievo: la chiusura a N degli affioramenti dolomitici del Golfo di Orosei, l'allungamento di Monte S'Ospile, che si eleva sul pianoro basaltico con un bianco e stretto crinale, in continuità con il rilievo di M.te Omene a SW e con Tuttavista a NE.

L'ambito costiero si inserisce nel quadro delle strutture montane, per aspetti morfologici e di paesaggio legati soprattutto alla dominante presenza delle falesie calcareo-dolomitiche su gran parte dell'ampia insenatura. A S di Baunei, sulla costa di Santa Maria Navarrese, affiorano invece le litologie scistose caratterizzate da una morfologia di tipo plastico, mentre a N il golfo si chiude sulle colate basaltiche di





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Dorgali ed Orosei che raggiungono il mare con caratteristici ripiani. Alcuni eventi effusivi sono sovrapposti alle sequenze carbonatiche anche all'interno degli altipiani carbonatici come "Su Sterru 'e Golgo" sull'altopiano di Baunei.

L'area in esame è ubicata in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Cedrino. L'area in esame presenta una morfologia prevalentemente - pianeggiante.

Tale settore divide il blocco montano e costiero con un ampio corridoio ribassato di natura prevalentemente granodioritica, che costituisce la principale via di comunicazione tra gli insediamenti presenti nella regione.

L'idrografia superficiale è scarsa a causa del carattere carsico delle litologie e delle valli strette e profonde. Tra il Terziario e il Quaternario vaste aree orientali dell'area vasta furono interessate da un'intensa ed abbondante azione vulcanica effusiva, secondo schemi continentali di tipo plateaux, con il riempimento e la fossilizzazione di numerose forme precedenti. Nel Quaternario si formarono le serie sedimentarie recenti pleistoceniche associate ai principali corsi d'acqua.

Le rocce presentano nella maggior parte dei casi stati di alterazione limitata e di spessore non considerevole anche se sono frequenti situazioni puntuali di alterazione avanzata con abbondante fratturazione; i terreni di copertura sono sciolti e localizzati quasi esclusivamente nelle piane alluvionali, nei fondo valle principali e nelle aree morfologicamente depresse al piede dei rilievi.

Dal punto di vista morfologico prevalgono le forme montagnose e collinari aspre nella porzione meridionale ed occidentale, mentre in quella settentrionale ed orientale si ha la prevalenza di forme morbide collinari e pianeggianti.

L'estesa piattaforma calcarea sembra oggi galleggiare sopra il basamento granitico: la porzione del batolite che affiora in questa regione ha un carattere prevalentemente granodioritico, con differenziati ora tonalitici ora monzogranitici, su cui si sono evolute morfologie collinari dal profilo arrotondato o spianato coperte da una vegetazione boschiva interrotta da ampie radure a pascolo.

Il sistema regionale di faglie guida i più importanti elementi strutturali del rilievo: la chiusura a N degli affioramenti dolomitici del Golfo di Orosei, l'allungamento di Monte S'Ospile, che si eleva sul pianoro basaltico con un bianco e stretto crinale, in continuità con il rilievo di M.te Omene a SW e con Tuttavista a NE.

L'ambito costiero si inserisce nel quadro delle strutture montane, per aspetti morfologici e di paesaggio legati soprattutto alla dominante presenza delle falesie calcareo-dolomitiche su gran parte dell'ampia insenatura.



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **5 SISMICITÀ**

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" affida alle Regioni l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche dando in questo modo attuazione al D. Lgs. 112/1998 ed in particolare agli articoli 93 e 94 che determinano la ripartizione tra Stato e Regioni delle competenze in materia di riduzione del rischio sismico. L'Ordinanza, allineando il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei (EC8), ha consentito una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle zone sismiche. L'allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche vengono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La coincidenza fra il numero di categorie del precedente sistema ("classificazione sismica") e il numero di zone previste dall'Ordinanza non deve incoraggiare a stabilire un parallelismo eccessivo fra mappe relative a sistemi che sottendono livelli di protezione sismica differenti. Basti ricordare ad esempio che la quarta categoria precedente non richiedeva alcun intervento antisismico, mentre la quarta zona attuale lo richiede, sia pure in modo semplificato. La cronistoria della classificazione sismica del territorio italiano nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC).

La riclassificazione sismica del territorio nazionale prevede che tutto il territorio sia classificato sulla base della Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale riportata di seguito: in relazione alla pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione a quattro differenti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_{g475}$ ), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s. alle quali si applicano norme tecniche differenziate per quanto concerne le costruzioni. L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di  $a_{g475}$  con una tolleranza 0,025g.

Come si evince dalla tabella, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido ( $a_g$ ). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. **Infatti le nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui**

**al D.M. 14.01.2008 in vigore dal 1° luglio 2009 hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali.**

Zona	$a_{g475}$
1	$a_{g475} \geq 0.25g$
2	$0.25g < a_{g475} \leq 0.15g$
3	$0.15g < a_{g475} \leq 0.05g$
4	$a_{g475} < 0.05g$

Tabella 1 – Valori di accelerazione orizzontale massima al suolo.

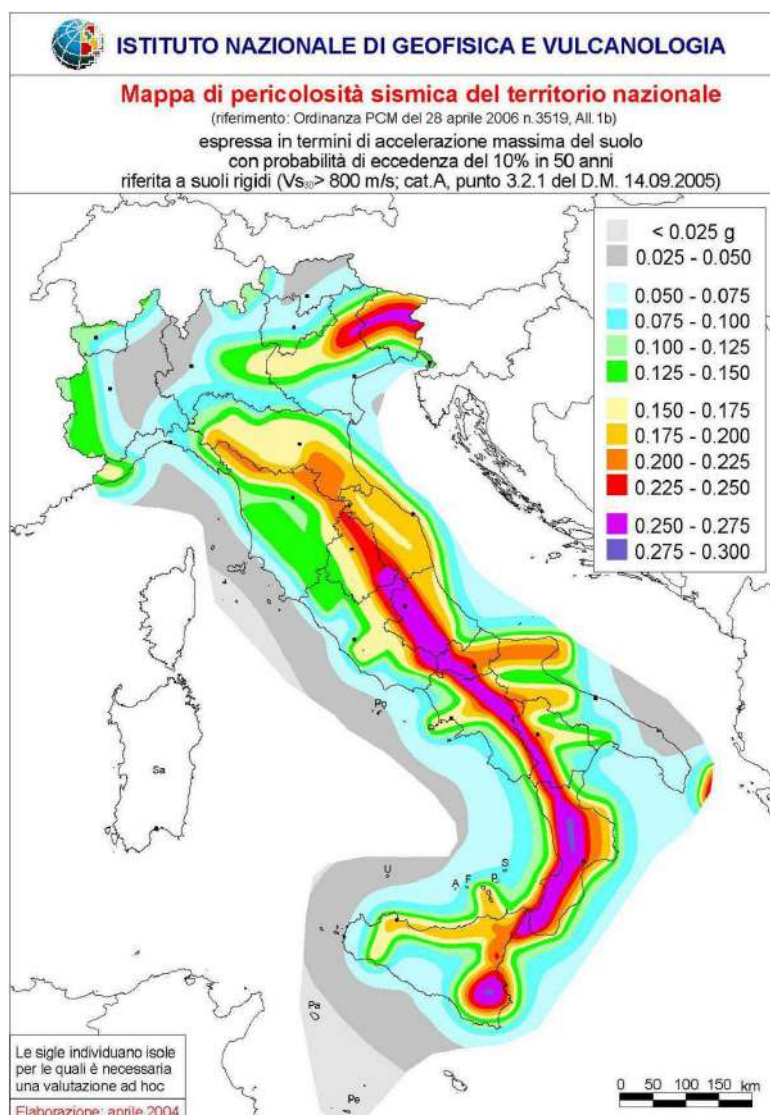


Figura 3 – Mappa della pericolosità sismica per il territorio nazionale.



Figura 4 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Fonte Dipartimento Protezione Civile).



In precedenza, per ciascuna zona veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1- luglio 2009 invece, con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

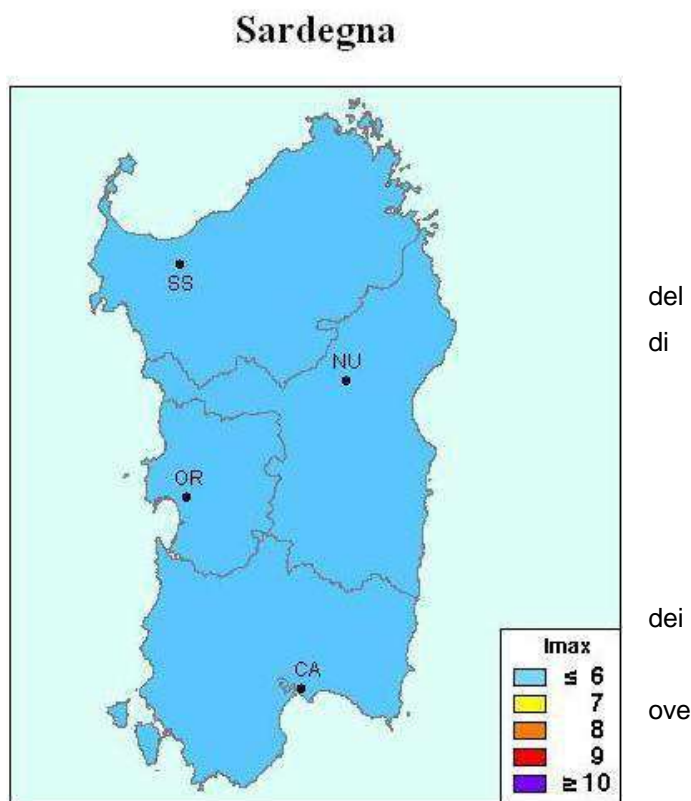
Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio Civile, etc.).

La Regione Autonoma della Sardegna ha recepito la zonizzazione del territorio nazionale con D.G.R. 30.03.2004, n.15/31 "Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20.03.2003, n. 3274" (B.U. Sardegna 21.08.2004, n. 23). L'abitato di **Irgoli**, come tutto il territorio regionale, ricade in **Zona sismica 4**, ovvero quella meno pericolosa a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa, per la quale il parametro  $a_g$  (corrispondente all'accelerazione orizzontale di picco con probabilità di superamento 10% in 50 anni è assegnato un valore convenzionale **0,05g** da adottare nella progettazione.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica  $I_{max}$  (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente), si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità ( $I_{max}/pon$ ), stimato per

estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione. Ad ogni comune risulta quindi associato un valore di intensità massima osservata ( $I_{max}/oss$ ), oppure "ponderata" ( $I_{max}/pon$ ).



**Figura 5 - Intensità macrosismica  $I_{max}$  per la Sardegna.**





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.O.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6, come si evince dalla figura precedente.

Per l'area in esame, la pericolosità sismica di base, la classificazione sismica e la magnitudo di riferimento sono le seguenti:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| • Accelerazione orizzontale massima al suolo normativa | < 0,05 g                  |
| • Zona sismica   | 4 (sismicità molto bassa) |
| • Intensità macrosismica                               | 7                         |
| • Magnitudo  | <6                        |

La classificazione, adottata secondo i criteri sopra definiti, consente di individuare cinque categorie di suoli di fondazione:

- **A:** formazioni litoidi o suoli litoidi omogenei molto rigidi *caratterizzati da valori VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5m.*
- **B:** depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, *con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media Cu > 250 kPa)*
- **C:** depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, *con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < Cu < 250 kPa).*
- **D:** depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, *caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s (NSPT < 15, Cu < 70 kPa).*
- **E:** profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, *con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800 m/s.*



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **6 CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI PREVISTI**

Nel comune di Irgoli si interverrà nelle seguenti vie: Via Carlo Alberto, Via T. Luche – Via G.F. Monne, Via G.F. Lai, Vico II° Santa Croce, Via Piave, Vico II° La Marmora, Via Gramsci, Vico Bonaeras dove verranno posati 89.60 ml. di tubazioni in ghisa sferoidale del  $\Phi$  60 mm. e 661,90 ml. del  $\Phi$  80 mm. oltre a 38 allacci alle utenze e n° 19 blocchi di ancoraggio della tubazioni nelle variazioni piano altimetriche delle condotte e n° 1 pozzetto di sfiato e n° 4 di scarico.

Le aree dove verranno svolti i lavori risultano di proprietà pubblica.

I tratti di rete idrica oggetto del presente appalto sono stati individuati sulla base delle indicazioni e delle priorità fornite dai responsabili di gestione dei distretti territoriali di Abbanoa.

Gli interventi di manutenzione previsti nei tratti indicati nelle planimetrie di progetto comprendono le seguenti lavorazioni:

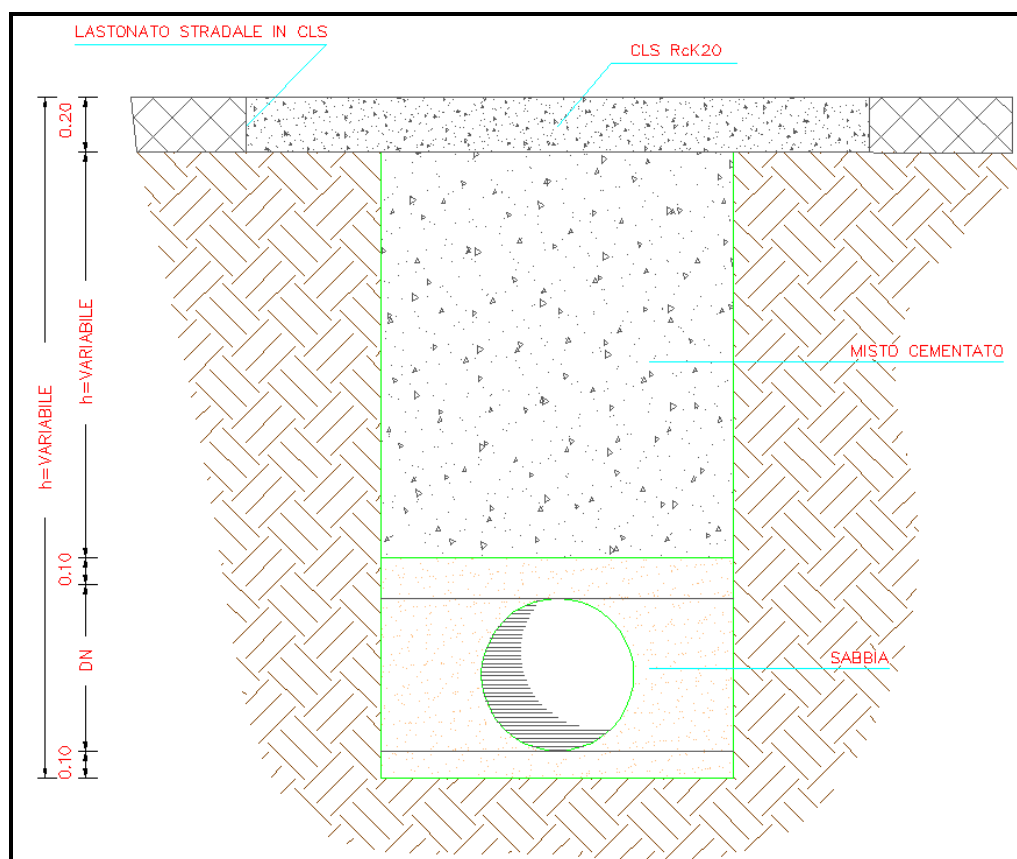
- rifacimento delle condotte di distribuzione e collegamento alla rete di distribuzione esistente;
- realizzazione di pozzetti di scarico e di sfiato (laddove previsti);
- installazione di saracinesche di intercettazione entro pozzetto o sottosuolo;
- rifacimento delle tubazioni di allaccio e dei relativi piantoni;
- rifacimento delle nicchie e delle diramazioni alle utenze;
- dismissione delle condotte di distribuzione sostituite mediante individuazione dei punti di connessione alla rete idrica e chiusura degli stessi;
- chiusura degli attuali punti di presa nel caso in cui debbano essere rifatti gli allacci su tubazioni esistenti da mantenere in esercizio;
- ricollegamento alle utenze delle nuove diramazioni solo nel caso in cui le lavorazioni necessarie risultino all'esterno della proprietà privata e non coinvolgano materiali di pregio e/o manufatti tutelati da norme di salvaguardia architettonica e paesistica;
- georeferenziazione delle opere realizzate;
- conferimento a discarica di tutti i materiali di risulta provenienti dalle lavorazioni.

Al fine di evitare cedimenti delle sedi stradali dovuti all'assestamento dei materiali di riempimento degli scavi il rinterro delle condotte dovrà essere eseguito con materiale idoneo proveniente dagli scavi o da cava di prestito e, a seconda del tipo di pavimentazione, con eventuale successivo strato di cls e strato di finitura. Lungo le S.S. è stato previsto il riempimento dei cavi con misto cementato così come

richiesto dall'amministrazione proprietaria della strada. Il progetto prevede inoltre un compenso a favore dell'aggiudicatario dei lavori per la restituzione delle opere realizzate con l'appalto in un sistema georeferenziato, conforme allo standard utilizzato dalla Regione Autonoma della Sardegna. La sezione di tipo di posa è riportata negli elaborati progettuali. Laddove previsti, i pozzetti d'ispezione, manovra, scarico o sfiato, verranno realizzati in cls delle dimensioni interne specificate negli elaborati grafici, con soletta, platea e pareti a perfetta tenuta stagna dello spessore di cm 20 armate con acciaio B450C e completi di chiusino in ghisa sferoidale eventuale chiusino di manovra in ghisa sferoidale, scala alla marinara in ferro lavorato zincato.

Il tratto ricadente in area Hg2 sito in vico Il Lamarmora è previsto su strada in cls.

Si riporta di seguito il particolare realizzativo della posa condotte su strada in cls:



**Figura 6 – Particolare posa condotte su strada in cls.**



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **7 COMPATIBILITÀ GEOTECNICA**

### **7.1 CARATTERI GEOTECNICI**

L'area investigata è impostata sostanzialmente su formazioni granitiche (monzograniti biotitici a grana medio-grossa), caratterizzate da prodotti di alterazione da essi derivati.

Le formazioni granitiche si presentano con due diverse facies, la prima sub-superficiale alterata e fratturata, la seconda, generalmente al di sotto del primo metro di profondità, da fratturata a sana.

Esistono poi differenti gradi di alterazione che trovano il loro massimo sviluppo nei cosiddetti “sabbioni granitici, rilevabili generalmente, nei bassi morfologici (coltri eluvio-colluviali).

Di difficile distinguo a volte risulta il passaggio tra il granito arenizzato ed il sabbione prodotto dal suo disfacimento, dando origine ad una associazione di formazione granitica arenizzata, sabbie con porzioni di roccia più o meno sana e sabbie vere e proprie senza soluzione di continuità.

Anche il carattere discontinuo che emerge dalle indagini pregresse eseguite dallo scrivente evidenzia inoltre che la profondità del substrato granitico risulta variabile e difficilmente tale substrato è localizzabile alle medesime profondità.

In definitiva si può affermare che i terreni interessati dalle opere in progetto presentano una buona omogeneità di distribuzione, sia in senso areale che in profondità, con passaggi laterali gradualmente dai materiali lapidei a quelli detritici di disfacimento e possono essere classificati come mediocri o buoni, comunque geotecnicamente idonei ad accogliere direttamente le opere da realizzare senza dover ricorrere ad artifici tecnici particolari.

Si evidenzia inoltre che tali materiali migliorano le stesse caratteristiche geotecniche in maniera considerevole già con incrementi modestissimi della profondità.

La realizzazione delle opere, **con l'adozione degli accorgimenti necessari** durante le fasi di scavo, non interferirà negativamente sull'equilibrio geomorfologico attuale.



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **7.2 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO**

Per capacità portante di un terreno si intende la sua capacità di sostenere il carico derivante da un'opera realizzata su di esso. Le molteplici relazioni di calcolo sono frutto di lunghe ricerche per lo più empiriche, che hanno evidenziato l'influenza di molteplici fattori, fra cui:

- resistenza meccanica del terreno;
- storia tensionale del terreno;
- intensità dei carichi;
- eccentricità dei carichi;
- forma della sovrastruttura e della fondazione;
- approfondimento del piano di posa;
- presenza di carichi adiacenti alla zona in esame.

La capacità portante ultima rappresenta il valore della resistenza al taglio massima mobilitabile o il carico massimo teorico prima che si verifichino fenomeni di rottura negli strati portanti. Il carico di rottura è in funzione sia delle caratteristiche meccaniche del terreno, sia della profondità del piano di posa delle fondazioni, della forma e delle dimensioni della superficie di carico.

*Il carico ammissibile, cioè il massimo carico consentito, è definito dal rapporto tra il carico di rottura e il coefficiente di sicurezza che nelle normativa vecchia vigente in Italia veniva generalmente assunto  $\geq 3$  (D.M. 11/03/1988).*

Di contro, per le attuali normative (D.M. 17 Gennaio 2018) le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Mentre il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile. Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi.





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale.

$$R_d \geq E_d$$

$$R_d = 1 / \gamma_R \cdot R \cdot [\gamma_F \cdot F_K; X_K / \gamma_M; a_d]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \cdot [F_K; X_K / \gamma_M; a_d]$$

dove:

$R_d$  = resistenza del progetto geotecnico;

$E_d$  = valore di progetto dell'azione o dell'effetto delle azioni;

$\gamma_F \cdot F_K$  = azioni di progetto;

$X_K / \gamma_M$  = parametri di progetto;

$a_d$  = geometria di progetto. L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = E_K \cdot \gamma_E$ . Nella formulazione della resistenza  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza del sistema.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

		COEFFICIENTE $\gamma_F$ o $\gamma_E$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Figura 7 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (NTC 2008)

PARAMETRO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

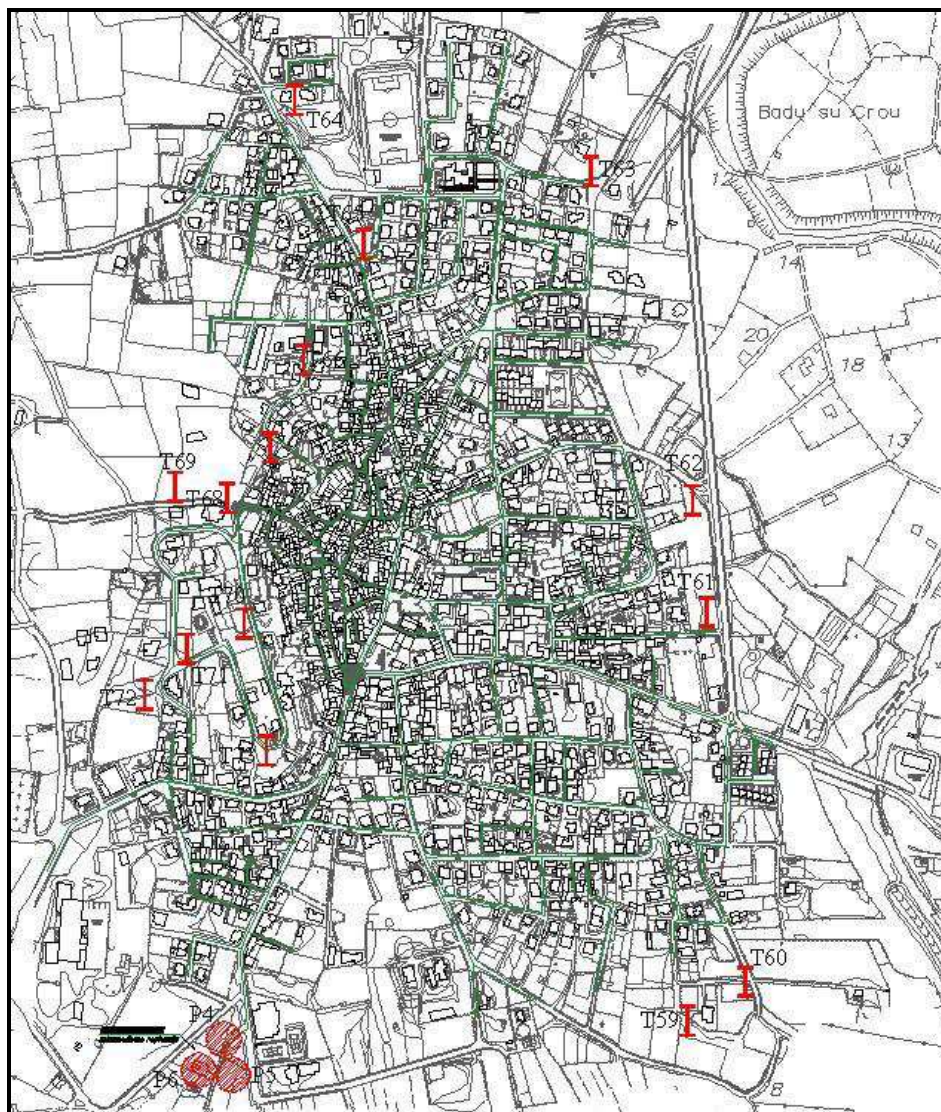
**Figura 8 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (NTC 2008)**

### **7.3 CAMPAGNA GEOGNOSTICA**

Per la verifica diretta della successione stratigrafica e dello stato di consistenza dei terreni di fondazione dell'opera a rete si fa riferimento alla campagna di indagini geognostiche eseguite dallo scrivente nell'ambito della progettazione della rete del gas relativa al Bacino n. 15 della Sardegna (Comune capogruppo: Dorgali), durante la quale sono stati realizzati dei pozzetti geognostici tramite escavatore meccanico con profondità medie di 1,50 m.



**Figura 9 - Esecuzione dei pozzetti geognostici attraverso un escavatore meccanico.**



**Figura 10 – Stralcio planimetrico della campagna di indagini geognostiche eseguite nell’ambito della progettazione della rete gas (Bacino n. 15 della Sardegna).**



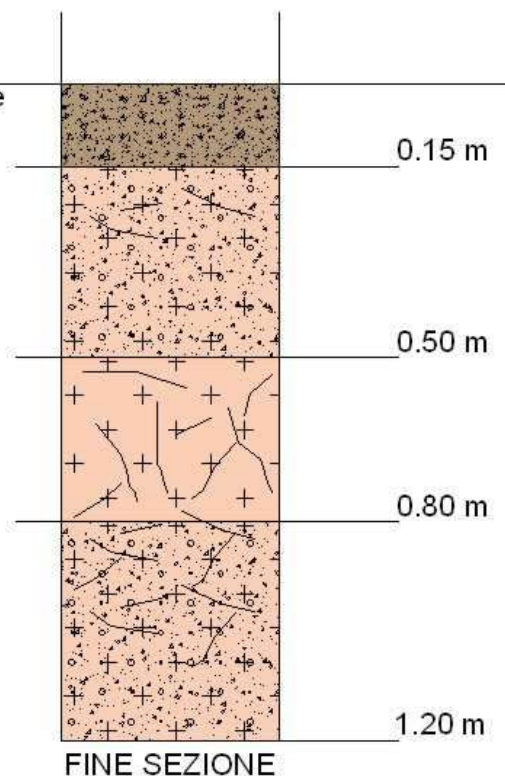
# T60

suolo bruno-grigiastro in matrice  
sabbioso-limosa, copertura  
erbacea, presenza di radici

graniti arenizzati alterati in  
matrice grossolana

granodioriti tonalitiche poco  
alterate e fratturate

graniti arenizzati alterati in  
matrice grossolana



Comune: **Irgoli**

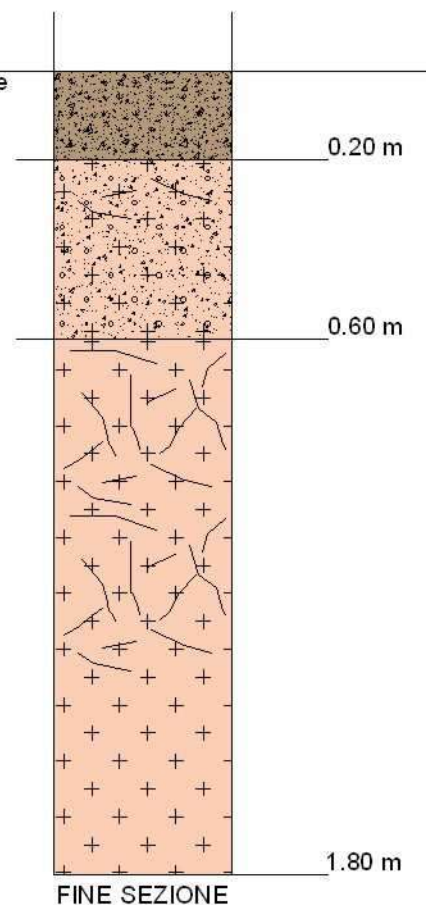
Ubicazione: **Prolung. Vico II S.Stefano**

**T63**

suolo bruno-grigiastro in matrice  
sabbioso-limosa, copertura  
erbacea, presenza di radici

graniti arenizzati alterati in  
matrice grossolana

granodioriti tonalitiche poco  
alterate e fratturate, il grado di  
alterazione decresce con la  
profondità



Comune: **Irgoli**  
Ubicazione: **Vico A.Moro**



## T65

suolo bruno-grigiastro in matrice  
sabbioso-limosa, copertura  
erbacea, presenza di radici

0.20 m

sabbie grossolane ciottolose  
immerse in matrice limosa bruno  
rossastra, scheletro abbondante  
(Ø inclusi: da pluricentrico a  
decimetrico), clasti da angolosi a  
sub-arrotondati

0.70 m

granodioriti tonalitiche alterate e  
fratturate, a luoghi molto  
arenizzate

0.90 m

granodioriti tonalitiche poco  
alterate e fratturate, il grado di  
alterazione decresce con la  
profondità

1.60 m

FINE SEZIONE



Comune: **Irgoli**

Ubicazione: **Via Pellico/Via**

**Funtana Manna**

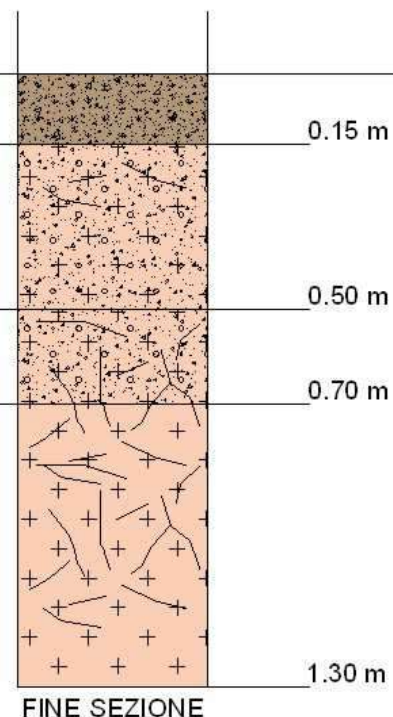
**T71**

suolo bruno-grigiastro in matrice  
sabbioso-limosa, copertura  
erbacea, presenza di radici

sabbie grossolane ciottolose  
immerse in matrice limosa bruno  
rossastra, scheletro abbondante  
(Ø inclusi: da pluricentimetrico a  
decimetrico), clasti da angolosi a  
sub-arrotondati

granodioriti tonalitiche alterate e  
fratturate, a luoghi molto  
arenizzate

granodioriti tonalitiche poco  
alterate e fratturate, il grado di  
alterazione decresce con la  
profondità



Comune: **Irgoli**

Ubicazione: **Via Giovanni XXIII**



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

#### **7.4 CARATTERI DELLA LITOSTRATIGRAFIA**

In ambito di indagine geomorfologica non sono emersi elementi naturali impicanti fattori di rischio gravitativo nelle condizioni attuali di equilibrio. La cartografia P.A.I. evidenzia nelle aree in esame, delle limitate zone soggette a pericolosità geomorfologica Hg. Tuttavia, visto l'impatto limitato che l'opera in progetto ha, in relazione all'ambiente circostante, non emergono particolari problematiche se non in fase d'esecuzione dell'opera.

L'opera a rete da realizzare ha un impatto molto limitato in relazione alla superficie morfologica del settore poiché ubicata al di sotto delle sedi stradali del centro abitato già occupate dai sottoservizi. È cura del progettista ridurre al minimo tecnico eventuali variazioni morfologiche, limitando le operazioni di sbancamento e rinterro. Il terreno locale ha una consistenza prevalentemente sciolta e limitatamente litoide.

##### *Situazione geotecnica*

L'area esaminata è impostata essenzialmente sui prodotti intrusivi monzogranitici e granodioritici tardo-paleozoici. Nella totalità dell'area investigata si constata inoltre la presenza pressoché costante dei rilevati utilizzati nella costruzione delle strade del centro urbano, la cui potenza è sempre dell'ordine dei 30 - 50 cm.

In corso d'opera è prevista l'asportazione completa degli orizzonti incoerenti superficiali. Il posizionamento delle tubazioni verrà quindi realizzato su una superficie regolarizzata e orizzontale di materiale idoneo in cui non si riscontra la presenza di falda idrica.

Vengono descritte le unità litostratigrafiche riconosciute e descritte nella relazione geotecnica. Dall'alto verso il basso:

- Unità 1 – Rilevato stradale
  
- Unità 2 – Materiale caotico frammisto a depositi di disfacimento delle sottostanti litologie



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

- Unità 3 – Litotipi granitici inequigranulari

Lo scavo di tali sedimenti necessita dell'utilizzo di mezzi meccanici di adeguata potenza. Il fronte di scavo sarà pertanto stabile e non necessita di interventi di contenimento in relazione alle esigue altezze dei fronti di scavo (ca. 1.00 m).

Alla luce delle osservazioni effettuate e considerando la tipologia dei terreni investigati, le caratteristiche strutturali dell'opera da realizzare si ritengono compatibili, in rapporto al peso della struttura e al carico ammissibile del terreno.

## **7.5 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO**

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche di tale litologia è stata utilizzata la Classificazione di Bieniawski e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo "conservativa") che si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

A3 = spaziatura delle discontinuità;

A4 = condizioni delle discontinuità;

A5 = condizioni idrauliche;

A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Bieniawsky) e, con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985, lo Slope Mass Rating (SMR).

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMRb} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMRc} = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

### **Valore di A1**

A1 si può ricavare sia da prove di laboratorio (Point Load Test), sia da prove di campagna mediante sclerometro o da prove speditive (Standard ISRM), definendo la resistenza a compressione uniassiale Su.

Standard ISRM





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Una fase delle indagini consiste nella stima del valore  $S_u$ , il quale può essere stimato osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo.

Dalla risposta della roccia si possono ricavare i seguenti valori:

La roccia si incide con l'unghia o si sbriciola con le mani	0,25 – 1 MPa
Si sbriciola sotto i colpi della punta, lastre sottili si rompono con facilità con le mani	1 – 5 MPa
La punta lascia deboli buchi, lastre sottili si rompono con forti pressioni delle mani	5 – 25 MPa
La roccia si frattura con un colpo	25 – 50 MPa
Si frattura dopo due-tre colpi	50 – 100 MPa
Si frattura solo dopo molti colpi	100 – 200 MPa
Si scheggia solamente	> 200 MPa

Definita la resistenza a compressione  $C_o$  è possibile ricavare il valore del primo parametro  $A_1$ .

#### *Valore di $A_2$*

Il valore di RQD si può ricavare o dal recupero di percentuale di carotaggio di carote di sondaggio, oppure dal numero di famiglie di discontinuità caratterizzanti l'ammasso roccioso e dalla misura della loro spaziatura. Dalla relazione di Palmström (1982) si ha:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

dove  $J_v$  è il numero di fratture per metro cubo di roccia.

In forma alternativa RQD si può ricavare dalla formula di Priest e Hudson (1981):

$$RQD = 100 e(0,1 n) (0,1 n + 1)$$

con  $n$  numero medio di giunti per metro.

Calcolato RQD con uno di questi metodi, si ricava il coefficiente  $A_2$  mediante le equazioni di Beniauskis:

#### *Valore di $A_3$*

Una volta calcolata la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente  $A_3$ , mediante le relazioni proposte da Beniauskis.

#### *Valore di $A_4$*





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

Perciò per valutare correttamente A4 si procede sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti, e al materiale di riempimento:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

Con:

V1 = Persistenza del giunto

V2 = Apertura del giunto

V3 = Rugosità del giunto

V4 = Alterazione delle pareti

V5 – Riempimento delle discontinuità

*Valore di A5*

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad un fronte di 10 m.

Dalle tabelle fornite da Beniauskis si ottiene:

Venute d'acqua su 10 m di lunghezza	Nessuna	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min
Condizione	Asciutta	Umida	Bagnata	Deboli venute	Forti venute
Coefficiente A5	15	10	7	4	0

*Valore di A6*

Per quanto riguarda i versanti il coefficiente A6 proposto da Beniauskis risulta troppo "conservativo" e pertanto nel calcolo di RMR si utilizza la metodologia proposta da Romana.

*Valore di RMR (Rock Mass Rating) e parametri caratteristici dell'ammasso*

Attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore RMRc calcolato si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

RMR <sub>c</sub>	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<= 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Dal valore di RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniauskis assumono il valore:



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

coesione di picco  $c_p$  (kPa) = 5 RMRb

angolo di attrito di picco  $\phi_p$  = 0,5 RMRb + 5

modulo di deformazione E (GPa) = 2 RMRb – 100

I valori della coesione residua e dell'angolo di attrito residuo si ricavano introducendo nelle formule sopra indicate un valore di RMRb modificato secondo la:

$$\text{RMRb} = \text{RMRb}(\text{originario}) - [0,2 \times \text{RMRb}(\text{originario})] \text{ (Priest, 1983)}$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E \text{ (GPa)} = 10(\text{RMRb} - 10 / 40)$$

Il valore di GSI (Geological Strength Index) viene ricavato dalla:

$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5$$

dove RMR viene calcolato tenendo conto dei punteggi assegnati ai primi quattro parametri e assumendo condizioni idrauliche asciutte ( $A_5 = 15$ ). Tale relazione è da ritenersi valida per  $\text{RMR} > 23$ .

*Slope Mass Rating (SMR, Romana 1985)*

Romana propone di aggiungere al valore di RMR (di base), alcuni fattori di aggiustamento sulla base dell'orientamento relativo fra discontinuità e fronte del versante e aggiungere un ulteriore fattore che tiene conto del metodo di scavo:

$$\text{SMR} = \text{RMRb} + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

Il primo fattore di aggiustamento è il prodotto di tre fattori:

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti.

F2 è riferito all'inclinazione del giunto nell'ipotesi di rottura planare.

F3 mantiene le relazioni proposte da Beniauskas per l'inclinazione fra fronte e giunti.

F4 rappresenta un fattore di correzione legato al metodo di scavo ed è stato fissato empiricamente.

Calcolato il valore di SMR, si possono avere indicazioni generali, fornite da Romana, sul grado di stabilità della scarpata, sul tipo di cinematismo di rottura che si può instaurare e su quanto possano pesare eventuali interventi di stabilizzazione:



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

SMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
CLASSE	I	II	III	IV	V
DESCRIZIONE	Molto buona	Buona	Mediocre	Scadente	Molto scadente
STABILITA'	Sicuramente stabile	Stabile	Parzialmente stabile	Instabile	Sicuramente instabile
MODO DI ROTTURA	Assente	Possibili blocchi	Lungo piani o per cunei	Lungo piani o su grandi cunei	Su grandi piani o rototraslazionali
STABILIZZAZIONE	Nessuna	Occasional e	Sistematica	Estesa	Riprofilare la scarpata

L'analisi delle numerose sezioni stratigrafiche si è rivelata estremamente utili nell'ambito della caratterizzazione dell'ammasso roccioso.

Il valore di RMR di base determinato per i litotipi intrusivi tardo-paleozoici e, in particolare per la Facies Monte Pranu (Subunità intrusiva di Irgoli – Unità intrusiva di Monte Ortobene), costituita da monzograniti biotitici inequigranulari a grana medio-grossa, è pari a **73.30**, tipico di un ammasso roccioso di qualità **buona**, come riportato nella tabella sottostante.

<b>Parametri dell'ammasso roccioso</b>		<b>Valori</b>
Resistenza della roccia intatta	A1	12
Indice RQD	A2	16,00
Spaziatura delle discontinuità	A3	12,30
Condizioni delle discontinuità	A4	20
Acqua sotterranea	A5	15
Orientamento discontinuità	A6	-2
RMRc	$\Sigma a_i$	<b>73,30</b>
<b>CLASSE II - BUONO</b>		



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **7.6 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DELLA STRATIGRAFIA**

La configurazione delle unità stratigrafiche riconosciute, dall'alto verso il basso è la seguente:

### **Unità 1 – Riporti antropici**

*Parametri geotecnici*

Peso di volume del terreno:  $\gamma = 19\div 20$  kN/mc

Angolo di attrito interno del terreno:  $\varphi = 27\text{-}29^\circ$

Coesione:  $c = 0\div 0.2$  daN/cm<sup>2</sup>

Modulo Elastico:  $EI = 80\div 90$  daN/cm<sup>2</sup>

Le caratteristiche geotecniche per tale unità superficiale possono ritenersi trascurabili.

### **Unità 2 – Materiale caotico frammisto a depositi di alterazione dei graniti**

*Parametri geotecnici*

Peso di volume del terreno:  $\gamma = 18\div 18.5$  kN/mc

Angolo di attrito interno del terreno:  $\varphi = 30\text{-}32^\circ$

Coesione:  $c = 0$  daN/cm<sup>2</sup>

Modulo Elastico:  $EI = 100\div 120$  daN/cm<sup>2</sup>

Il carico ammissibile per tale unità può ritenersi in via cautelativa superiore ai **1,2 Kg/cm<sup>2</sup>**.

### **Unità 3 – Granodioriti e monzograniti da fratturati a sani [VGD1e], [VGD1b]**

*Parametri geotecnici*

Peso di volume del terreno:  $\gamma = 23\div 24$  kN/mc

Angolo di attrito interno del terreno:  $\varphi = 42\text{-}45^\circ$

Coesione:  $c = 1.0\div 1.5$  daN/cm<sup>2</sup>

Modulo Elastico:  $EI = 20.000$  daN/cm<sup>2</sup>

Il carico ammissibile per tale unità può ritenersi in superiore ai **4 Kg/cm<sup>2</sup>**.

## 8 OPERE A RETE IN RELAZIONE AL P.A.I. E AL P.G.R.A.

La posa in opera delle condotte non comporta gravose destabilizzazioni degli equilibri esistenti poiché prevista nei sottofondi delle sedi stradali, dove risultano già presenti i sottoservizi.

Tuttavia un limitato tratto di condotte previste in progetto (posa di 7 metri di rete DN80 in ghisa sferoidale previsti su strada in cls presso vico Il Lamarmora), ricade all'interno di un'area soggetta a pericolosità geomorfologica media Hg2.

### Aree Hg2

*Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento). Zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevole alla stabilità dei versanti, ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.*

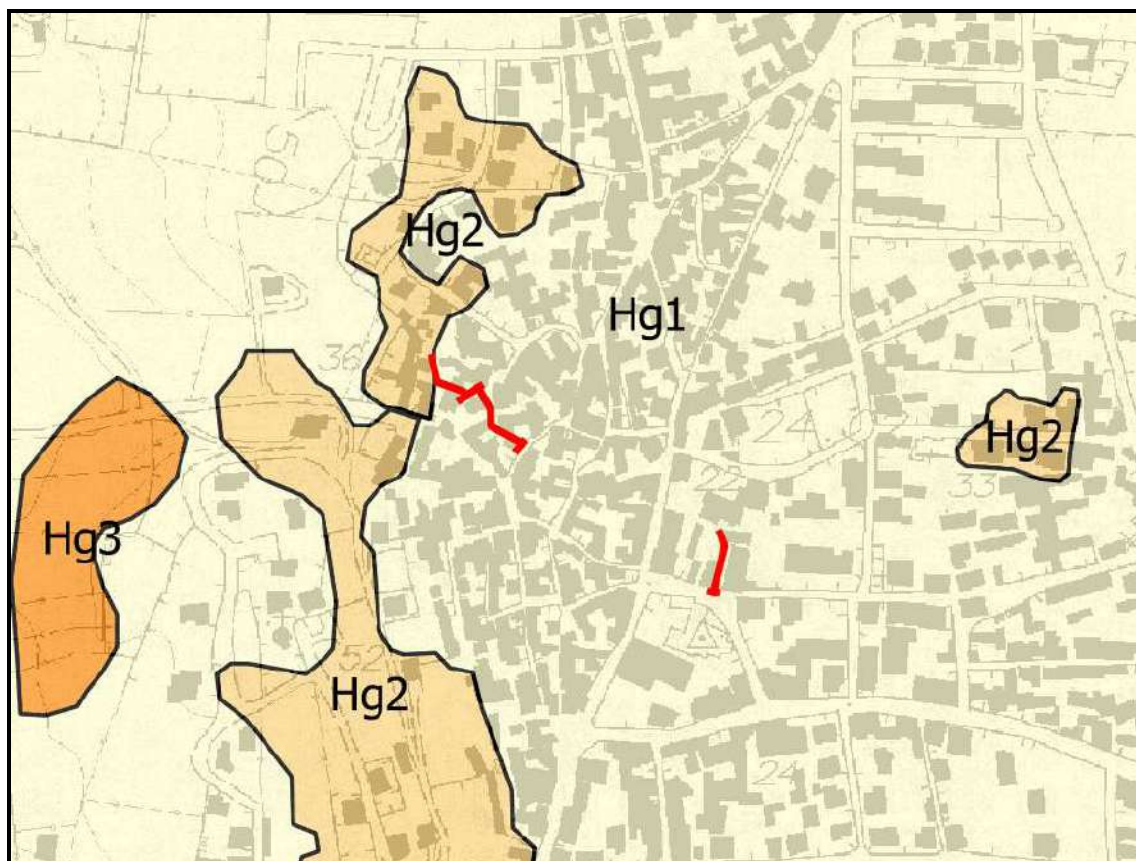


Figura 11 – Stralcio della sovrapposizione degli interventi previsti con la perimetrazione Hg del P.A.I. vigente.





Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

La pericolosità è causata da tipologie principali di frane di crollo e rotolamento, con una intensità presunta del fenomeno comunque moderata.

Le cause di innesco di tali fenomenologie sono principalmente:

- precipitazioni;
- erosione al piede;
- condizioni fisiche e di alterazione delle litologie;
- eventuali azioni antropiche

Vista la tipologia dell'opera in progetto, costituita dalla posa di tubazioni al di sotto delle sedi stradali esistenti, la pericolosità costituita da tipologie di frane di crollo, presenti nell'area in esame, non pregiudica la stabilità dell'opera stessa.

Le caratteristiche geotecniche dei sedimenti sovrastanti non favoriscono l'instaurarsi di fenomeni potenzialmente pericolosi per l'opera in progetto.

Come riportato nelle norme di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico all'art. 23 gli interventi in progetto risultano ammissibili poiché:

*sono conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;*

*non peggiorano le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*

*non peggiorano le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*

*non compromettono la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*

*non aumentano il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;*



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

*limitano l'impermeabilizzazione dei suoli e saranno create idonee reti di regimazione e drenaggio;*

*non interferiscono con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;*

*adotteranno per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;*

*non incrementano le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;*

*saranno assunte adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;*

*garantiranno condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*

*garantiranno coerenza con i piani di protezione civile.*

Come riportato nelle norme di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico all'art. 33 nelle aree di pericolosità media da frana sono consentiti esclusivamente:

*In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono consentiti esclusivamente:*

*a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici;*

***b. l'adeguamento degli impianti esistenti di depurazione delle acque e di smaltimento dei rifiuti;***

*c. gli interventi di edilizia cimiteriale.*



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **9 CONCLUSIONI**

Considerate le caratteristiche tecniche e progettuali della porzione di progetto ricadente in area caratterizzata da pericolosità geomorfologica media Hg2, si ritiene che l'opera in oggetto sia compatibile con le previsioni del PAI (*art 23 “Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologico”, comma 9 “allo scopo di impedire l’aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI*) in quanto:

- L'opera prevista non peggiora le condizioni di equilibrio statico dei versanti di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili; e non causa l'aumento del rischio di frana in quanto essendo interamente interrata a profondità dell'ordine del metro e non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare variazioni alla situazione attuale.
- L'intervento si sviluppa ripercorrendo la rete stradale urbana e non prevede l'attraversamento di suoli o versanti che si trovino allo stato naturale.
- In nessun caso gli interventi previsti modificheranno interferiranno con gli interventi mirati alla riduzione e/o l'eliminazione delle cause di pericolosità.
- Come evidenziato in precedenza, la rete si sviluppa interrata ad una profondità variabile inferiore al metro. Con queste caratteristiche non sono previste opere o impianti fuori terra che possano sovraccaricare i terreni interessati.
- Non si prevedono variazioni all'impermeabilizzazione dei suoli in quanto questi saranno cementati e bitumati terminata la posa delle tubazioni.
- La posa in opera della rete non comporta gravose destabilizzazioni degli equilibri esistenti poiché prevista nei sottofondi delle sedi stradali, dove risultano già presenti i sottoservizi.
- Alla luce della tipologia dell'opera da realizzare, costituita dalla posa in opera di tubazioni al di sotto delle sedi stradali esistenti, da affiancare ai sottoservizi per una profondità variabile inferiore al metro, si ritiene che tali condizioni non pregiudichino la stabilità dell'opera stessa.
- L'intervento risulta ammissibile e compatibile con quanto previsto negli artt. 23, 25 e 33 delle Norme di Attuazione del P.A.I.



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **10 BIBLIOGRAFIA**

Servizio Geologico d'Italia – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:250.000 (2008)*. Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Siena, Centro di GeoTecnologie – Firenze

Servizio Geologico Nazionale – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:200.000 – Firenze (2001)*

Servizio Geologico Nazionale – *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. LX (2001) – Roma.*

Cosin srl - *Progetto esecutivo realizzazione rete gas Bacino n. 15 della Sardegna (Relazione geologica Dott. Gorini A.) – Cagliari 2012*



Gestore unico del servizio idrico integrato dell'ATO Sardegna

**Legge 388/2000 – Piano di Recupero del Cedrino - Risanamento Rete Idrica**

**Comune di Irgoli – Schema n° 11 del PRGA**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA**

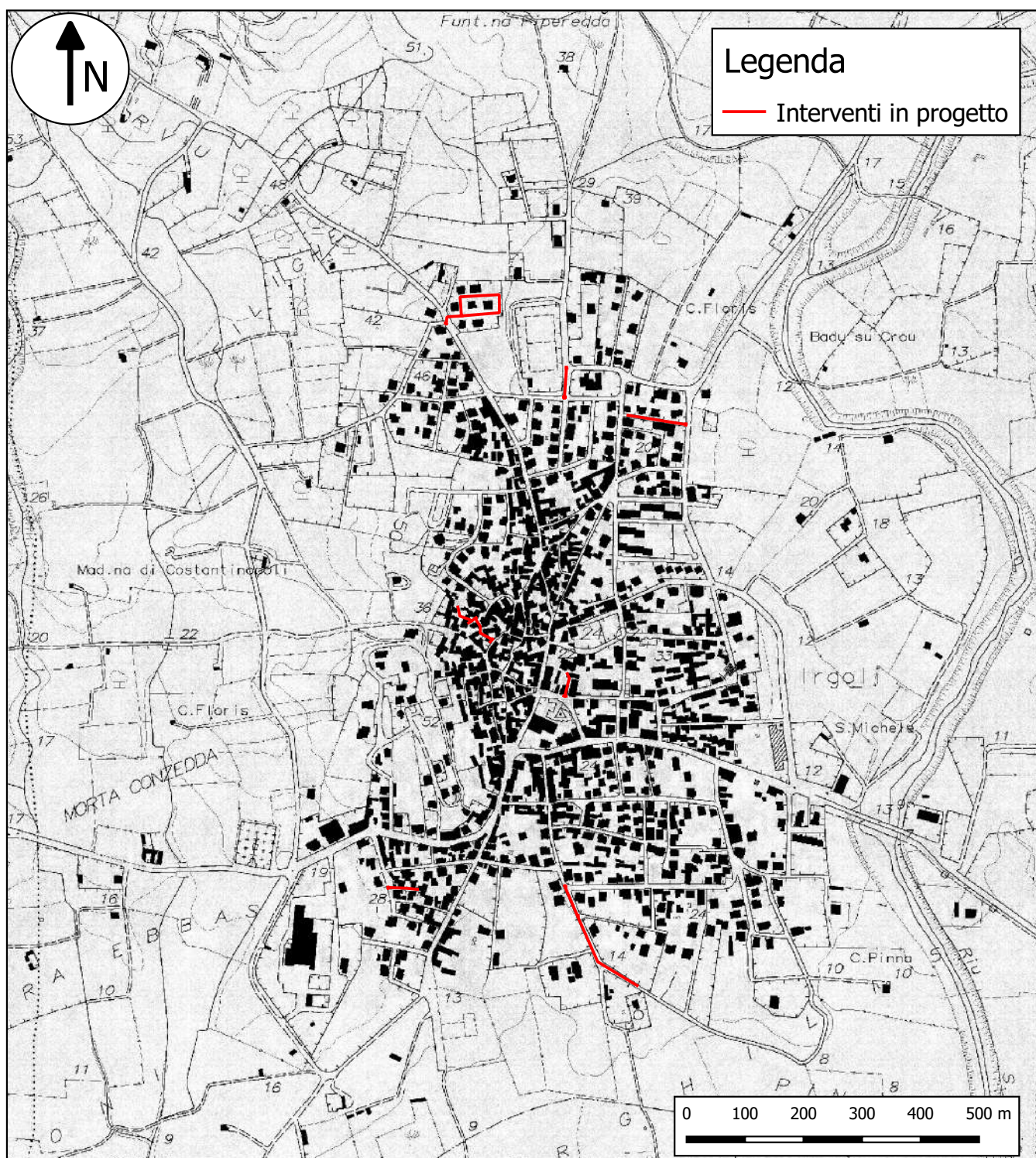
**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

## **ALLEGATI**

- *Inquadramento C.T.R. in scala 1:10.000*
- *Inquadramento I.G.M. in scala 1:25.000*
- *Stralcio della carta geologica in scala 1:10.000*
- *Sovrapposizione degli interventi con la cartografia del PAI (perimetrazione Hg) in scala 1:10.000*
- *Sovrapposizione degli interventi con la cartografia del PGRA (perimetrazione inviluppo frane) in scala 1:10.000*

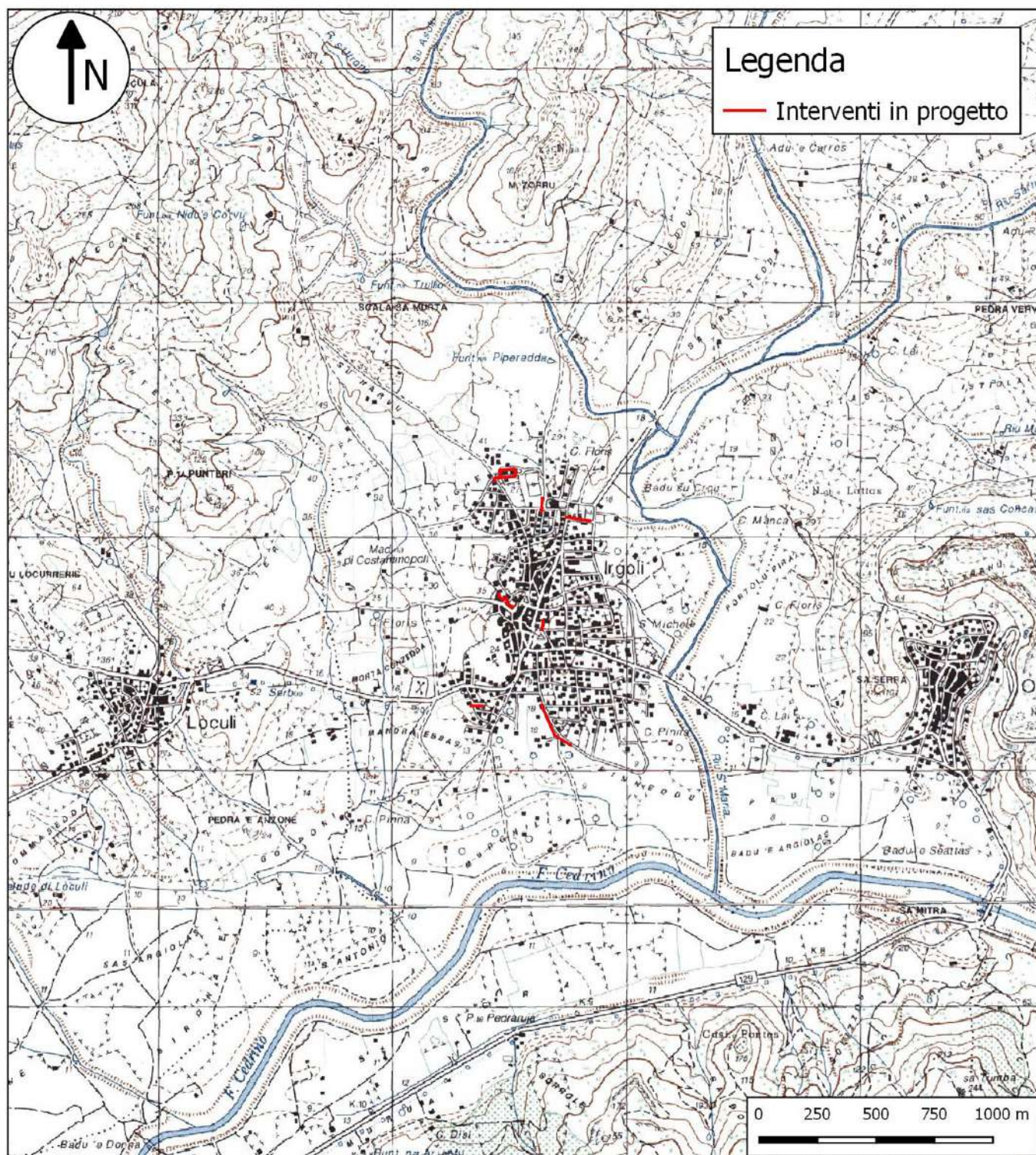


**COMUNE DI IRGOLI**  
**PROVINCIA DI NUORO**  
**INQUADRAMENTO C.T.R.**  
**TAVOLA 482-160 "Irgoli"**  
**Scala 1:10.000**





**COMUNE DI IRGOLI**  
**PROVINCIA DI NUORO**  
**INQUADRAMENTO I.G.M.**  
**FOGLIO 482 Sez. II "Irgoli"**  
**Scala 1:25.000**



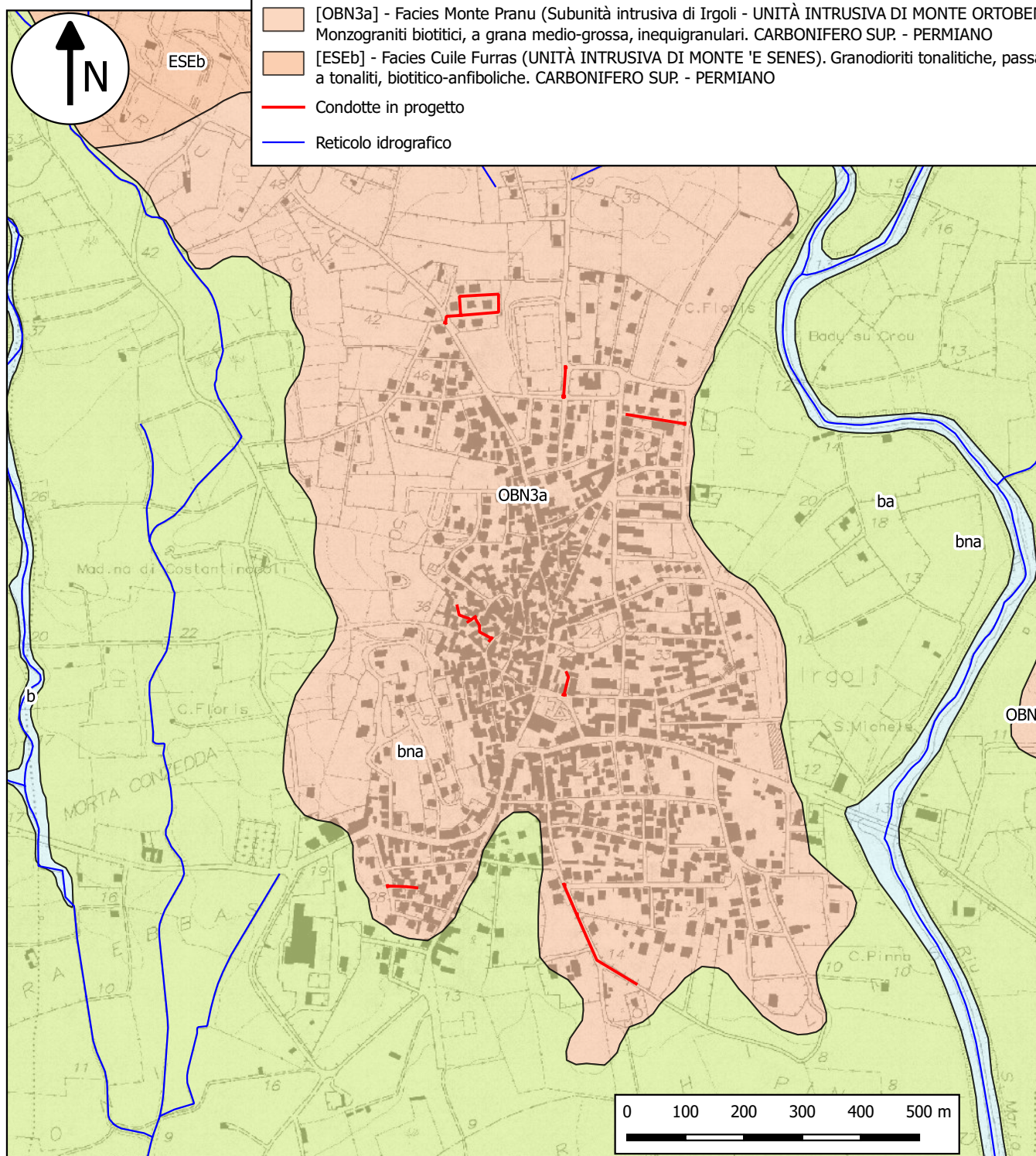


**COMUNE DI IRGOLI**  
**PROVINCIA DI NUORO**  
**STRALCIO CARTA GEOLITOLOGICA**  
**Scala 1:10.000**

**Legenda**

**Geologia**

- [ba] - Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
- [bna] - Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
- [OBN3a] - Facies Monte Pranu (Subunità intrusiva di Irgoli - UNITÀ INTRUSIVA DI MONTE ORTOBENE). Monzograniti biotitici, a grana medio-grossa, inequigranulari. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- [ESEb] - Facies Cuile Furras (UNITÀ INTRUSIVA DI MONTE 'E SENES). Granodioriti tonalitiche, passanti a tonaliti, biotitico-anfiboliche. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Condotte in progetto
- Reticolo idrografico








**COMUNE DI IRGOLI**  
**PROVINCIA DI NUORO**  
**SOVRAPPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI**  
**CON LE AREE SOGGETTE A**  
**PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA Hg DEL P.A.I.**  
**Scala 1:10.000**


**Legenda**

PAI\_Pericolo\_Geomorfologico\_Rev\_32

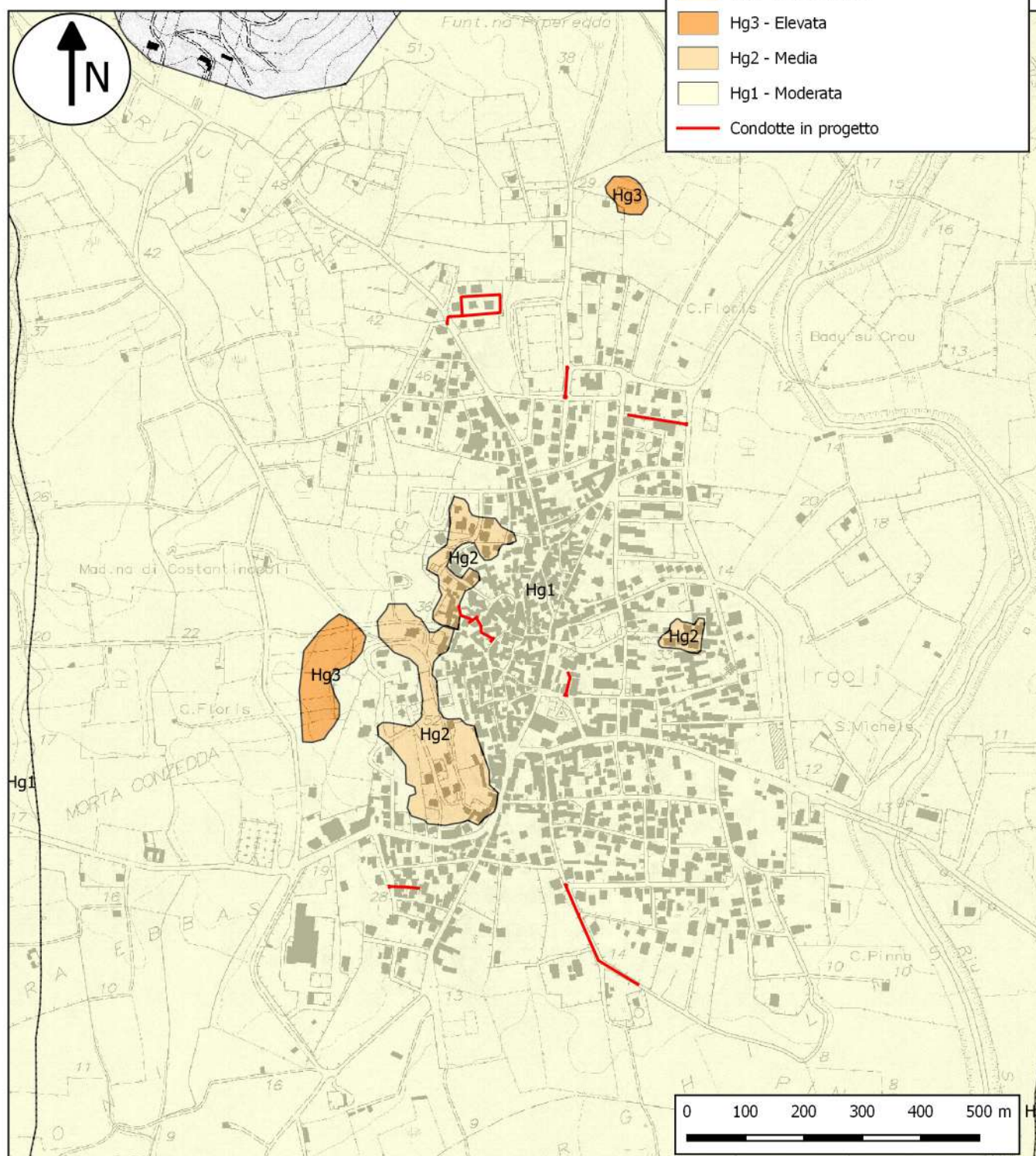
 Hg4 - Molto elevata

 Hg3 - Elevata

 Hg2 - Media

 Hg1 - Moderata

 Condotte in progetto





**COMUNE DI IRGOLI  
PROVINCIA DI NUORO  
SOVRAPPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI  
CON LE AREE PERIMETRATE DAL P.G.R.A.  
INVILUPPO FRANE  
Scala 1:10.000**

