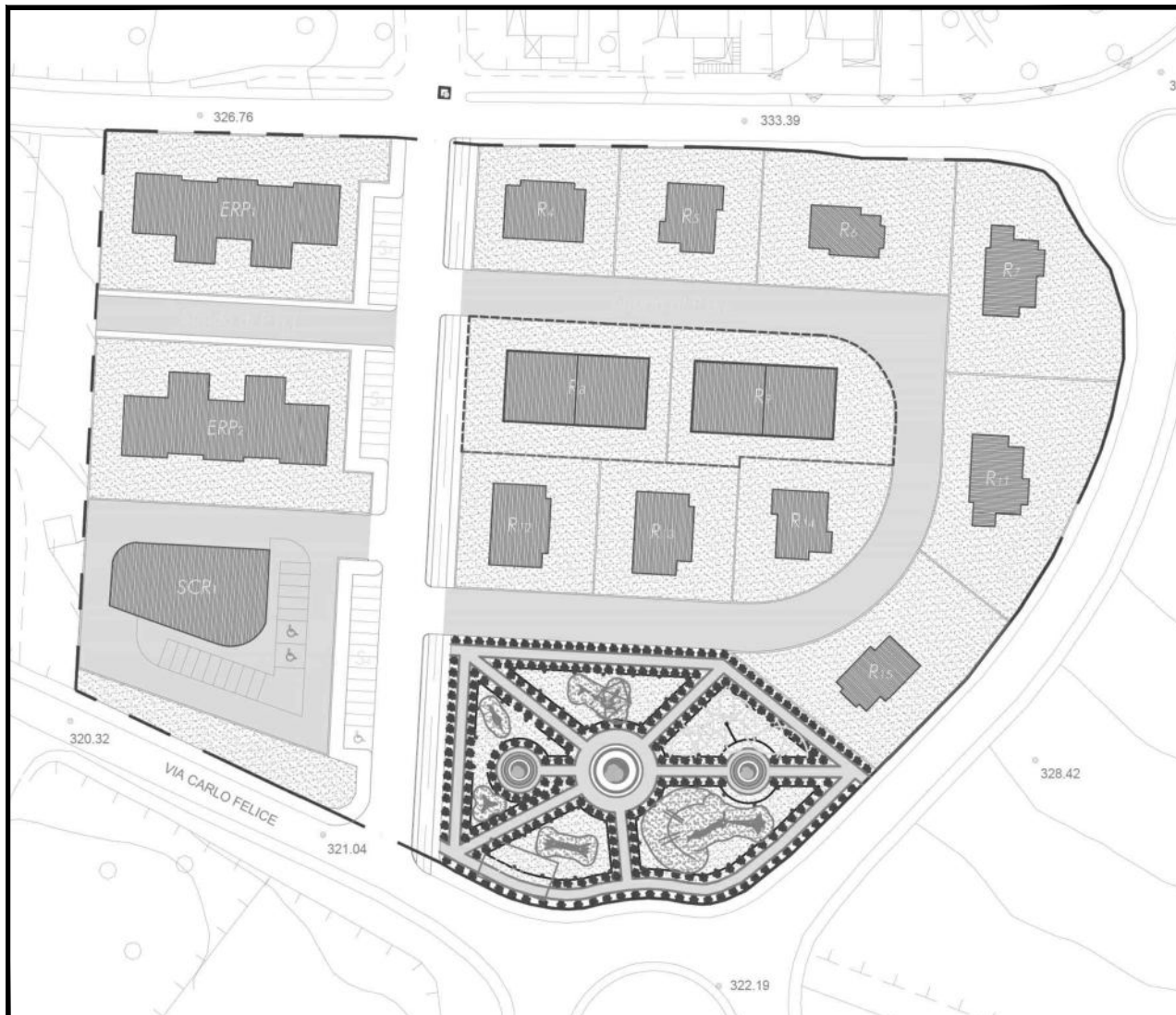


VARIANTE URBANISTICA NEL P.d.L. COMPARTO C.3.b.2 SERRA SECCA - VIA CARLO FELICE LOTTI 8, 9.

COMUNE DI SASSARI

PROVINCIA DI SASSARI



Il Committente : C.E.A. s.r.l.

Via Carbonazzi N.12 - Sassari 07100
Mail : ceasrl@gmail.com
Tel : 079 277778
Fax : 079 277794

Il Progettista : Arch. Giovanni ANGIUS

Via Luna e Sole N.96A - Sassari 07100
Mail : g.angius192@gmail.com
Cell : 392 71 38 793

DATA

OTTOBRE 2024

Preliminare

Definitivo

Esecutivo

Variante

Architettonico

Strutturale

Impianti

Archivio

REVISIONI

SCALA

VARIE

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1. ELENCO GRAFICI ALLEGATI	I
2. PREMESSA	2
3. RELAZIONE GEOLOGICA	3
3.1 PREMESSA	3
3.2 QUADRO GEOLOGICO GENERALE	4
3.3 QUADRO LITOSTRATIGRAFICO	5
3.3.1 <i>Geologia dell'area d'intervento</i>	8
3.4 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	9
3.5 INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI_ PUC SASSARI	10
3.6 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI	12
3.6.1 <i>Circolazione idrica superficiale.</i>	12
3.6.2 <i>Circolazione idrica sotterranea</i>	12
3.7 FATTIBILITÀ GEOLOGICA	13
4. MODELLO GEOTECNICO GENERALE	15
4.1 OPERE D'ARTE IN PROGETTO	15
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLE LITOLOGIE	16
4.3 VERIFICA DI STABILITÀ	21
4.4 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO.	21
5. CONCLUSIONI	23

1. ELENCO GRAFICI ALLEGATI

Cod	Titolo	Scala
TAV. 19	Carta geologico-geomorfologica e Sezione geologica	Varie

2. PREMESSA

Su incarico della società Impresa C.E.A. s.r.l. è stato eseguito il presente studio geologico relativo al progetto per il “Piano di lottizzazione comparto C.3.b2 Serra Secca Via Carlo Felice”, proposto dalla società nel Comune di Sassari. L'area dove è previsto il progetto di lottizzazione è ubicata nella periferia sud-orientale del centro abitato, in un lotto contraddistinto in Catasto Terreni al *Fg 129 Mapp.le 396*.

Nel Piano Urbanistico Comunale l'area di progetto rientra nella sottozona C3b.2, per le quali è prevista la possibilità di ricevere volumetria nell'ambito del meccanismo della perequazione edilizia. L'indice territoriale previsto per l'area in oggetto è di 0,52 mc/mq. Il progetto prevede la realizzazione di residenze, articolate su più livelli con un numero massimo di due piani fuori terra, e varie zone destinate a standard urbanistici.

Lo scopo del lavoro, in armonia con le normative vigenti in materia (D.M. 11.03.1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*") è quello di illustrare e descrivere i lineamenti geologici e geotecnici generali dell'area, al fine dell'accertamento della fattibilità del progetto da un punto di vista delle caratteristiche geologiche. La verifica di fattibilità geologica del progetto ha interessato l'area d'influenza degli interventi previsti ed è stata estesa anche alle aree limitrofe, per una migliore comprensione dei caratteri fisici della zona.

In particolare sono state esaminate ed analizzate le caratteristiche topografiche e geomorfologiche della zona, con indicazione della loro tendenza evolutiva, i caratteri litostratigrafici e strutturali, i caratteri delle acque superficiali e sotterranee, lo schema idrogeologico e le caratteristiche geotecniche dei terreni, in modo da poter accertare le condizioni di stabilità d'insieme dell'area e verificare possibili alterazioni relativamente dell'assetto geologico-geotecnico collegate alle nuove previsioni di uso del territorio.

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 Premessa

L'area oggetto di studio si trova a Sud-Est del centro abitato di Sassari, in un settore compreso tra le vie Carlo Felice a Nord e Milano a Sud, limitato in direzione est dalla nuova strada di collegamento tra la S.S. 127 Sassari-Osilo e la via Milano; si tratta di un'area con debole pendenza, intorno all'8%, verso SW e quote comprese tra m. 333 e m. 322 s.l.m..



Figura 1: Corografia con ubicazione dell'area d'intervento.

I riferimenti cartografici e geologici utilizzati sono i seguenti:

- Foglio n°459, sezione II, "Ossi" della Carta Topografica d'Italia IGM del 1995, alla scala 1:25.000.
- Sezioni 459080 "Laghi Bunnari", della Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000.

- Carta Geologica della Sardegna in scala 1:250.000, a cura del Servizio Geologico Nazionale e delle Università degli Studi di Sassari, Cagliari e Siena.



Figura 2: Foto aerea con indicazione dell'area di lottizzazione.

3.2 Quadro geologico generale

L'area in esame è ubicata nella parte settentrionale della Fossa Sarda, l'importante struttura regionale associata a varie ingressioni marine che hanno portato alla formazione di importanti coltri sedimentarie e vulcano sedimentarie. I sedimenti correlati a questa fase tettonica comprendono due cicli sedimentari principali. Il primo ciclo ha un'età che va dal Burdigaliano superiore al Langhiano e comprende sabbie alla base, seguite da calcari litorali e ancora da marne di ambiente marino più profondo. Tale sequenza poggia con contatto trasgressivo sulle vulcaniti sottostanti ed è interrotta superiormente da una superficie di erosione. Il secondo ciclo sedimentario che arriva fino al Tortonian-Messiniano, inizia anch'esso con sabbie di ambiente fluvio-marino e prosegue con calcari bioclastici di piattaforma interna.

Nell'ambito di tale quadro geodinamico si inseriscono le formazioni geologiche presenti nel territorio studiato, le loro giaciture e la loro strutturazione, così come descritto nel successivo paragrafo; l'area è occupata interamente dai terreni sedimentari marini miocenici, coperti discontinuamente dalle coperture quaternarie recenti e attuali.

3.3 Quadro litostratigrafico

E' stato realizzato il rilevamento geologico per il riconoscimento della successione litostratigrafica e delle sue geometrie, sono stati ricostruiti i principali lineamenti strutturali e idrogeologici generali ma l'analisi ha approfondito in maniera particolare l'aspetto geomorfologico allo scopo di individuare i fenomeni di instabilità in atto e potenziali.

Di seguito verranno schematicamente descritte, dalle più antiche alle più recenti, le principali formazioni geologiche presenti nell'area e riportate nella **Carta Geologico-Geomorfologica** (Tav. 19) allegata, facendo riferimento alla successione stratigrafica codificata dalla RAS nell'ambito delle "Linee guida per l'adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al PPR e al PAI":

Successione sedimentaria oligo-miocenica

Le litologie appartenenti a tale successione sono da ricollegare all'ingressione marina che ha accompagnato alla seconda fase di rifting legata alla rotazione del Blocco Sardo – Corso, durante la quale si ebbe la sedimentazione di una importante sequenza calcareo-marnosa.

FORMAZIONE DI BORUTTA (CA1_005)

Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi localmente in alternanze ritmiche (**Langhiano**).

FORMAZIONE DI MONTE SANTO (CA1_003)

Costituita da calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali e da calcareniti. (**Serravalliano - ?Tortoniano**).

Depositi quaternari dell'area continentale

I depositi attuali sono rappresentati dai depositi alluvionali che occupano i compluvi e i fondovalle, dai depositi eluvio-colluviali disposti prevalentemente nelle aree pianeggianti alla base dei versanti e dai detriti di versante.

DEPOSITI ALLUVIONALI. Sabbie con subordinati limi e argille. Ambiente continentale (Olocene).

DEPOSITI DI VERSANTE. Detriti con clasti e massi (Olocene).

DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI. Si tratta di detriti immersi in matrice fine, con intercalazioni di suoli più o meno evoluti (Olocene).

La successione sedimentaria oligo-miocenica in quest'area è rappresentata da termini depositati in ambiente marino: i più antichi sono quelli marnoso-calcarei della Formazione di Borutta; si tratta di potenti spessori di depositi riconducibili ad ambienti di sedimentazione ad alta energia e mare basso, come testimonia la stratificazione incrociata. Queste formazioni sedimentarie mostrano una marcata stratificazione con spessori degli strati variabili e giacitura sub orizzontale o con debole inclinazione verso i quadranti meridionali (**Foto 1**).

La formazione calcarea di Monte Santo forma la parte sommitale dei versanti, generando gli altopiani che morfologicamente caratterizzano queste successioni sedimentarie mioceniche; si presenta in bancate massive, con giacitura suborizzontale o leggermente inclinata verso Nord di 5-7° e giunti di stratificazione poco marcati, con diaclasi subverticali di modesta frequenza e densità (**Foto 2**).

Le coperture detritiche ricoprono i versanti in maniera discontinua: i detriti di versante sono prevalentemente accumulati al di sotto delle ripide scarpate rocciose e, immersi nella matrice sottile, sono presenti anche i blocchi derivanti dal disfacimento delle scarpate soprastanti, mentre i depositi eluvio-colluviali si accumulano dove le pendenze sono basse. I depositi alluvionali attuali sono rappresentati dai limi, sabbie ed argille affioranti lungo gli alvei principali e nei compluvi, in giacitura orizzontale e con spessori limitati.



Foto 1: Stratificazione nella Formazione di Borutta.



Foto 2: Calcari bioclastici della Formazione di M. Santo

3.3.1 Geologia dell'area d'intervento

In tutta l'area sulla quale si sviluppa il piano di lottizzazione affiorano i suoli superficiali (**Foto 3 e 4**); questi hanno spessori esigui e a tratti il substrato roccioso, formato dalle litologie calcaree della Formazione Monte Santo, è affiorante.



Foto 3 e 4: Due vedute dell'area di intervento.

3.4 Lineamenti geomorfologici

L'area è ubicata nell'altopiano formato dalle litologie calcaree mioceniche in un'area con debole pendenza, misurata intorno all'8%, verso SSW e quote comprese tra m. 333 e m. 322 s.l.m.. La morfologia generale dell'area, per lo più pianeggiante, è influenzata dall'assetto stratigrafico: la successione calcareo-marnosa miocenica, caratterizzata dall'alternanza di litologie calcaree, calcarenitiche e marnose, con giacitura orizzontale prevalente, genera una morfologia tabulare.

La sommità dei versanti è formata dalle bancate più resistenti all'erosione, costituite in questo caso da calcari compatti e calcareniti, che formano rotture di pendio con pareti sub-verticali; la differenza di natura litologica determina differenti velocità di erosione tra le bancate calcaree (sia quelle della formazione di Monte Santo che quelle interne alla Formazione di Borutta), che si presentano molto compatte e ben cementate, ed i livelli più marnosi, che si alterano e si disgregano più facilmente; il contatto fra i due tipi litoidi, calcarei e marnosi, si manifesta spesso con nicchie, ripari sotto roccia o grotte. L'evoluzione di questo fenomeno, interagendo col sistema di fratturazione, crea le condizioni per i crolli di blocchi rocciosi per scalzamento della base di appoggio.

Nei versanti così strutturati le potenziali instabilità sono rappresentate prevalentemente da fenomeni di crollo di blocchi litoidi dalla scarpate rocciose, che vengono quindi individuate come aree di distacco dei blocchi:

Sono questi i fenomeni di dissesto per i quali i versanti della vallata del Rio Bunnari, che si sviluppa a SW dell'area di studio, sono classificati come aree a pericolo di frana da medio (Hg2) a molto elevato (Hg4) dal "Piano per l'Assetto Idrogeologico" in vigore (**Fig. 3**); le stesse aree non risultano invece tra quelle censite dal progetto IFFI. Le aree di pericolosità individuate dal PAI vigente quindi risultano comprensive degli elementi geomorfologici predisponenti a franosità presenti nelle aree limitrofe all'area di progetto.

Questa è ubicata nell'altopiano, distante dai versanti potenzialmente franosi della vallata, presenta pendenze modeste (**Foto 5**) e coperture esigue su un substrato compatto e subaffiorante, come ricostruito nella **Sezione Geologica** della Tavola 19.



Foto 5: Vista aerea dell'area di intervento.

3.5 Instabilità potenziale dei versanti_ PUC Sassari

Quanto emerge dall'analisi geomorfologica viene confermato dal recente “Studio di compatibilità geologica e geotecnica” elaborato, ai sensi dell'art. 8, comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I., nell'ambito della redazione del PUC del territorio comunale di Sassari.

La sintesi del processo di overlay mapping necessario a definire la classe di instabilità potenziale del versante, relativa all'area su cui si sviluppa il piano di lottizzazione, classifica il sito in classe di instabilità potenziale **limitata (2)**.



Figura 3: Rappresentazione aerofotogrammetrica con l'ubicazione dell'area di progetto e delle aree di pericolosità da frana individuate dal PAI.

3.6 *Lineamenti idrogeologici*

3.6.1 *Circolazione idrica superficiale.*

L'idrografia superficiale del territorio in studio è caratterizzata da un regime pluviale, cioè variabile e condizionato dalle precipitazioni atmosferiche. Il corso d'acqua principale è rappresentato dal Rio Bunnari, affluente del Rio Mascari, che scorre verso SW incidendo una vallata dai ripidi versanti. Il reticolo idrografico superficiale secondario, è riconducibile ad un sistema di compluvi che, esclusivamente durante i periodi piovosi, convogliano le acque meteoriche di ruscellamento verso il fondovalle principale, alimentando il corso d'acqua.

L'area di progetto è ubicata nell'altopiano, quindi in una zona di alto morfologico priva di incisioni significative; le acque di ruscellamento superficiale seguono la debole pendenza del terreno, senza formare un reticolo fluviale organizzato.

L'area non è inserita all'interno di aree considerate a rischio idraulico dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

3.6.2 *Circolazione idrica sotterranea*

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea le unità idrogeologiche sono state distinte a seconda del *tipo di permeabilità* (fessurazione o porosità) e del *grado di permeabilità relativa* (impermeabile, basso, medio e alto).

I complessi idrogeologici individuati sono di due tipi: quello della formazione marnoso-calcarenitica, che presenta un tipo di permeabilità per porosità di grado basso fino all'impermeabilità, e quello delle litologie calcaree che presentano un tipo di permeabilità per fessurazione e carsismo con un grado di permeabilità medio.

L'assetto idrogeologico sotterraneo è quindi legato alla natura ed alla strutturazione delle litologie presenti. Nelle bancate calcaree, il tipo di permeabilità dell'ammasso roccioso è essenzialmente di tipo secondario, per fratturazione e carsismo, con *grado di permeabilità medio* e *coefficiente di permeabilità* $10^{-2} > K > 10^{-4}$ m/s.

In queste litologie l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo avviene quindi principalmente lungo il reticolo di fratturazione della roccia, all'interno del quale le acque, attraverso un processo chimico-fisico di alterazione, producono un'azione di dissoluzione del carbonato di calcio, con conseguente allargamento delle fratture e creazione di cavità. Si genera così un regime idrologico di tipo carsico, in cui la circolazione idrica è fortemente influenzata dalla strutturazione dell'ammasso roccioso, ed il valore dei parametri idrodinamici è funzione dei vuoti a disposizione.

La formazione marnoso-calcareonica presenta invece un tipo di permeabilità misto, con una porosità primaria di grado **medio-basso** e una permeabilità per fessurazione di grado sempre **medio-basso**. Tuttavia il grado di permeabilità è funzione della presenza dei minerali argillosi che si producono a seguito dell'alterazione meteorica soprattutto nei livelli marnosi; in caso di alterazione molto spinta si può arrivare anche all'**impermeabilità**. A tali livelli si può, pertanto, attribuire un grado di permeabilità basso con *coefficiente di permeabilità* $10^{-4} > K > 10^{-9}$ m/s.

Risorgive idriche

Le uniche presenti sono sorgenti del tipo per limite di permeabilità definito, legato cioè al contatto stratigrafico tra litologie permeabili e altre sottostanti a permeabilità più bassa.

Non si hanno dati sul livello freatico della falda presente in queste litologie che è in ogni caso ad una profondità tale da non interferire con le opere previste dalla nuova pianificazione.

3.7 Fattibilità geologica

L'analisi geologica ha permesso di ricostruire un modello semplice dell'area sulla quale si sviluppa il piano di lottizzazione: il substrato roccioso è subaffiorante sotto un esiguo livello di suoli superficiali; i tipi litoidi sono rappresentati dalla facies calcarea della Formazione Monte Santo, poggiata con contatto stratigrafico sulla potente successione marnoso-calcareonica della Formazione di Borutta. Entrambe le formazioni presentano una giacitura suborizzontale, giunti di stratificazione poco marcati e diaclasi subverticali di modesta frequenza e densità. Nell'area interessata dal progetto e nelle aree limitrofe non è

presente alcun fenomeno di dissesto; la stessa inoltre non è inserita tra le aree a pericolo di frana individuate dal PAI vigente, né in quelle del progetto IFFI. Non si individuano dunque criticità di tipo geologico relative alle nuove previsioni d'uso del territorio.

4. MODELLO GEOTECNICO GENERALE

Sulla base di quanto previsto dal DM 11/03/88 e dal D.M. 14/01/2008 la “*fattibilità geotecnica di opere su grandi aree*” deve essere volta a stabilire le caratteristiche geologico-geomorfologiche, la posizione e le caratteristiche delle eventuali falde idriche, l’eventuale esistenza di cavità naturali o artificiali nel sottosuolo, le condizioni di stabilità dei pendii e i fenomeni di subsidenza, le proprietà fisico-meccaniche dei principali tipi di terreni.

Nei paragrafi precedenti sono state trattate le tematiche necessarie a definire la fattibilità geologica; qui verranno descritte le proprietà fisico-meccaniche dei principali tipi di terreni presenti nell’area interessata dal progetto.

Premesso che per la progettazione delle singole opere valgono le norme specifiche, e che per ognuna di esse deve essere eseguito uno studio geotecnico mirato e di dettaglio, occorre comunque verificare la fattibilità geotecnica dell’area di lottizzazione, allo scopo di fornire gli elementi per una definizione di massima della risposta del substrato geologico ai possibili interventi del piano.

4.1 *Opere d’arte in progetto*

Nel Piano Urbanistico Comunale l’area di progetto rientra nella sottozona C3b.2, per le quali è prevista la possibilità di ricevere volumetria nell’ambito del meccanismo della perequazione edilizia. L’indice territoriale previsto per l’area in oggetto è di 0,52 mc/mq.

La figura 4 illustra lo stralcio dello strumento urbanistico in vigore, con in evidenza il comparto in esame; l’area è situata nella porzione orientale della città, in un settore compreso tra le vie Carlo Felice a Nord e Milano a Sud, limitato in direzione est dalla nuova strada di collegamento tra la S.S. 127 Sassari-Osilo e la via Milano. Allo stato attuale l’area si presenta non edificata e incolta.

Il progetto propone un piano di lottizzazione che comprende una zona destinata alla realizzazione di residenze, varie zone destinate a standard e le opere di urbanizzazione primaria e secondaria. La tipologia edilizia prevede fabbricati su più livelli con un numero massimo di due piani fuori terra.

Sono quindi previsti scavi di dimensioni modeste sia per la realizzazione delle residenze che per la realizzazione delle opere di urbanizzazione.

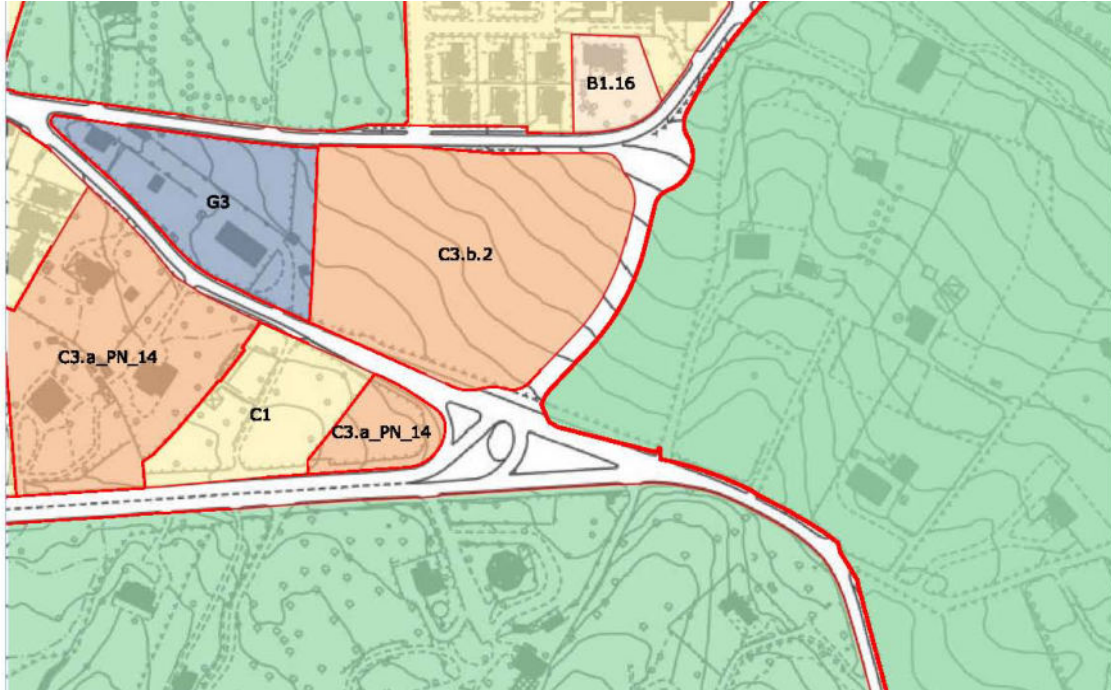


Figura 4: Stralcio del PUC vigente

4.2 Caratterizzazione geotecnica delle litologie

Si è fatto riferimento al rilevamento geologico-strutturale di affioramenti rocciosi in aree limitrofe che ha permesso di determinare i valori dei parametri geomeccanici delle litologie calcaree.

La caratterizzazione delle proprietà meccaniche e strutturali dell'ammasso roccioso permette di definire la resistenza al taglio (in termini di φ' e c') dell'ammasso assegnando un valore numerico alle sue caratteristiche geologiche.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata fatta utilizzando il metodo di Hoek e Brown, per l'elaborazione del quale è stato utilizzato il programma RocLab (Rocscience Inc.). Tale metodo utilizza alcuni parametri dipendenti dalla litologia (**mi**) e dai fattori di disturbo di origine antropica (**D**), ricavabili da tabelle o range di valori proposti dallo

stesso autore; i parametri determinati a seguito del rilievo geostrutturale sull'affioramento roccioso sono i seguenti:

- σ_{ci} = Resistenza a compressione uniassiale (MPa)
- **GSI** = Geological Strength Index (indice geologico derivante dai caratteri strutturali dell'ammasso)

La **Resistenza a compressione uniassiale** dell'ammasso roccioso è stata ricavata da prove di Point Load Test su campioni di roccia.

Sono stati misurati sperimentalmente i valori di I_s (= Indice di Franklin). Questi ultimi sono stati ottenuti tramite la formula:

$$I_s = P/D^2 \text{ [Kg/cm}^2 \text{]}$$

dove:

P = carico di rottura concentrato

D = distanza tra le punte coniche della pressa

L'indice di Franklin I_s è stato quindi "normalizzato", per tener conto dell'effetto dimensione, riferendolo ad uno spezzone unitario di lunghezza 50 mm, secondo la formula:

$$I_s(50) = I_s \times (5/D)^{-0.6}$$

L'indice di resistenza $I_s(50)$ viene correlato alla resistenza alla compressione uniassiale C_0 mediante la relazione:

$$\sigma_{ci} = K I_s$$

dove K è un coefficiente moltiplicativo per il quale l'ISRM consiglia il valore 24, ma nella pratica si è evidenziato come tale valore non è univoco ma largamente variabile. Palmström suggerisce di variare K in funzione di I_s secondo lo schema seguente:

I_s (MPa)	I_s (Kg/cm²)	K
1.8 – 3,5	18.3 – 35.6	14
3,5 – 6,0	35.6 – 61.2	16
6,0 – 10	61.2 – 101.2	20
> 10	> 101.2	25

CALCARI**POINT LOAD TEST**

Località: Sassari Cantiere:

Sondaggio:

Campione: C1 e C2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Calcere bioclastico bianco.

<i>Numero prove</i>	<i>D = distanza tra le punte (cm.)</i>	<i>Lettura manometro (bar)</i>	<i>P = Carico di rottura concentrato (Kg)</i>	<i>Is = Indice di Franklin</i>	<i>Is (50) = Indice normalizzato</i>	<i>Modalità di rottura</i>
1	8.0	220	1360	21.3	28.2	Normale T
2	7.8	240	1490	24.5	32.0	Normale T
3	8.0	240	1490	23.0	30.5	Normale T
4	4.2	140	840	47.62	42.89	Normale T
5	3.7	160	985	71.95	60.06	Normale T
6	5.6	190	1160	36.99	39.59	Normale T

I valori di I_s del calcare campionato sono compresi tra circa 28 e 60 Kg/cm^2 (con valore medio di 39) quindi il valore di K da utilizzare è 16.

Si ottiene quindi un valore di σ_{ci} :

$$\sigma_{ci} = 624 \text{ Kg/cm}^2 = 61.2 \text{ MPa}$$

Il **GSI** può essere stimato speditivamente valutando le caratteristiche strutturali della roccia e la qualità delle superfici di discontinuità esposte, così come proposto da Hoek & Marinos, tramite l'abaco presente nel software.

Pick GSI Value		SURFACE CONDITIONS				
Rock Type: <input type="text" value="General"/>		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection: <input type="text" value="50"/> <input type="button" value="OK"/>						
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

Sulla base del rilevamento geologico-strutturale degli affioramenti rocciosi calcarei il valore del GSI è risultato:

$$\text{GSI} = (\ln s \cdot 9) + 100 = 44.05$$

Ricavati i valori della Resistenza a compressione uniassiale ($\sigma_{ci} = 61.2$ MPa) e quello del parametro di GSI (**44.05**), sono stati utilizzati il parametro **mi**, relativo alla litologia e ricavabile dalla tabella dello stesso autore che propone per i calcari un valore di **10**, e il parametro **D**, relativo ai fattori di disturbo antropico.

I valori dei parametri relativi all'ammasso roccioso (**calcari**) utilizzati per l'elaborazione e i parametri di resistenza che da essa sono derivati vengono sotto riportati:

Classificazione Hoek-Brown

$\sigma_{ci} =$	61.2 MPa
GSI	44.05
mi	10
D	0

Criterio Hoek-Brown

mb =	1.353	(da RMi) 1.368
s =	0,002	(da RMi) 0,0019
a =	0.509	

Adattamento Mohr-Coulomb

$\varphi' =$	28.75 °
$c' =$	2.768 MPa

A tale litologia si è attribuito un peso di volume γ di **2300** Kg/m³

4.3 Verifica di stabilità

Trattandosi di un'area con modeste pendenze, inferiori al 10%, formato da litologie calcaree strutturate in giaciture suborizzontali è stata omessa la verifica di stabilità: le caratteristiche geotecniche delle litologie che costituiscono il sito associate ad una giacitura suborizzontale e a morfologie subpianeggianti garantiscono sulla stabilità generale dell'area e non si individuano elementi che possano portare a variazioni tra le condizioni ex-ante e ex-post.

4.4 Pericolosità sismica del sito.

L'intero territorio nazionale, così come stabilito nell'Ordinanza del PCM n.3519/2006, è suddiviso in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

La Sardegna, e quindi più specificatamente il Comune di Sassari, è inserita nella ZONA 4 di classificazione sismica; si tratta della zona meno pericolosa dal punto di vista sismico, caratterizzata da un valore di accelerazione massima del suolo $a_g < 0,05g$.

Le azioni di progetto, ai sensi delle NCT 2008, ricavate dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali sono definite per il sito specifico in funzione dei valori riportati nella Tabella 2 dell'allegato B:

TABELLA 2: Valori di a_g , F_0 , T_C^1 per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1	a_g	F_0	T_C^1
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Categoria del sottosuolo.

Per individuare la categoria di sottosuolo, necessaria ai fini della definizione dell'azione sismica locale, si è fatto riferimento all'approccio semplificato basato sulla individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come riportato nelle Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III delle NCT 2008.

Secondo quanto riportato in tali tabelle il sito di progetto può essere inquadrato nella seguente categoria:

- **categoria A** che risulta rappresentativa di contesti caratterizzati da: "*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m."

Condizioni topografiche

Il contesto morfologico generale è contraddistinto da un versante con pendenze inferiori al 10 %.

Tali caratteristiche topografiche permettono di inserire l'area nella classe **T1 – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.**

5. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è relativa al progetto del “Piano di lottizzazione comparto C.3.b2 Serra Secca – Via Carlo Felice”, nel Comune di Sassari. Lo studio aveva l'obiettivo di verificare le possibili trasformazioni e gli effetti che la realizzazione degli interventi della nuova previsione urbanistica possono portare al territorio anche in relazione ad eventuali livelli di pericolosità individuati.

L'analisi ha permesso di ricostruire il modello geologico dell'area sulla quale si sviluppa il piano di lottizzazione: il substrato roccioso è subaffiorante sotto un esiguo livello di suoli superficiali; il tipo litoidi sono rappresentati dalla facies calcarea della Formazione Monte Santo, poggiata con contatto stratigrafico sulla potente successione marnoso-calcarea della Formazione di Borutta. Entrambe le formazioni presentano una giacitura suborizzontale, giunti di stratificazione poco marcati e diaclasi subverticali di modesta frequenza e densità. Nell'area interessata dal progetto e nelle aree limitrofe non è presente alcun fenomeno di dissesto; la stessa inoltre non è inserita tra le aree a pericolo di frana individuate dal PAI vigente, né in quelle del progetto IFFI. Non si individuano dunque criticità di tipo geologico relative alle nuove previsioni d'uso del territorio

Il progetto propone un piano di lottizzazione che comprende una zona destinata alla realizzazione di residenze e varie zone destinate a standard, con opere di urbanizzazione primaria e secondaria. La tipologia edilizia prevede fabbricati su più livelli con un numero massimo di due piani fuori terra. Sono previsti scavi di dimensioni modeste sia per la realizzazione delle residenze che per la realizzazione delle opere di urbanizzazione.

E' stata verificata la fattibilità geotecnica dell'area di lottizzazione, tramite la ricostruzione stratigrafica e l'attribuzione dei parametri geotecnici alle litologie individuate, allo scopo di fornire gli elementi per una definizione di massima della risposta del substrato geologico ai possibili interventi del piano. Le litologie interessate dagli scavi sono rappresentate da formazioni litoidi con buone caratteristiche geotecniche. Va tuttavia precisato che per la progettazione delle singole opere valgono le norme

specifiche, e che per ognuna di esse deve essere eseguito uno studio geotecnico mirato e di dettaglio

In conclusione a seguito dell'analisi geologica e di quella geotecnica di massima gli interventi relativi alle nuove previsioni urbanistiche non modificano le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli. Più in particolare, nell'area studiata non si individuano problematiche legate alla franosità, né si individuano elementi che possano portare a variazioni tra le condizioni ex-ante e ex-post nelle condizioni di stabilità verificate.

Sassari, Ottobre 2016

Dott. Geol.

Donatella Giannoni