

Comune di Oristano

Provincia di Oristano (OR)



COMMITTENTE

Soc. Agricola Nonnis s.s.
Via Libeccio 17-A - Oristano

firma

data

PROGETTO

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE
IN ZONA G2 DELLA Soc. Agricola Nonnis s.s.
Nel comune di Oristano in Localita' "Sa Rodia"**

OGGETTO

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
Art.8 c.2 Norme di Attuazione del P.A.I.**

Relazione Idraulica (rev.0. 2 /2020)



Il Committente

Il Responsabile dell'Area Tecnica

Tecnici Estensori dello Studio di Compatibilità Idraulica

Ing. Paolo Scarteddu

Dott. Geol. Angelo Zancudi

Il Progettista del Piano di lottizzazione

Ing. Marco Tullio Pala

Data / /

Revisione 0.2

Aggiornamento: Dicembre 2020

Protocollo

INDICE

1.0 Premessa	pag	2
2.0 Inquadramento territoriale	pag	3
3.0 Inquadramento Geologico- Morfologico	pag	4
4.0 Inquadramento geopedologico e permeabilità dei suoli	pag	7
5.0 Inquadramento idrogeologico e idrografico	pag.	9
6.0 Caratteristiche del sito d'intervento	pag.	12
7.0 Caratteristiche dell'intervento in progetto	pag	15
8.0 Idrografia e analisi della pericolosità idraulica vigente	pag	18
9.0 Disciplina delle aree a pericolosità idraulica elevata (Hi3): Ammissibilità dell'intervento	pag	28
10.0 Considerazioni a supporto della compatibilità idraulica dell'intervento	pag	31
11.0 Invarianza idraulica: valutazione incidenza della trasformazione territoriale	pag	32
12.0 Conclusioni sulla compatibilità dell'intervento	pag	50

RELAZIONE TECNICA

Oggetto: Studio di compatibilità idraulica (Art.24 N.A. del P.A.I.) relativo al Progetto del Piano di Lottizzazione in Zona G2 della Soc. Agricola Nonnis s.s. nel Comune di Oristano in località “ Sa Rodia” , redatta ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. – **REV:2_2020**

Committente: Soc. Semplice Agricola Nonnis- Via Libeccio 17/A – Oristano-

Progettista del Piano di Lottizzazione : Dott. Ing. Marco Tullio Pala - Via Vanoni , 9 – Arborea (OR)

1.0-Premessa : La presente relazione (**REV 2_ 2020**) , rappresenta una rielaborazione del precedente studio di contabilità idraulica (già allegato agli elaborati del Pdl in oggetto) resasi necessaria per il recepimento degli approfondimenti richiesti con nota del Comune di Oristano del 11/11/2020 a seguito dei rilievi palesati dai tecnici istruttori dello studio, riguardo l'ammissibilità della tipologia di intervento e l'individuazione di misure compensative da adottare per la verifica dell'Invarianza idraulica.

La presente relazione si riferisce allo studio di compatibilità idraulica , come previsto dalle N.A. del Piano di assetto idrogeologico per le aree perimetrare o meno a pericolosità idraulica , a corredo del progetto della lottizzazione Soc. Agricola Nonnis, da realizzarsi in zona G2 nel Comune di Oristano in località “ Sa Rodia” . L'area, di proprietà dei lottizzanti, ricade catastalmente nel F°11 Mapp. 5 (parte) .



Figura 1 : Stralcio Planimetria catastale



Figura 2 - Stralcio PUC

L'area, secondo il progetto urbanistico redatto dall'Ing. Marco Tullio Pala, occupa una superficie di 14400,00 mq , per la quale la proposta progettuale in oggetto ne definisce il piano attuativo di una parte del comparto più esteso di 4.47 .30 Ha di proprietà della stessa Ditta ed avente analoga destinazione urbanistica G2 (Parchi , Strutture per lo sport e il tempo libero) del Piano Urbanistico

Comunale , come indicato nella Tav. 1 del progetto di lottizzazione e riportato nello stralcio in fig.2

La superficie del comparto in esame , come verrà illustrato ai punti successivi, ricade nelle aree soggette a **pericolosità idraulica elevata (Hi3)**, secondo quanto individuato nello Studio di Compatibilità Idraulica e Geologica-Geotecnica dell'intero territorio Comunale redatto ai sensi dell'art. 8 c.2 delle N.A. del PAI e finalizzato al PUC. Lo studio è stato approvato con Delibera del C.I. dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna n. 2 del 03/07/2018 e pubblicata sul B.U.R.A.S. n. 35 del 26/07/2018 .

2.0 Inquadramento territoriale

Per quanto concerne la compatibilità urbanistica dell'intervento, si rimanda agli elaborati progettuali del Piano di Lottizzazione a firma dell'Ing. Pala

Come si evince dall'ortofoto della macroarea , la zona in esame, alla quale si accede dal V.le Repubblica, è ricompresa tra il sistema arginale destro del Fiume Tirso e la periferia Ovest del centro urbano .

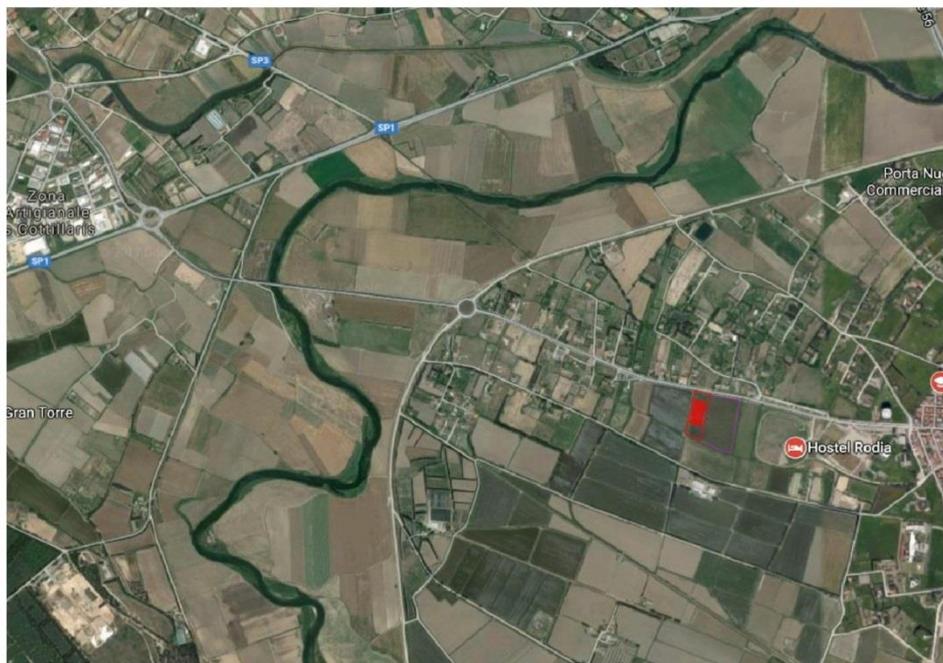


Fig. 3 Vista aerea Macroarea

3.0 Inquadramento Geologico-Morfologico

L'analisi di un areale significativamente esteso oltre il sito d'intervento, tale da consentire di individuare e delimitare gli elementi e i relativi processi geomorfologici che influiscono sugli eventi e le relative intensità che costituiscono lo specifico argomento del presente studio di compatibilità idraulica, ha innanzi tutto evidenziato l'affioramento su gran parte dello stesso di depositi alluvionali originatisi a partire dal Pleistocene superiore, eterogenei per granulometria e matrice, localmente terrazzati; dai rapporti stratigrafici e dalle caratteristiche dei materiali costituenti sono distinguibili alluvioni più antiche, attribuibili al Pleistocene superiore, e alluvioni recenti e attuali dell'Olocene. Arealmente importanti sono i depositi eolici dell'Olocene, mentre in ordine di estensione decrescente seguono i depositi di spiaggia antichi del ?Pleistocene superiore?-Olocene i depositi palustri e i depositi di spiaggia olocenici e attuali. Va segnalata infine la presenza di estese coperture superficiali e manufatti di origine antropica.

La successione litostratigrafica, ordinata dai termini più recenti a quelli più antichi, secondo la nomenclatura geologica ufficiale, riferita alla normativa definita dal Servizio Geologico d'Italia con il Progetto CARG è costituita da:

Depositi Olocenici dell'Area Continentale – Sedimenti Alluvionali, Sedimenti Lacustri, Sedimenti Eolici, Sedimenti Litorali e Depositi Antropici;

Depositi Pleistocenici dell'Area Continentale (depositi alluvionali delle litofacies nel Subsistema di Portoscuso).

La serie sedimentaria olocenica è caratterizzata dai depositi alluvionali che costituiscono in assoluto il litotipo arealmente più esteso nell'area cartografata e sono principalmente costituiti da sabbie e ghiaie e subordinatamente da limi e argille in vari rapporti granulometrici; di colore bruno, sciolti o debolmente addensati, questi sedimenti possono essere terrazzati e caratterizzano vaste aree pianeggianti, solo localmente si sviluppano longitudinalmente secondo la direzione di scorrimento dei corsi d'acqua che incidono sedimenti più antichi.

I depositi alluvionali legati alla dinamica attuale e recente del Fiume Tirso, i più estesi, nei quali ricade la parte settentrionale dell'area urbana di Oristano, sono costituiti da sabbie e subordinatamente limi e argille, quelli terrazzati, temporalmente anteriori, sono prevalentemente ghiaiosi e subordinatamente sabbiosi, affiorano nell'estremo settore nord occidentale dell'area cartografata e inglobano i centri abitati di Cabras e Solanas.

Gli altri termini della serie sedimentaria olocenica sono i depositi eolici, i depositi di spiaggia

attuali e antichi, i depositi palustri e i depositi antropici.

I depositi eolici sono costituiti da sabbie dunari ben classate e affiorano estesamente in corrispondenza della fascia costiera di NordEst del Golfo di Oristano, fino all'area di foce del Fiume Tirso. I depositi di spiaggia "antichi" del Pleistocene superiore-Olocene affiorano a ridosso del campo dunare e sono costituiti da sabbie e ghiaie, arenarie e calciruditi, fossiliferi, con subordinate intercalazioni di sabbie, limi e calcilutiti di stagno costiero mentre i depositi di spiaggia attuali, sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, affiorano limitatamente ad una sottile fascia lungo tutta la linea di costa del Golfo di Oristano. I depositi palustri limosi, argillo limosi e torbosi, localmente con componente sabbioso ghiaiosa, fossiliferi, affiorano estesamente fra i centri abitati di Solanas e Donigala Fenughedu e con estensioni ridotte lungo la sponda settentrionale dello Stagno di Cabras e in prossimità della costa a Nord della foce del Fiume Tirso. I depositi antropici, localizzati su vaste aree fra la periferia meridionale di Oristano e la sponda settentrionale dello Stagno di Santa Giusta e a Sud di Cabras, sono costituiti da terreni di riporto messi in posto in seguito a interventi di bonifica e riassetto morfologico di siti destinati all'insediamento di agglomerati industriali-artigianali.

I depositi pleistocenici sono costituiti dai sedimenti alluvionali del Pleistocene superiore depositati dal Fiume Tirso, dal Riu di Mare Foghe e dai rispettivi affluenti e affiorano nel settore centro settentrionale dell'area cartografata inglobando l'abitato di Donigala Fenughedu e in quello centro sud orientale inglobando la parte orientale e meridionale dell'area urbana di Oristano.

I sedimenti alluvionali pleistocenici sono composti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice argillosa con intercalati livelli francamente sabbiosi e sabbioso argillosi e rappresentano una litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sistema di Portovesme); gli elementi litici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, sono prevalentemente di composizione quarzoso feldspatica e derivano dallo smantellamento delle rocce granitoidi e in minor misura di quelle metamorfiche paleozoiche, sono anche presenti elementi litici derivati dalle vulcaniti terziarie.

Il deposito si presenta ben addensato, localmente debolmente cementato; la matrice sabbioso argillosa arrossata indica intensa alterazione in ambiente subaereo in condizioni climatiche caldo-umide. Questi depositi alluvionali formano delle conoidi, l'apice, alle quote più elevate, in corrispondenza in genere dello sbocco da strette valli incise in roccia, presenta la maggiore acclività che diminuisce man mano che la conoide stessa si espande nella piana alluvionale, nella

parte distale le diverse conoidi tendono a unirsi fra loro dando fenomeni di coalescenza. Nel ciclo alluvionale si alternano fasi deposizionali a fasi erosive; in piccola scala, direttamente legate alla dinamica del corso d'acqua determinano la formazione e l'accostamento di corpi sedimentari di diversa forma ed estensione, a grande scala, in relazione alle modificazioni climatiche danno luogo a depositi terrazzati.

Nell'area in studio, per quanto riguarda sia i Depositi Olocenici sia i Depositi Pleistocenici, in funzione della locale variabilità composizionale e dell'assetto morfologico, sono state identificate specifiche Unità delle quali segue la descrizione preceduta dai codici alfanumerici convenzionalmente utilizzati per indicarne il Tipo e la Sigla.

AA0_003 ha Depositi antropici. Manufatti antropici. Olocene.

AA0_008 h1r Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. Olocene.

AA2_003 bb Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. Olocene.

AA2_004 bc Depositi alluvionali. Limi e argille. Olocene.

AA2_006 bna Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. Olocene.

AA3_001 e5 Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. Olocene.

AA4_001 d Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. Olocene.

AA5_001 g2 Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, ecc. Olocene

AA5_002 g Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore fino a 3-4 m. ?Pleistocene sup.-?Olocene.

AB0_007 PVM2a Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. Pleistocene superiore.

L'area in esame è per la maggior parte della sua estensione pianeggiante e localmente lievemente depressa, con quote di pochi metri sul livello del mare, leggermente superiori laddove affiorano le alluvioni terrazzate e lungo la fascia costiera, dove affiorano le sabbie eoliche. L'elemento che la caratterizza è il tratto terminale del Fiume Tirso che si sviluppa all'interno del settore golenale con corso sinuoso tipico della piana alluvionale distale-costiera e dell'area di foce

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:25.000

LEGENDA

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

-  ha Depositi antropici. Manufatti antropici. Olocene
-  h1r Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. Olocene

SEDIMENTI ALLUVIONALI

-  bb Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. Olocene
-  bc Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
-  bna Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. Olocene

SEDIMENTI LACUSTRI

-  e5 Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. Olocene

SEDIMENTI EOLICI

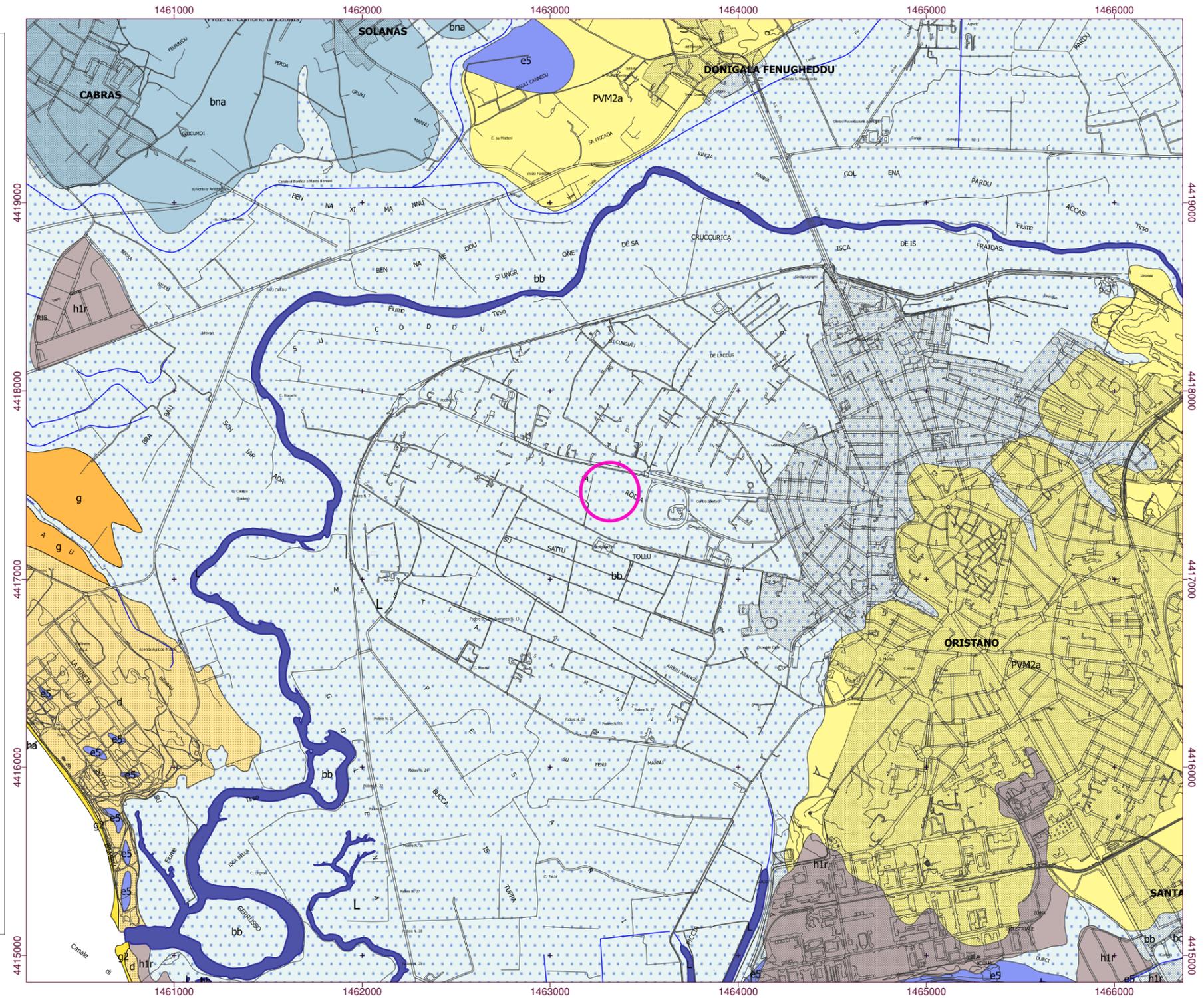
-  d Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. Olocene

SEDIMENTI LITORALI

-  g2 Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. Olocene
-  g Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore fino a 3-4m. ?Pleistocene sup. -?Olocene
-  PVM2a Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. Pleistocene superiore

-  L Elementi idrici

-  Area d'intervento



con evidenti modifiche dell'alveo pregresse e in atto.

I depositi alluvionali del Pleistocene superiore degradano da NordNordEst verso SudSudOvest, dalla quota di circa 9-10 m fino a 2-3 m s.l.m.m., inglobano il centro abitato di Donigala Fenughedu e si spingono fino alla zona della Chiesa della Madonna del Rimedio e del Vivaio Forestale (strada per Torre Grande) e da EstSudEst verso OvestNordOvest, dalla quota di circa 11-12 m fino a 5-6 m s.l.m.m. inglobando i settori orientale e meridionale dell'area urbana di Oristano; si tratta della parte marginale di questi depositi che per tale ragione si presenta discontinua, interrotta da piccole incisioni e blande valli fluviali colmate da depositi alluvionali olocenici. Le alluvioni oloceniche formano invece la piana costiera; il passaggio fra le due serie di alluvioni è di tipo morfologico, la superficie pianeggiante e suborizzontale delle alluvioni oloceniche e quella più alta e debolmente inclinata delle alluvioni pleistoceniche sono separate da un orlo di terrazzo, la rottura di pendio non è sempre netta e facilmente individuabile a causa delle importanti modificazioni antropiche legate prevalentemente all'esteso ed intenso uso agricolo e all'espansione urbana. Le sabbie eoliche formano un campo dunare costituito da corpi allungati parallelamente ai venti dominanti da NordOvest e stabilizzato da una pineta artificiale e rappresentano il maggiore alto morfologico dell'area cartografata.

Le forme e i processi naturali legati prevalentemente alla dinamica fluviale del Fiume Tirso e alla dinamica marina transizionale sono stati integrati e modificati dall'attività antropica attraverso opere di bonifica consistenti principalmente nella costruzione di argini e realizzazione di una rete di canali per la regimazione e distribuzione delle acque superficiali, pratiche agricole, espansione urbana e rurale, infrastrutturazione varia.

4.0 Inquadramento Geopedologico e permeabilità dei suoli

Per quanto riguarda i caratteri pedologici nell'area in studio sono riconoscibili 5 fondamentali Unità di Paesaggio e 8 Unità Cartografiche all'interno delle quali ricadono uno o più tipi di suoli (elencati in cartografia) dei quali verrà data a seguire una sintetica descrizione del profilo.

U.P. O Paesaggi urbanizzati:

- u.c. **35** aree urbanizzate e principali infrastrutture

U.P. N Paesaggi su sedimenti litoranei dell'Olocene:

- u.c. **34** aree pianeggianti o depresse, con copertura vegetale igrofila ed alofila, profili A-C, profondi, argillosi o argilloso limosi, poco permeabili, da subalcalini ad alcalini, saturi.

U.P. M Paesaggi su sabbie eoliche dell'Olocene:

- u.c. **33** aree da pianeggianti ad ondulate, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea, profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbiosi a sabbioso franchi, da permeabili a molto permeabili, a tratti poco permeabili in profondità, da neutri a subalcalini, saturi.

U.P. L Paesaggi su alluvioni e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene:

- u.c. **32** aree da pianeggianti a debolmente ondulate, con prevalente utilizzazione agricola, profili A-Ck e subordinatamente A-Bw-Ck, da poco a mediamente profondi, da franco argillosi a franco sabbioso argillosi, permeabili, da neutri a subalcalini, saturi;
- u.c. **31** aree pianeggianti o depresse, con prevalente utilizzazione agricola, profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, argillosi, poco permeabili, subalcalini, saturi;
- u.c. **30** aree pianeggianti o leggermente depresse, con prevalente utilizzazione agricola, profili A-C, profondi, da argillosi a franco argillosi, da poco a mediamente permeabili, da neutri a subalcalini, saturi;
- u.c. **29** aree pianeggianti o leggermente depresse, con prevalente utilizzazione agricola, profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

U.P. I Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche del Pleistocene:

- u.c. **26** aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola, profili A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-G, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Le caratteristiche tessiturali di un suolo ne determinano la permeabilità o capacità d'infiltrazione, questa è una importante proprietà in sede di valutazione del deflusso superficiale conseguente ad eventi estremi. In base alla permeabilità o capacità d'infiltrazione i suoli vengono

CARTA GEOPEDOLOGICA

SCALA 1:25.000

LEGENDA

UNITA' DI PAESAGGIO E SUBSTRATI

UNITA' CARTOGRAFICHE U.S.D.A. SOIL TAXONOMY - 1988

 36 - Acque: mare, laghi e stagni

O Paesaggi Urbanizzati

 35 - Aree Urbanizzate e principali infrastrutture

N Paesaggi su sedimenti litoranei dell'Olocene

 34 - Typic Salorthids

M Paesaggi su sabbie eoliche dell'Olocene

 33 - Typic Xeropsamments
Aqic Xeropsamments

L Paesaggi su alluvioni e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene

 32 - Lithic Calcixerolls

 31 - Typic Fluvaquents
Vertic Fluvaquents

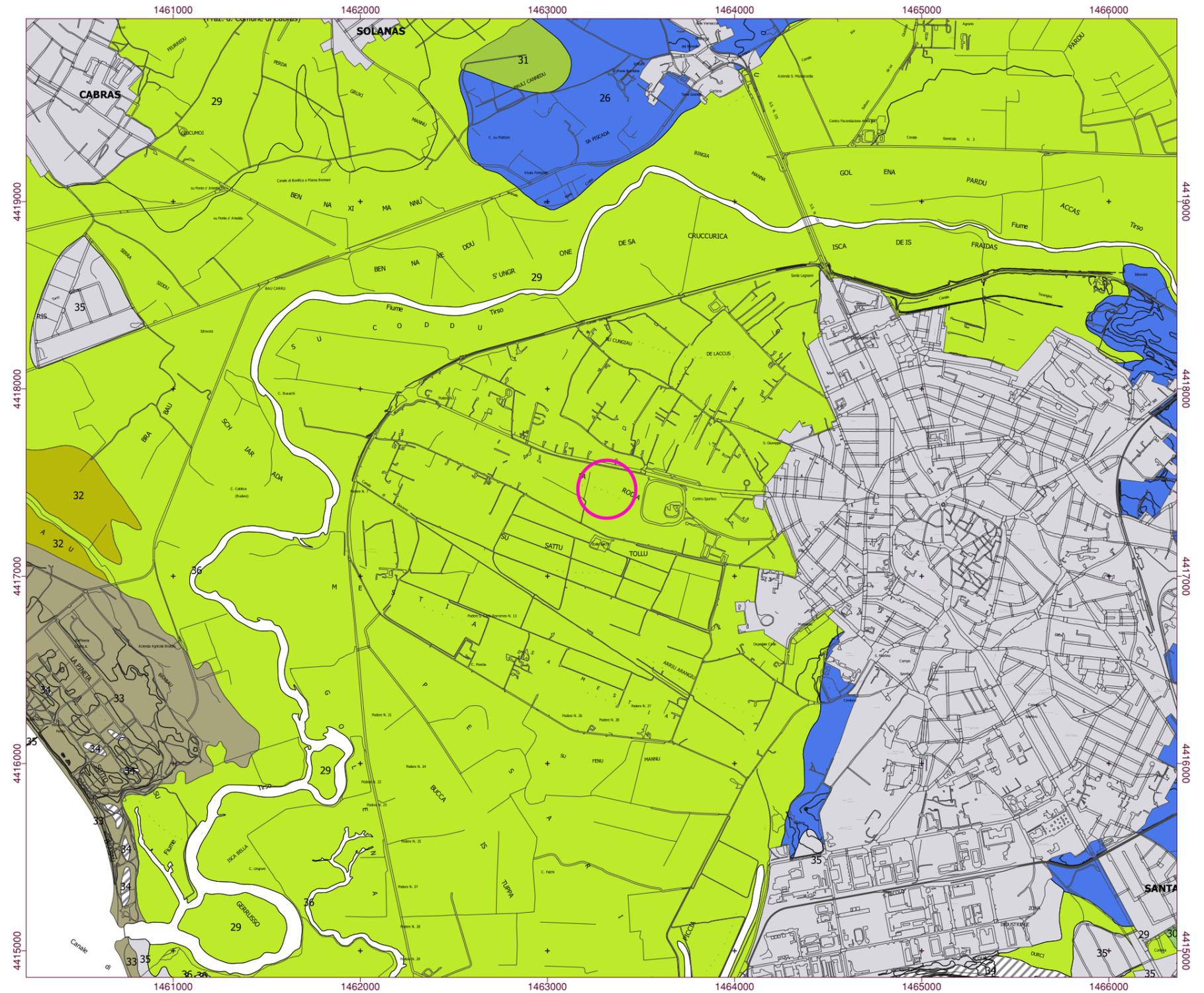
 30 - Typic Pelloxererts.
Typic Chromoxererts

 29 - Typic Vertic, Aqic e Mollic Xerofluvents

I Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche del Pleistocene

 26 - Typic, Aqic ed Ultic Palexeralfs

 Area d'intervento



CARTA IDROGEOLOGICA

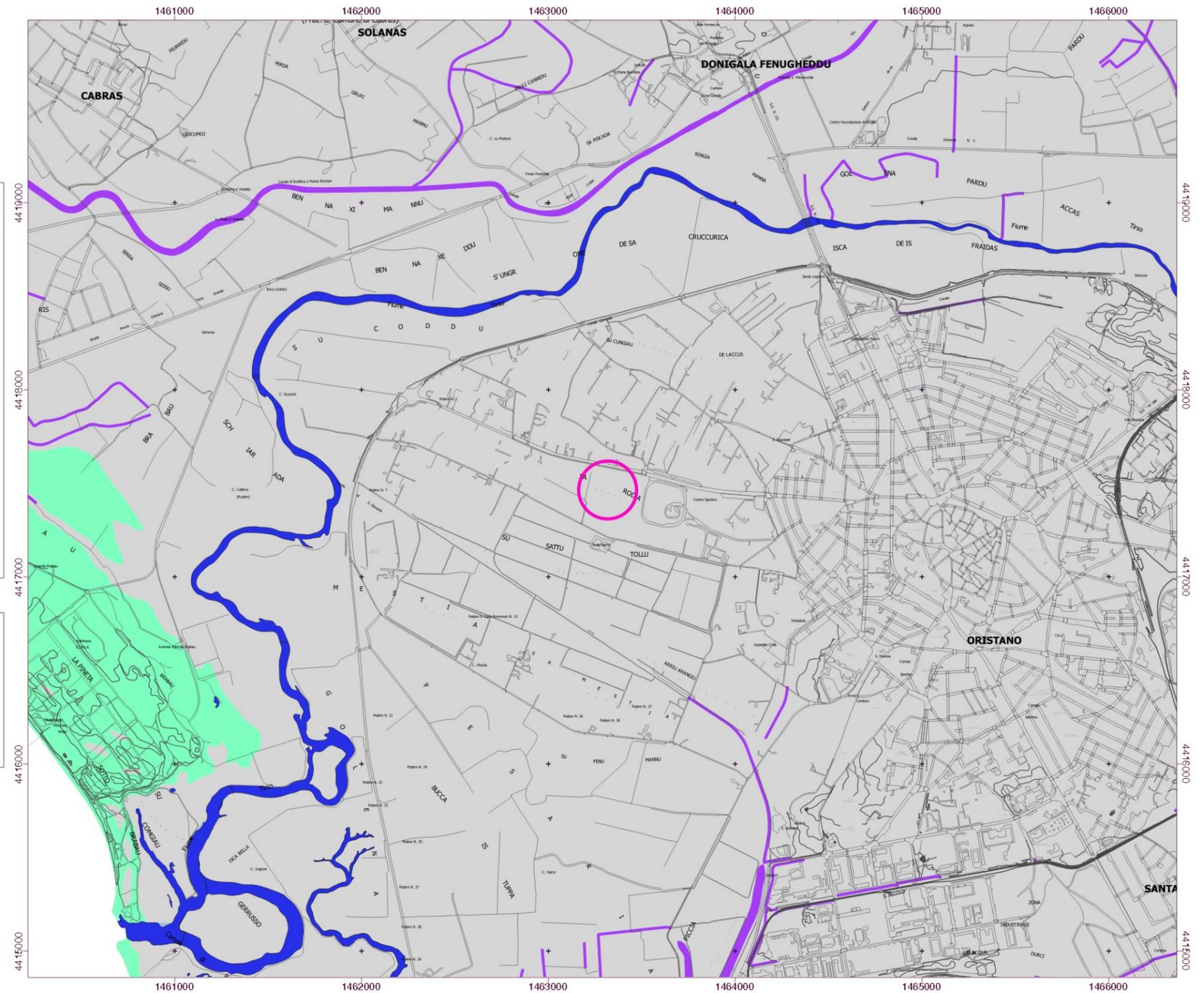
SCALA 1:25.000

LEGENDA

CODICE	SIMBOLO	NOME UNITA'	DESCRIZIONE PERMEABILITA'	LITOTIPO
1		Unità Detritico Carbonatica Quaternaria	PERMEABILITÀ ALTA PER POROSITÀ E, NELLE FACIES CARBONATICHE, ANCHE PER FESSURAZIONE; BASSA PER POROSITÀ NELLE FACIES ARGILLOSE.	Depositi eolici. Olocene Depositi di spiaggia. Olocene Depositidi spiaggia antichi. Olocene
2		Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	PERMEABILITÀ MEDIO-BASSA PER POROSITÀ, LOCALMENTE MEDIO-ALTA NEI LIVELLI GROSSOLANI.	Depositi antropici. Olocene Depositi alluvionali. Olocene Depositi alluvionali terrazzati. Olocene Depositi palustri. Olocene Depositi alluvionali terrazzati. Pleistocene sup.

ELEMENTI IDROGRAFICI	
	Canali
	Corsi d'acqua

 Area d'intervento



Carta derivata dalla Carta Geologica di base della Sardegna 1:25.000 - R.A.S.

distinti nelle seguenti quattro classi:

- SP01 - Suolo con alta capacità di infiltrazione (principalmente sabbia e ghiaia, con strati profondi ben drenati);
- SP02 - Suolo con moderata capacità di infiltrazione (moderato drenaggio profondo o con pozzi. Tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana);
- SP03 - Suolo con bassa capacità di infiltrazione (solitamente presenta uno strato che impedisce il drenaggio verticale o possiede una tessitura da moderatamente fine a fine);
- SP04 - Suolo con bassissima capacità di infiltrazione (principalmente argille con alto potenziale di rigonfiamento, suolo con livello di falda alto e permanente, suolo con strato argilloso in superficie, suolo poco profondo su strati impermeabili o semi permeabili).

I suoli dell'area sono attribuibili a tutte le quattro classi di permeabilità, in particolare nella classe SP01 ricadono i suoli appartenenti alle u.c. 32 e 33 rispettivamente sui depositi di spiaggia antichi del Pleistocene-Olocene e sui depositi di spiaggia e depositi eolici dell'Olocene prevalentemente sabbiosi. Nella classe SP02 ricadono i suoli appartenenti alle u.c. 26 e 29 rispettivamente sulle alluvioni del Pleistocene superiore e sulle alluvioni dell'Olocene sabbioso ghiaiose. Nella classe SP03 ricadono i suoli appartenenti alla u.c. 30 sulle alluvioni dell'Olocene limo argillose. Nella classe SP04 ricadono i suoli appartenenti alle u.c. 31, 34 e 35, rispettivamente sui depositi palustri limo argillosi (31 e 34) e sulle aree urbanizzate.

5.0 Inquadramento idrogeologico e idrografico

I litotipi già descritti, per le caratteristiche di permeabilità sia rilevate in sito che desunte dai dati bibliografici, possono essere assegnati a specifiche Unità Idrogeologiche individuate a un più ampio livello territoriale (regionale); queste unità sono state concepite in modo tale che oltre il dato sulla permeabilità l'accorpamento dei litotipi segua anche un criterio geocronologico.

La permeabilità, che deve essere intesa come la proprietà delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua sottoposta a un carico idraulico, si distingue in due grandi tipologie, quella per porosità e quella per fessurazione. La prima si manifesta in litotipi porosi, più o meno cementati, caratterizzati da numerosi piccoli vuoti intergranulari e intercomunicanti, mentre la seconda, invece, è tipica di litotipi coerenti e compatti ma solcati da diverse famiglie di fessure e giunti.

La permeabilità, valutata a questo livello di analisi in modo qualitativo in rapporto ai valori del coefficiente di permeabilità K , viene specificamente definita:

alta per $K > 10^{-2}$

medio-alta per $10^{-2} > K > 10^{-4}$

medio-bassa per $10^{-4} > K > 10^{-9}$

bassa per $K < 10^{-9}$

Le Unità Idrogeologiche individuate, elencate in ordine cronologico dalla più recente sono:

Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria: ne fanno parte i depositi di spiaggia e i depositi eolici dell'Olocene e i depositi di spiaggia antichi del ?Pleistocene sup.-?Olocene. La permeabilità di questa unità è alta per porosità nei sedimenti eolici e di spiaggia prevalentemente sabbiosi, bassa nelle facies argillose; nelle facies carbonatiche è alta per fessurazione.

Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie: ne fanno parte i depositi antropici, alluvionali terrazzati e non e palustri dell'Olocene e i depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene superiore. La permeabilità di questa unità è del tipo per porosità ed è in generale medio-bassa per la presenza di matrice argillosa e per il grado elevato di addensamento e/o diagenesi del materiale, localmente può essere media o alta in livelli grossolani sciolti con ridotta o assente frazione argillosa.

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale la maggior parte dell'area cartografata è compresa nel bacino idrografico del Fiume Tirso (esteso per circa 3336 km² nei settori centro settentrionale e centro occidentale della Sardegna fino alla costa settentrionale del Golfo di Oristano) mentre un meno esteso settore nord occidentale ricade nel bacino idrografico del Riu di Mare Foghe (esteso per circa 528 km² dai versanti orientale e meridionale del Monte Ferru e dalla parte sud occidentale dell'Altopiano di Abbasanta fino al Sinis e alla costa settentrionale del Golfo di Oristano).

Il reticolo idrografico appare complesso e articolato in tutta l'area esaminata per via delle modifiche antropiche subite da quello naturale e delle connessioni fra questo e la fitta rete di canali artificiali.

L'elemento più importante dell'idrografia superficiale è il Fiume Tirso, un altro corso d'acqua pure importante seppur minore è il Riu Nura Craba; entrambi sono stati interessati da rilevanti interventi antropici, quali l'arginatura e la rettificazione e canalizzazione degli alvei. La restante parte del reticolo idrografico è costituita da una fitta rete di canali artificiali di adduzione e di colò fra i quali, importanti per l'influenza sullo sviluppo delle attività di quest'area, il Canale di Bonifica Terzo Lotto, il Canale Torangius, il Canale di San Giovanni e tutta la rete di drenaggio di Pesaria.

Il Fiume Tirso attraversa il settore nord orientale e centrale e centro sud occidentale dell'area in esame; scorrendo da Est a Ovest costeggia a Nord l'area urbana di Oristano e poi curva in direzione SudOvest e Sud verso la costa settentrionale del Golfo di Oristano. L'alveo si sviluppa all'interno del settore golenale con corso sinuoso che nella parte terminale assume il caratteristico assetto ad anse e meandri tipico della piana alluvionale distale e dell'area di foce, localmente si osservano meandri abbandonati che possono essere riattivati in occasione di piene; il regime delle acque è regolato dalla Diga Sa Cantonera, lungo l'alveo sono presenti sabbie e ghiaie legate alla dinamica fluviale attuale.

Il Riu Nura Craba (già Riu Tanui), quasi del tutto cartografato, ha origine poco a Sud dell'abitato di Nuraxinieddu dalla confluenza fra il Canale Generale N. 4 e il Riu Saoru (non cartografati), scorre a Nord dell'argine destro del Fiume Tirso e si sviluppa per circa 7 Km prima di sfociare nello Stagno di Cabras, lambendo e attraversando nell'ultima parte del suo corso, denominato Canale di Bonifica a Mare Bennaxi dopo la confluenza del Canale di Bonifica Terzo Lotto, la periferia meridionale di Cabras. Il Riu Nura Craba (o Riu Tanui o Canale di Bonifica a Mare Bennaxi) costituisce l'asta terminale di un reticolo idrografico che drena un importante bacino che comprende parte dei territori dei comuni di Zerfaliu, Solarussa, Siamaggiore, Oristano, Nurachi e Cabras. Il corso d'acqua si presenta rettificato, canalizzato e parzialmente confinato da argini. Per le caratteristiche del suo bacino, estensione, assetto geomorfologico e uso del suolo periodicamente si osservano portate rilevanti con elevato trasporto solido.

Il Canale di Bonifica Terzo Lotto confluisce nel Riu Nura Craba dopo aver convogliato il deflusso di alcune aree bonificate a Nord, fra i territori di Oristano, Cabras e Nurachi.

CARTA IDROGEOLOGICA

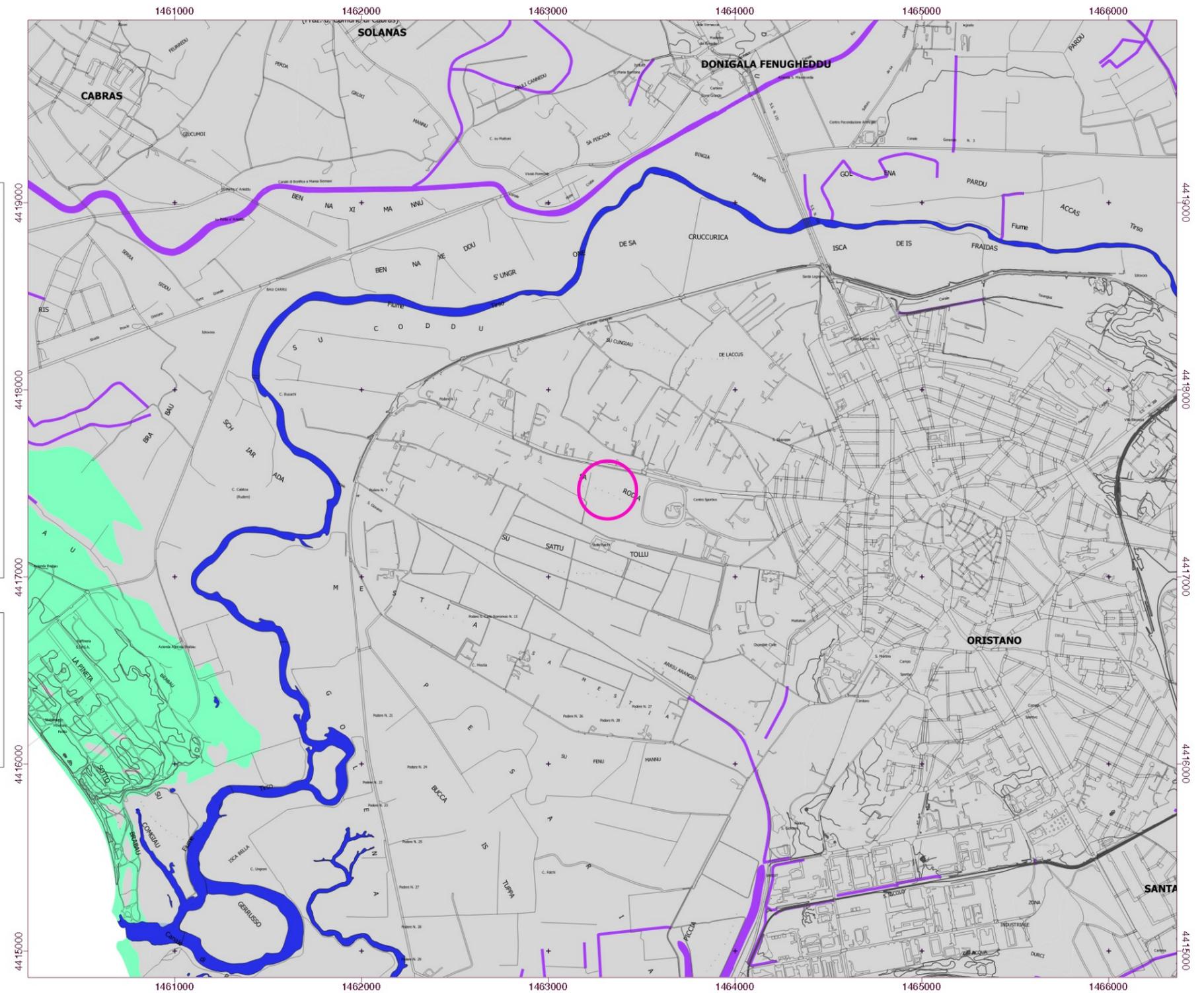
SCALA 1:25.000

LEGENDA

CODICE	SIMBOLO	NOME UNITA'	DESCRIZIONE PERMEABILITA'	LITOTIPO
1		Unità Detritico Carbonatica Quaternaria	PERMEABILITÀ ALTA PER POROSITÀ E, NELLE FACIES CARBONATICHE, ANCHE PER FESSURAZIONE; BASSA PER POROSITÀ NELLE FACIES ARGILLOSE.	Depositi eolici. Olocene Depositi di spiaggia. Olocene Depositi di spiaggia antichi. Olocene
2		Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	PERMEABILITÀ MEDIO-BASSA PER POROSITÀ, LOCALMENTE MEDIO-ALTA NEI LIVELLI GROSSOLANI.	Depositi antropici. Olocene Depositi alluvionali. Olocene Depositi alluvionali terrazzati. Olocene Depositi palustri. Olocene Depositi alluvionali terrazzati. Pleistocene sup.

ELEMENTI IDROGRAFICI	
	Canali
	Corsi d'acqua

 Area d'intervento



Carta derivata dalla Carta Geologica di base della Sardegna 1:25.000 - R.A.S.

Nel settore centro orientale e centro meridionale dell'area in esame il Canale Torangius e il Canale di San Giovanni convogliano verso lo Stagno di Santa Giusta il deflusso, altrimenti difficoltoso, di vaste superfici pianeggianti nell'area periferica nord occidentale di Oristano e, congiuntamente alla rete di Pesaria, di tutto il settore che si estende dalla periferia occidentale della città fino all'argine sinistro del Fiume Tirso.

6.0 Caratteristiche del sito d'intervento

Il sito d'intervento è caratterizzato geologicamente dall'affioramento dei depositi alluvionali dell'Olocene costituiti da sabbie subordinatamente limo argillose; morfologicamente pianeggiante, con quota di circa 3 m s.l.m.m., degrada blandamente verso Sud.

I suoli di quest'area appartengono all'u.c. 29 caratteristica delle pianure alluvionali recenti, in particolare nei tratti terminali e nelle aree di foce dei corsi d'acqua; aree morfologicamente pianeggianti o lievemente depresse che possono avere difficoltà nello smaltimento delle acque. I suoli presentano sempre un basso grado di evoluzione con profili di tipo A-C o subordinatamente A-Bw-C in corrispondenza di alluvioni meno recenti, sono notevolmente profondi (spesso superano i 100 cm) e hanno tessitura variabile da sabbioso franca a franco argillosa talvolta con caratteri vertici evidenti. Lo scheletro può essere presente in percentuali molto variabili, da modeste fino a superare il 50-60% dell'intero suolo, ciò determina una notevole variabilità anche della permeabilità dei suoli, da buona a lenta (nei sottogruppi Aquici, con segni più o meno evidenti di idromorfia); in generale i suoli di quest'unità ricadono nella classe SP02 a moderata capacità d'infiltrazione.

I suoli di quest'unità sono in genere molto fertili, talvolta contengono anche buone percentuali di sostanza organica che conferiscono agli orizzonti Ap una colorazione scura e un'aggregazione grumosa, stabile (sottogruppi Mollici).

Per quanto concerne la suscettività d'uso, quest'unità, pur con una notevole variabilità del tipo di suoli ricade nelle classi I e II, ha un'elevata attitudine all'agricoltura, soprattutto quella intensiva, adattandosi ad un'ampia gamma di colture erbacee ed arboree, e pochi fattori limitanti (eccesso di scheletro, drenaggio limitato, pericolo d'inondazione) che possono essere nella gran parte dei casi contrastati con idonee opere idrauliche o tecniche colturali; le aree comprese in quest'unità hanno un'elevata produttività, ulteriormente migliorata dall'irrigazione.

Dal punto di vista idrogeologico il sito d'intervento ricade all'interno dell'Unità delle Alluvioni

Plio-Quaternarie.

L'assetto idrogeologico-stratigrafico, così come testimoniato da numerosi studi effettuati nell'area, oltre che da altri lavori, è caratterizzato dalla presenza di due acquiferi di rilevante importanza, uno superficiale e uno profondo.

L'acquifero superficiale, di tipo freatico, è impostato sui sedimenti alluvionali e transizionali più recenti ed è alimentato prevalentemente dai flussi di sub alveo del Fiume Tirso e in misura minore dalle acque meteoriche.

Il letto di tale acquifero è costituito da un orizzonte impermeabile di natura argillosa e sabbioso-argillosa. Il livello freatico misurato in alcuni pozzi e sondaggi in prossimità del sito d'intervento oscilla fra -1 e -3 m dal piano campagna (in relazione alla quota assoluta).

L'acquifero profondo, di tipo semi-confinato, è impostato sui depositi alluvionali pleistocenici ed è di tipo multistrato, per la presenza dei numerosi orizzonti a permeabilità più o meno bassa di varia estensione e potenza che vi sono inclusi.

Lo studio geologico ha evidenziato l'affioramento su gran parte del territorio limitrofo all'area oggetto di studio di depositi alluvionali originatisi a partire dal Pleistocene superiore, eterogenei per granulometria e matrice, localmente terrazzati; arealmente importanti sono i depositi palustri e lacustri e i depositi eolici.

Estesi affioramenti sono costituiti dai depositi di spiaggia "antichi" attribuibili al Pleistocene superiore-Olocene. Per quanto riguarda i depositi alluvionali dai rapporti stratigrafici e dalle caratteristiche dei materiali costituenti sono distinguibili le alluvioni "antiche" attribuibili al Pleistocene superiore e le alluvioni "recenti" dell'Olocene.

Le alluvioni del Pleistocene superiore, depositate dal paleo Tirso e dai suoi affluenti e dai corsi d'acqua che avevano origine dai versanti orientale e meridionale del Monte Ferru e dal versante nord occidentale del Monte Arci e sfociavano nella parte settentrionale del Golfo di Oristano, affiorano estesamente nel settore sud orientale e centro settentrionale dell'area cartografata, rispettivamente nell'area compresa fra Sili, Oristano e Santa Giusta e in quella fra Donigala Fenughedu, Nuraxinieddu e Massama. Esse degradano da Nord verso Sud nel settore settentrionale e da Est verso NordOvest, Ovest e SudOvest in quello meridionale; in quest'ultimo i depositi sono incisi da blande valli fluviali colmate da depositi alluvionali olocenici.

I sedimenti alluvionali del Pleistocene superiore sono composti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice argillosa con intercalati livelli francamente sabbiosi e sabbioso argillosi e rappresentano una litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme); gli elementi litici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, sono prevalentemente di composizione quarzoso feldspatica e derivano dallo smantellamento delle rocce granitoidi e in minor misura di quelle metamorfiche paleozoiche, sono presenti anche elementi litici derivati dalle vulcaniti terziarie.

Il deposito si presenta ben addensato, localmente debolmente cementato; la matrice sabbioso argillosa arrossata indica intensa alterazione in ambiente subaereo in condizioni climatiche caldo-umide. Questi depositi alluvionali formano delle conoidi, l'apice, alle quote più elevate, in corrispondenza in genere dello sbocco da strette valli incise in roccia, presenta la maggiore acclività che diminuisce man mano che la conoide stessa si espande nella piana alluvionale, nella parte distale le diverse conoidi tendono a unirsi fra loro dando fenomeni di coalescenza. Nel ciclo alluvionale si alternano fasi deposizionali a fasi erosive; in piccola scala, direttamente legate alla dinamica del corso d'acqua determinano la formazione e l'accostamento di corpi sedimentari di diversa forma ed estensione, a grande scala, in relazione alle modificazioni climatiche danno luogo a depositi terrazzati.

Le alluvioni dell'Olocene, in assoluto il litotipo arealmente più esteso nell'area cartografata sono principalmente costituite da sabbie, ghiaie e limi argillosi in vari rapporti granulometrici; di colore bruno, sciolti o debolmente addensati, questi sedimenti possono essere terrazzati e caratterizzano vaste aree pianeggianti sia omogeneamente bidimensionali sia a sviluppo longitudinale secondo la direzione di scorrimento dei corsi d'acqua che incidono le alluvioni "antiche".

Il passaggio fra le due serie di alluvioni è di tipo morfologico e in genere di semplice individuazione; la superficie pianeggiante delle alluvioni "recenti" e quella debolmente ondulata delle alluvioni "antiche" sono separate da un orlo di terrazzo, la rottura di pendio non è sempre netta a causa delle modificazioni antropiche, importanti nell'area pianeggiante e in questa fascia di transizione, legate al prevalente e intenso uso agricolo.

Gli altri termini della serie sedimentaria olocenica sono i depositi palustri limosi, argillo limosi e torbosi, localmente con componente sabbioso ghiaiosa, fossiliferi, che orlano quasi completamente lo Stagno di Cabras e lo Stagno di Santa Giusta e che costituiscono i cosiddetti "pauli" diffusi nelle aree circostanti, i depositi eolici costituiti da sabbie dunari ben classate, i

depositi di spiaggia “antichi” del Pleistocene superiore-Olocene costituiti da sabbie, ghiaie, arenarie e calciruditi, fossiliferi, con subordinate intercalazioni di sabbie, limi e calcilutiti di stagno costiero e i depositi di spiaggia attuali, prevalentemente sabbiosi, tutti affioranti diffusamente lungo la fascia costiera e al bordo degli stagni.

L'area in esame è per la maggior parte della sua estensione pianeggiante, si presenta blandamente ondulata laddove affiorano le alluvioni pleistoceniche e le sabbie eoliche.

7.0 Caratteristiche dell'intervento in oggetto

7.1 Situazione attuale

Attualmente l'area risulta coltivata e libera da fabbricati, ad eccezione di una piccola costruzione a supporto dell'attività agricola, la cui edificazione risulta sicuramente anteriore al 1968 come risulta dall'aerofoto risalente a tale anno, consegnata nella fig. 3b



Figura 3b - Aerofoto 1968 - Fonte : Geoportale R.A.S.

L'area si sviluppa lungo il V.le Repubblica , nella quale sono presenti gli impianti a rete relativi alla illuminazione pubblica , alla raccolta delle acque meteo e rete idrica .

7.2 Interventi previsti dal progetto di lottizzazione

La proposta progettuale esplicitata negli elaborati progettuali del Piano di lottizzazione è articolata nella previsione della realizzazione dei seguenti interventi :

Opere di urbanizzazione : si prevede l'esecuzione delle opere necessarie per la fruibilità del comparto e delle aree di cessione destinate a parcheggio e viabilità, e cioè la rete di raccolta delle acque meteo da convogliare al collettore Comunale esistente , la predisposizione dell'allaccio alla rete idrica , l'impianto di illuminazione del parcheggio alimentato da quello comunale esistente sul V.le Repubblica. L'opera sarà completata da un impianto di irrigazione della aree con sistemazione a verde interposte tra viabilità urbana e intervento edificatorio all'interno del comparto con prelievo dell'acqua da un pozzo presente nel comparto. Per quanto concerne gli scarichi dei reflui fognari, in assenza di un collettore della rete urbana nella zona, si provvederà al loro smaltimento mediante una vasca Imhoff da posizionarsi all'interno del lotto corredata da un adeguato impianto di dispersione. Nella Tav. 3 del progetto di lottizzazione sono riportati i particolari delle opere di urbanizzazione e di sistemazione delle aree di cessione previste per il comparto.

Intervento urbanistico : conformemente a quanto disposto dal PUC per la zona G , sottozona G2 , il piano di lottizzazione, prevede la seguente ripartizione :

Superficie comparto :	14400,00 mq
Area da destinare ai lotti :	12575,00 mq
Standard urbanistici (S4 : parcheggi pubblici	1470,00 mq
Aree per viabilità pubblica	<u>355,00 mq</u>
	14400,00 mq

Volumetria max realizzabile : indice territoriale 4mc/mq = 57600 mc

Rapporto di copertura 50%

Per quanto concerne l'intervento edificatorio proposto , si prevede la realizzazione di un impianto serricolo con garden e vivaio , che pur costituendo volume edilizio, in quanto ubicato non in Zona E , rappresenta comunque una struttura di protezione delle colture agrarie . L'altra volumetria edilizia prevista, è riferita alla costruzione già esistente relativa al fabbricato (sup .coperta 33.44 mq e volume di 95.64 mc) che verrà recuperato e adattato alle esigenze della futura attività.

Nella Tav. 4 del progetto di lottizzazione sono riportate le tipologie edilizie proposte per il comparto .

Caratteristiche tecniche impianto serricolo : La proposta progettuale oggetto del presente intervento, consiste nella realizzazione di una struttura serricola di forma rettangolare di dimensioni pari a 48.00 m x 105.17 m. , con una superficie complessiva di 5048,16 mq. ripartita a metà tra garden e area destinata alla coltivazione. Le serre saranno realizzate con elementi in vetro e struttura portante (pilastri e capriate) in profilati d'acciaio zincato , i cui ritti, ad interdistanza costante, saranno ancorati ai plinti di fondazione in cls. La struttura è realizzata da quattro moduli, con falde inclinate di altezza di 3.60 m e altezza al colmo di 6.00 m . Le acque zenitali, sono raccolte e convogliate da appositi canali di gronda disposti nei compluvi e alla base delle falde laterali dai quali tramite i pluviali recapiteranno come si rappresenterà più avanti, alla rete di convogliamento delle acque meteoriche costituita da condotte interrato che recapiteranno in una vasca di laminazione/accumulo e da qui tramite la rete di dreno aziendale , al recettore finale rappresentato dal Canale di San Giovanni.

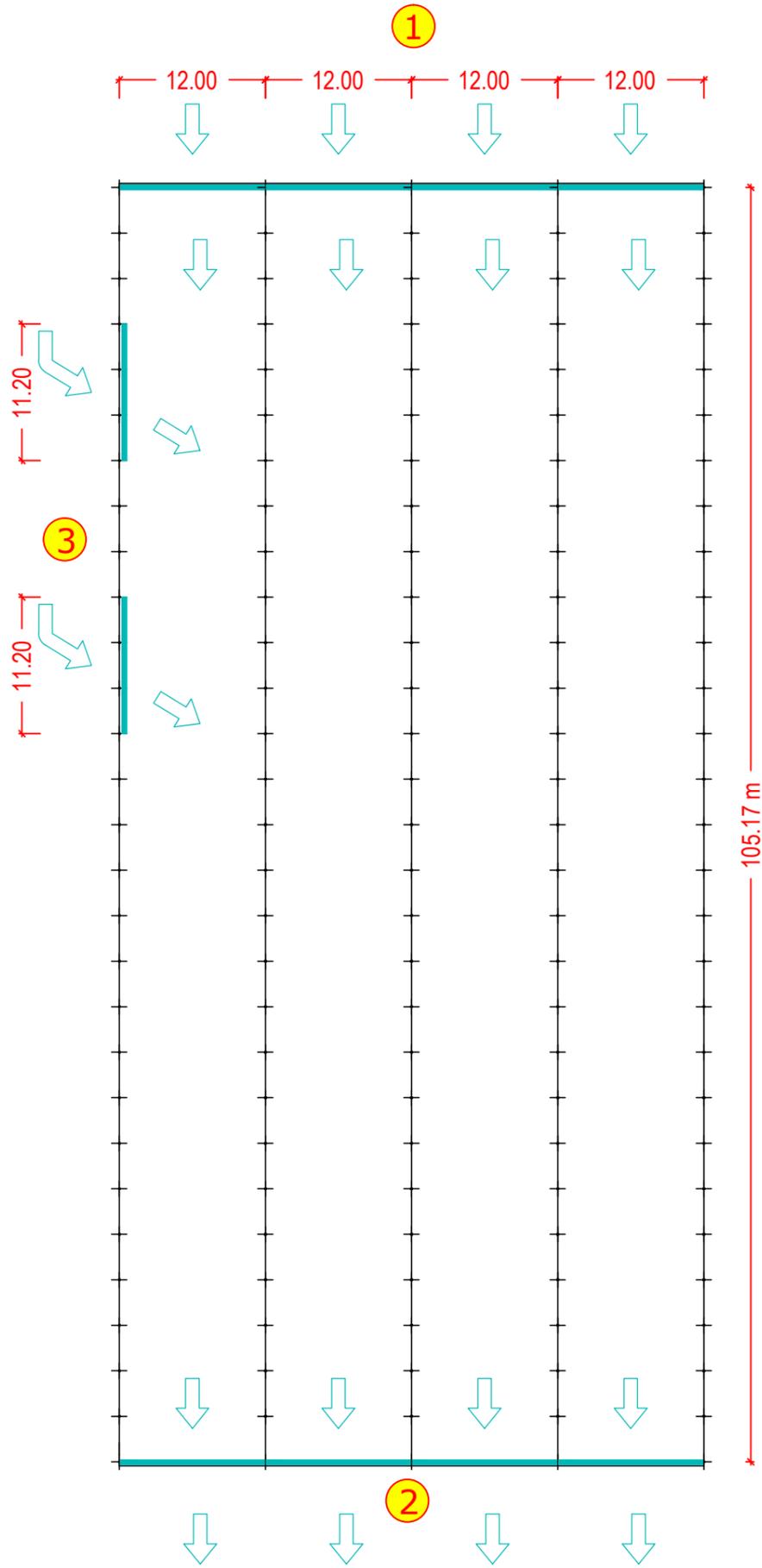
All'interno della serra , saranno disposti dei bancali mobili per la coltivazione, disposti a 1.0 m di altezza dal piano di calpestio dell'impianto che è previsto ad una quota pari a quella media sul lato di monte di 2.85 m. slm. Le tecniche di coltivazione previste sono compiutamente descritte nella relazione allegata alla proposta progettuale .

Per le ragioni che verranno esposte ai punti successivi , relative alla compatibilità idraulica dell'intervento, nelle due testate lungo il lato corto e parzialmente sul lato ovest, si prevede la possibilità di apertura delle pareti della serra per un'altezza di 1 m per consentire , in concomitanza con potenziali fenomeni alluvionali, il deflusso con un'altezza di tirante idrico di 1 m all'interno della serra al di sotto del piano dei bancali di coltivazione nell'area, destinata per tale attività . Tale accorgimento risulta indispensabile, al fine di non sottrarre volumi utili all'espansione di potenziali esondazioni del reticolo idrografico che determina la pericolosità idraulica gravante sull'area.

Gli schemi grafici riportati nella pagina successiva (**Fig. 4**) , riassumono le caratteristiche costruttive dell'intervento edilizio previsto nel piano e dettagliano le due alternative proposte di apertura della parte bassa delle serre individuate nei prospetti , che possono essere utilizzate indipendentemente o alternativamente :

Pianta

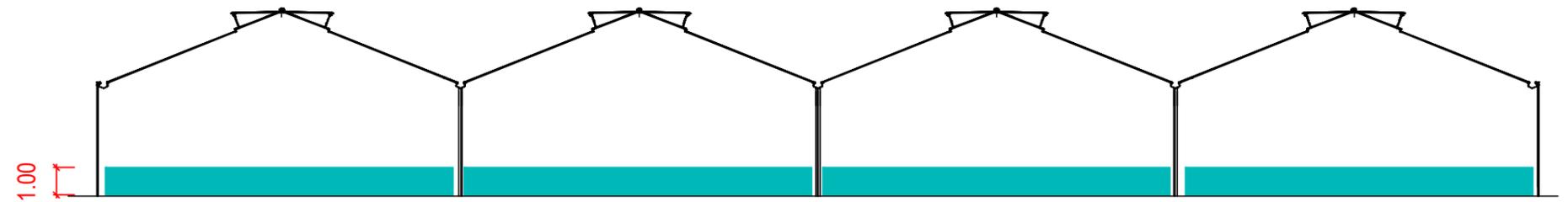
Scala 1 : 500



Prospetto ① e ②

Scala 1 : 200

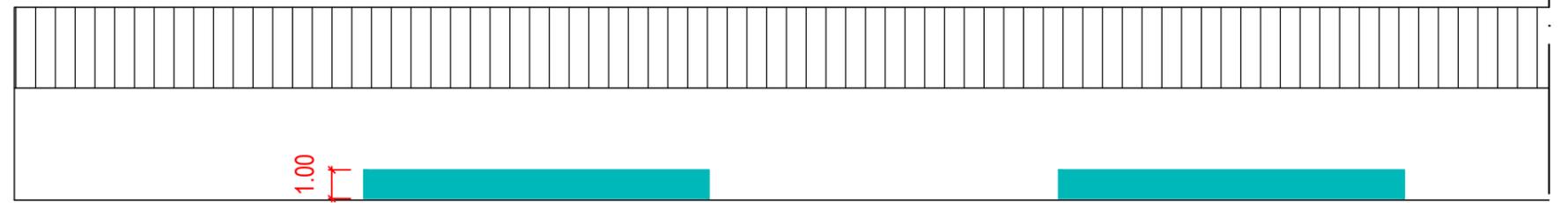
Fig. 4



Elementi apribili per 1m di altezza con sistema Roll-bar o basculante lungo la direzione del flusso mq 48.00

Prospetto ③

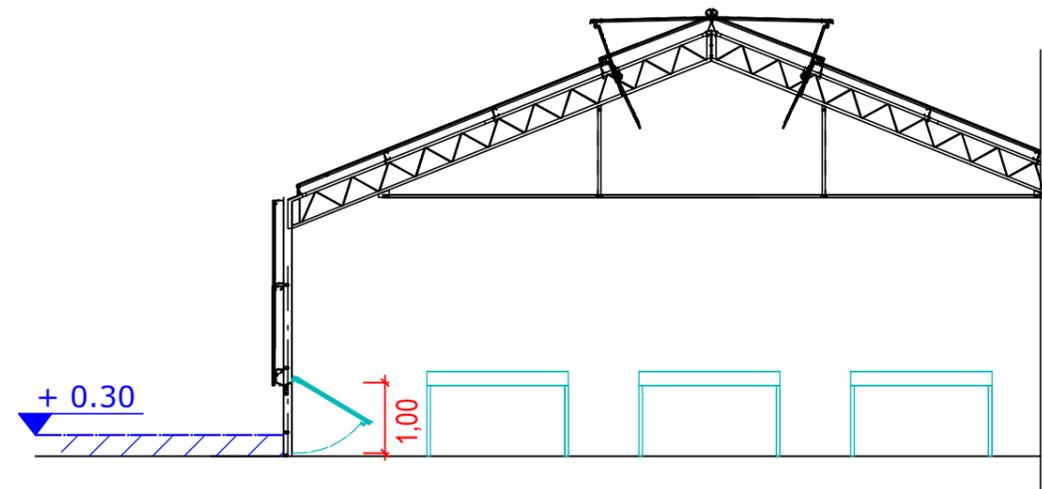
Scala 1 : 200



Elementi apribili per 1m di altezza con sistema Roll-bar o basculante lungo la direzione del flusso mq 22.40



SEZIONE SERRA Scala 1 : 100



Battente idrico sufficiente per l'apertura dell'elemento basculante determinato con la taratura della molla di contrasto

Bancali di coltivazione



- a) Roll-bar : arrotolamento del telo di chiusura in polietilene della parte bassa tramite dei bracci telescopici azionati da motori elettrici, il cui consenso è stabilito da un sensore di livello posto su un pozzetto sfiorante , allorquando il livello del battente idrico all'esterno della serra è di 30 cm ;
- b) Apertura degli elementi di 1 m di altezza basculanti con apertura nella direzione del flusso della corrente idrica , che si apriranno, nel momento in cui, il tirante di 30 cm d'acqua all'esterno della serra , attraverso la sola spinta idrostatica , genererà un momento capace di superare quello stabilito nella taratura delle molle di contrasto delle cerniere. La taratura delle molle di contrasto per l'apertura con 30 cm di pressione idrostatica, è stata stabilita in maniera tale da scongiurare aperture per effetto della pressione cinetica del vento determinata per l'area in oggetto, secondo le Norme Tecniche .

Caratteristiche tecniche recupero fabbricato esistente

Il fabbricato esistente (vano appoggio) , di forma rettangolare e dimensioni in pianta 7,60 x 4,40 m , verrà recuperato come indicato nella tav. 4 utilizzato come deposito e servizio igienico a supporto dell'attività.

8.0 Idrografia e analisi della pericolosità idraulica vigente

8.1 Reticolo idrografico gravante sull'area

Come si evince dallo stralcio cartografico riportato nella **Fig. 5**, l'area in esame è compresa tra la periferia ovest del centro abitato di Oristano ed il sistema arginale sinistro del Fiume Tirso.

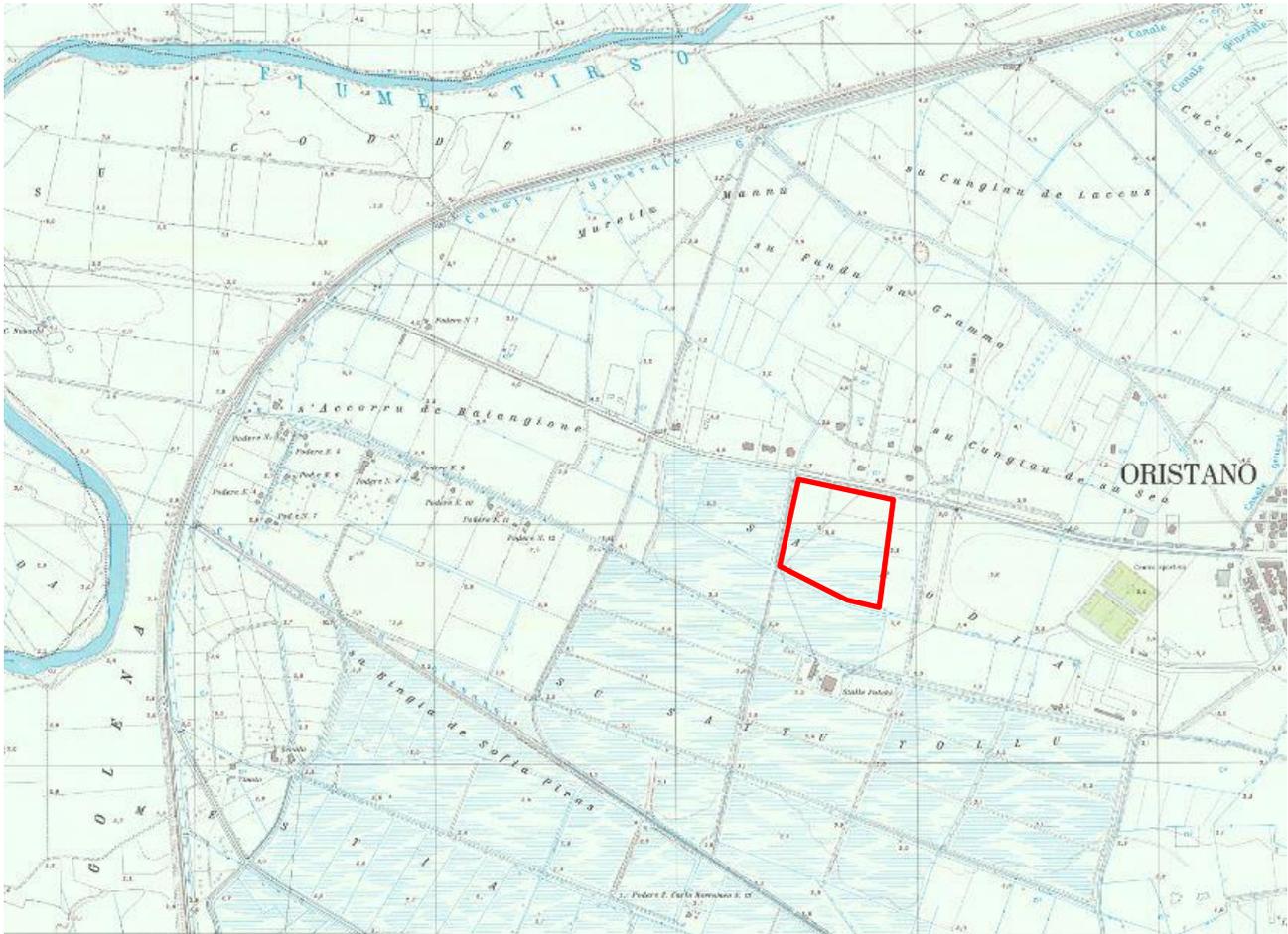


Fig. 5 : Stralcio Cartografico estratto dalla Carta Tecnica dell'Italia Meridionale (Casmez) - 528-B-3-II

Il reticolo minore gravante sull'area , a parte i canali di dreno aziendali, è limitato alla presenza di un solo corso d'acqua artificiale : Canale Torangius, che corre ad ovest dell'area in esame a circa 300 m di distanza in direzione Nord- Sud , per poi assumere più a Sud in corrispondenza di una variazione planimetrica a 90 °, la denominazione di Canale di San Giovanni , il quale prosegue il suo corso in direzione W/SE verso il recapito finale delle stagno di S. Giusta.

8.2 Morfologia dell'area

Dalle informazioni cartografiche a disposizione ed in particolare dallo strato informativo utilizzato negli studi di bacino (DTM) disponibile nel Geoportale della RAS e relativo al volo LIDAR del 2008, si può notare che l'area in esame si presenta con giacitura praticamente pianeggiante con quote variabili da 3.00 m. slm e 2.70 m. slm , degradanti in direzione N/S con gradienti altimetrici limitati . Come si evince dallo stralcio del DTM , nella parte a sud del settore in esame, le quote

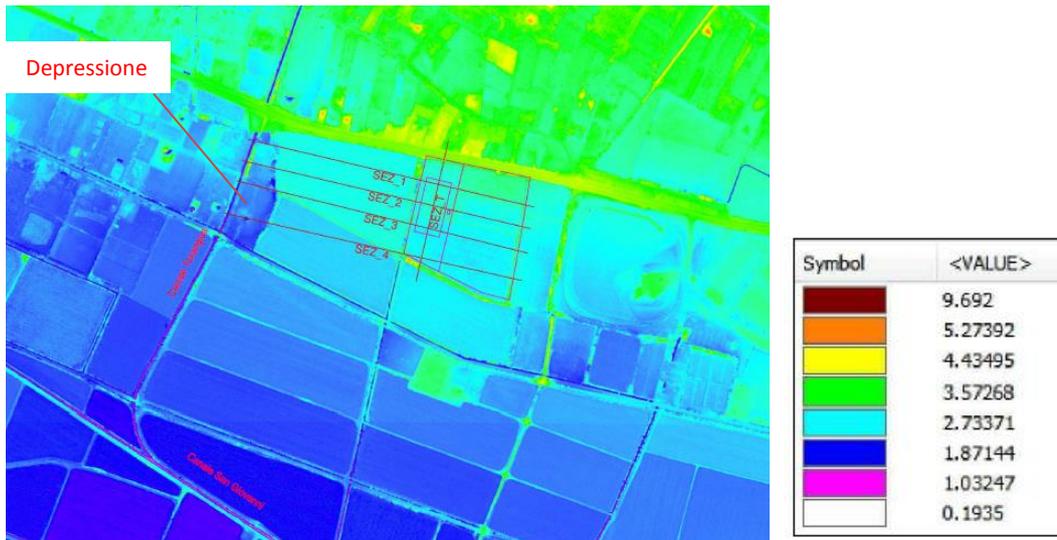


Fig. 6 : Stralcio del DTM della macroarea estratto dallo stato informativo territoriale del Geoportale della RAS risultano inferiori attestandosi su valori di circa 1.5 m. Dallo stralcio del DTM riportato nella **Fig. 6** è percepibile, relativamente il settore in esame, anche una lieve pendenza in direzione W/E che infatti ha suggerito, relativamente alla presente proposta progettuale, la creazione di aperture della serra anche lungo il prospetto ovest. E' utile anche rilevare, che in sinistra idraulica del Canale Torangius ,ed a ovest dell'area in esame è presente una depressione che si estende per circa 1.5 ha e che rappresenta una naturale area di laminazione, il cui volume stimato in oltre 6000 mc , sicuramente contribuisce in caso di esondazione allo " smorzamento " degli effetti della piena.

8.3 Analisi della pericolosità idraulica valutata dagli Studi di Bacino

Il settore in esame è stato oggetto di studi di bacino, condotti a livello regionale e mirati all'analisi della pericolosità idraulica ed in ultimo da uno studio di dettaglio esteso a tutto il territorio Comunale ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle Norme di attuazione del P.A.I. Di seguito vengono riportati gli stralci cartografici dell' area in esame riportanti le aree di pericolosità individuate .

8.3.1 P.A.I. : Col piano d'assetto Idrogeologico, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, è stata indagata l'asta principale del fiume Tirso . Nella **Fig. 7** , si riporta lo stralcio della mappatura delle aree di pericolosità idraulica , dalla quale si evince che il lotto in esame no risulta interessata da alcun livello di pericolosità idraulica .

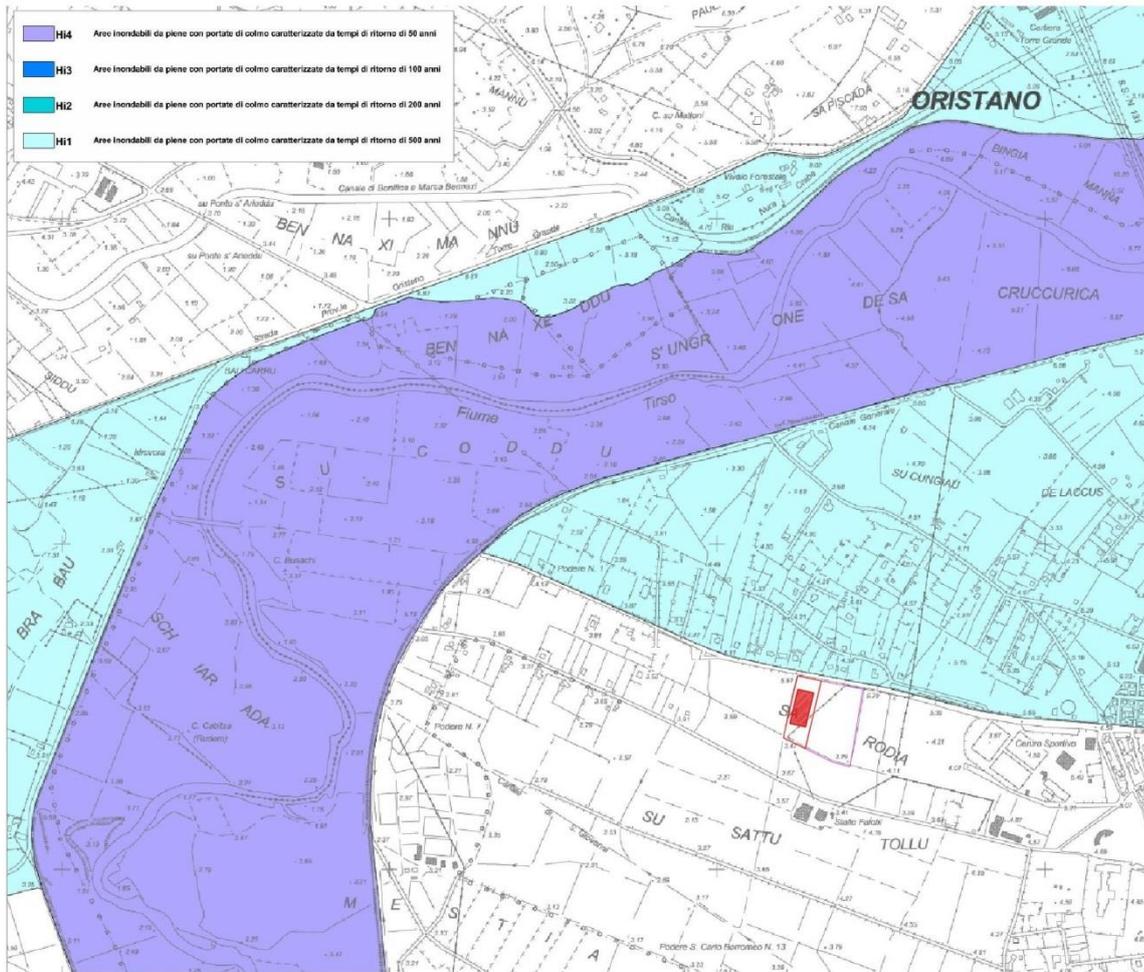


Fig. 7 : Stralcio mappe della pericolosità idraulica del P.A.I.

8.3.2 P.S.F.F.: Col progetto del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali , approvato in via definitiva con Delibera del C.I. dell’Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna n. 2 del 17/12/2015, è stata indagata ancora l’asta principale del fiume Tirso , ma con l’ausilio di strati informativi di conoscenza del territorio di maggiore dettaglio rispetto a quanto disponibile all’atto della redazione del P.A.I. , ed in particolare, con una valutazione delle portate rivalutate , in seguito alla rimodulazione della quota di max. invaso della Diga Cantoniera “ Eleonora D’Arborea” . Nella **Fig. 8** , si riporta lo stralcio della mappatura delle aree di pericolosità idraulica , dalla quale si evince che il lotto in esame risulta interessato da un livello di pericolosità idraulica bassa (Fascia C) , corrispondente al livello Hi1.

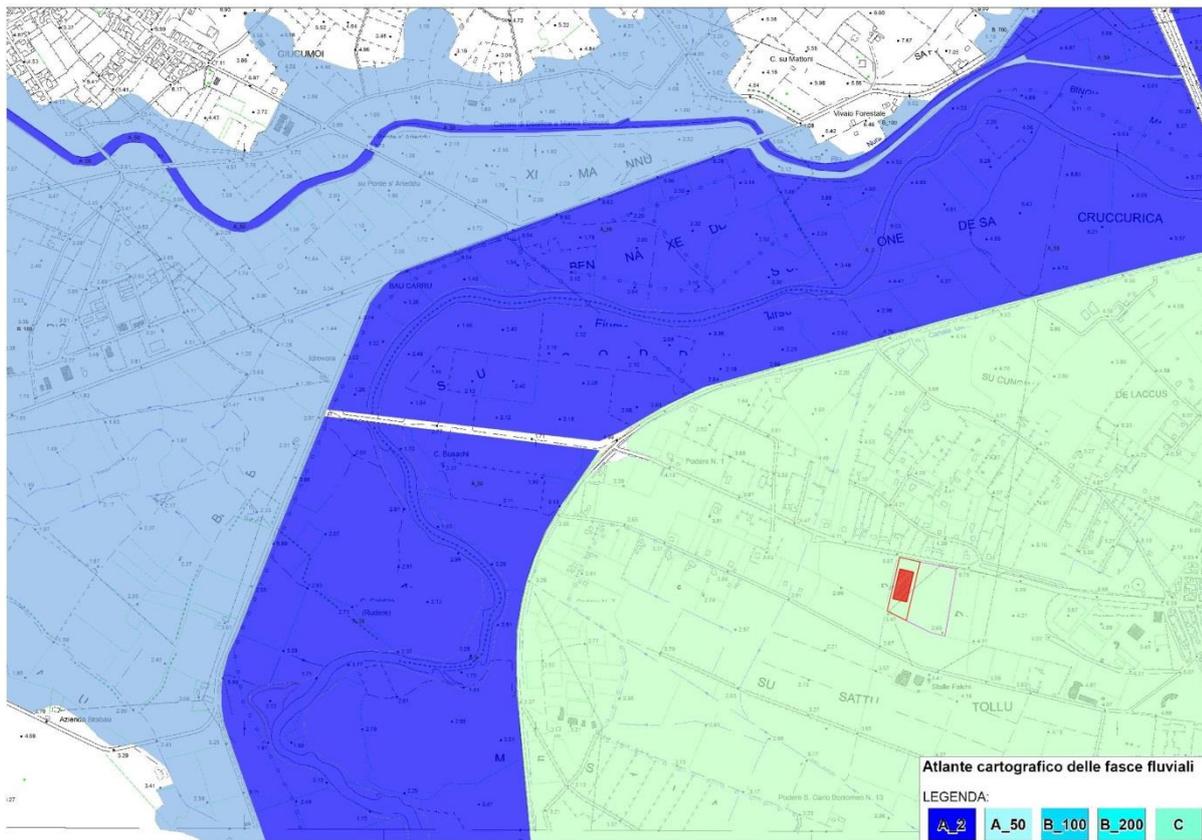


Fig. 8 : Stralcio mappe della pericolosità idraulica del P.S.F.F.

8.3.3 P.G.R.A. : Successivamente , con_Delibera del C.I. dell’Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna n. 2 del 15/03/2016 , è stato adottato il piano gestione del Rischio alluvioni, che rappresenta il documento di sintesi del P.A.I. , del P.S.F.F. , delle perimetrazioni dovute all’evento Cleopatra del Novembre 2016 e degli studi di dettaglio resi efficaci fino al 2015 , e che rappresenta il quadro dell’inviluppo della pericolosità idraulica degli studi suindicati.

Per quanto concerne il settore in esame , non vi sono variazioni, per cui anche per questo studio la pericolosità risulta di livello basso : P1 , conseguente alle esondazioni con tempi di ritorno di 500 anni e quindi identificabili con la pericolosità idraulica Hi1.

Nella Fig. 9 , e riportato lo stralcio cartografico del P.G.R.A. relativamente al territorio Comunale di Oristano.

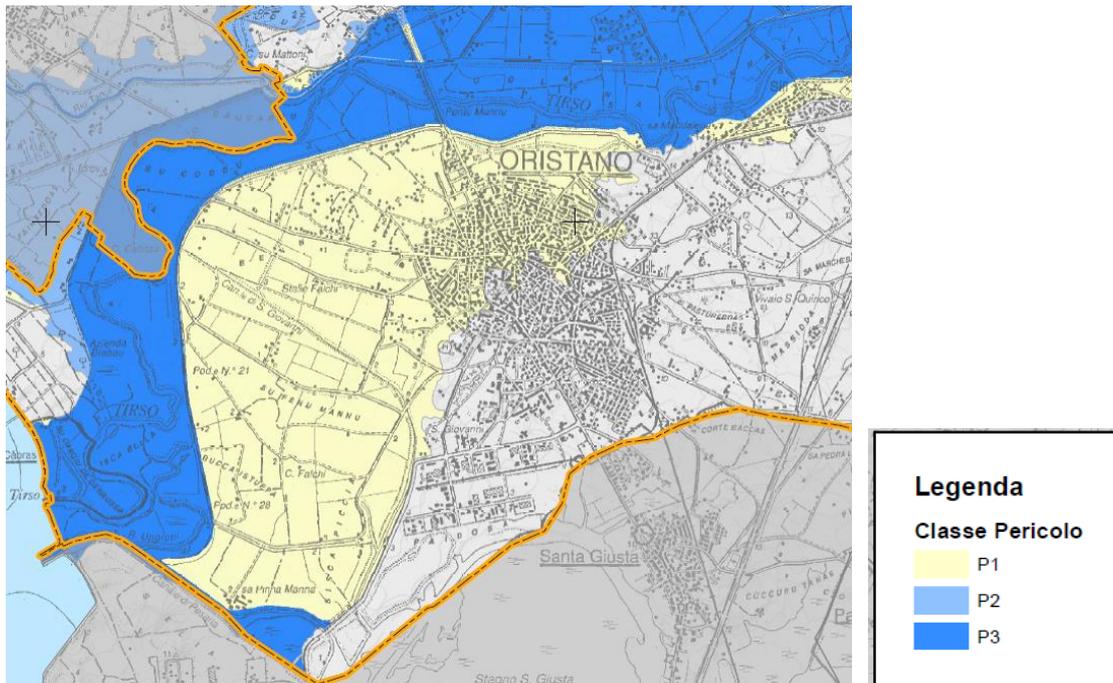


Fig. 9 : Stralcio della pericolosità idraulica del P.G.R.A..

8.4 Analisi della pericolosità idraulica valutata dallo studio di compatibilità di cui all'art. 8 c. 2 delle N.A. del PAI.

L'Amministrazione Comunale di Oristano , ha predisposto uno Studio di Compatibilità Idraulica e Geologica-Geotecnica esteso all'intero territorio Comunale , ai sensi dell'art. 8 c.2 delle N.A. del PAI , finalizzato all'adeguamento del PUC al PAI. Successivamente, in seguito ad una revisione proposta all'Agenzia del Distretto Idrografico dagli estensori dello studio, esso è stato approvato in via definitiva con Delibera di C.I. dell'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna n. 2 del 03/07/2018 pubblicato sul B.U.R.A.S. n. 35 del 26/07/2018. Nello studio approvato, la mappatura della pericolosità idraulica relativa al settore in esame, è riportata nell'elaborato Tav. 5.8 " *Carta del pericolo idraulico involuppo (Studio-PSFF)*" della quale si consegna uno stralcio nella **Fig. 10** .

Da tale rappresentazione si evince che il livello di pericolosità idraulica è di pericolosità elevata (Hi3), per cui tale livello , essendo quello massimo derivante dagli studi di piano e quelli di dettaglio , rappresenta quello di riferimento per le analisi e valutazioni sulla compatibilità idraulica dell'intervento in oggetto .

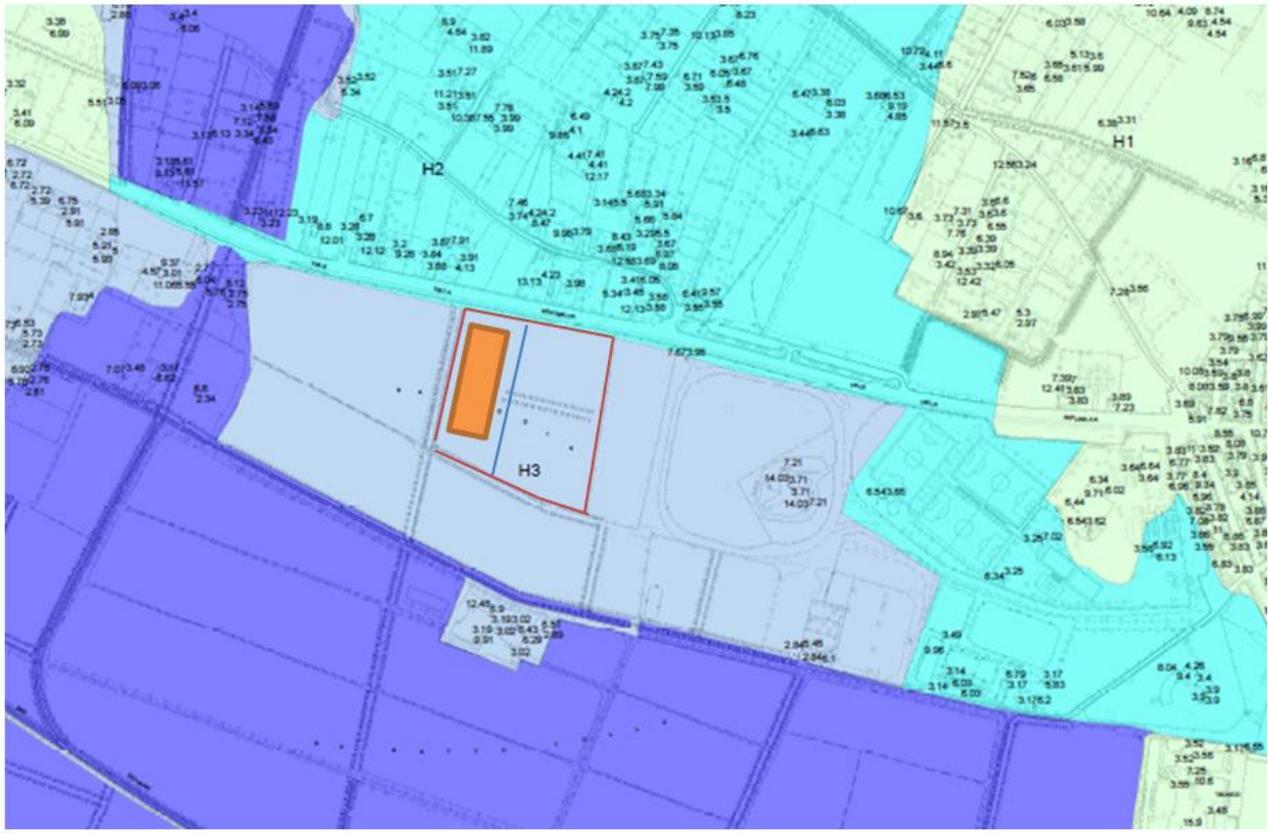


Fig. 10 : Stralcio della Tav. 5.8 dello studio di compatibilità idraulica approvato con delibera C.I. n. 2 del 03/07/2018

8.4.1 Aspetti orografici : alla base dello studio approvato sono stati presi in considerazione gli stessi elementi cartografici e di informazione territoriale disponibili (DTM e DSM a passo 1.00 m) utilizzati nel presente studio di compatibilità idraulica , il che porta alla medesima conclusione riguardo alle quote del settore in esame. Infatti , come indicato negli elaborati progettuali , la quota del piano di calpestio dell'impianto serricolo è fissato in 2.85 m slm (coincidente con la quota media del piano di campagna) , e tali valori, sono confermati dagli stralci del DTM e del DSM riportati nello studio di compatibilità approvato (Rif. Fig. 11/12)

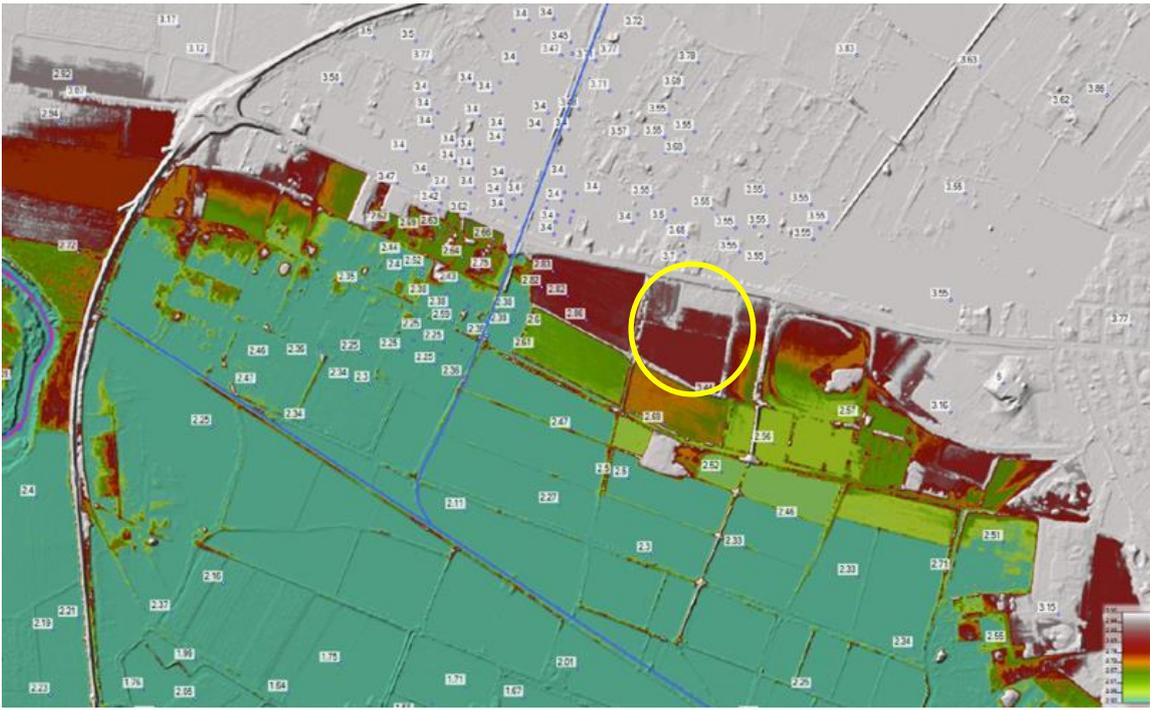


Fig. 11 : Stralcio DTM Fonte : S.C.I. approvato con Delibera del C.I. n.2 del 03/07/2018

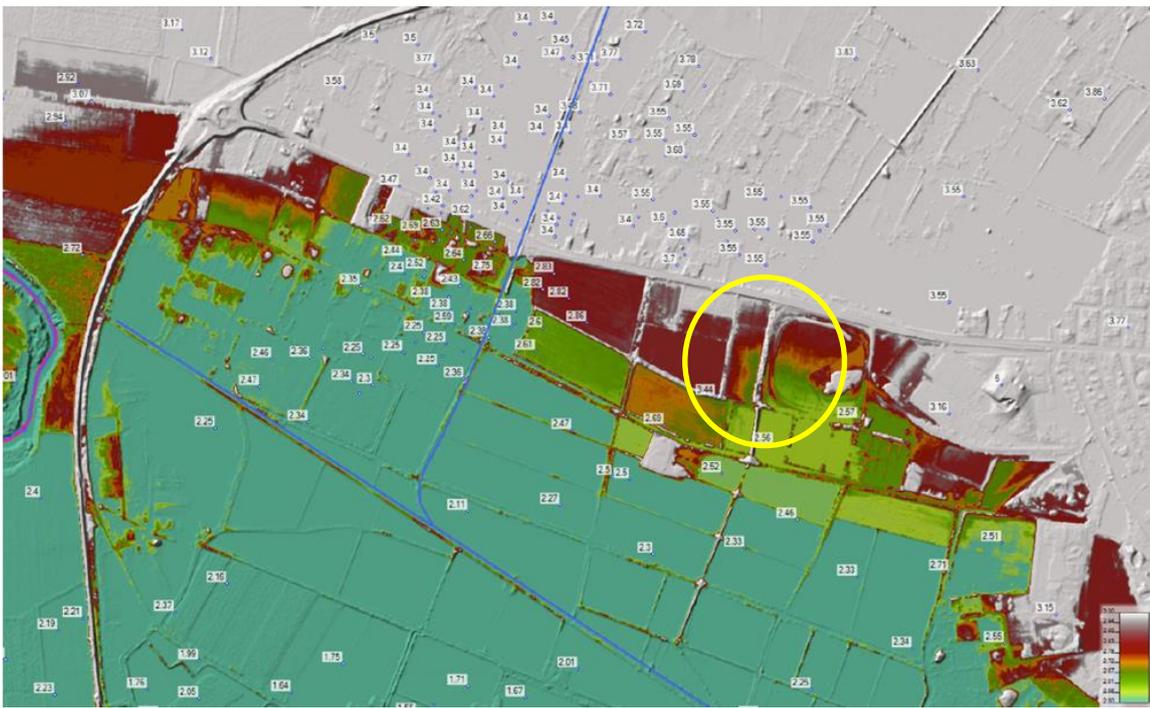


Fig. 12 : Stralcio DSM Fonte : S.C.I. approvato con Delibera del C.I. n.2 del 03/07/2018

8.4.2 Aspetti idraulici

Nella rielaborazione dello studio adottato dal C.I. con del n. 2 del 03/07/2018, gli estensori dello studio, ribadiscono la non adeguatezza di una schematizzazione di tipo monodimensionale , per

descrivere in maniera attendibile il deflusso di piena nell'area di sa Rodia. Tuttavia nello studio suindicato gli estensori hanno comunque effettuato una modellazione monodimensionale in ambiente Hec Ras , con un folto numero di transetti anche molto estesi (estesi anche al settore in esame) , del quale si consegna lo stralcio in fig. 16 , che però come riferiscono gli stessi " *i risultati della modellazione monodimensionale soffrono di una notevole incongruenza con la tipologia del processo di moto, per cui si è ritenuto opportuno effettuare delle modellazioni che potessero rendere conto delle reali caratteristiche della dinamica di propagazione della piena*". Per superare il problema gli autori dello studio hanno effettuato una modellazione di tipo bidimensionale, in moto vario con idrogrammi di calcolo con tempo di ascesa pari a al tempo di corrivazione t_c e di esaurimento pari a $2 t_c$.

Sulla scorta di questa nuova modellazione , gli autori dello studio pervengono alle seguenti conclusioni :

- " *i tiranti idrici sono generalmente modesti , e nella maggior parte dei casi inferiori a 20 cm*"

- " *le velocità sono dell'ordine di poche decine di centimetri al secondo , con aree di ristagno determinate dagli stradelli spesso in rilevato*"



Fig. 13 : Stralcio planimetrico modello monodimensionale. Fonte : S.C.I. approvato con Delibera del C.I. n.2 del 03/07/2018

I risultati sulla pericolosità idraulica sono stati interpretati dagli autori dello studio in funzione del parametro rappresentativo della vulnerabilità associata alla presenza umana, attraverso il valore ottenuto dalla relazione :

$$\text{Flood Hazard Rating} = h^*(v+0.5)$$

proponendo per la sua valutazione i seguenti criteri:

$h^*(v+0.5) < 0.1$: assenza di livello di pericolosità

$0.1 < h^*(v+0.5) < 0.2$: condizione di pericolosità minima (da investigare sulla base delle informazioni locali)

Tali valori, sono stati rappresentati su base cartografica , per eventi con tempi di ritorno di 50 e 200 anni e sono consegnati in stralcio nelle fig. 14 e 15

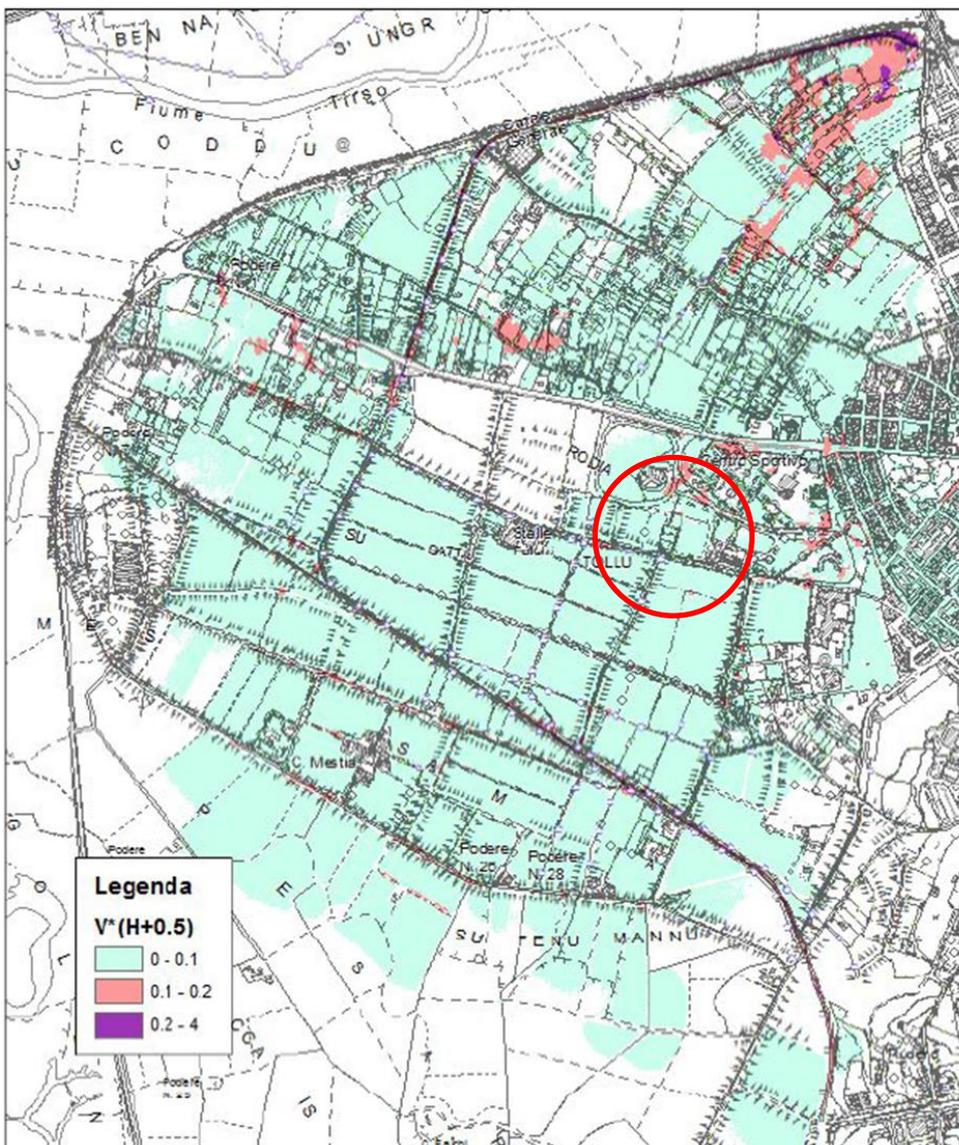


Fig. 14 : Stralcio planimetrico con indicazione dei valori RHF per $T_r=50$ anni- Fonte : S.C.I. approvato con Delibera del C.I. n.2 del 03/07/2018

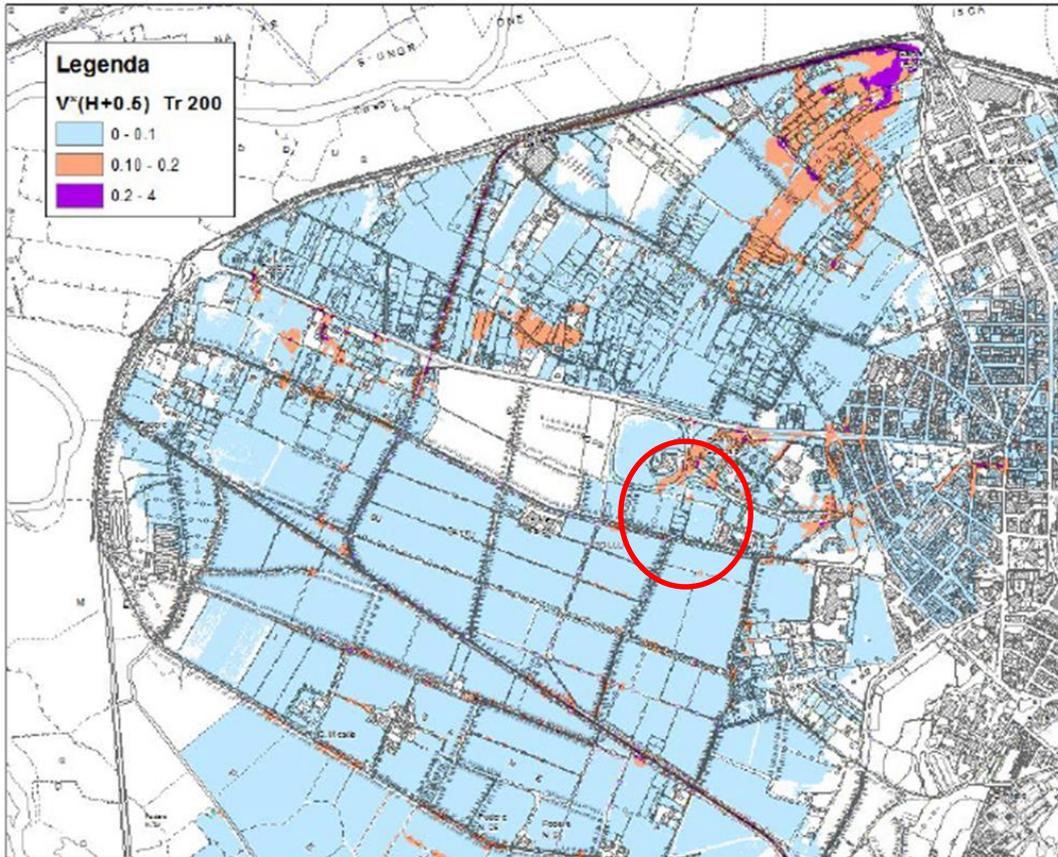


Fig. 15 : Stralcio planimetrico con indicazione dei valori RHF per Tr= 200 anni. Fonte : S.C.I. approvato con Delibera del C.I. n.2 del 03/07/2018

Da tale ulteriore approfondimento dello studio , risulta evidente che per il settore in oggetto, anche per portate con tempo di ritorno di 200 anni, il deflusso avviene con tiranti idrici e velocità non significative, tanto da poter asserire per l'area in esame, l'assenza di pericolosità idraulica, in termini di classificazione della vulnerabilità e di rischio di alluvione associato alla presenza umana . L'analisi effettuata nello studio di Compatibilità idraulica esteso a tutto il territorio Comunale approvato con delibera del C.I. dell'A.D.R.I.S. n. 2 del 03/07/2018, le cui conclusioni, sia per quanto concerne le valutazioni orografiche che per quanto concerne quelle prettamente idrauliche, suindicate , consentono (con ampi margini di sicurezza), di esprimersi in termini positivi e ampiamente cautelativi, sulla compatibilità idraulica dell'intervento.

9.0 Disciplina delle aree a pericolosità idraulica elevata (Hi3) : Ammissibilità dell'intervento

La presente proposta progettuale , ricadente in area a pericolosità elevata Hi3 è disciplinata dall'art. 28 delle NTA del PAI , che al c.1, prevede che : " nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti tutti gli interventi e le attività ammessi nelle di pericolosità idraulica molto elevata

.. per cui anche quelle , essendo il proponente un' Azienda Agricola, disciplinate dall'art. 27 bis delle NAT del PAI , ed in riferimento proprio a quest'ultimo articolo, si ritiene l'intervento ammissibile.

Infatti, gli interventi proposti sono inquadrabili nelle previsioni di quanto disposto dal combinato dell'art. 28 c.1 e dall'art. 27 bis delle norme di attuazione del PAI che disciplinano le attività delle aziende agricole, pastorali e selvicolturali nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) .

In particolare al comma 1, è consentito : *“ lo svolgimento delle attività e la realizzazione di fabbricati ed impianti delle zone agricole, zootecniche e selvicolturali e la realizzazione degli impianti connessi alla loro conduzione e alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali , purchè in condizioni di massima sicurezza idraulica “*

La proposta progettuale , rispetta sicuramente i dettami di questo primo comma, dal momento che l'unico intervento di edificazione del piano attuativo è costituito dalla realizzazione di una serra - garden , e che nel suo complesso l'intervento urbanistico può sinteticamente riassumersi nelle seguenti azioni aventi le caratteristiche indicate :

- a) Il piano di coltivazione (costituito dai bancali) è posto ad 1 m. dal piano di campagna ;
- b) l'area garden non prevede la realizzazione di manufatti che ostacolino il deflusso e che in qualche misura sottraggano volumi utili alla laminazione ;
- c) Il sistema di aperture alla base delle serre (roll-bar o basculante) illustrato al punto 3.0 della presente relazione e schematizzato nella fig. 4 , consente, nell'ipotesi di esondazione, il libero deflusso delle acque con tirante anche di 1 m. Si fa presente che le dimensioni dell'aperture sul lato corto di complessivi 48 mq , consentirebbero anche con un tirante di 30 cm , e con una modesta velocità di 1 m/s , il deflusso di una portata di 14 mc/s , che risulterebbe superiore a quella bicentenaria di 13,26 mc/ s del Canale di S. Giovanni citata nella relazione di Compatibilità idraulica di cui all'art. 8 c.2 e adottata dal Comune di Oristano .
- d) La possibilità di deflusso all'interno dell'impianto serricolo non ostacola il deflusso di piena né tantomeno sottrae volumi utili alla laminazione in caso di esondazione. Per lo stesso motivo, non si è apportato alcun innalzamento della quota dell'attuale piano di campagna mediante la realizzazione di rilevati, tanto che la struttura, così come concepita, si comporta alla stregua di una costruzione su piano pilotis di altezza pari a 1 m.;

e) Tutte le opere di urbanizzazione (viabilità e parcheggi) e quelle a rete (illuminazione - rete idrica e rete smaltimento acque meteo) costituite da reti interrato (cavidotti e condotte), non interferiscono sul deflusso di piena;

Vengono altresì rispettati i dettami dei commi successivi dell'art.27 bis :

comma 2 : “ esclusione delle fasce di profondità pari a 50 m dal piede esterno degli argini del corso d'acqua” infatti il lotto interessato dal piano attuativo si trova a una distanza di circa 1200 m dal piede esterno dell'argine del Tirso (unico corso d'acqua arginato che interessa il settore). Le distanze anche dalle sponde degli elementi idrici del reticolo minore gravante sull'area sono comunque dell'ordine dei 300 m per il canale Torangius e 500 m per il Canale di San Giovanni.

comma 3 e 4 : lo studio di compatibilità e sicurezza idraulica è stato redatto secondo le previsioni dell'art. 24 delle NAT , ed inoltre le opere previste non possono essere realizzate nell'ambito dell'azienda esternamente alle aree di pericolosità idraulica molto elevata in quanto la superficie aziendale ricade integralmente in aree a pericolosità idraulica molto elevata e quindi non possono essere altrimenti localizzate;

comma 5 : le misure strutturali adottate consistono anche nel limitare ad un'altezza di 100 cm dal piano di sistemazione del terreno la parte fissa delle serre , come già ampiamente descritto , in maniera tale da non ostacolare l'espansione delle piene o limitare il volume di laminazione disponibile per essa. Per quanto attiene le misure di sicurezza non strutturali, si precisa, e di questo sarà dato atto nelle prescrizioni riportate nelle conclusioni del presente studio, che in caso di emanazione di avvisi di elevata criticità (allerta rossa) saranno sospese tutte le attività lavorative/espositive/ricreative e commerciali in azienda;

comma 6: il limite massimo del rapporto tra superficie coperta ed estensione azienda prevista dal presente comma , è escluso per la tipologia di opere quale quella proposta (serre e sistemi di protezione delle colture);

comma 7: per le serre dispone che siano adottati accorgimenti per favorire il deflusso delle acque (rif. Azioni strutturali del c.5) ;

comma 10 : Il comune di Oristano con D.G.C. ha adottato il piano Comunale di protezione civile aggiornato secondo le prescrizioni del D.Lgs n.1 del 2 gennaio 2018 per cui sono attuabili gli interventi di cui al c.1 dell'art 27 bis delle NAT del PAI;

Gli interventi previsti nella proposta progettuale allegata alla presente istanza , per quanto esposto, **sono dunque ammissibili ai sensi dell'art. 27 bis delle NAT del PAI .**

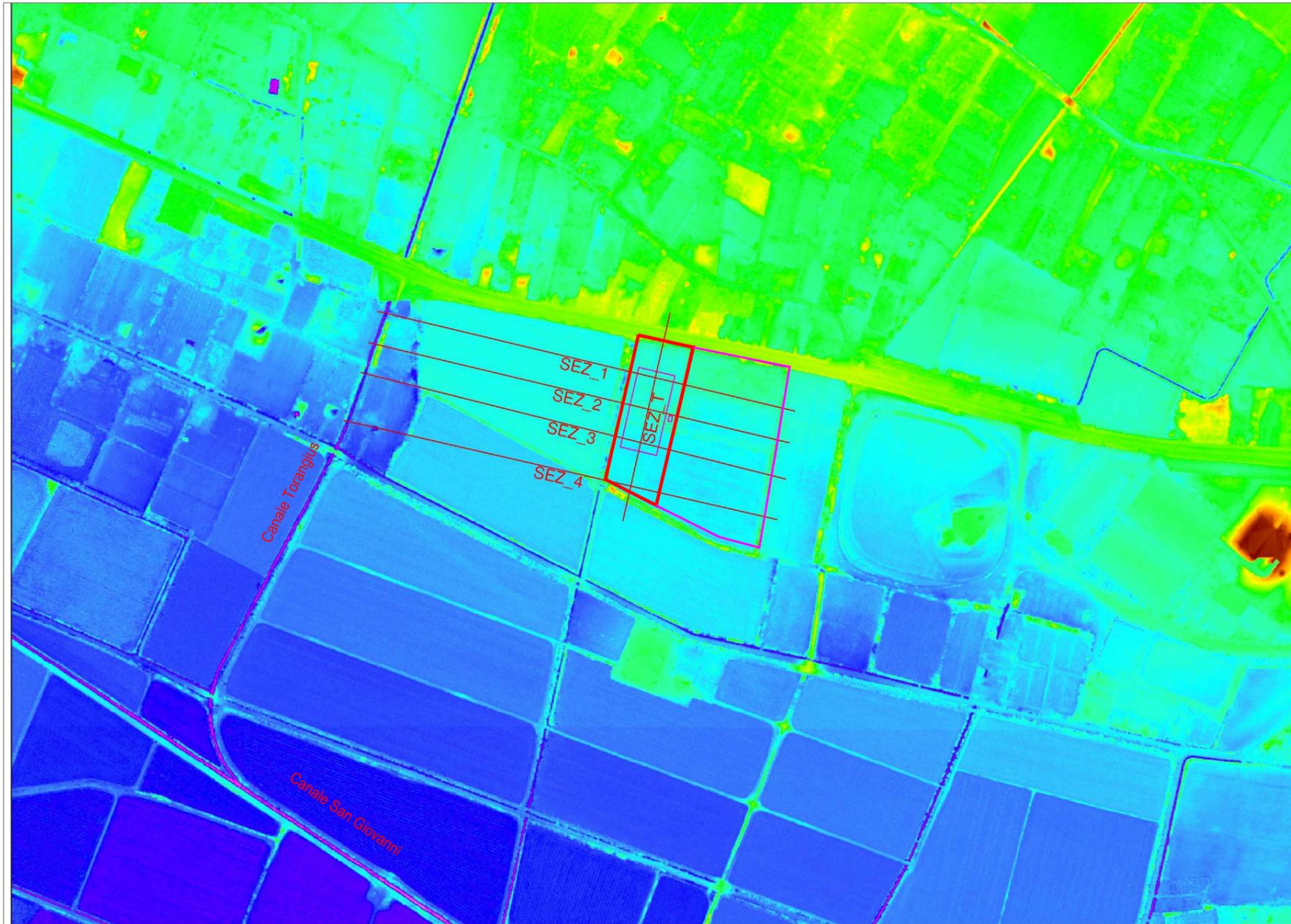
Per quanto concerne la ristrutturazione del locale esistente, per il quale non si prevede alcun incremento di volume, esso risulta compatibile fra gli interventi ammissibili di cui all'art. 28 comma 3 lett. c: “ interventi di ristrutturazione edilizia “ .

10.0 Considerazioni a supporto della compatibilità idraulica dell'intervento

Con l'ausilio dello strato informativo territoriale disponibile nel Geoportale della R.A.S. : DTM a passo 1.00 m , al fine di una più chiara ed esaustiva rappresentazione dell'area di sedime e di quella circostante, sono state ricostruite una serie di sezioni trasversali estese fino al canale Torangius , e una sezione longitudinali lungo il fabbricato che rappresentano compiutamente i gradienti altimetrici che caratterizzano il settore in studio e consentono di poter esprimere le seguenti considerazioni :

Fig. 16 : è riportato il DTM a passo 1 m con cromatismi altimetrici che denotano come l'area abbia una giacitura pressoché pianeggiante con quote superiori a quelle in corrispondenza dell'area rivierasca sinistra del canale Torangius , caratterizzata da una depressione della quale si è già fatto cenno al punto 8.2 e che rappresenta un'area naturale abbastanza estesa per la laminazione di una eventuale piena. Si noti inoltre come anche le zone perimetrare Hi2 dallo studio, situate ad est del sito in esame (in corrispondenza degli impianti sportivi di Sa Rodia) ed entrambi ubicati a sud di V.le Repubblica presentino cromatismi altimetrici molto simili a quelli dell'area in esame , dal quale si deduce, che il tirante idrico relativo alla portata di piena con $Tr = 200$ anni (Hi2) è praticamente identico a quello con $Tr = 100$ anni , per cui si può concludere circa il soddisfacimento del requisito normativo dell'Art 28 delle NTA del PAI . “*quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni.*” . In tale fig. è anche rappresentata una sezione longitudinale lungo il fabbricato dal quale si può osservare che le quote degradano in direzione N/S dal valore di 3.00 m a quello di 2.70 m. Nella Figura è rappresentata anche la quota del piano di calpestio dell'impianto (2.85 m) e quello di posa dei bancali per la coltivazione (3.85 m) , con un'altezza libera per il deflusso di un metro. La rappresentazione consente di giustificare la scelta di prevedere le chiusure apribili lungo le due testate , in quanto il deflusso eventuale avverrebbe proprio secondo la direzione N/S.

Fig. 17 : Sono riportate in dettaglio, le sezioni trasversali e longitudinali col posizionamento dei fabbricati in progetto all'interno del lotto.



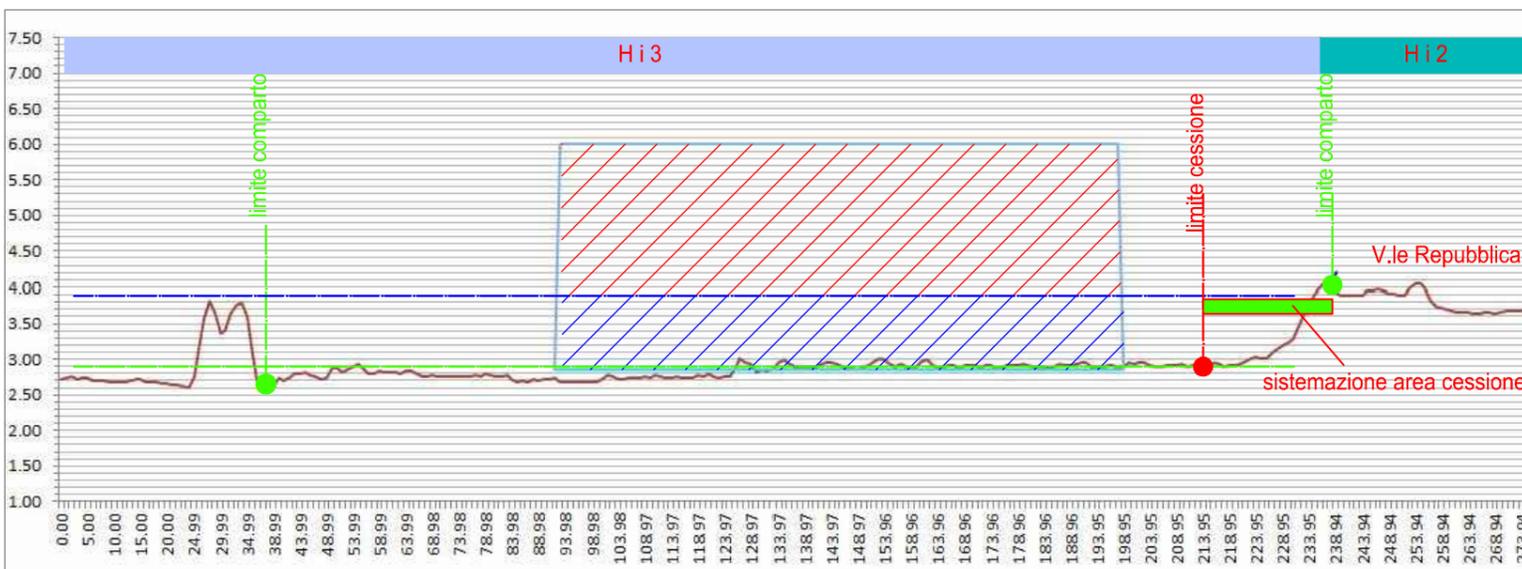
Symbol	<VALUE>
	9.692
	5.27392
	4.43495
	3.57268
	2.73371
	1.87144
	1.03247
	0.1935

- limite comparto lottizzazione F.11 mapp.5 (parte) 14.400 mq
- stessa ditta F.11 mapp.5 (parte)

Fig. 16

Pericolosità studiata e PSFF	
	Aree allagabili con Tr 500 anni
	Aree allagabili con Tr 200 anni
	Aree allagabili con Tr 100 anni
	Aree allagabili con Tr 50 anni

SEZIONE T



- Volumi liberi disponibili per il deflusso di eventuali acque di esondazione compresi tra piano di calpestio (2.85 m) e quota di posizionamento bancali di coltivazione (3.85 m)
- piano di calpestio impianto serricolo quota = 2.85 m coincidente con la quota media del piano di campagna attuale
- quota di posizionamento bancali per la coltivazione 3.85 m
- profilo terreno attuale

SEZIONE A - A

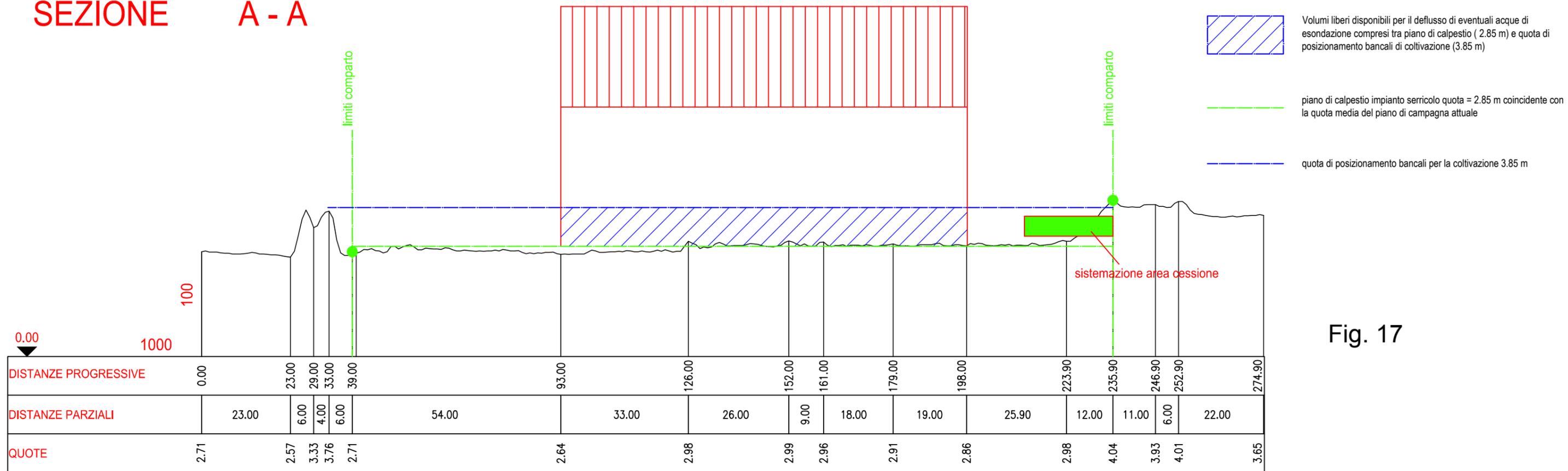
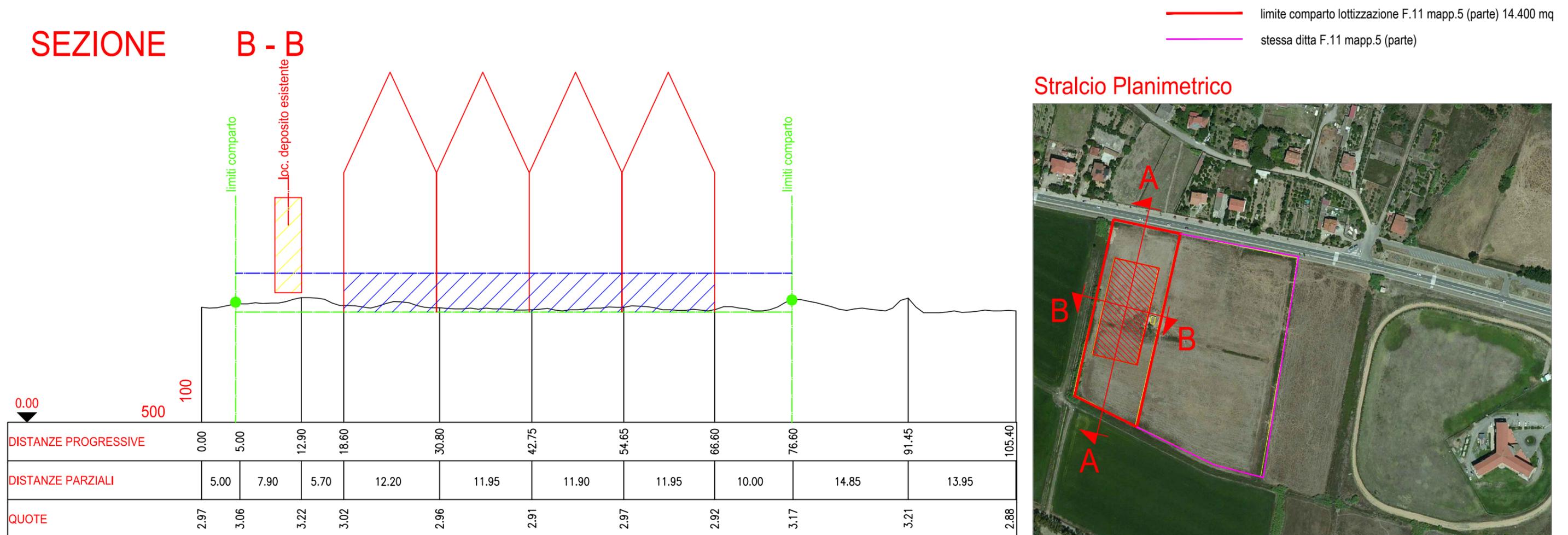


Fig. 17

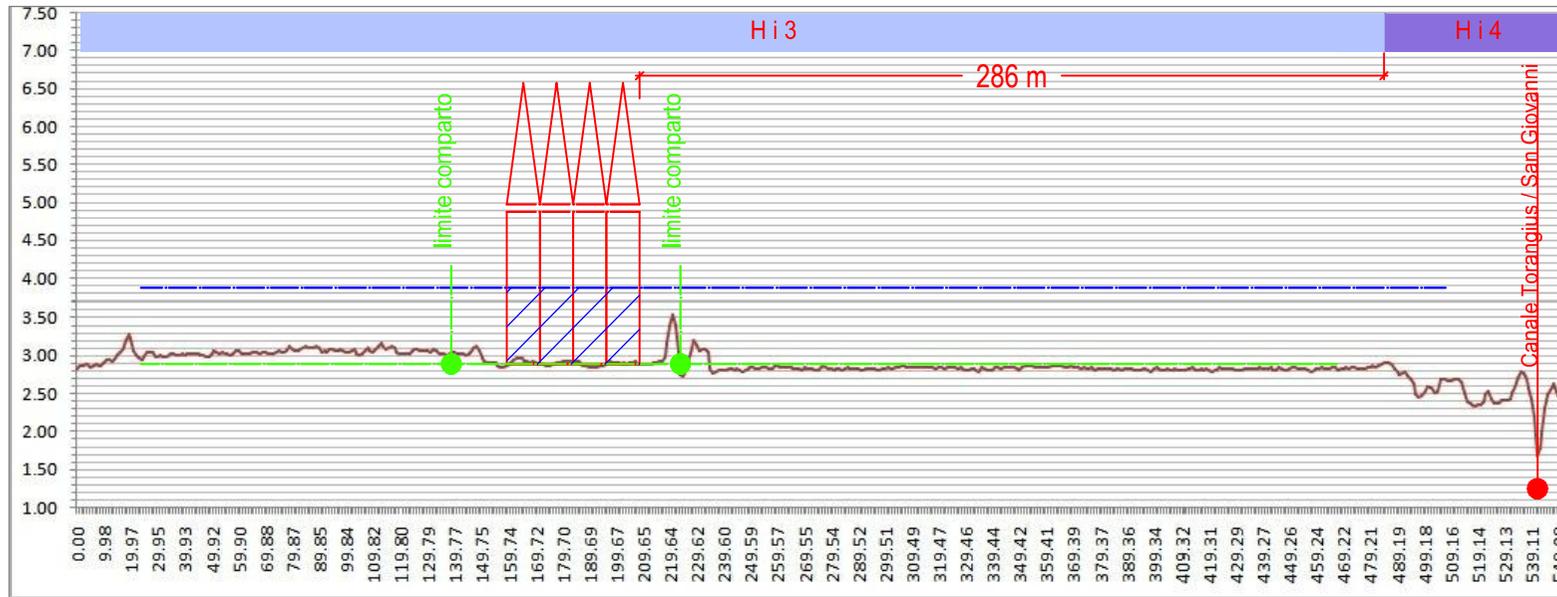
SEZIONE B - B



Stralcio Planimetrico



SEZIONE 1



Pericolosità studiata e PSFF

- Aree allagabili con Tr 500 anni
- Aree allagabili con Tr 200 anni
- Aree allagabili con Tr 100 anni
- Aree allagabili con Tr 50 anni

SEZIONE 2

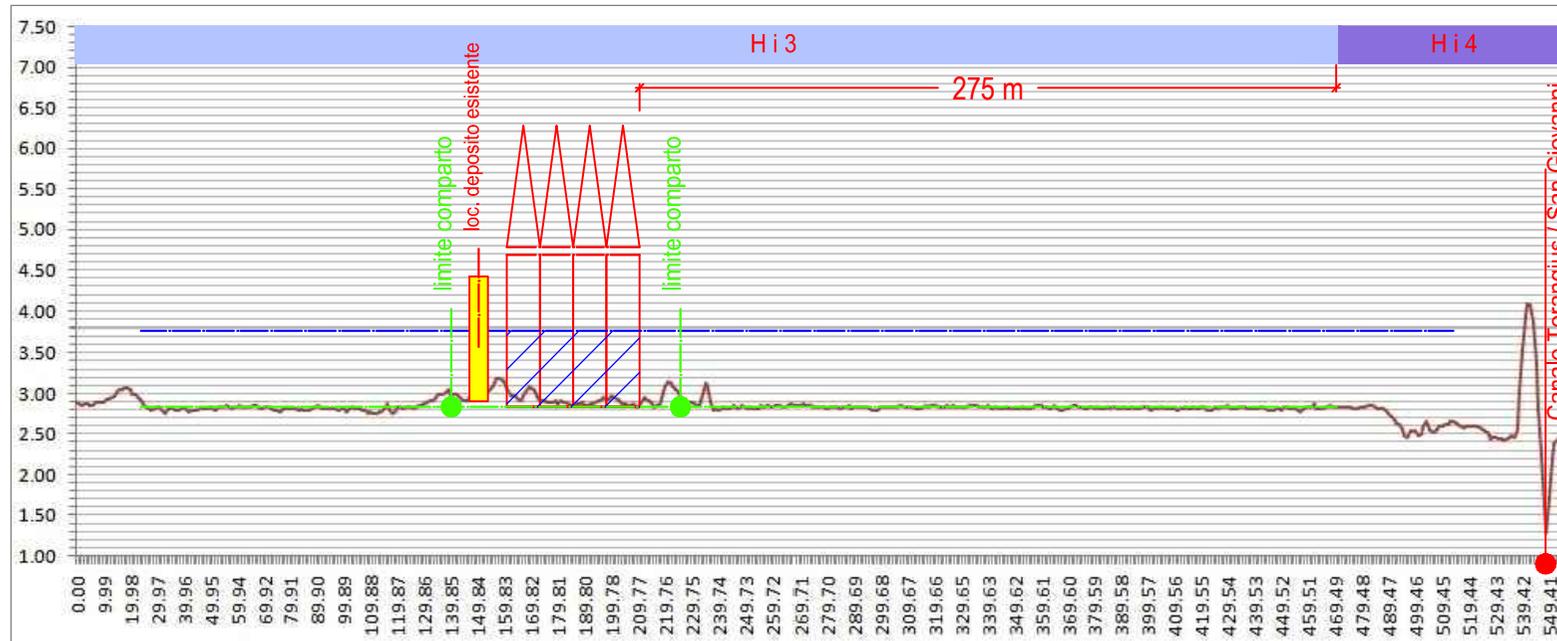
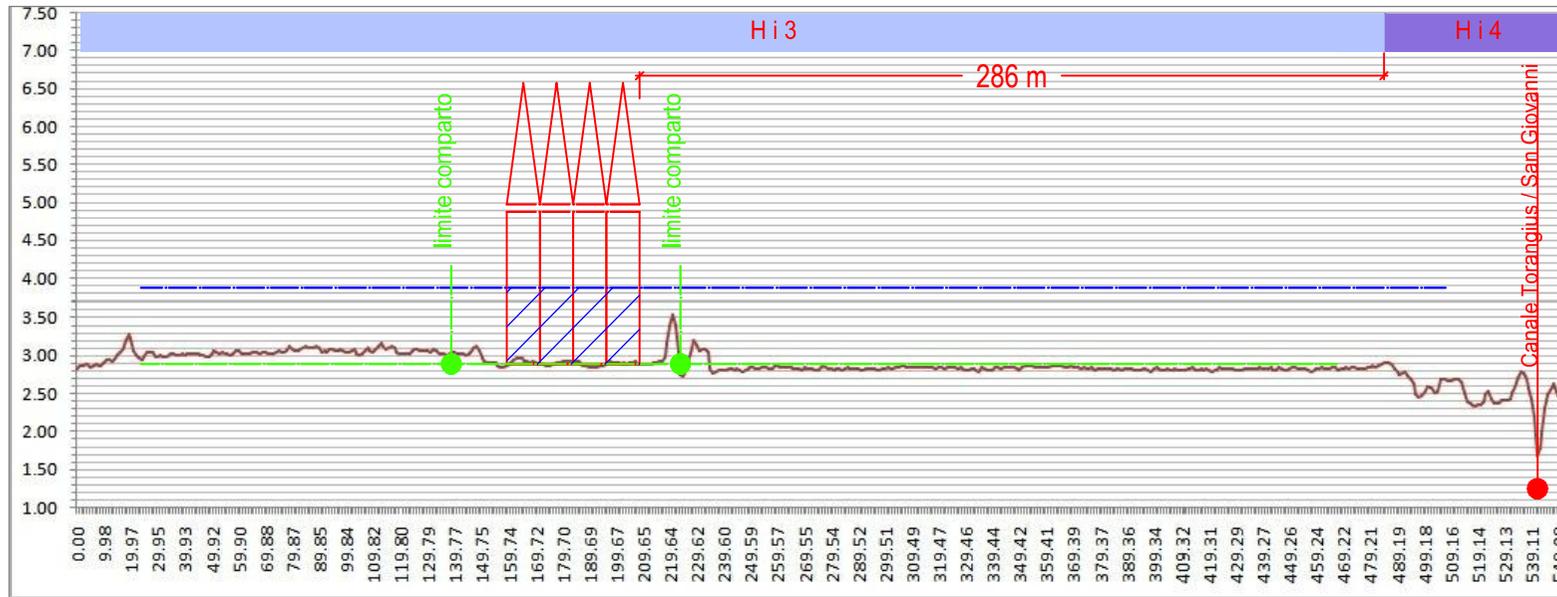


Fig. 18

SEZIONE 1



-  Volumi liberi disponibili per il deflusso di eventuali acque di esondazione compresi tra piano di calpestio (2.85 m) e quota di posizionamento bancali di coltivazione (3.85 m)
-  piano di calpestio impianto serricolo quota = 2.85 m coincidente con la quota media del piano di campagna attuale
-  quota di posizionamento bancali per la coltivazione 3.85 m
-  profilo terreno attuale

Pericolosità studiata e PSFF

-  Aree allagabili con Tr 500 anni
-  Aree allagabili con Tr 200 anni
-  Aree allagabili con Tr 100 anni
-  Aree allagabili con Tr 50 anni

SEZIONE 2

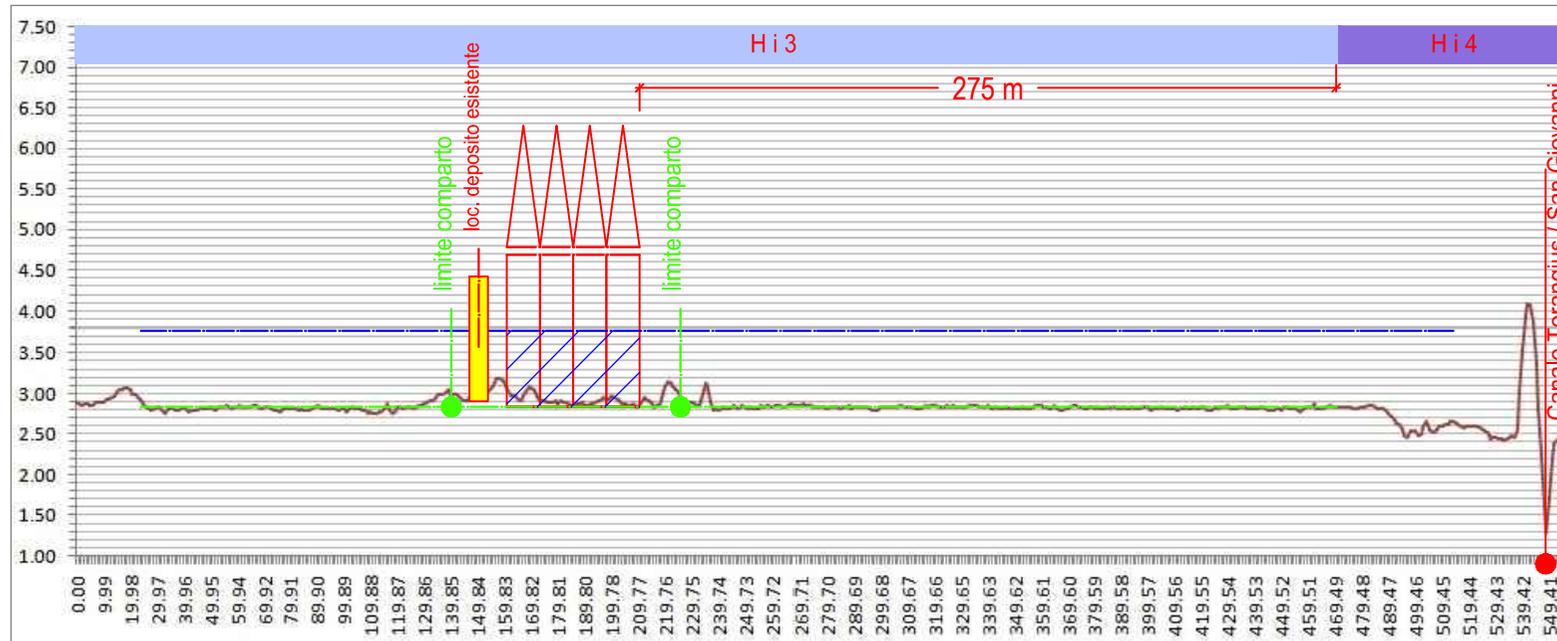


Fig. 19

Fig. 18-19 : Con riferimento alla fig. 11 , sono riportate le sezioni trasversali 1-2-3-4 estratte dal DTM a maglia 1.0x1.0 , dalle quali, si possono trarre informazioni utili circa il prevedibile andamento del potenziale evento di piena . Si noti infatti che :

- a) L'impianto serricolo è ubicato mediamente a 280 m. dal canale Torangius , il che fa prevedere che gli effetti dell'esigua lama d'acqua esondante avrebbe (in considerazione delle basse pendenze e delle ridotte velocità), un'azione di trascinamento nei confronti della costruzione, pressochè nulle e comunque insignificanti riguardo la stabilità dell'opera;
- b) È chiaramente visibile , in tutte le sezioni, la presenza di una marcata depressione nell'area rivierasca sinistra del canale Torangius , per cui è prevedibile che le acque di esondazione prioritariamente avranno come via preferenziale il deflusso parallelo lungo la depressione in direzione N/S ,e non quello in direzione W/E verso l'impianto serricolo.

Tali ultime considerazioni sono compatibili con quanto illustrato al punto 8.4.2 della presente, nel quale sono stati illustrati in termini di valutazione dei livelli di vulnerabilità idraulica desunti dalle analisi idrauliche effettuate in moto bidimensionale dagli estensori dello studio di cui all'art. 8 c.2 approvato con Delibera del C.I. n. 2 del 03/07/2018.

11.0 Invarianza Idraulica : valutazione incidenza della trasformazione territoriale

La valutazione dell'invarianza idraulica , tende a scongiurare situazioni per le quali, le portate scaricate dalle aree edificate in seguito a trasformazioni urbanistiche, incrementino le portate scaricate nei recettori naturali o artificiali, rispetto alla situazione preesistente.

Tale concetto, di fondamentale importanza, è stata recentemente oggetto di integrazione delle NA del PAI . Infatti con D.G.R. n.43/2 del 01/09/2015, recante “ *Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il PGRA* “ ha approvato l'integrazione del Titolo V all N.A. del P.A.I. , fra le quali all'art. 47, viene appunto introdotto un articolo specifico riguardante l'obiettivo specifico di perseguimento del principio dell'invarianza idraulica .

Per valutare , gli effetti della “trasformazione edificatoria” del sito, risulta necessario calcolare la portata di piena ed il corrispondente volume di deflusso, per tempi di ritorno significativi considerando due diverse configurazioni: stato attuale e stato successivo alla realizzazione dell'intervento.

Lo scopo, ovviamente, è quello di verificare che la realizzazione degli interventi di trasformazione, non incidano sensibilmente **sulle caratteristiche di risposta idraulica** che il

bacino aveva prima della sua attuazione. Le analisi dovranno tener conto di diversi fattori: in particolare i fenomeni di perdita e accumulo che intervengono nel passaggio da “pioggia totale” a “pioggia netta” che genera il deflusso superficiale .

In termini generali, oltre le analisi di tipo idrologico e idraulico nel territorio oggetto dell'intervento, si dovranno considerare, come suggerito dalle linee guida i seguenti aspetti:

a- L'invarianza del punto di recapito

b- L'invarianza delle quote altimetriche.

c- L'invarianza nella capacità di dreno delle aree limitrofe

Con l'intervento in progetto, tali condizioni , come verrà esposto più avanti, anche facendo ricorso a misure compensative, risultano tutte soddisfatte , in quanto :

- il punto di recapito finale rimane immutato , infatti sia nella situazione pre-edificatoria che post , le acque meteoriche dell'area, hanno comunque come dreno naturale il Canale di S. Giovanni ;
- Le quote altimetriche dell'area risultano invariante in quanto sia l'impianto serricolo che le opere di urbanizzazione (viabilità e parcheggi) saranno realizzati alla quota del piano di campagna, senza rilevati o riporti ;
- la capacità di dreno delle aree limitrofe non viene alterata in nessuna misura , in quanto non si interverrà su coli naturali e reti di dreno a servizio delle aree adiacenti con le quali l'area non interferisce.

11.1 Verifica dell'invarianza idraulica

L'intervento pianificatorio, per sua intrinseca natura, comporta una variazione dell'andamento dei deflussi superficiali, quasi esclusivamente nei termini di un incremento degli stessi. Si rende perciò necessario, ai fini del rispetto dei principi dell' invarianza idraulica, l'impiego di misure compensative quali quelle volte a limitare gli incrementi del deflusso superficiale o quelle finalizzate alla laminazione dei maggiori quantitativi di acqua che si trasformano appunto in deflusso superficiale.

Ai sensi delle Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI, la superficie della lottizzazione comporta la classe di intervento c), vale a dire che coinvolge una superficie territoriale compresa tra 0,5 e 10 ha, ed è associata ad un intervento che comporta un livello di impermeabilizzazione potenziale significativo. Le Linee guida stabiliscono che la verifica complessiva della invarianza idraulica preveda il calcolo della relativa portata considerando un tempo di ritorno $Tr = 50$ anni.

Attualmente il lotto di circa 1.5 ha è ineditato e provvisto di rete di dreno poderale che a valle, ha come corpo idrico recettore il Canale di S. Giovanni . Nella previsione della presente proposta progettuale esso sarà interessato dalla costruzione dell'impianto serricolo che occuperà circa 1/3 del lotto (5040 mq) e saranno realizzate viabilità , parcheggi, marciapiedi e verde pubblico per una superficie complessiva di 1478 mq.

L'esame fra le due situazioni risulta utile per una comparazione riguardo le variazioni della permeabilità delle superfici a seguito della trasformazione urbanistica operata , essa viene proposta nel prospetto di fig. 20

SITUAZIONE ANTE -OPERAM		POST-OPERAM
CATEGORIA SUPERFICIE	SUPERFICIE (mq)	SUPERFICIE (mq)
Terreno agricolo	14366.00	
locale esistente	34.00	34.00
Pavimentazioni esterne - marciapiedi		162.00
Parcheggi-viabilità-verde pubblico		993.00
impianto serricolo		5040.00
percorsi pedonali interni al comparto		326.00
viabilità interna (macadam)		978.00
aree coltivate/verde		6543.00
TOTALE	14400.00	14400.00

COEF. DEFLUSSO RAGGUAGLIATO

Fig. 20 : Tabella comparativa nelle situazioni ante e post intervento urbanistico

11.2 Valutazione delle capacità di deflusso dei suoli

La valutazione delle capacità di deflusso dei suoli è legata alla determinazione dell'indice CN, calcolato con il metodo SCS-Curve Number, come peraltro previsto dalle linee guida del PAI. L'indice CN, adimensionale, è un valore compreso tra 0 e 100 ed è espresso in funzione di tre aspetti:

- natura del suolo;
- tipo di copertura vegetale;
- condizioni di umidità al suolo antecedenti la precipitazione.

I suoli. La tipologia di suolo è individuata in base alle caratteristiche geologiche seguendo la classificazione definita dal metodo del Curve Number del Soil Conservation Service "hydrologic soil group", distinta quattro classi definite per i diversi tipi di terreno, come riportato nella tabella seguente.

CLASSE	TIPO DI TERRENO
A deflusso superficiale	I SUOLI DI QUESTO GRUPPO, QUANDO SONO COMPLETAMENTE SATURI, HANNO DEFLUSSO SUPERFICIALE POTENZIALE (RUNOFF) BASSO, ED È ALTA LA PERMEABILITÀ. SONO CARATTERIZZATI DA AVERE MENO DEL 10% DI ARGILLA E OLTRE IL 90% DI SABBIA E/O GHIAIA E LA TESSITURA È SABBIOSA O GHIAIOSA
B deflusso superficiale potenziale	I SUOLI DI QUESTO GRUPPO, QUANDO SONO COMPLETAMENTE SATURI, HANNO DEFLUSSO SUPERFICIALE POTENZIALE (RUNOFF) MODERATAMENTE BASSO, E L'ACQUA ATTRAVERSA IL SUOLO SENZA IMPEDIMENTI. SONO CARATTERIZZATI DA AVERE TRA IL 10% E IL 20% DI ARGILLA E TRA IL 50 E IL 90% DI SABBIA E LA TESSITURA È SABBIOSO-FRANCA, FRANCO-SABBIOSA
C deflusso superficiale	I SUOLI DI QUESTO GRUPPO, QUANDO SONO COMPLETAMENTE SATURI, HANNO DEFLUSSO SUPERFICIALE POTENZIALE (RUNOFF) MODERATAMENTE ALTO, E L'ACQUA ATTRAVERSA IL SUOLO CON QUALCHE LIMITAZIONE. FRANCO-LIMOSA, FRANCO-ARGILLOSO-SABBIOSO, FRANCO-ARGILLOSA, E FRANCO-ARGILLOSO-LIMOSA
D deflusso superficiale	I SUOLI DI QUESTO GRUPPO, QUANDO SONO COMPLETAMENTE SATURI, HANNO DEFLUSSO SUPERFICIALE POTENZIALE (RUNOFF) ALTO, E L'ACQUA ATTRAVERSA IL SUOLO CON FORTI LIMITAZIONI. SONO CARATTERIZZATI DA AVERE OLTRE IL 40% DI ARGILLA E MENO DEL 50% DI SABBIA E LA TESSITURA È ARGILLOSA, TALVOLTA ANCHE

Descrizione delle diverse classi in funzione del tipo di suolo secondo il metodo SCS-CN

L'uso del suolo. Il riferimento per l'uso del suolo è derivato dal database Unico del SITR per la parte di competenza (*usoSuolo2008*), disponibile sul sito www.sardegnageoportale.it. In particolare, è stato assegnato un valore di CN per ogni tipologia di copertura del territorio, come indicato nella classificazione della metodologia CIMA (Centro di Ricerca Interuniversitario in Monitoraggio Ambientale, Savona) per conto e in coordinamento della Protezione Civile Nazionale.

Umidità del suolo. In merito al calcolo della umidità del suolo e relativamente all'impiego del metodo del Curve Number, si fa riferimento allo schema che individua la condizione di umidità antecedente (AMC) in funzione della precipitazione anteriore di 5 giorni.

Calcolo del parametro CN

Il programma CORINE (Coordination of Information on Environment) è stato definito dalla Commissione Europea nel 1985 con lo scopo di organizzare la raccolta di informazioni sull'ambiente e le risorse naturali della Comunità. Il programma ha previsto tra gli altri aspetti in particolare la produzione e raccolta di ricostruzioni dell'uso del suolo. Il progetto CORINE Land Cover ha dunque portato alla elaborazione di una mappa relativa alla copertura d'uso del suolo estesa a tutta la Comunità Europea, secondo una metodologia univoca, per la prima volta nel 1990, facendo sì che tale schema diventasse uno standard di riferimento assoluto.

Il valore del CN all'interno del sub-bacino, coincidente in questo caso col perimetro della lottizzazione (implementata dalla superficie della viabilità esistente ai lati delle aree da lottizzare) , lo si è ottenuto mediante l'attribuzione di appositi valori di CN distinti in funzione

degli areali e determinati in base alla classe di deflusso superficiale come indicato anche nelle linee guida precedentemente citate per quanto concerne lo stato attuale e nella fase successiva allo scenario di completa attuazione del progetto urbanistico. I diversi valori di CN corretti zona per zona sono stati pesati in funzione della superficie relativa mediante la formula :

$$CN = \frac{\sum S_i \cdot CN_i}{\sum S_i}$$

in cui S_i è la superficie i-esima associata al valore i-esimo di C.

In particolare, per quanto concerne la situazione attuale, per la determinazione del CN, si è fatto riferimento ai valori suggeriti nelle linee guida Regionali, e sia nelle situazioni attuali che in quelle conseguenti alla completa attuazione dell'intervento urbanistico, sono stati determinati i valori del CN pesato . I risultati sono consegnati in forma tabellare nella Fig. 21

ATTUALE	Area lotto (mq)	Tipologia lotto	Categoria di superficie	Codice tabella	CN			
	14366.00	Terreno agricolo	S1 - Superfici a verde su suolo profondo prati orti superfici boscate ed agricole 71-78	S3	78	77.82		CN _{II} 78.05
	34.00	Locale esistente	C8 - Coperture metalliche 93-99	C8	99	0.23		
	14400.00						CN _{III} 89.10	

PROGETTO	Area lotto (mq)	Tipologia lotto	Categoria di superficie	Codice tabella	CN			
	34.00	Locale esistente	C8 - Coperture metalliche 93-99	C8	99	0.23		CN _{II} 88.27
	162.00	Marciaiedi pavimentazioni esterne	P10 - Pavimentazioni in asfalto o cls 93-99	P10	99	1.11		
	993.00	Parcheggi viabilità	P10 - Pavimentazioni in asfalto o cls 93-99	P10	99	6.83		CN _{III} 94.54
	324.00	verde pubblico	S1 - Superfici a verde su suolo profondo prati orti superfici boscate ed agricole 71-78	S1	78	1.76		
	5040.00	Impianto serricolo	C8 - Coperture metalliche 93-99	C8	99	34.65		
	326.00	Percorsi pedonali	P10 - Pavimentazioni in asfalto o cls 93-99	P10	99	2.24		
	978.00	Viabilità interna macadam	P2 - Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali 80,5 - 88,5	P2	88.5	6.01		
	6543.00	Terreno agricolo aree coltivate	S1 - Superfici a verde su suolo profondo prati orti superfici boscate ed agricole 71-78	S1	78	35.44		
	14400.00							

Fig. 21 : Tabella determinazione CN comparativa nelle situazioni ante e post intervento urbanistico

11.3 Calcolo della portata di massima piena: aspetti metodologici

Per quanto concerne la metodologia da impiegare per la valutazione delle portate di piena dei bacini oggetto dello studio, il Piano stralcio per Assetto Idrogeologico della Sardegna prevede l'impiego di:

- metodi diretti, attraverso i quali si elaborano i dati di portata disponibili per i singoli corsi d'acqua conosciuti;
- metodi indiretti, attraverso i quali si supplisce all'insufficienza delle informazioni in possesso mediante apposite elaborazioni di dati riguardanti osservazioni rilevate su altri corsi d'acqua, affini o per morfologia o per collocazione idrologica, oppure si elaborano attraverso modelli afflussi-deflussi i dati di precipitazione registrati per quel bacino;
- studi specifici.

In particolare, nel caso della zona oggetto di osservazione nel presente studio non si ha a disposizione una serie storica che caratterizzi l'analisi idrologica, anche perché le stazioni di rilevamento cui si può fare riferimento non sono particolarmente significative nel dettaglio del presente reticolo idrografico in studio. Si è dunque fatto riferimento esclusivamente al metodo indiretto indicato nel Rapporto Regionale Sardegna "Valutazione delle piene in Sardegna", il quale si basa sul metodo razionale (o metodo cinematico) con curva di possibilità pluviometrica TCEV.

Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV. L'equazione su cui si basa il metodo razionale è la seguente :

$$Q = \frac{\phi \cdot ARF \cdot S \cdot h}{3,6 \cdot \tau}$$

dove:

- ϕ è il coefficiente di afflusso che rappresenta l'aliquota di precipitazione che scorre sulla superficie in occasione della piena;
- ARF è il coefficiente di riduzione areale e riguarda il rapporto tra la pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia del centro di scroscio al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno;
- S è la superficie di intervento [km²];
- h è l'altezza di precipitazione che cade in un punto del bacino in una durata τ con l'assegnato tempo di ritorno [mm];
- τ durata della pioggia [h].

Altezza di pioggia h: Il valore dell'altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T è dato in letteratura dalla formula generale secondo cui : $h(T) = a \cdot d^n$

La metodologia impiegata per il calcolo delle altezze di pioggia nel territorio regionale si basa, tuttavia sulla inferenza statistica del modello probabilistico TCEV della variabile adimensionale $h'(T)$ definita come :

$$\underline{h'(T)} = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)},$$

vale a dire il massimo annuale di pioggia per una durata d , normalizzato rispetto alla media h e successivamente sul calcolo della $h(d)$ per le diverse durate di precipitazione d .

Pertanto, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è, per ogni tempo di ritorno T :

$$\underline{h(T)} = a \cdot d^n = h'(T) \cdot \bar{h}(d) = a_1 \cdot a_2 \cdot d^{n_1+n_2}$$

In cui a [adim] e n [mm/h] sono parametri espressi in scala logaritmica in funzione del tempo di ritorno T e delle caratteristiche climatiche delle zone in esame. In particolare, i parametri della curva di possibilità climatica si determinano in base a: $a = a_1 \cdot a_2$ e $n = n_1 + n_2$,

in cui i coefficienti a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera h_g che è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

Il metodo TCEV applicato al caso della Sardegna definisce detti parametri in funzione di una suddivisione in zone della territorio e in funzione della durata della pioggia. Più precisamente, la sottozona in cui ricade il territorio di Oristano è la n. 1 (SZO 1), da cui si ha , per tempi di ritorno $T > 10$ anni :

$$a_2 = 0,46378 + 1,0386 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18449 + 0,23032 \cdot \log_{10} T - 3,3330 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10} T)^2 \text{ se } t_p \leq 1 \text{ [h]}$$

$$n_2 = -1,0563 \cdot 10^{-2} - 7,9034 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T \text{ se durata della pioggia } t_p > 1 \text{ [h]}$$

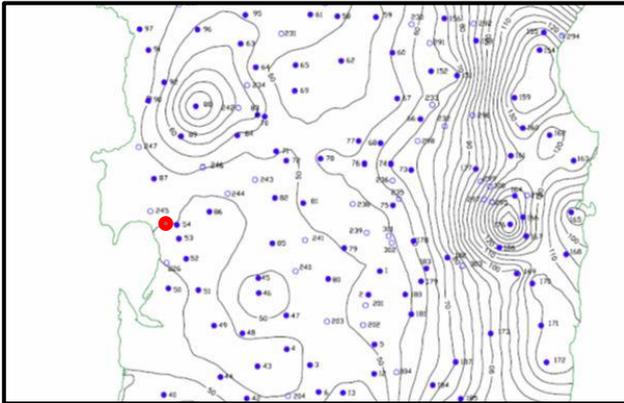


Fig. n. 22 - Sottozona di competenza e massime precipitazioni giornaliere nella zona di studio

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo “Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna” di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera h_g è stata calcolata effettuando la media pesata, sull'intera superficie del bacino in oggetto, di tutte le altezze di pioggia ricadenti su quel territorio.

La pioggia indice giornaliera, data per il territorio interessato e appartenente alla sottozona omogenea SZO 1 della Sardegna, è assunto pari a 45 mm.

Il coefficiente di ragguglio ARF (Areal Reduction Factor) è funzione dell'area del sub-bacino e della durata della pioggia critica. Nel caso in questione si fa riferimento al metodo usato nel VAPI Sardegna, che fa riguarda il Flood Studies Report del Wallingford Institute, secondo cui:

$$ARF = 1 - f_1 \cdot \tau^{-f_2}$$

dove

$$f_1 = 0,0394 \cdot S^{0,354}$$

$$f_2 = 0,4 - 0,0208 \cdot \log(4,6 - \log S) \quad \text{per } S < 20 \text{ km}^2;$$

$$f_2 = 0,4 - 0,003832 \cdot \log(4,6 - \log S)^2 \quad \text{per } 20 \text{ km}^2 < S < 100 \text{ km}^2.$$

Le caratteristiche del coefficiente di ragguglio, il cui compito è quello mediare la variabilità spaziale delle precipitazione che tende a diminuire all'allontanarsi dal centro di scroscio, sono tali che viene assunto cautelativamente pari a 1 anche in virtù del fatto che, come da letteratura, il ragguglio non si effettua per $S < 1 \text{ km}^2$.

$$h_{netta} = \frac{(h - I_a)^2}{(h - I_a + fs)}$$

dove:

I_a = fattore di ritenzione iniziale;

fs = capacità massima di assorbimento del bacino (rappresenta la massima quantità invasabile dal

terreno dopo l'inizio del deflusso superficiale).

I_a = assorbimento iniziale, legato empiricamente a S dalla relazione: $I_a = 0,2 \cdot fs$;

per cui la (1) assume l'espressione :
$$h_{netta} = \frac{(h - 0,2 fs)^2}{(h + 0,80 fs)}$$

con $fs = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$ (mm)

Il CN, è un indice numerico che indica percentualmente la quantità d'acqua caduta nel suolo che contribuirà al deflusso superficiale. Tale indice, può variare teoricamente da 0 a 100 anche se in realtà oscilla tra valori di 25 e 98. A titolo di esempio un'area completamente pavimentata può avere CN=98 e un campo coltivato CN≈25. In altre parole, come è evidente dalla relazione, a valori di CN elevati corrispondono infiltrazioni (fs) piccole e conseguentemente elevati valori del coeff. di deflusso.

La valutazione delle capacità di deflusso dei suoli è legata alla determinazione dell'indice CN, calcolato con il metodo SCS-Curve Number, come peraltro previsto dalle linee guida del PAI e già determinato al punto 11.3 , è riportato in termini ragguagliati all'area (CN pesato) nella precedente tabella di fig. 21

Tempo di corrivazione tc.

In merito al tempo di corrivazione occorre considerare che, vista la morfologia del terreno e la connotazione delle aree di studio, è piuttosto complicato individuare una linea privilegiata di corrivazione rispetto alla quale calcolare il relativo tempo di percorrenza.

Tuttavia, nell'ambito della invarianza idraulica le Linee guida, ai fini del calcolo della portata di piena, impongono lo studio dello ietogramma avente una durata di 30 minuti, aspetto che consente di ovviare al problema sopra riportato in merito al tempo di corrivazione da impiegare, che pertanto viene assunto anch'esso pari a 30 minuti.

Il calcolo della portata e il conseguente idrogramma di piena è stato elaborato mediante l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) dell'U.S. Army Corps of Engineers, i cui risultati sono riportati nei paragrafi che seguono.

11.4 Portate per la verifica del dimensionamento della rete di dreno interna

Le Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI stabiliscono che il dimensionamento della rete di dreno interna prevede il calcolo della relativa portata considerando un tempo di ritorno **Tr = 20 anni**.

Nelle tabelle seguenti sono indicati i principali elementi alla base del calcolo esposto nel paragrafo precedente .

Tr	20
μ_g	45
SZO	1
durata ietogramma (minuti)	30
d (ore)	0.5
a1	19.9570
n1	0.2939
a2	1.8150
n2	0.0588
Hm	16.28
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	14400.000
h (mm)	28.3667
intensità costante (mm/ora)	56.7335

dt(min)	1
d (ore)	0.5
r	0.4
rtp	0.2
Δt (ore)	0.0167
Δt (ore)	0.0665
$t_{lag}=0.6*t_c$ [ore]	0.3000
$t_{lag}=0.6*t_c$ [min]	18.0
$t_p=\Delta t/2+t_{lag}$ [ore]	0.3083
$t_p=\Delta t/2+t_{lag}$ [min]	19.9950
S (Km ²)	0.014400

PROGETTO	CN _{III}	94.5391
	la=S*0.2	2.9394
	S=25400/CN-254	14.6719
	Qpicco [m3/s]	0.129

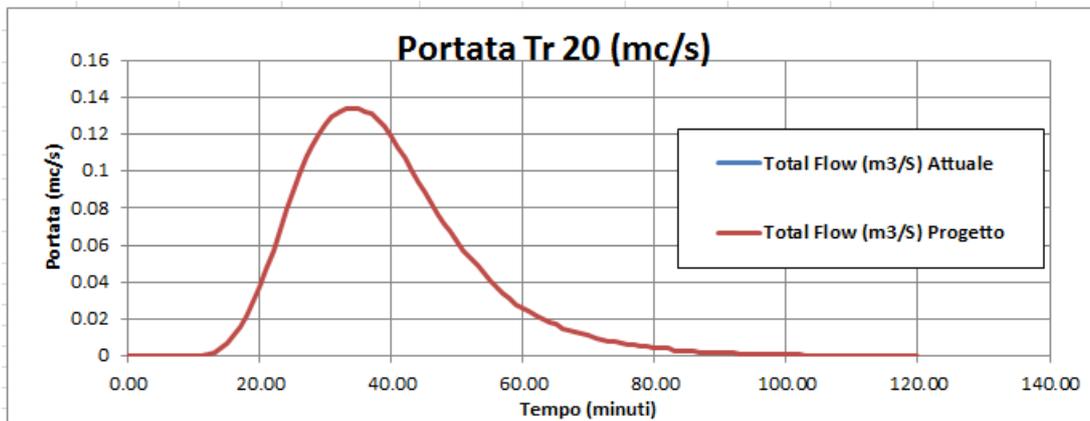
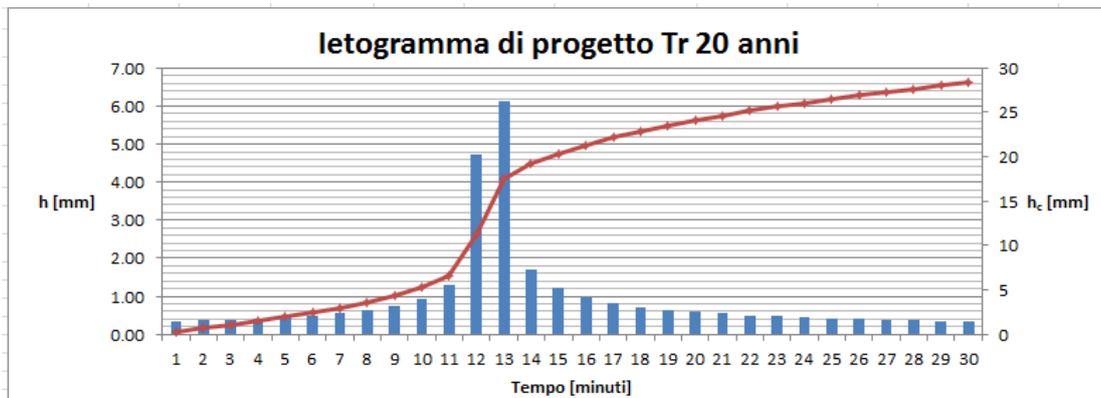


Fig. n. 23 - Ietogramma ed idrogramma situazione di progetto Tr = 20 anni -

Nello specifico, sulla base della portata al colmo di 0.129 mc/s determinata per $T_r = 20$ anni, sarà dimensionata la rete di smaltimento delle acque meteoriche che convoglieranno le acque zenitali provenienti prevalentemente dalle serre, anche se il calcolo di verifica verrà cautelativamente condotto per il valore dell'intera portata di picco di **0.129 mc/s** calcolata per l'intero comparto di lottizzazione. La verifica sarà condotta per il collettore principale, che colleterà le acque meteoriche tramite una condotta interrata del DN 400 in PEAD a doppia SN4, posata con una pendenza dello 0.7%, alla vasca di laminazione (il cui dimensionamento sarà riportato al punto successivo), e da qui tramite la rete di dreno esistente verso il recapito finale attuale, costituito dal Canale di San Giovanni.

Per la verifica della congruità dei diametri delle condotte si è fatto uso della formula di Chèzy, che esprime il legame tra portate e pendenze nelle correnti a pelo libero:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

$$\text{Con } C = 87 / [1 + (\gamma / \sqrt{R})]$$

dove:

Q = portata in (mc/s)

i = pendenza (0.7%)

C = coefficiente di resistenza

γ = coefficiente di scabrezza della tubazione : 0.10

A = area sezione bagnata - R = raggio idraulico

D_i = Diametro interno della condotta 0,345 m

Per la verifica del diametro, si è proceduto alla costruzione della scale delle portate e velocità specifiche (di seguito riportate) adottando velocità non superiori a 2.5 m/s, e inoltre percentuali di riempimento dello speco non superiori al 70%, onde consentire all'interno della condotta, regolari condizioni di deflusso.

SCALA DELLE PORTATE SPECIFICHE CONDOTTA DN 400 - PENDENZA 0.7 % - $\gamma = 0.10$

A/r ² area bagnata ----- (adim.)	B/r contorno bagnato ----- (adim.)	Y altezza pelo libero ----- (m)	A area bagnata ----- (m)	B contorno bagnato ----- (m)	R raggio idraulico ----- (m)	C coeff. di Bazin ----- (m)	Vs velocità specifica ----- (m)	Qs portata specifica ----- (adim.)	velocità ----- m/s	portata ----- l/s
0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.0150	0.5676	0.007	0.000	0.098	0.005	35.035	2.362	1.048	0.198	0.088
0.0422	0.8054	0.014	0.001	0.139	0.009	42.369	4.022	5.022	0.337	0.420
0.0770	0.9899	0.021	0.002	0.170	0.013	46.660	5.397	12.294	0.452	1.029
0.1177	1.1470	0.028	0.003	0.197	0.018	49.637	6.594	22.962	0.552	1.921
0.1635	1.2870	0.034	0.005	0.221	0.022	51.894	7.671	37.104	0.642	3.104
0.2135	1.4150	0.041	0.006	0.243	0.026	53.679	8.647	54.619	0.723	4.570
0.2673	1.5340	0.048	0.008	0.264	0.030	55.146	9.547	75.496	0.799	6.316
1.1735	2.7389	0.138	0.035	0.471	0.074	63.579	17.260	599.203	1.444	50.133
1.2522	2.8202	0.144	0.037	0.485	0.076	63.883	17.654	654.002	1.477	54.718
1.9681	3.5443	0.206	0.058	0.610	0.096	65.731	20.314	1182.760	1.700	98.957
2.0461	3.6263	0.213	0.061	0.624	0.097	65.859	20.517	1241.927	1.717	103.907
2.1234	3.7092	0.220	0.063	0.638	0.098	65.975	20.702	1300.491	1.732	108.807
2.1997	3.7931	0.227	0.065	0.652	0.100	66.078	20.869	1358.078	1.746	113.625
2.2749	3.8781	0.234	0.067	0.667	0.101	66.169	21.018	1414.515	1.758	118.347
2.3489	3.9646	0.241	0.069	0.682	0.102	66.247	21.148	1469.559	1.769	122.952
2.4215	4.0528	0.248	0.072	0.697	0.103	66.314	21.259	1522.914	1.779	127.416
2.4925	4.1429	0.255	0.074	0.713	0.103	66.368	21.350	1574.285	1.786	131.714
2.5618	4.2353	0.261	0.076	0.728	0.104	66.411	21.421	1623.434	1.792	135.826
2.6291	4.3304	0.268	0.078	0.745	0.104	66.440	21.470	1669.924	1.796	139.716
3.0646	5.2933	0.323	0.091	0.910	0.100	66.065	20.848	1890.112	1.744	158.138
3.0994	5.4778	0.330	0.092	0.942	0.097	65.881	20.552	1884.507	1.720	157.669
3.1266	5.7156	0.337	0.092	0.983	0.094	65.610	20.125	1861.535	1.684	155.747
3.1416	6.2832	0.344	0.093	1.081	0.086	64.877	19.026	1768.269	1.592	147.944

Fig. n. 24 – Scala delle portate condotta Dn 400

Dall'esame delle scale delle portate riportate nella fig. 24 , dove sono evidenziate con riquadro rosso le verifiche positive del collettore principale :

- la velocità , relativa alla portata di piena considerata risulta di 1.78 m/s , quindi ampiamente verificata anche in concomitanza dell'evento critico associato ad un tempo di ritorno $T_r = 20$ anni. Tuttavia, anche per portate significativamente inferiori (quelle relative all'esercizio in condizioni normali) risulta che anche per un'altezza del pelo libero di meno di 3 cm , il valore di velocità risulta superiore a 0.5 m/s e cioè al di sopra del limite minimo previsto dalla normativa e dalla letteratura garantendo pertanto che non vi siano sedimentazioni nella generatrice inferiore della condotta e nel contempo avendo velocità max. , per la portata in progetto contenute in 2.5 m/s risultano anche scongiurate potenziali azioni abrasive nei confronti del tubo.

Anche l'effettivo grado di riempimento del collettore che dovrebbe essere pari al più al 70 % (per diametri superiori ai 30 cm), quindi relativo a un tirante idraulico di circa 2/3 del diametro, risulta per la portata di dimensionamento, ampiamente verificata .

11.5 Verifica complessiva dell'invarianza idraulica

L'intervento pianificatorio, per sua intrinseca natura, comporta una variazione dell'andamento dei deflussi superficiali, quasi esclusivamente nei termini di un incremento degli stessi. Si rende perciò necessario, ai fini del rispetto dei principi dell' invarianza idraulica, l'impiego di misure compensative quali quelle volte a limitare gli incrementi del deflusso superficiale o quelle finalizzate alla laminazione dei maggiori quantitativi di acqua che si tramutano appunto in deflusso superficiale.

Ai sensi delle Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI, la superficie della lottizzazione comporta la classe di intervento c), vale a dire che coinvolge una superficie territoriale compresa tra 0,5 e 10 ha, ed è associata ad un intervento che comporta un livello di impermeabilizzazione potenziale significativo.

Le Linee guida stabiliscono che la verifica complessiva della invarianza idraulica preveda il calcolo della relativa portata considerando un tempo di ritorno **Tr = 50 anni**.

Nella fig. 25 , sono riportati lo iettoprogramma di progetto , l'idrogramma di comparazione tra situazione attuale e di progetto e i parametri e i risultati in forma tabellare che esprimono gli effetti in termini di risposta idraulica del bacino della trasformazione del territorio.

Tr	50
μ_p	45
SZO	1
durata iettoprogramma (minuti)	30
d (ore)	0.5
a1	19.9570
n1	0.2939
a2	2.2283
n2	0.1107
Hm	16.28
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	14400.00
h (mm)	33.5956
intensità costante (mm/ora)	67.1911

dt(min)	1
d (ore)	0.5
r	0.4
rtp	0.2
Δt (ore)	0.0167
Δt (ore)	0.0665
$t_{sg}=0.6*t_p$ [ore]	0.3000
$t_{sg}=0.6*t_p$ [min]	18.0
$t_s=\Delta t/2+t_{sg}$ [ore]	0.3083
$t_s=\Delta t/2+t_{sg}$ [min]	19.9950
S (Km ²)	0.014400
$P_n = (P - la)^2 / (P - la + S)$	
CN _{II}	89.1046
la=S*0.2	6.2117
S=25400/CN-254	31.0583
Q _{pluvio} [m ³ /s]	0.103
Attuale	
CN _{II}	94.5391
la=S*0.2	2.9344
S=25400/CN-254	14.6719
Q _{pluvio} [m ³ /s]	0.166
Progetto	

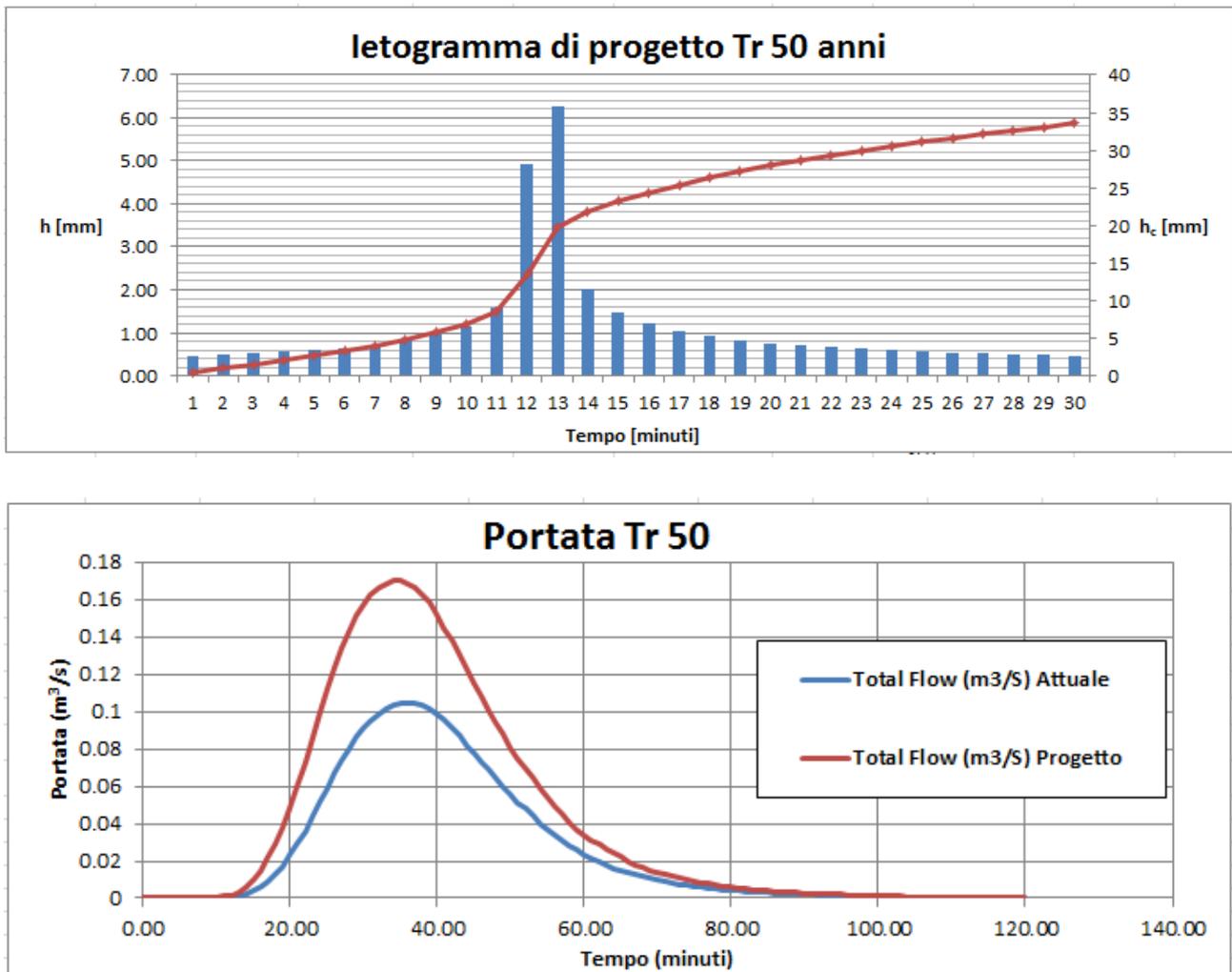


Fig. n. 25 – Ietogramma di progetto per Tr= 50 anni- Idrogramma di comparazione tra portata di piena nella situazione attuale in quella di progetto , tabelle analitiche per la determinazione della portata nei due scenari

Da tali valutazioni si evince che nello scenario di progetto , risulta un incremento della portata di picco, che passa da un valore di 0.103 mc/s a 0.166 mc/s.

Conseguentemente, al fine di garantire l'invarianza della portata immessa nel compluvio recettore, occorre introdurre un ulteriore elemento compensativo , che come previsto anche dalle linee guida sull'invarianza idraulica , per le categorie C, è rappresentato da una vasca di laminazione da realizzarsi subito a valle del tratto terminale della condotta di raccolta delle acque meteoriche e a monte dell'immissione nel corpo idrico recettore. Di seguito, in base alle indicazioni delle linee guida citate, si riporta il calcolo del volume della vasca di laminazione , per la quale risulta necessario un volume utile di laminazione di : 93.07 mc.

parametri derivanti dalle elaborazioni idrologiche		
Qmax al recettore finale	Qmax_att (mc/s)	Valore massimo dall'idrogramma di piena nello stato attuale 0.1050

condizioni idrauliche richieste per rispettare l'invarianza idraulica		
parametro correttivo in funzione della capacità del recettore	k	-
Qmax ammissibile al recettore		mc/s 0.1050

Dimensioni geometriche preassegnate

Geometria battente		Descrizione	Note
? battente	0.6	Coeff. di efflusso	a spigolo vivo - contrazione soppressa sul fondo
Cc	0.9	Coeff. di Contrazione	Si ipotizza che lo scarico sia posto sul fondo
larghezza luce a (m)	0.18	Larghezza luce a battente	Si ipotizza una sezione dello scarico di fondo di tipo rettangolare/quadrata
altezza luce b (m)	0.18	Altezza luce a battente	
area luce effettiva (mq)	0.0324		
c (Strickler)	80	per livelli inferiori a "b" si ipotizza un funzionamento a pelo libero	

Geometria sfiori		Descrizione	Note
Hs soglia sfioro (m)	1.6	Altezza rispetto al fondo vasca della soglia di sfioro	
Larghezza Ls (m)	1	Larghezza della soglia di sfioro	
? stramazzo	0.4	Coeff. di efflusso	Si ipotizza uno stramazzo a spigolo vivo tipo Bazin

Vasca		Descrizione
pendenza fondo vasca	0.001	Pendenza minima per garantire lo svuotamento della vasca
L (m)	6	Larghezza in pianta
B (m)	12	Lunghezza in pianta

Parametri Curva A(h)		Descrizione
a	0	è la legge di variazione della superficie liquida A della vasca in funzione del livello idrico h
b	0	
c	0	
d	72	L*B nel caso specifico di sezione regolare

Dati simulazione idraulica		
Dt(sec)	60	passo di calcolo
Livello max raggiunto (m)	1.60	Valore massimo raggiunto all'interno della vasca
Portata max in uscita dalla vasca di laminazione (mc/s)	0.1014	Valore massimo della portata in uscita dalla vasca di laminazione
Volume utile (mc)	112.37	Calcolato in funzione del livello max raggiunto (cella B39)

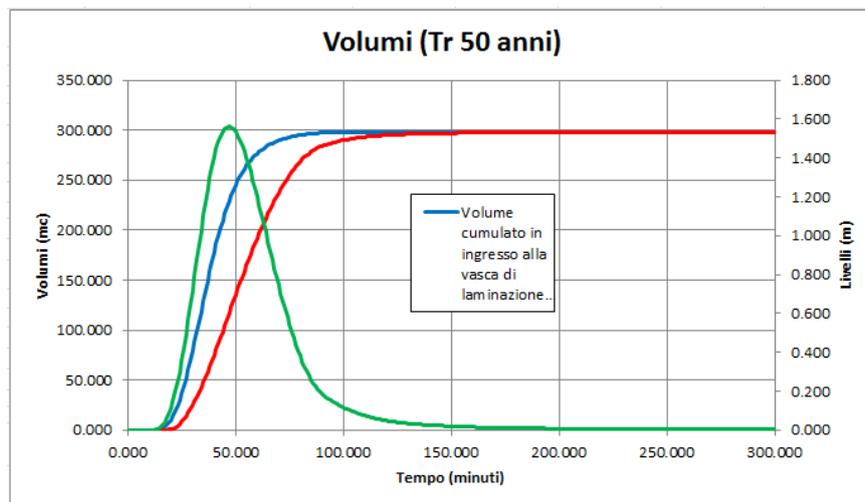
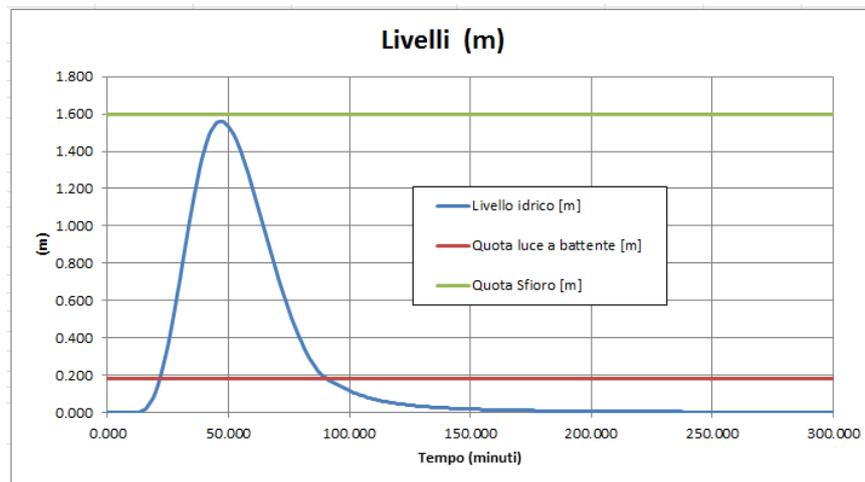
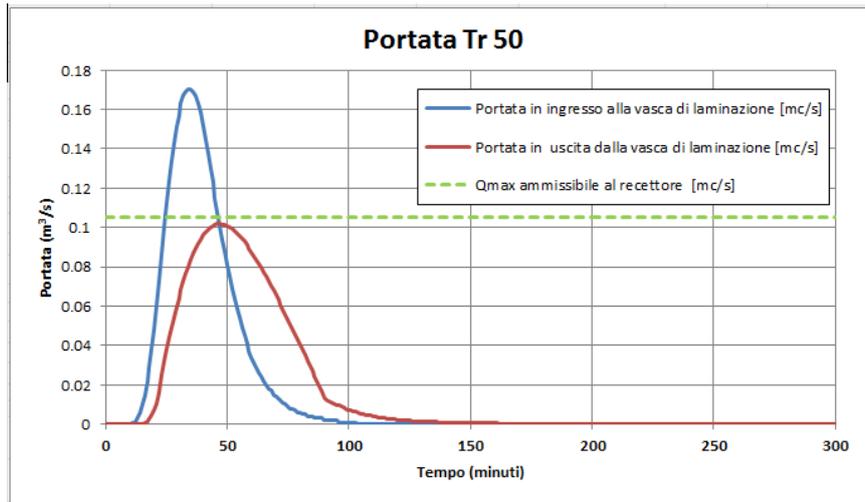


Fig. n. 26 – Rappresentazione in forma tabellare dei parametri adottati per la determinazione dei volumi utili di laminazione e diagrammi di portata in entrata ed in uscita dalla vasca, dei livelli all'interno di essa e dei volumi ivi cumulati nel tempo

Dai diagrammi e dai calcoli sopra riportati, si evince che la vasca da realizzarsi a valle della condotta di dreno dell'area, è correttamente dimensionata (dimensioni della luce a battente e carico idraulico sulla luce) per garantire un deflusso max uscente dalla vasca di $0.101 \text{ mc/s} <$ della portata recapitante nella situazione attuale al corpo idrico recettore (0.106 mc/s). Le caratteristiche dimensionali della vasca, costituita da due manufatti affiancati in cls vibrato prefabbricato in comunicazione tra loro in maniera tale da costituire un unico volume (dimensione complessivo in pianta del volume di laminazione $12 \times 6 \text{ m}$ e $H= 2.00 \text{ m}$) sono consegnate unitamente alla planimetria schematica nelle fig. 27 e 28. Il calcolo della vasca, prevede anche il dimensionamento dello sfioratore superficiale che è fissato ad una quota di 1.60 m (che rappresenta il max. livello idrico raggiunto in vasca) , e che sarà realizzato con uno stramazzo a spigoli vivi tipo Bazin. Chiaramente, esso rappresenta solo una misura di sicurezza nel caso in cui il deflusso dalla luce a battente fosse otturato o rigurgitato .



-  Rete smaltimento acque meteo Dn 300
-  Collettore smaltimento acque meteo Dn 400
-  Pozzetto di confluenza
-  Vasca di laminazione

Fig. n. 27 – Rappresentazione schematica rete di raccolta acque meteo e connessione alla vasca di laminazione

Ubicata a monte dello scarico nella rete di dreno recettore esistente

VASCA DI LAMINAZIONE
VOLUME UTILE 112,37 mc

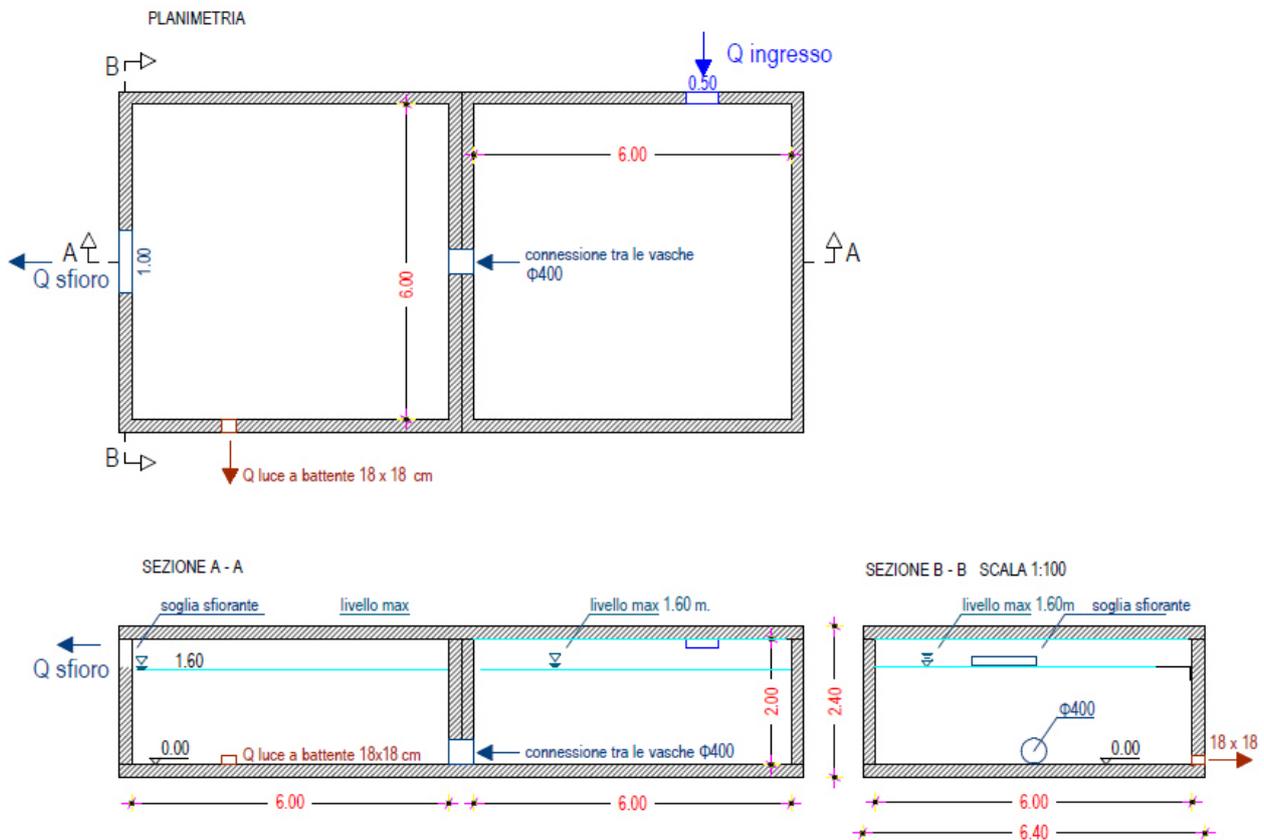


Fig. n. 28 – Pianta e sezioni vasca di laminazione

Si precisa, che l'acqua accumulata nella vasca, potrà essere utilizzata per esigenze irrigue dell'azienda, con la raccomandazione che in caso di allerta meteo di criticità elevata (allerta rossa) la stessa dovrà essere completamente vuotata, attraverso l'apertura dello scarico di fondo (costituito da un paratoia apribile manualmente inserita nella luce a battente) affinché il volume utile della vasca sia integralmente disponibile per la laminazione.

In Conclusione, viste le verifiche condotte secondo le indicazioni delle linee guida regionali, sia per il dimensionamento della rete di dreno che per l'invarianza in generale con l'adozione della vasca di laminazione come misura compensativa strutturale, **il principio di invarianza idraulica, di cui all'art. 47 delle NAT del PAI, risulta adeguatamente soddisfatto.**

12.0 Conclusioni sulla compatibilità dell'intervento

Sulla scorta delle considerazioni riportate ai punti precedenti, considerato che :

- come indicato al paragrafo 9.0 , gli interventi previsti nella proposta progettuale allegata alla presente istanza , per quanto esposto, **sono ammissibili ai sensi dell'art. 27 bis delle NAT del PAI**, e per quanto concerne la ristrutturazione del locale esistente, per il quale non si prevede alcun incremento di volume, esso risulta compatibile fra gli interventi **ammissibili di cui all'art. 28 comma 3 lett. c** : “ interventi di ristrutturazione edilizia “ .
- come indicato al punto 7 e illustrato negli schemi della fig. 4, le caratteristiche costruttive dell'impianto serricolo (unico volume edilizio previsto dal p.d.l.) sono state implementate con accorgimenti atti a non creare alcun ostacolo alla propagazione del deflusso di piena (aperture delle parti basse delle serre e coltivazione su bancali) ;
- dallo studio dettagliato della morfologia del terreno esteso alla macrorea , si evince che è stata fatta una scelta opportuna e congruente dell'ubicazione delle parti apribili dell'impianto serricolo) e che la distanza dal corso d'acqua più prossimo, è notevole (280 m) e i gradienti altimetrici sono contenuti in qualche decimetro;
- da quanto riportato al punto 8.4.2 della presente, nel quale sono stati illustrati in termini di valutazione dei livelli di vulnerabilità idraulica desunti dalle analisi idrauliche effettuate in moto bidimensionale dagli estensori dello studio di cui all'art. 8 c.2 approvato con Delibera del C.I. n. 2 del 03/07/2018, si desume che anche per le portate con $Tr=200$ anni il livello di vulnerabilità , in termini di pericolosità idraulica associata alla presenza umana è del tutto trascurabile;
- le velocità praticamente nulle della corrente fuori alveo non determinano nessun rischio di erosione superficiale del suolo che possa essere causato dal movimento dell'acqua;
- le spinte idrostatiche laterali e idrodinamiche causate da acque ferme o a bassa velocità sulla superficie del terreno sono minime e caratterizzate da una bassa azione di

- trascinamento per cui, in alcun modo, potranno compromettere la stabilità della struttura;
- sono rispettate le condizioni prescritte dell'art. 28 delle NTA del PAI per l'edificazione nelle aree a pericolosità idraulica elevata : “quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna e comunque a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni” (Rif. punto 9.0 della presente relazione);
 - la struttura in progetto, vista anche l'elevata distanza dal reticolo idrografico gravante sull'area, non interferisce sull'eventuale esecuzione di opere di mitigazione del rischio idraulico;
 - l'attuazione dell'intervento edilizio, non incrementa il rischio idraulico a valle, né determina situazioni di rigurgiti o ostruzioni a monte , che in qualche misura ostacolano le condizioni di deflusso;
 - l'analisi della valutazione dell'invarianza idraulica illustrata al punto 11.0 , e condotta secondo le indicazioni delle “ *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI*” porta a dei risultati positivi circa il corretto soddisfacimento del requisito;
 - l'incremento del deflusso valutato per portata definita per $Tr= 50$, conseguente alla trasformazione urbanistica (che dai valori $Q_{50a} = 0.103$ mc/s a $Q_{50p} = 0.166$ mc/s), sarà comunque laminata dalla vasca prevista prima dell'immissione della condotta di raccolta delle acque meteoriche della lottizzazione nel corso d'acqua recettore, per cui si può asserire che l'intervento non altera in misura percettibile il deflusso a valle;
 - **la realizzazione dell'opera non necessita di ulteriori misure di mitigazione di compensazione oltre a quelle adottate , che vengono di seguito riportate come prescrizioni ;**

12.1 Prescrizioni : Il presente studio di compatibilità idraulica è subordinato all'adozione delle seguenti prescrizioni:

- a) La rete interrata di scolo delle acque meteoriche dovrà essere realizzata e verificata secondo le indicazioni di portata ($Tr= 20$) e dimensioni delle condotte riportate al punto 11.4;

b) Dovrà essere realizzata una vasca di laminazione ubicata a monte della rete di drenaggio esistente, nella quale confluiranno i volumi d'acqua provenienti dalla rete di raccolta delle acque meteoriche, realizzata e verificata secondo le indicazioni di portata(Tr= 50) e dimensioni riportate al punto 11.5;

c) Quale misura non strutturale, il proponente si impegna, come indicato al punto 9.0 della presente e per quanto previsto nell'art. 2 che in caso di emanazione di avvisi di elevata criticità (presente e al c.5 dell'art. 27bis delle NAT del PAI , ad adottare le regole comportamentali e gestionali, previste anche nel Piano di Protezione Civile Comunale , nel caso di emanazione di avvisi di elevata criticità per rischio idrogeologico e/o idraulico (allerta rossa), sospendendo tutte le attività lavorative/espositive/ricreative e commerciali in azienda;

Di conseguenza, sulla base delle considerazioni suesposte, **si può concludere, circa la positività della compatibilità idraulica del Progetto del Piano di Lottizzazione in zona G2 della Soc. Agricola Nonnis a firma dell'ing. Marco Tullio Pala, con le caratteristiche costruttive e prescrittive descritte nella presente relazione.**

I Professionisti

Dott. Geol. Angelo Giuseppe Zancudi

Ing. Paolo Scarteddu

