

COMUNE DI ASSEMINI

PROVINCIA DI CAGLIARI



PROGETTO GUIDA SA COSTERA "B"

ELABORATI

Relazione di compatibilità idraulica e
idrogeologica

ALLEGATO

C

DATA

26 Gennaio 2018

APPROVAZIONI

PROGETTISTI

SCALA

IL TECNICO
Dott. Ing. Gianluigi Corongiu

IL GEOLOGO
Dott. Geol. Mario Strinna

Comune di Assemini

PROGETTO GUIDA

ambito di pianificazione integrata Sa Costera B

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

PREMESSA

Il territorio del P.In. Sa Costera B ricade pressoché totalmente in un'area a moderato rischio idraulico classificato dal vigente Piano di Assetto Idrogeologico come Hi1.

Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal P.A.I. e consentiti d'attuazione del P.A.I. devono essere tali da non peggiorare in modo significativo le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non determinare nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggi, non incrementando le condizioni di rischio degli elementi vulnerabili interessati, ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito.

Inoltre, come previsto dalle norme d'attuazione del P.A.I., nelle aree di pericolosità idraulica moderata gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia sono studiati in modo tale da impiegare tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

L'intervento proposto è stato concepito in maniera da permettere un deflusso ottimale delle acque meteoriche, disegnando la rete stradale in maniera tale da privilegiare vie di deflusso nella direzione del gradiente altimetrico (ortogonalmente all'asse ferroviario) ed evitare il più possibile la creazione di barriere in tal senso.

Si è prevista inoltre una rete di smaltimento delle acque meteoriche con sezioni che, ad una verifica prudente e ispirata da un principio di precauzione, risultano essere sovrabbondanti e tali da garantire un notevole margine di sicurezza rispetto ai rischi ragionevolmente prevedibili anche in previsione degli eventuali ulteriori carichi idraulici provenienti da aree a monte non ancora urbanizzate.

Inoltre l'intervento è caratterizzato, anche considerata la notevole estensione delle aree verdi, da un indice di permeabilità piuttosto elevato, che complessivamente raggiunge circa il 60% della superficie territoriale.

Le tipologie edilizie previste dal Progetto guida non prevedono e non consentono la realizzazione di piani interrati o seminterrati e prevedono la realizzazione di un basamento al di sopra della linea di campagna in maniera tale da ridurre il rischio di allagamenti nelle unità immobiliari.

Nel Comparto 3, relativamente alle reti di drenaggio delle acque meteoriche, si è considerata la possibilità di innesto di linee di deflusso provenienti da ambiti di intervento a monte del P.In. "Sa Costera B" (P.In. "Cuccuru Macciori" e le sottolottizzazioni esistenti).

COMPATIBILITA' IDRAULICA

Per la valutazione della pericolosità idraulica dell'area di intervento si deve tenere conto della bibliografia presente al fine di individuare le aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico. In particolare, si sono considerati dati climatologici, pluviometrici ed idrometrici dell'area oggetto di studio.

L'analisi storica è stata seguita da un'analisi dello stato attuale dei luoghi al fine di valutare se vi fossero evidenze geomorfologiche indicative di aree a pericolosità idrauliche superiori a quelle già mappate al fine di valutare l'eventuale approfondimento degli studi idraulici nell'area di studio.

E' importante evidenziare che in riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (P.A.I.) l'area di interesse ricade all'interno del Sub bacino 7 "Flumendosa-Campidano-Cixerri" ed è stata oggetto di uno studio a scala comunale (Art. 8 comma 2 Norme di Attuazione del PAI) finalizzato all'adeguamento del PUC al PAI così come emendato da Deliberazione n.4 del 07.07.2015 del Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino della Sardegna "Aggiornamento Studio compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. - Recepimento cartografico pericolosità idraulica del Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.) nel Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) di Assemini". Le considerazioni di base

sono state quindi effettuate a partire dal PSFF e dallo studio di cui all'Art.8 comma 2 succitato. Non si è rilevata la presenza di ulteriori aste fluviali meritevoli di analisi.

L'area di intervento è localizzata nel Comune di Assemini, in provincia di Cagliari. Il Comune di Assemini è caratterizzato dal punto di vista idrografico dalla vicinanza del Flumini Mannu posto ad ovest del centro abitato, e da uno degli affluenti di tale fiume, il Canale Rio Sa Nuxedda, che come corso idrico tombato attraversa l'area urbana provenendo dal settore a monte della SS.n°130 e, attraversata la ferrovia, sfocia a sud dell'abitato nello Stagno di Cagliari.

L'ambito di pianificazione oggetto di intervento ricade parzialmente in aree a pericolosità idraulica Hi1 e Hi2 sia nel PSFF che secondo quanto mappato dall'Art. 8 comma 2 approvato con Delibera di Comitato Istituzionale n.4 del 07.07.2015 (Aggiornamento Studio compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NA del PAI - Recepimento cartografico pericolosità idraulica del PSFF nel PUC di Assemini).

Si è rilevato, che il convogliamento delle acque di drenaggio non subirà sostanziali modifiche rispetto a quello attuale, e dunque le acque piovane saranno convogliate nel corpo idrico recettore che le raccoglieva precedentemente, in direzione sud-ovest. In questo modo non si andranno ad aggravare le reti limitrofe. Considerata la giacitura favorevole delle aree, declinanti verso sud, le quote delle urbanizzazioni, piazzali e strade, saranno riportate agli attuali livelli morfologici previa bonifica (strade) di circa 30/40cm di terreno limoso per la creazione di un idoneo pacchetto di fondazione stradale, che riporterà la quota delle sistemazioni a quote compatibili con le attuali.

L'intervento non prevede la modifica della capacità di dreno delle aree limitrofe. Le aree pubbliche prossime all'area di intervento, non saranno modificate, mantenendo le scoline attualmente presenti e non andando a caricarle ulteriormente. Si può dunque affermare che non vi sarà modifica alla capacità di dreno delle aree limitrofe. Dalla verifica dei volumi di piena e delle portate di picco, si è evidenziato che, **la tipologia dei suoli esistenti e le tipologie di pavimentazioni e coperture previste permettono di ottenere una sostanziale invarianza delle**

portate di picco e dei volumi di piena, rendendo quindi non necessaria la realizzazione di vasche di laminazione di ausilio al drenaggio delle acque meteoriche, funzione che sarà efficientemente assolta dalla rete di smaltimento prevista.

Le verifiche e le considerazioni svolte hanno fornito puntuali e dettagliate indicazioni che, in sintesi, si possono così riassumere:

- ***invarianza del punto di recapito***: non sarà effettuata alcuna variazione circa i punti di recapito delle portate convogliate dalla rete di dreno;
- ***invarianza delle quote altimetriche***: le quote delle urbanizzazioni, piazzali e strade, dovranno essere riportati agli attuali livelli morfologici previa bonifica (strade) di circa 30/40cm di terreno limoso per la creazione di un idoneo pacchetto di fondazione stradale, che riporterà la quota delle sistemazioni a quote compatibili con le attuali;
- ***invarianza della capacità di dreno delle aree limitrofe***: le tipologie di pavimentazioni e coperture previste permettono di ottenere una sostanziale invarianza delle portate di picco e dei volumi di piena.

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA VASTA

L'area in esame ricade all'estremità meridionale della piana del Campidano, a NW della città di Cagliari. Il Campidano rappresenta la parte più depressa della fossa tettonica Campidanese, colmata nella sua parte superficiale dai depositi marini trasgressivi del Terziario e dai successivi discordanti episodi alluvionali del Quaternario.

Il Graben Campidanese, di età Plio-Pleistocenica, si è sovrapposto nel settore meridionale del "Rift Sardo", la cui età risale invece all'Oligo-Miocene (*Vardabasso, 1963*). L'origine del Rift Sardo, intimamente legata alla più generale evoluzione geodinamica del Mediterraneo Centro-Occidentale (*Cherchi e Montardet, 1982*), è conseguenza del distacco del blocco Sardo-Corso dal margine

provenzale dell'Europa e della sua rotazione antioraria, attraverso la quale la Sardegna ha raggiunto, nel Burdigaliano Medio, l'attuale posizione d'isolamento nel Mediterraneo (*Letouzey, 1982; Cherchi e Tremolieres, 1984*). Il substrato dell'area è costituito da terreni, che hanno avuto origine dalla trasgressione marina, che ha colmato il Rift Sardo Oligo-Miocenico (*Vardabasso, 1963*).

L'ingressione marina nella Sardegna meridionale, associata inizialmente a manifestazioni vulcaniche a carattere calco-alcalino (*Coulon et al., 1974*), si è attuata su di un substrato tettonizzato, costituito da sedimenti continentali paleogenici (*Formazione del Cixerri, Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969*); ancora oggi, nel bordo orientale del Campidano è ben osservabile la linea di costa lungo la quale la serie miocenica è prevalentemente conglomeratico - paleogenica (*Maxia et al., 1970*). Dal Miocene medio, la sedimentazione marina è continuata, in condizioni di stasi vulcanica, fino al Messiniano evaporitico, in un bacino debolmente subsidente. I depositi marini miocenici di questo settore, in facies calcareo-marnosa e poi, prevalente, marnosa arenacea, costituiscono una serie continua di terreni dal piano Aquitaniano al Tortonian, che caratterizzano il substrato dell'area urbana di Cagliari, (*G. Barrocu, T. Crespellani, A Loi, 1981- Caratteristiche geologico-tecniche del sottosuolo dell'area di Cagliari*). La giacitura delle varie formazioni della serie è in genere orizzontale o sub-orizzontale. Importanti fasi erosive hanno agito durante i periodi di continentalità, la cui dinamica è riconoscibile attraverso paleo-superfici e successioni stratigrafiche, quanto nelle morfologie residue attuali. La trasgressione Oligo-Miocenica è stata preceduta da una fase tettonica distensiva post-ercinica e dalle prime manifestazioni calcoalcaline (*Coulon et al. 1974; Savelli, 1975*). La trasgressione ha avuto inizio nell'oligocene superiore e si è attuata su di un substrato tettonizzato, costituito da sedimenti continentali paleogenici (*Formazione del Cixerri, Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969*) e localmente da terreni paleozoici. Nella Sardegna meridionale, a partire dal miocene medio, la sedimentazione marina si è attuata, in condizioni di stasi vulcanica, fino al Messiniano evaporitico, in un bacino debolmente subsidente, che interessava tutta la fascia mediana dell'isola.

Gli ultimi sedimenti marini miocenici sono costituiti da strati marnosi-siltosi. Questa successione si evolve rapidamente verso facies lagunari con frequenti emersioni ed erosioni, a seguire le facies evaporitiche che precedono la completa emersione. Gli strati pliocenici trasgressivi, discordanti sul messiniano, sono costituiti da argille siltose a ricche macrofaune (Cherchi & Martini, in stampa).

L'inizio del disseccamento nel mediterraneo e la trasgressione pliocenica sono datati rispettivamente 5,5 e 5 m.a. (Van Couvering et al., 1976). E' importante puntualizzare questi dati, per inquadrare i fenomeni erosionali, tettonici e vulcanici manifestatisi in questo intervallo. La sedimentazione marina pliocenica è stata di breve durata. Gli strati più recenti sono riferibili alla parte basale della zona, anche sé, la presenza di una superficie di erosione, fa presupporre che in realtà non rappresentino gli ultimi livelli depositati. Sugli strati erosi del pliocene inferiore giace in discordanza la formazione di Samassi (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969), che consiste di sedimenti clastici continentali molto potenti, argillosi marnosi-ciottolosi, a giacitura caotica; questa costituisce la colmata del Graben campidanese e rappresenta il prodotto di una colmata rapida di sedimenti rimaneggiati del miocene e pliocene. In tutta la fossa del campidano, presenta uno spessore medio di 450 – 550 m.; è presente in affioramento lungo il bordo orientale da Cagliari fino alla soglia di Sardara. Un piccolo lembo, preservato dall'erosione dalla copertura basaltica, affiora all'estremità NW della Giara di Gesturi (*Pomesano Cherchi, 1971*), dimostrando la sua originaria maggiore estensione. E' da notare che precedentemente alla messa in posto delle lave basaltiche della giara, si è avuta una intensa attività erosiva che ha influenzato la formazione di Samassi. Litologicamente è costituita da marne argillose, siltose, a clasti eterometrici di calcare e marne mioceniche; inoltre contiene livelli di microfaune marine rimaneggiate, provenienti dai sedimenti pliocenici.

I depositi del Pleistocene si distinguono sia in sedimenti continentali, prevalentemente di facies fluviale di conoide e di piana alluvionale, sia in sedimenti marino-litorali, rappresentati da biocalcareni riferibili alla "Panchina Tirreniana a Strombus", l'unico deposito quaternario della Sardegna datato in base ai reperti paleontologici.

I depositi alluvionali, depositi durante le fasi di regressione marina, costituiscono una serie di terrazzi con potenze variabili, fino a oltre 10 metri; sono formati da alluvioni ciottolose a ciottoli eterometrici di rocce paleozoiche (graniti, porfidi e metamorfiti), con intercalazioni sabbiose-argillose, ben costipate e arrossate. Durante l'Olocene continua la sedimentazione di alluvioni recenti di fondovalle e di piana, di depositi limoso-argillosi delle lagune e stagni costieri. Le alluvioni recenti, che occupano le regioni di fondovalle, sono generalmente incise nelle alluvioni terrazzate, ma il limite, a causa dell'antropizzazione, è visibile chiaramente solo in alcuni punti, che si differenziano soprattutto per l'arrossamento e per il maggiore costipamento che presentano le alluvioni antiche rispetto le recenti.

Contesto geologico-geomorfologico e climatico dell'area sensibile

Il settore comprende un tratto del Campidano meridionale, conformato da ampi terrazzi (prossimità C. Mogoru, Carmine) e faglie dirette "certe" (prossimità di Elmas), modellati da terreni le cui età vanno dal miocene-pliocene fino al quaternario antico e recente. Le coltri alluvionali quaternarie poggiano su una formazione continentale detritica d'ambiente da torrentizio a lacustre, che ha colmato la depressione Campidanese a partire dal Pliocene; a sua volta poggia su di un substrato sedimentario terziario.

L'area di sedime è stata interessata da deposizioni di materiale ghiaioso in matrice limoso-argillosa da molto addensato a cementato al di sopra di un substrato sabbioso passante a marnoso arenaceo miocenico in profondità. Inoltre sono presenti, a settori, bancate da limose argillose grigiastre (Olocene) ad argillose, di piccolo spessore.

Depositi continentali del Quaternario (Olocene): gli affioramenti più estesi nell'area di sedime, sono costituiti da depositi di facies fluvio-lacustre e depositi antropici attuali, passanti localmente (poco più a nord-ovest) a depositi alluvionali del periodo olocenico. Si tratta essenzialmente di:

- Depositi alluvionali terrazzati: si tratta di depositi alluvionali grossolani con limitati livelli e lenti di sabbie e ghiaie fini, in forma di terrazzi, posti ai lati dei letti attuali o dei tratti di alveo regimati, non interessati dalle dinamiche in atto. Tuttavia alcuni tratti di quest'unità possono essere interessate

da dinamiche alluvionali durante eventi idrometrici eccezionali. Le pianure alluvionali del passato erano molto più estese di quelle attuali a indicare la presenza, anche con tempi di ritorno molto lunghi, di eventi idrometeorici di estrema importanza che riattivavano settori molto ampi della pianura;

- Depositi alluvionali recenti: si tratta di livelli di ghiaie da medie a grossolane con lenti e sottili livelli di sabbie e/o di depositi sabbiosi posti lungo le aree interessate dalle dinamiche alluvionali attuali;

- Coltri eluvio-colluviali: si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali di materiali fini (sabbia, silt), più o meno pedogenizzati ed arricchiti della frazione organica, frammisti a sedimenti più grossolani. Sono il risultato dell'erosione olocenica dei terreni affioranti unitamente all'alterazione fisica del substrato in posto. Localmente al loro interno sono stati osservati suoli ad accumulo di carbonato di calcio in noduli, croste e lenti più o meno induriti.

Inquadramento idrologico e idrogeologico - morfologico - climatico

L'area studiata trovandosi all'esterno dell'area urbana di Assemini, è interessata superficialmente dalla presenza di terreni essenzialmente quaternari alluvionali terrazzati sovrastanti il basamento consistente di età Miocenica costituito in prevalenza da litotipi marnosi e/o marnosi arenacei. Le alluvioni superficiali possono avere spessori variabili da zona a zona tra 5.0 m e 15.0 metri e vengono rappresentate essenzialmente da materiali ghiaiosi in matrice debolmente coesiva sovrastanti un substrato sabbioso. L'area in studio, situata all'estremità meridionale della pianura Campidanese antistante al complesso umido di S. Gilla, fa parte dell'Unità Idrogeologica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu-Cixerri. La vasta area lagunare e stagnale di S. Gilla, è un elemento caratteristico dell'idrografia superficiale di questa U.I.O., in quanto come corpo idrico di transizione, rappresenta una delle più importanti aree umide protette d'Europa: è classificato come *Zona di Protezione Speciale* (ZPS) dall'Unione Europea e *Zona umida di importanza internazionale* ai sensi della Convenzione di Ramsar.

Il bacino imbrifero che alimenta il deflusso di acque dolci verso la laguna è molto ampio e abbraccia una vasta regione che comprende il bacino idrogeologico del Flumini Mannu e quello del rio Cixerri. L'unità idrogeologica principale nel settore di studio è caratterizzata dall'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano: si tratta di terreni alluvionali conglomeratici, sabbiosi, argillosi con permeabilità da medio-alta per porosità nei livelli a matrice più grossolana, a medio-bassa in corrispondenza delle coltri alluvionali antiche ben costipate o cementate. Oltre ai due fiumi principali (Flumini Mannu e Rio Cixerri per estensione del bacino), riveste un'importanza non trascurabile il Rio di Sestu, che drena le acque della parte meridionale delle colline del Parteolla e, dopo aver attraversato l'area pianeggiante tra Sestu ed Elmas, termina il suo corso nello Stagno di Santa Gilla.

Gli apporti detritici alluvionali nel territorio in esame provengono principalmente dal Flumini Mannu e dal Rio Cixerri, entrambe caratterizzati da estesi bacini idrografici. Il primo attraversa e raccoglie le acque del Campidano e va a sfociare nella laguna di S. Gilla, così come il Rio Cixerri che scorrendo in direzione ovest-est drena le acque dell'omonima valle. Altri corsi d'acqua locali, il Rio sa Nuxedda (che scorre a est dell'area di sedime), il Riu Giaccu Meloni, etc., presentano un modesto bacino idrografico. I corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio con portate generalmente limitate o nulle (piccoli corsi d'acqua) e piene violente e improvvise in occasione di precipitazioni intense che accadono con una frequenza abbastanza ravvicinata. Dal punto di vista geomorfologico il Flumini Mannu presenta nel Campidano meridionale (dall'abitato di Villasor alla foce) un alveo monocursale ad andamento rettilineo, che si sviluppa interamente in pianura.

L'asta è arginata sia in destra che in sinistra per tutta la sua lunghezza, mantenendo una larghezza stabile e uniforme della sezione di deflusso, con un profilo di fondo a bassa pendenza. La realizzazione delle arginature ha stabilizzato il tracciato planimetrico dell'alveo; al di fuori di esse il rilievo s'individuano numerose evidenze delle piene storiche su entrambe le sponde, come pure le divagazioni storiche sono testimoniate dalle numerose tracce di modellamento fluviale ancora visibili.

Particolare attenzione merita la confluenza, in sinistra di numerosi affluenti secondari: il riu Flumineddu, il riu de Giancu Meloni ed il riu Mannu di San Sperate, i quali contribuiscono in maniera significativa all'apporto idrico e solido. Il Flumini Mannu e il Cixerri, nel territorio Asseminese sono stati interessati da opere di regimazione e sono entrambi canalizzati, come i corsi d'acqua minori.

Il territorio ricade all'interno del bacino idrografico del Flumini Mannu appartenente all' Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu di Cagliari-Cixerri.

Il complesso acquifero che caratterizza il territorio, nell'ambito della U.I.O. di appartenenza, è rappresentato dall' *Unità idrogeologica delle alluvioni plio-quadernarie*: comprende depositi alluvionali, conglomeratici, arenacei, argillosi, depositi palustri, depositi antropici a permeabilità per porosità complessivamente medio-bassa nelle coltri ben costipate, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.

Nella pianura del Campidano prevalgono terreni alluvionali antichi (plio-pleistocenici) e recenti (olocenici), e subordinatamente crostoni calcarei (Pala A., Pecorini G., Porcu A., 1977- Struttura idrogeologica della soglia di Siliqua), dove sono presenti falde idriche più o meno profonde. La falda freatica riveste particolare importanza nelle alluvioni sabbioso-ciottolose più recenti delle zone di pianura, percorse dai corsi d'acqua principali, tra cui il Flumini Mannu e Cixerri.

Il complesso acquifero della zona è costituito da una successione di livelli sabbioso-ghiaiosi con intercalati strati limoso-argillosi scarsamente permeabili, che localmente danno origine a variazioni di permeabilità e livelli piezometrici differenti; per questo motivo si parla di falda multistrato.

L'alternanza di sedimenti a differente composizione granulometrica, grado d'addensamento e consistenza, tipica dei sedimenti alluvionali, determina, localmente, variazioni di permeabilità. La permeabilità è una proprietà caratteristica delle terre/rocce ed esprime l'attitudine delle stesse a lasciarsi attraversare dall'acqua. Essa quindi si manifesta con la capacità di assorbire le acque piovane e di far defluire le acque sotterranee. Poiché il terreno non è un corpo omogeneo, all'interno dello stesso variano sia le caratteristiche chimico-fisiche sia le proprietà idrogeologiche.

Vista la possibile disomogeneità sedimentologica, la permeabilità non è rappresentata da un unico valore del coefficiente “K” (in m/s) ma da un intervallo di questo.

I depositi alluvionali olocenici, recenti e attuali, incoerenti e poco costipati rispetto le alluvioni antiche (da cui spesso derivano per rimaneggiamento), sono complessivamente permeabili per porosità, ma con valori suscettibili di variazioni dovute al contenuto di matrice (da sabbiosa ad argillosa) e del grado di compattazione del deposito. Geologicamente, nell’area sensibile, affiorano terreni costituiti da sedimenti olocenici di facies fluvio-lacustre e palustre nella parte bassa, a sedimenti di facies alluvionale terrazzata localmente caratterizzati da differenti intervalli di permeabilità “K” (in m/s).

Nello specifico i terreni, in base alle caratteristiche geolitologiche, con particolare riferimento alla capacità d’assorbimento possono essere suddivisi in differenti classi di permeabilità, secondo i valori indicati nella tabella:

<u>Grado di permeabilità</u>	<u>Valore di k (m/s)</u>
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} - 10^{-5}$
basso	$10^{-5} - 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} - 10^{-9}$
impermeabile	minore di 10^{-9}

Classe 1 → permeabilità medio-alta: comprende quei terreni a buona circolazione idrica, costituiti prevalentemente da coperture alluvionali allo stato sciolto o semicoerente. La permeabilità per porosità è generalmente medio-alta [$10^{-3} \geq K \geq 10^{-5}$] nei livelli sabbioso-ciottolosi e sabbiosi, con scarsa matrice fine;

Classe 2 → permeabilità medio-bassa: vi rientrano i sedimenti alluvionali sabbiosi con un contenuto rilevante di matrice limosa/argillosa [$10^{-5} \geq K \geq 10^{-7}$]; la permeabilità è bassa nei livelli limoso-argillosi [$10^{-7} \geq K \geq 10^{-9}$].

A contorno, si rilevano:

Classe 3 → permeabilità media: depositi fluvio-lacustri – Olocene: vi appartengono i livelli di limi sabbiosi, di sabbie e/o ghiaie bioclastiche in matrice limosa, di facies fluvio-lacustre e/o lagunare, caratterizzati da permeabilità media, localmente bassa, in funzione del grado di addensamento e/o contenuto di matrice fine. Il materiale di riporto, costituito da livelli eterogenei e diversamente addensati, prevalentemente sabbioso-limosi con ciottolame, presenta una permeabilità per porosità variabile, da medio-bassa a bassa, [$10^{-2} < K < 10^{-5}$].

Classe 4 → permeabilità molto bassa: depositi palustri – Olocene: vi rientrano i depositi lagunari pelitici (limi e argille melmose), talora con sostanza organica (posidonia oceanica) e resti di molluschi marini e lagunari. Tali sedimenti, in genere moderatamente addensati, occupano il fondo dello stagno con spessori di alcuni metri; sono scarsamente permeabili o impermeabili, in funzione della componente organica ed argillosa, [$10^{-6} < K < 10^{-9}$].

Queste acque vengono in notevole quantità assorbite dai materiali alluvionali, dove passano ad alimentare la falda freatica superficiale presente con piezometrica variabile da circa 5.0/6.0m ed eventuali falde profonde. In generale, si può ammettere che le falde profonde vengono alimentate dai corsi d'acqua in prossimità delle sponde del "Graben", dove i depositi alluvionali Quaternari e Pliocenici sono prevalentemente ciottoloso-sabbiosi (*Geologia e Idrogeologia del Campidano – Pala A., Pecorini G., Porcu A., Serra S., 1982*). Nota: sulla base delle condizioni topografiche e litostratigrafiche e della relativa vicinanza con la laguna e il rio Sestu, Giaccu Meloni e Nuxedda nell'area sensibile in esame, la falda freatica superficiale, sulla base di esperienze pregresse e attuali si colloca ad una profondità variabile a partire da circa -5.0mt ÷ -6.0m dal p.c.. La falda presenta in linea generale una portata critica di circa 2.0 l/s con grado di salinità basso.

La morfologia è caratterizzata da una copertura Quaternaria continentale con giacitura circa tabulare, immersione verso N-NW con inclinazione modesta. Presenta una superficie essenzialmente piana la cui quota aumenta dolcemente da sud verso nord e da occidente verso oriente. Anche la fascia nord-occidentale presenta delle superfici pianeggianti caratterizzate da una copertura di alluvioni antiche che rivestono litologie mioceniche, periodo della trasgressione

marina. Su tali espandimenti hanno operato gli agenti del modellamento del rilievo, (acqua, vento, temperatura) e soprattutto le forze endogene, innescando i processi erosivi. Su queste incisioni (rio Sestu) sono state messe a nudo gli episodi sedimentari marnoso-arenaci e limosi sabbiosi, in affioramento ad esempio verso il rio San Giovanni direzione strada Sestu-Selargius (fuori area).

Il Clima: l'area in esame mostra caratteri orografici omogenei comuni all'arco pedemontano Cagliaritano. Questa omogeneità orografica determina possibili correlazioni con le informazioni provenienti da una grande serie di stazioni meteorologiche vicine. Per poter quindi delineare i caratteri climatici dell'area vengono analizzati e descritti i principali parametri meteorologici: temperatura, piovosità e ventosità. A tal fine in primo luogo sono stati acquisite le serie storiche dei dati pluviometrici ed anemometrici rilevati nelle stazioni meteorologiche ricadenti nel territorio in esame ed in quelle ubicate nel suo intorno. Sulla scorta dell'analisi dei dati acquisiti sono stati descritti i singoli regimi. In assenza di stazioni di rilevamento ubicate nell'area di pertinenza sono stati utilizzati i dati relativi alle principali stazioni meteo della Sardegna, con caratteri orografici e di esposizione il più possibile vicini a quelli dell'area in esame.

Per la caratterizzazione del regime pluviometrico dell'area, oltre ai dati rilevati nella stazione pluviometrica direttamente interessata, sono stati acquisiti ed analizzati i dati delle stazioni limitrofe.

Il settore in esame si trova al margine della Pianura del Campidano e ricade nella fascia climatica del tipo di clima subtropicale. La temperatura media annua può essere calcolata con una buona approssimazione attorno ai 16 gradi centigradi, con temperature superiori ai 30 gradi centigradi per almeno 60 giorni all'anno e massime che talvolta superano i 40 gradi centigradi. La massima assoluta registrata è di 42.5 gradi centigradi Le minime si attestano intorno agli 8-9 gradi centigradi e difficilmente si abbassano fino a raggiungere lo zero. Nell'inverno 1955-56 ed in quello 1956-57 sono state registrate temperature estreme di - 8,3 gradi centigradi. La pluviometria riscontrata varia dai 250 ai 750 mm/anno, con una media annua delle precipitazioni di circa 430 mm, mentre la piovosità massima giornaliera verificatasi è 107 mm nel 1971, corrispondente ad una pioggia avente una probabilità di verificarsi una volta su 50 anni. La media annua dei giorni piovosi è

compresa tra i 50 ed i 60 giorni. Le precipitazioni sono concentrate nel periodo metà autunno-inverno, mentre il periodo primavera-estate è caratterizzato da un'accentuata aridità. L'umidità relativa media è del 75%. La pressione atmosferica media annuale, ridotta al livello del mare, è compresa tra 1015.1 mb e 1014.9 mb. Il bilancio idrico secondo Thorntwaite produce un deficit idrico fra i mesi di maggio ed ottobre. I venti dominanti sono quelli provenienti dal IV quadrante (ponente e maestrale) e dal III quadrante (libeccio) I venti dominanti raggiungono spesso velocità elevate superando anche i 25 m/s. I mesi più ventosi sono generalmente quelli invernali.

Gli apporti meteorici sono distribuiti principalmente nei mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio. In particolare il mese che fa registrare le medie più alte è quello di Dicembre.

Il periodo da Febbraio a Maggio è caratterizzato da piogge primaverili, di entità non trascurabile ma complessivamente di ammontare inferiore a quelle invernali. La stagione secca comincia generalmente tra Maggio e Giugno e si protrae sovente fino al mese di Settembre e, talvolta, a quello di Ottobre. La piovosità massima totale annua verificatasi, ottenuta per interpolazioni dei dati delle stazioni circostanti, dovrebbe aggirarsi sui 900 mm/anno. Le altezze medie annue di pioggia si aggirano su valori prossimi ai 460 mm. Tali sono connessi con le piogge legate al tempo di SE che si manifesta in genere in modo dannoso, provocando le piene di livello più elevato.

Si può notare che il fattore che influenza principalmente il regime pluviometrico è costituito dall'esposizione dell'area. Nell'area in esame non sono presenti stazioni termometriche per cui i valori medi della temperatura sono stati estrapolati dalle stazioni di misura di tale parametro più vicine e con caratteri orografici più simili a quelli in oggetto.

La stazione termometrica più vicina con una serie storica sufficiente e con caratteri di altimetria simili è rappresentata dalla stazione del Servizio Idrografico di Cagliari.

Dall'elaborazione ed analisi dei dati acquisiti è stato desunto il regime termico dell'area. Esso è caratterizzato da valori di temperatura media diurna compresi tra i 16.5 °C ed i 17 °C.

Le temperature medie massime diurne variano tra i 22 e i 16 °C. La fascia pedemontana orientale del sistema del Sarrabus-Gerrei mostra i valori medi più alti compresi tra i 22 ed 20 °C. Il settore

sommitale del Serpeddì (1067 m s.l.m.m.) è invece caratterizzato dai valori più bassi, compresi tra i 14 ed i 16 °C, mentre la fascia di passaggio tra queste due aree mostra valori compresi tra i 16 ed 20°C. Si nota come la distribuzione dei massimi termici diurni sia dominata prevalentemente dall'altimetria e subordinatamente dalle condizioni orografiche e di esposizione.

Le temperature minime diurne, che si registrano generalmente durante la stagione invernale, ed in particolare nel mese di gennaio e più raramente in quello di febbraio, mostrano valori compresi tra i 7 ed i 13 °C. Le temperature più basse, dell'ordine di 6-8 °C, si registrano nel settore sommitale dei rilievi esterni a contorno.

Le escursioni termiche diurne sono generalmente comprese tra i 10 ed i 12 °C per tutta l'area che si sviluppa nel versante meridionale, mentre nel settore sommitale del Serpeddì le escursioni sono maggiormente legate alla ventosità. Procedendo dalla fascia pedemontana verso il Parteolla e la Marmilla i valori di escursione termica si riducono a valori compresi tra 8 e 10°C. Mediamente nell'arco di un anno si riscontrano da 8 a 14 giorni di gelo notturno. L'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale, di circa 55% di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

Dall'analisi dei singoli regimi meteorologici il territorio in esame ricade in parte in un settore della Sardegna caratterizzato dal tipo di clima sub-umido ed in parte in un settore della Sardegna caratterizzato dal tipo di clima temperato caldo. Il clima del tipo temperato caldo caratterizza la fascia basale del versante e lungo tutto il settore pedemontano e subpianeggiante che si sviluppa verso tutta la fascia costiera. Questo tipo di clima presenta temperature medie annue comprese tra i 15 ed 16,9 °C. La media del mese più freddo, generalmente gennaio, varia tra 6,5 e 9,9 °C, da tre a quattro mesi mostrano temperatura media pari o superiore a 20°C. le precipitazioni oscillano tra i 430 mm/a e gli 550 mm/a. Esso caratterizza vaste aree della Sardegna con altitudini e condizioni di

esposizione ed orografiche assai varie, dove le condizioni termo-pluviometriche garantiscono, in condizioni protette dal vento, lo sviluppo di vegetazione arborea e di diversi tipi di coltivazioni, sebbene spesso nel periodo secco, caratterizzato da elevata siccità, le colture intensive necessitano di ulteriore irrigazione di soccorso. La stazione ventometrica di Cagliari rileva un regime dei venti caratterizzato dalla predominanza di due direzioni di provenienza: quella di N-NO (maestrale) e quella di SSE (scirocco). Il maestrale è un vento che da NO raggiunge le coste occidentali della Sardegna, si incanala lungo la pianura del Campidano, che congiunge il golfo di Oristano con quello di Cagliari, e spira sulla città con intensità e frequenza notevoli durante tutto l'anno. Lo scirocco è il secondo vento più comune che in periodo prevalentemente estivo-autunnale produce importanti mareggiate lungo le coste meridionali della Sardegna.

In sintesi, l'area esaminata non risulta esposta a nessuna tipologia di rischio legata alla situazione climatica del paesaggio in cui esso si colloca; non esistono condizioni attuali in cui l'attività in oggetto possa interferire con la geologia e l'idrogeologia del settore. Da quanto su esposto si evince che l'opera da erigere non aumenta il livello di rischio idraulico poiché non comporta ostacolo al naturale deflusso dell'area del bacino imbrifero a monte dell'opera in esame.

Sistema pedologico

Nell'area esaminata, inserita in un paesaggio pianeggiante, si rilevano suoli tipici delle aree urbanizzate e della grande pianura del Campidano, costituiti da alluvioni antiche e recenti del periodo Pleistocene-Olocene, prevalentemente in forma di terrazzi, di composizione granulometrica e tessitura molto variabile. L'evoluzione di questi suoli è molto spinta sulle alluvioni antiche ben costipate e talvolta cementate, con profili A-Bt-C e A-Btg-Cg, contraddistinti da orizzonti illuviali argillici ed orizzonti screziati, riconducibili sia a condizioni di ossidazione che di idromorfia, appartenenti al sottogruppo dei Typic, Aquic Palexeralfs. Si tratta di suoli profondi a tessitura da franco-sabbiosa-argillosa in superficie sino ad argillosa in profondità, con permeabilità

da media a bassa, poiché condizionata dall'illuviazione di materiali argillosi e dalla cementazione, ecc..

I suoli derivati da alluvioni recenti, da sabbioso-ciottolose a limo-argillose presentano un'evoluzione modesta, con tessitura molto varia. Si passa da classi sabbioso-franche a franco-argillose, talvolta con caratteri "vertici" molto evidenti, nelle aree leggermente depresse. A Est dell'area sensibile, il paesaggio si presenta invece leggermente ondulato, per modesti dislivelli di quota determinati dalle forme di rilievo associate ai litotipi marnosi e arenacei del Terziario, attenuati e colmati dai depositi detritici del Quaternario, di facies alluvio-colluviale prevalente. I terreni marnosi, presentano suoli caratterizzati da un profilo del tipo A-C o A-Bw-C, da modesta evoluzione e profondità. Sono soggetti a rischi di erosione con, in alcuni casi, asportazione completa della copertura o suolo. Sulla base dell'analisi della Carta dei Suoli della Sardegna A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca; 1989 possiamo distinguere le seguenti unità pedologiche:

= Paesaggi su alluvioni, conglomerati e arenarie - Quaternario Olocenico (Unità **26**)

L'unità, presente nella pianura alluvionale del Campidano di Cagliari, interessa depositi alluvionali antichi (sedimenti di piana e di conoide). I suoli mostrano un'evoluzione spinta, con orizzonti pedologici ben sviluppati, a tessitura variabile, da franco-sabbiosa in superficie sino ad argillosa in profondità. La permeabilità è variabile, da medio-alta a scarsa; è condizionata dall'illuviazione dei materiali argillosi, dalla cementazione e dall'eccesso di scambio. A tratti sono cementati per la presenza di ferro, alluminio e silice in funzione della maggiore o minore età del suolo stesso. La destinazione d'uso, generalmente colture erbacee, è limitata da un eccesso di scheletro e dalla scarsa permeabilità, anche se nelle aree più drenate presentano buona attitudine alle colture arboree e irrigue. I suoli sviluppati sulle alluvioni antiche, appartengono prevalentemente all'ordine dei Palexeralfs.

= Paesaggi urbanizzati - Olocene (Unità **35**)

L'unità è presente nella Zona Industriale di Elmas. Si tratta di suoli di aree morfologicamente pianeggianti a modesta evoluzione, poiché interrotta dalla realizzazione d'infrastrutture. Questi

suoli, con profilo pedologico poco sviluppato di tipo A-C, sono per lo più rappresentati da orizzonti detritici alluvionali, ben costipati, poco permeabili, con discrete caratteristiche geotecniche di autosostenimento.

Vincolistica idrogeologica P.A.I Piano Assetto Idrogeologico - P.S.F.F. - IFFI

Sulla base di quanto disposto dalla normativa P.A.I per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Sardegna "Allegato E/F" (criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica di cui agli articoli 24/25 delle norme di attuazione del PAI Titolo III Cap. I), si è proceduto a verificare se nell'area è presente questo tipo di vincolo. Dall'osservazione diretta della perimetrazione Regionale delle aree a pericolosità idraulica e da frana (Hi e Rg), il cui bacino di riferimento è il Flumendosa-Campidano-Cixerri, si evince che il nostro sito, su cui dovrà essere realizzato il progetto Guida *Sa Costera B*, si trova all'esterno della perimetrazione da frana Hg0 (pericolosità assente) e all'interno della perimetrazione idraulica dettata dalla presenza del corso d'acqua Mannu, Rio Nuxedda e Giaccu Meloni.

Da un'analisi del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) relativo al bacino 07 Flumendosa Campidano-Cixerri non sono emersi per l'area esaminata rischi compatibili con i corsi d'acqua in funzione della sicurezza idraulica, se non sul confine sud (in prossimità delle cornici alluvionali) con evidenze "C ÷ A_50 anni".

Da una analisi dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Sardegna (IFFI – inventario fenomeni franosi) relativo al bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri (Assemini-Elmas) non sono emersi per l'area (comparto in progetto) esaminata, rischi compatibili con eventi franosi.

L'analisi dello stato di fatto dei luoghi relativamente al pericolo di frana, conferma la validità sostanziale dell'attuale perimetrazione delle aree previste dal P.A.I., ovvero l'assenza di pericolosità per l'area in esame.