



IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "UNALI" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

OPERA DI PUBBLICA UTILITA'
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II

CUSTOMER
Committente

BAIONA SUN²

ADDRESS
Indirizzo

20124 MILANO - VIA G.B. PIRELLI, 27
T. +390292875126

DESIGNERS TEAM
Gruppo di progettazione

SUPERVISION
Coordinamento

FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
T. +390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO

CONSULTANTS
Consulenti

AMBIENTALE: Dott.ssa MARZIA FIORONI

Via C.Battisti, 44 23100 Sondrio (SO) - +39 0342 050347 - mfiaroni@alp-en.it

GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA: Dott. Geol. FAUSTO PANI

Via Castelli, 2 09122 Cagliari (CA) - +39 070 272011 - fausto.pani@gmail.com

AGRONOMIA: Dott. Agr. GIUSEPPE PUGGIONI

Via Don Minzoni, 3 07047 Thiesi (SS) - +39 348 6621842 - puggioni@gmail.com

ARCHEOLOGIA: Dr. FABRIZIO DELUSSU

Via Depretis, 7 08022 Dorgali (NU) - + 39 3475012131 - archeologofabriziodelussu@gmail.com

ACUSTICA: Ing. CARLO FODDIS

Via Rossini, 81 09044 Quartucciu (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadssystem.net

FAUNA: Dr. Nat. MAURIZIO MEDDA

Via Tiepolo, 16 09121 Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it

FLORA: Agr. Dott. Nat. FABIO SCHIRRU

+39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Ottobre 2023	PRIMA EMISSIONE	Dott. Geol. F. Pani	Dott. Geol. F. Pani	Dott. Geol. F. Pani
01					
02					
03					
04					

DRAWING - Elaborato

TITLE
Titolo

Relazione Geologica

DRAWING DETAILS - Dettagli di disegno

GENERAL SCALE
Scala generale

DETAIL SCALE
Scala particolari

-

-

ARCHIVE - Archivio

FILE

DTG_071

PLOT STYLE

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODING - Codifica

PROJECT LEVEL
Fase progettuale

DEFINITIVO

CATEGORY
Categoria

DTG

PROGRESSIVE
Progressivo

0 7 1 00

REVISION
Revisione

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
2	RIFERIMENTI PER LA PROGETTAZIONE	5
2.1	LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	CONTENUTI DEL LAVORO	8
2.2.1	BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO	8
2.2.1.1	FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE	8
2.2.1.2	FONTI MORFODIGITALI	8
2.2.1.3	FONTI CARTOGRAFICHE TEMATICHE	8
2.2.1.4	BASI ICONOGRAFICHE.....	8
2.2.1.5	BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE.....	9
2.2.1.6	PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE	9
2.2.1.7	STUDI GENERALI E DI SETTORE.....	10
3	LA STRUTTURA GEOLOGICA E TETTONICA	11
3.1	CARATTERI GEOLOGICI DEL SETTORE INTERESSATO DAL PROGETTO.....	14
3.2	STRATIGRAFIA DELL'AREA	15
3.2.1	Il Permo-Trias.....	15
3.2.2	La piattaforma carbonatica mesozoica	15
3.2.3	La successione del Cretaceo inferiore	16
3.2.4	Il Cretaceo superiore	17
3.2.4.1	Formazione di Punta Cristallo (IST)	18
3.2.4.2	Formazione di Grascioleddu (GXL).....	18
3.2.4.3	Formazione di Capo Caccia (POC).....	19
3.2.4.4	Formazione di Brunestica (BNT).....	19
3.2.4.5	Unità di Candelazzos (CZS).....	20
3.2.4.6	Piroclastiti di Monte San Pietro (UMP)	21
3.2.4.7	Piroclastiti di Monte Miale Ispina (UMM)	21
3.2.5	Depositi sedimentari Cenozoici.....	22
3.2.5.1	Subsistema di Portoscuso (PVM2b).....	23

3.2.6	Il Quaternario.....	23
3.3	MODELLO GEOLOGICO GENERALE	24
3.4	MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	25
3.5	LA TETTONICA GENERALE.....	26
3.5.1	IL SISTEMA DELLE STRUTTURE TETTONICHE DI IMPORTANZA LOCALE	27
3.5.1.1	TETTONICA CENOZOICA: FASE POST-CRETACICO SUPERIORE E PRE-IGNIMBRITI.....	28
3.5.1.2	TETTONICA CENOZOICA: FASE OLIGO-AQUITANIANA	29
3.5.1.3	TETTONICA CENOZOICA: FASE DISTENSIVA DEL BURDIGALIANO	29
3.5.1.4	TETTONICA CENOZOICA: FASE DEL SERRAVALLIANO	30
3.5.1.5	TETTONICA CENOZOICA: FASE DEL PLIOCENE.....	30
3.6	GEOMORFOLOGIA: FORME E PROCESSI	32
3.6.1	Principali elementi geomorfologici	32
3.6.1.1	Forme dovute al deflusso delle acque superficiali	32
3.6.1.2	Forme e processi di versante	33
3.6.1.3	Forme strutturali.....	33
3.6.1.4	Forme antropiche.....	34
3.6.1.5	Superfici di spianamento.....	34
3.7	IDROGEOLOGIA.....	35
3.7.1	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	35
3.8	CARATTERI IDRAULICI DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE.....	35
3.8.1	CARATTERI IDRAULICI.....	37
3.8.2	GLI ACQUIFERI	38
3.8.3	UNITÀ IDROGEOLOGICA DELLA NURRA SETTENTRIONALE	39
3.8.4	UNITÀ IDROGEOLOGICA SOTTERRANEA DELLA NURRA MERIDIONALE	40
4	PAI E PROBLEMATICHE AFFERENTI.....	42
4.1	INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO.....	42
4.2	PERIMETRAZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOLOGICA VIGENTI	43
5	BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	46

INDICE DELLE FIGURE

Inquadramento generale dell'area di progetto con l'area in celeste	5
L'area della Nurra nella Carta del La Marmora	11
Mappa - La geologia dell'area vasta attorno al settore di progetto da Servizio Geologico Italiano (F179)	12
Sezione B-B' dalla geologia dell'area vasta attorno al settore di progetto da Servizio Geologico Italiano (F179)	12
Mappa - La geologia dell'area vasta attorno al settore di progetto da Carmignani ed alii	13
Il settore di progetto sulla geologia drappeggiata su Google Earth	14
Geologia dell'area di dettaglio con il tracciato prescelto nel DOCFAP (in rosso) Errore. Il segnalibro non è definito.	
Rapporto tra le formazioni mesozoiche	17
Rapporti tra le formazioni cenozoiche	22
Schema dei rapporti stratigrafici generali	24
Schema dei rapporti stratigrafici locali	24
La geologia dell'area di dettaglio	25
Mappa – La rotazione del blocco sardo - corso	26
Mappa – Il sistema delle placche nel quale è inserita la Sardegna è il sistema delle compressioni e distensioni cui è sottoposta	26
Mappa della tettonica del S della Sardegna (da Carmignani et alii, Mem Descr Carta Geol. Strutt. Sardegna op. cit.)	27
L'impianto in progetto nel contesto morfologico con reticolo e bacino idrografico del Mannu di Porto Torres	32
L'impianto in progetto sulla carta IGM 1960 con reticolo e bacino idrografico del Mannu di Porto Torres	33
Bacino idrografico del Mannu	35
Interferenze tra reticolo Strahler ADIS e area di progetto (limite bacino Mannu in viola)	36
Unità idrografica Omogenea del Mannu dal Piano Tutela delle Acque	37
Interferenze tra Unità Idrografica Omogenea del Mannu ed unità idrogeologiche	38
Mappe – Pericolosità PAI al maggio 2023 idraulica	43
Mappe – Fasce di prima salvaguardia ed art. 30 ter	44
Mappe – Pericolosità PAI al maggio 2023 geologica	45

1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica si inserisce nell'ambito della Progettazione Definitiva dell'Impianto Agro-Voltaico per la produzione di Energia da Fonte Solare della Potenza di 20 Mw denominato Unali ed ubicato in comune di Sassari in località Bajona.



Inquadramento generale dell'area di progetto con l'area in celeste

Allo scopo della realizzazione del progetto, le aree di intervento devono essere sottoposte a un'analisi geologica, geotecnica e sismica di base.

Ciò implica una parallela analisi dei pericoli naturali collegati ad acqua, e fenomeni franosi ed una rappresentazione dei risultati sulla cartografia disponibile più aggiornata (DBGT2022).

2 RIFERIMENTI PER LA PROGETTAZIONE

Le opere previste si sviluppano interamente nel territorio della Regione Sardegna e la normativa a cui si è fatto riferimento tiene conto di quanto previsto a livello nazionale.

2.1 LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento è redatto secondo quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare, è conforme a quanto richiesto da:

- dal punto H del D.M. 11.3.1988 "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 e il collaudo delle opere di sostegno e delle terre e delle opere di fondazione”;

- dal DM 17-01-2018 NTC2018;
- dagli Eurocodici EC7 ed EC8.

In particolare, il D.M. 17.01.2018 entrato in vigore a partire dal 01-07-2018 stabilisce le Norme Tecniche per le Costruzioni o meglio le norme per la progettazione ed il dimensionamento delle strutture.

Tale documento, come anche precisato dalla successiva Circolare Applicativa del 21.01.2019, con tutti gli ovvi risvolti sulle fasi preliminari della progettazione, è quindi riferito alla fase esecutiva della progettazione.

Per quanto riguarda la sfera attinente la professionalità del geologo vengono richiesti all'interno della progettazione 3 documenti:

- relazione geologica
- relazione geotecnica
- relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.

La relazione geologica deve contenere le indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito in riferimento all'opera ed analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione architettonica o preliminare se l'opera si “può fare” e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

La relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo “volume significativo” e deve valutare l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento.

La relazione sulla modellazione sismica deve valutare la pericolosità sismica di base del sito, tale documento riveste importanza per la valutazione della “pericolosità” e quindi va inserito non solo nel livello di progettazione definitivo ma già fin dal livello di progettazione preliminare. Dato che tale documento specie per la trattazione degli effetti di sito assume un carattere prettamente “geologico”, lo stesso può essere redatto in forma indipendente o essere inserito nella relazione geologica.

In particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7/ C.S.LL.PP., 21.01.2019,
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito
- Decreto Ministeriale 2306.2022. “Criteri Ambientali Minimi”

Criteri ambientali minimi (CAM) per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi. G.U. SERIE GENERALE Anno 163° n° 183 06/08/2022

- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Piano di Assetto Idrogeologico (NTA agg. agosto 2023)
- Piano delle Fasce Fluviali
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale
- Piani Territoriali di coordinamento
- Piano Urbanistico di Sassari e relativi Regolamento edilizio e Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 11.03.1988 (pur obsoleto)

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

2.2 CONTENUTI DEL LAVORO

Lo studio è finalizzato al conseguimento delle autorizzazioni necessarie alla messa in opera ed è composto da una relazione geologica, tavole grafiche al 1:10.000.

I documenti prodotti sono frutto di materiali con precisione geometrica propria della scala 1:1.000 ed ove non possibile a scala maggiore, al 1:5.000.

Le carte illustrative sono prodotte alla scala 1:10.000, ma i loro contenuti sono propri almeno della scala 1:5.000 per il territorio e 1:2.000 per le aree di dettaglio.

2.2.1 BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO

La base di dati utilizzata nel corso del presente lavoro è costituita da materiali di provenienza ufficiale e da materiali originali appositamente prodotti per lo stesso. Le basi informative, utilizzate nel Sistema Informativo della Geostudi, originariamente variamente georiferite, utilizzate in RDN2008 / UTM zone 32N con EPSG:7791, sono state:

2.2.1.1 FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE

- Carta 1:50.000 La Marmora 1834-1839 (raster) (informatizzazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 IGM 1888-1940
- Carta 1:25.000 USAF - IGM 1888-1943
- Carta 1:10.000, 1:4.000 e 1:2.000 EIRA 1953 (raster) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:25.000 IGM 1950-1968
- Carta 1:25.000 IGM 1987-1994
- Carta 1:10.000 e 1:5.000 CASMEZ 1974 e AGENMEZ 1984 (raster) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 1996 - 2000 (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2004 GEODB_MP 10k (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2022 DBGT10k (vettoriale) (fonte R.A.S.)

2.2.1.2 FONTI MORFODIGITALI

- DTM a passo 10 m (fonte R.A.S. CNR)
- DTM e DSM a passo 1 m (fonte R.A.S. e CNR)

2.2.1.3 FONTI CARTOGRAFICHE TEMATICHE

- Carta della vegetazione forestale 1:25.000 (fonte R.A.S.)
- Carta dell'uso attuale del suolo 1:25.000 US2506 (fonte R.A.S.)
- Dati climatologici (termo, pluvio e anemo) dal 1921, localmente 2021 (fonte R.A.S. e ISTAT)
- Carta 1:10.000 aree L. R. 31/89, S.I.C./Z.S.C., Z.P.S., OPPF, IBA, (fonte R.A.S. 2023)
- Carta 1:10.000 aree D.Lgs. 42/04 e PPR (fonte R.A.S.)
- Carta 1:25.000 Geologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 Idrogeologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta delle Acclività da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)
- Carta delle Esposizioni da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)
- Carta delle Fasce Altimetriche da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)

2.2.1.4 BASI ICONOGRAFICHE

- Immagini satellitari a varie date dal 1974 al 2022 (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1953 EIRA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1954 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0.5 m) 1960 CBO (fonte elaborazione Geostudi.)
- Ortofotocarta (ris. 0.5 m) 1962 Cagliari (fonte elaborazione Geostudi.)
- Ortofotocarta (ris. 0.5 m) 1968 IGM (fonte R.A.S.)

- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1977 ERSAT (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1987/1994 Centri Urbani (fonte ISPRA)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1998 AIMA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2000 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2003 AGEA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2004 Nistri (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,7 m) 2005 IKONOS (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2006 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2012 (fonte BING)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2013 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2013 Centri Urbani (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2016 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2019 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2022 coste (fonte Compucart)
- Aerofoto Voli vari raddrizzate b/n a 50 cm, 1m o 2 m rettificata (1943, 1954, 1960, 1965, 1968, 1973, 1987 e 1992, 1995, 1996 e 1998) (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Immagini da Google (dal 2002 al 2023)

2.2.1.5 BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE

- Catasto Grotte (fonte R.A.S.)
- Catasto Grotte (<https://www.catastospeleologicoregionale.sardegna.it/>)
- Censimento delle aree minerarie (fonte R.A.S.)
- Catasto Pozzi (CASMEZ Prog n° 25 (Ricerche Idriche Sotterranee in Sardegna - Ia e IIa Fase -informatizzazione Geostudi più dati originali Geostudi))
- Catasto opere di riforestazione dell'Isp. Rip. , ex .AFDRS e dei Rimboschimenti produttivi (fonte R.A.S.)
- Catasto Generale degli Scarichi nei Corpi Idrici (Fonte CEDOC R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.)
- Sistema Informativo Territoriale Aree Industriali (SITAI) (Fonte Osservatorio Industriale R.A.S.)
- Sistema Informativo Risorse Idriche Sotterranee (SIRIS) (fonte R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.) (2001)
- Piano di Risanamento delle aree minerarie Dismesse (PDR)
- Piano di Valorizzazione dei Compendi Minerari del Sulcis-Iglesiente-Guspinese
- Modulo regionale del sistema informativo nazionale ambiente (SINA-SIRA)
- Sistema informativo ambientale dell'area ad alto rischio del Sulcis-Iglesiente (SINA Q1-2)
- Sistema informativo compendi immobiliari dell'IGEA (SICI)
- Sistema informativo territoriale per la gestione delle Attività Estrattive (SITAE)
- Sistema Informativo Catastrofi Idrogeologiche (SICI)

2.2.1.6 PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE

- Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (fonte R.A.S.)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (basi originali Geostudi e fonte R.A.S.) (2005)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico aggiornamenti (fonte R.A.S.) **(2023)**
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (fonte R.A.S.) (2013)
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (fonte R.A.S.) **(2023)**
- Piano Regionale dell'Attività Estrattiva (fonte R.A.S.) (2007)
- Piano dello Smaltimento Reflui (fonte R.A.S.)
- Piano della Tutela delle Acque (fonte R.A.S.) (2006) (sostituito PGDI)
- Piano delle Risorse Idriche Multisetoriali (fonte R.A.S.)
- Piano (Stralcio Direttore di Bacino Reg.le) per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (fonte R.A.S.)
- Piano Paesaggistico Regionale: Ambito Costiero (fonte R.A.S.) (05/09/2006)
- Piano Forestale Regionale Ambientale (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (fonte R.A.S.)

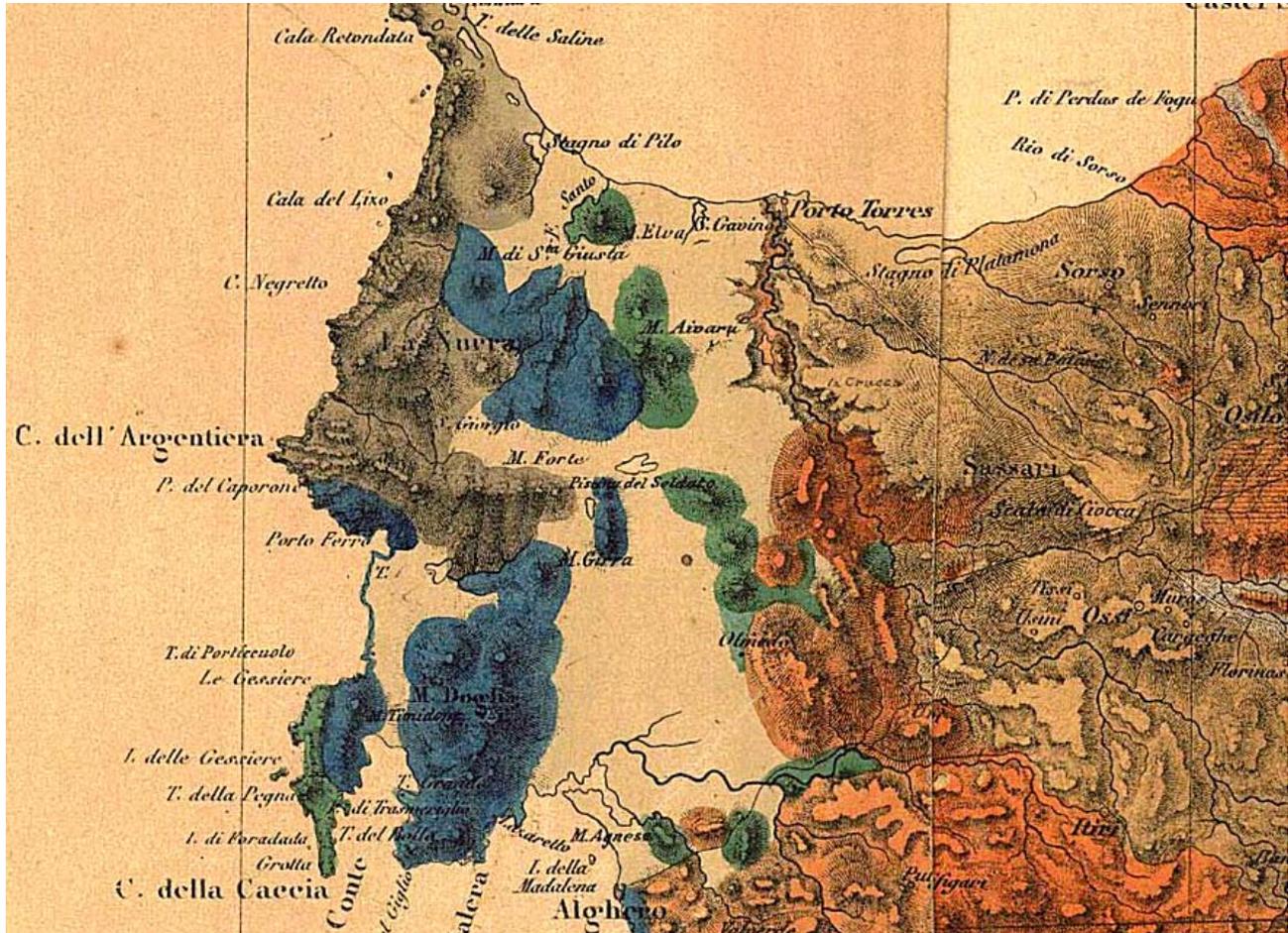
- Piano Regionale Risanamento Acque (PRRA) (fonte R.A.S.) (1998)
- Piano di Bonifica dei Siti Contaminati (fonte R.A.S. - Pro.Ge.Mi.Sa.) (2003)
- Piano di Sviluppo Rurale (fonte R.A.S.) (2004)
- Piano di Gestione di Distretto Idrografico (fonte R.A.S.) (**3° ciclo 2022**)

2.2.1.7 STUDI GENERALI E DI SETTORE

- Studio sull'Irrigabilità dei Suoli della Sardegna (Fonte E.A.F. – R.A.S.) (1987)
- Studio SISS (1979-80) e nuovo SISS (1996) (Fonte R.A.S. – C.R.P. - UNICA)
- Progetto IFRAS (fonte R.A.S.)
- Progetto V.A.P.I. (C.N.R. – UNICA)
- Progetto S.C.A.I. (C.N.R. - UNICA)
- Progetto I.F.F.I. (ISPRA – R.A.S.)
- Progetto A.V.I. (Protezione Civile Nazionale - C.N.R. G.N.D.C.I.)
- Studio sulla sensibilità dei suoli alla desertificazione
- Studio sulla salinizzazione dei suoli costieri
- Indagine sull'effettivo utilizzo delle aree irrigue nelle diverse aree di intervento a Integrazione del piano stralcio di bacino regionale per l'utilizzo delle risorse idriche - CRAS (2006)
- Aspetti economici dell'agricoltura irrigua in Sardegna - Inea (2009)

3 LA STRUTTURA GEOLOGICA E TETTONICA

Il territorio dell'area vasta esaminata attorno al tracciato in esame mostra il prevalere delle litologie Mesozoiche, Cenozoiche e Quaternarie.



L'area della Nurra nella Carta del La Marmora

Il settore di progetto è posto nella piana compresa tra Monte Alvaro e la ex SS 131 Tra Sassari e Porto Torres.

La regione, compresa fra il complesso sedimentario mesozoico della Nurra settentrionale ed il sistema sedimentario cenozoico, è caratterizzata da una struttura geologica non complessa.

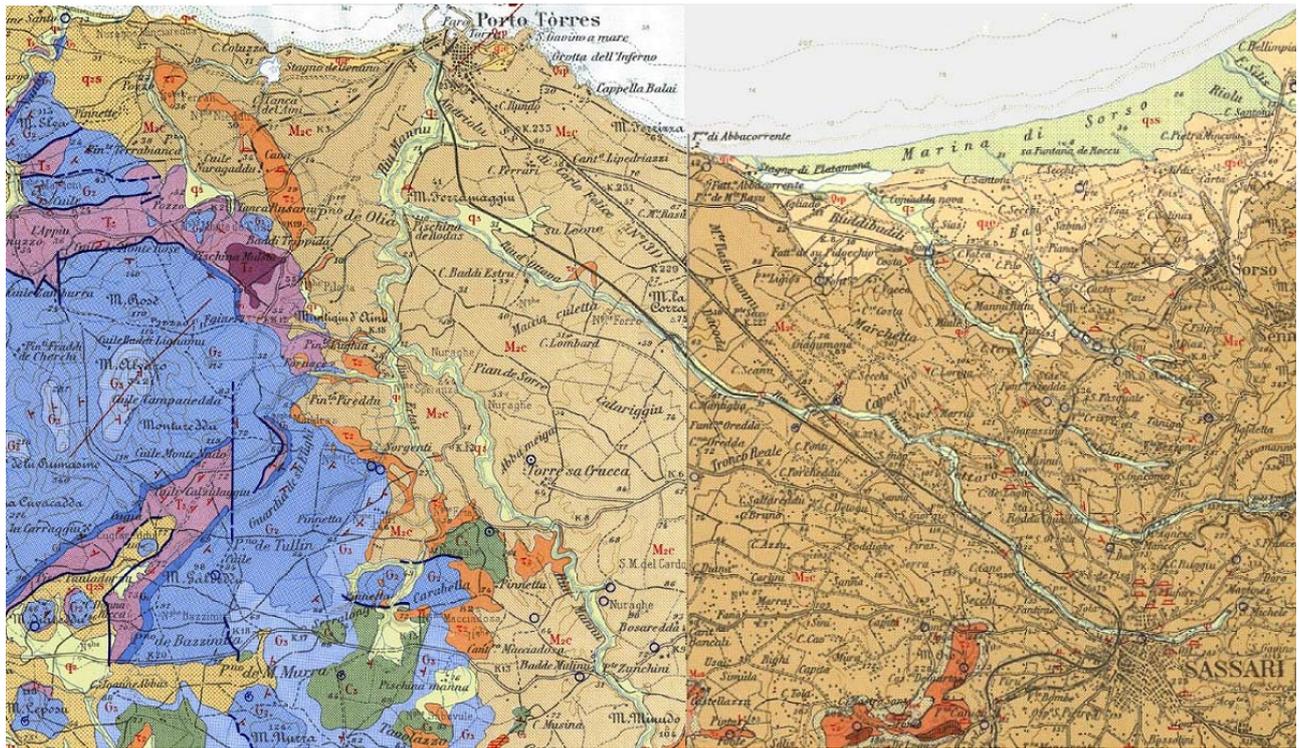
Dopo l'Orogenesi ercinica altri settori di crosta strutturata in questo evento sono incorporati nella catena pirenaica, nelle Alpi e nell'Appennino, mentre il settore di crosta che attualmente costituisce il Blocco Sardo-Corso non è coinvolto in importanti eventi orogenici; mancano quindi le successioni alloctone di dominio oceanico che costituiscono l'edificio a falde della Corsica Alpina.

In Sardegna affiorano esclusivamente successioni mesozoiche comuni ai domini europei più esterni, caratterizzate da piattaforme carbonatiche di mare poco profondo; esse sono coinvolte insieme a successioni sedimentarie e vulcaniche cenozoiche pre-burdigaliane in un'importante tettonica a carattere trascorrente che si manifesta tra l'Oligocene e l'Aquitano. Tale tettonica, con le sue manifestazioni transpressive e transtensive, viene messa in relazione alla collisione, cui

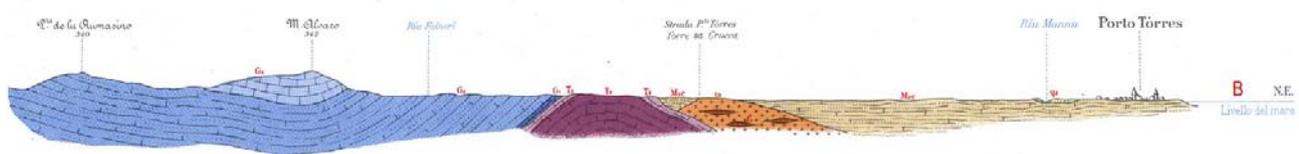
COMUNE DI SASSARI – PROVINCIA DI SASSARI
IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DELLA
POTENZA DI 20 MW DENOMINATO "UNALI" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

è legato l'Appennino settentrionale, tra il blocco Sardo-Corso e l'Adria (Carmignani et alii, 1994b; Oggiano et alii, 1995; Carmignani et alii, 1995).

Una nuova emersione, che interessò l'intera Isola, si manifestò alla fine del Cretacico e perdurò per quasi tutto il Paleocene. Verosimilmente in relazione con la fase tettonica pirenaica (BARCA & COSTAMAGNA, 1997; 2000; CARMIGNANI et alii, 2004), nell'Eocene medio- superiore si ristabiliscono in tutta l'Isola condizioni di continentalità, che perdurano per quasi tutto l'Oligocene, come risulta dai depositi fluviali e lacustri riferiti a tale intervallo di tempo presenti anche nell'area (formazione del Cixerri, PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969).



Mappa - La geologia dell'area vasta attorno al settore di progetto da Servizio Geologico Italiano (F179)



Sezione B-B' dalla geologia dell'area vasta attorno al settore di progetto da Servizio Geologico Italiano (F179)

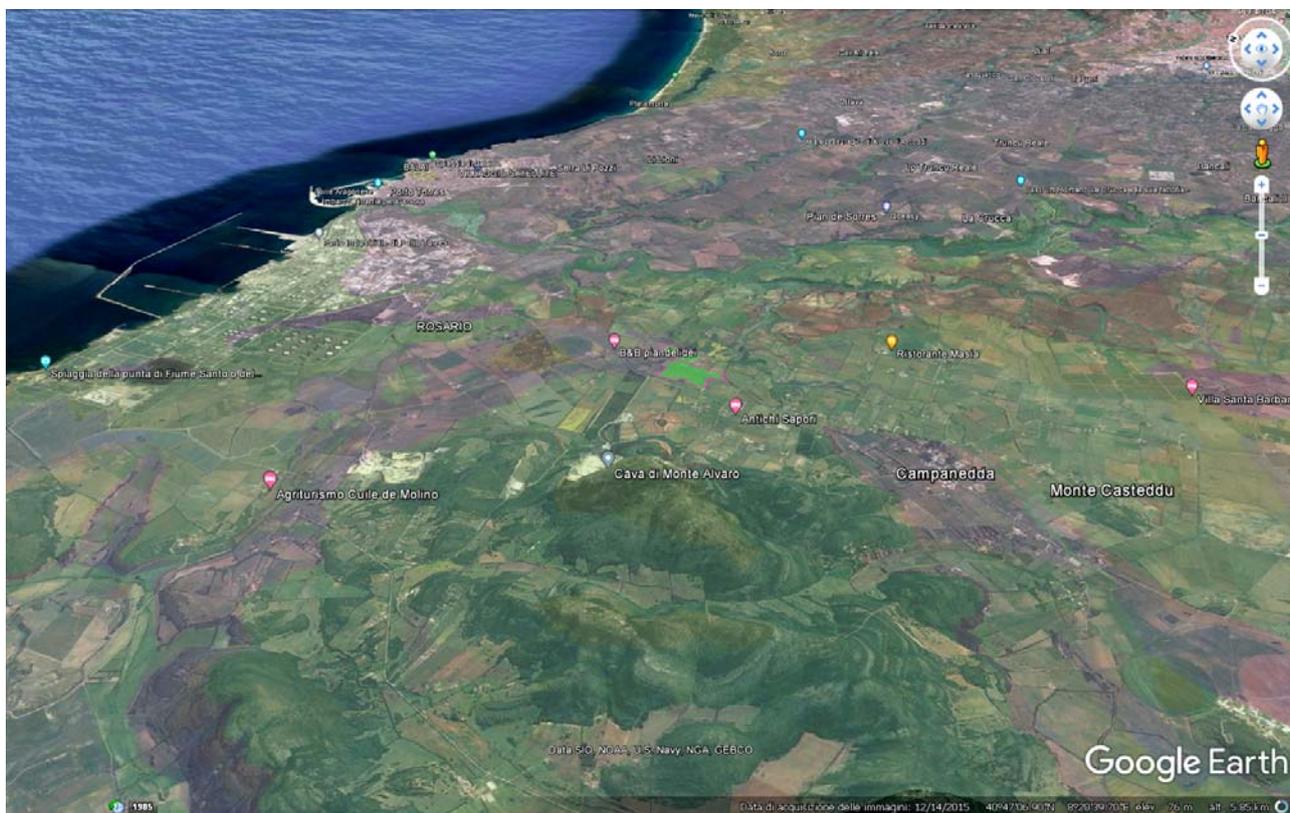
Nell'Oligocene superiore - Miocene Inferiore il Blocco sardo-corso subisce i contraccolpi della collisione nord-appenninica, di cui rappresenta il retropaese. In questo periodo nella Sardegna centro-settentrionale, così come nella Corsica ercinica, è attiva una importante tettonica trascorrente (CARMIGNANI et alii, 1994a; PASCI, 1995), con sistemi di faglie che seguono i lineamenti tettonici e le discontinuità del basamento ercinico.

depositi detritici continentali plio-pleistocenici (formazione di Samassi, PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969; "Alluvioni antiche" Auct.).

Sia i sedimenti marini del Miocene inferiore-?medio che, più estesamente, i depositi quaternari sono ampiamente rappresentati nell'area in oggetto, mentre i sedimenti del Pliocene inferiore marino e del Pliocene Medio-Inferiore (formazione di Samassi Auct.) sarebbero presenti unicamente nel sottosuolo del Campidano come risulta dallo studio dei sondaggi (POMESANO CHERCHI, 1971, TILIA ZUCCARI, 1969; PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969).

3.1 CARATTERI GEOLOGICI DEL SETTORE INTERESSATO DAL PROGETTO

L'area di Bajona è caratterizzata fondamentalmente dalla presenza di termini geologici che rimontano al periodo compreso tra il Mesozoico ed il Quaternario.



Il settore di progetto sulla geologia drappaggiata su Google Earth

Si tratta di formazioni chimiche e chimico-clastiche mesozoiche e quaternarie ospitate in una paleo valle scavata nell'originaria piattaforma carbonatica mesozoica che prosegue in mare con un paleo alveo che segna la morfologia del fondale fino almeno ai 200 m di profondità. Il settore in esame è parte integrante della propaggine meridionale della regione della Nurra.

Questa regione, in prevalenza pianeggiante, costituisce un alto strutturale che verso est delimita un semigraben miocenico (Bacino di Porto Torres) ben evidenziato sia dai dati sismo-stratigrafici off shore (Thomas & Gennessaux 1986) che da rilevamenti di terreno (Funedda et Al. 2000). I depositi miocenici del semi-graben trasgrediscono con rapporti di onlap questo alto strutturale nel quale i terreni più antichi affiorano progressivamente verso ovest. La trasgressione si realizza al

disopra di vulcaniti oligo-aquitani e, talvolta, direttamente sopra le coperture carbonatiche mesozoiche, ad ovest delle quali, sulla costa, affiora il basamento metamorfico varisico. Verso sud la regione confina con il Mejlugu: un'area caratterizzata da plateaux ignimbritici miocenici variamente incisi. A ovest la Nurra è delimitata dal Bacino Ligure-Provenzale (Mar di Sardegna) e a nord dal Golfo dell'Asinara. L'attuale assetto strutturale che controlla la distribuzione e la giacitura dei terreni in affioramento, con molta probabilità si è delineato a partire dall'Oligocene-Miocene inferiore, anche se alcuni tratti strutturali che interessano le coperture mesozoiche possono essere riferiti alla tettonica pirenaica.

Il blocco della Nurra ha subito un tilting verso est che si materializza nell'immersione assiale delle strutture del basamento metamorfico (assi di pieghe, lineazioni, scistosità) e della stratificazione delle coperture mesozoiche verso est e, quindi, in un drenaggio centrifugo rispetto alla costa. Per questo motivo, prevalgono alte falesie a reggipoggio nel "Mare di fuori, e litorali più bassi, anche se in prevalenza rocciosi, nei tratti di costa orientali che delimitano le penisole di Stintino e Capo Caccia.

3.2 STRATIGRAFIA DELL'AREA

3.2.1 Il Permo-Trias

I terreni più antichi sono costituiti da ruditi e areniti di ambiente lacustre e alluvionale con intercalazioni di vulcaniti acide. Si tratta dei classici sedimenti che interessano i bacini successivi al collasso dell'Orogene Varisico.

Vi si riconosce una successione basale, potente una decina di metri, caratterizzata dalle tipiche facies grigie autuniane sormontate, in discordanza, da conglomerati rossi, a quarzo prevalente, nella tipica facies saxo-turingiana. A questi seguono arenarie e conglomerati di ambiente fluviale nelle quali sono state individuate petrofacies correlabili con il Buntsandstein meso-europeo (Cassinis et al. 1996).

Lo spessore di queste successioni varia da pochi metri, nella zona di lu Capparoni, fino a diverse centinaia, nella zona di Cala del Vino, sulla costa. L'ottima esposizione dei terreni permo-triassici nell'area costiera tra Cala Viola e Porto Ferro ha consentito la loro suddivisione in tre cicli continentali principali (Cassinis et al. 2003) suddivisi in ulteriori unità stratigrafiche. Il primo ciclo è costituito da terreni siltitici e arenacei con associazioni floristiche autuniane di ambiente lacustre e fluvio lacustre, la seconda da 700 metri di depositi fluviali costituiti da arenarie, siltiti e conglomerati con colorazione tipica dei red beds e ascrivibili al Permiano medio. Infine un orizzonte conglomeratico ad elementi quarzosi (Conglomerato di Porticciolo) fa passaggio ai depositi del Trias in facies Buntsandstein.

3.2.2 La piattaforma carbonatica mesozoica

Sia i depositi clastici che le successive successioni carbonatiche ed evaporitiche del Trias presentano la tipica facies germanica.

L'instaurazione del margine passivo sud-europeo in una vasta regione che comprendeva la Sardegna e la Provenza-Linguadoca, portò alla formazione di un'ampia piattaforma carbonatica con episodi evaporitici la cui stratigrafia è così sintetizzabile:

- Calcari, dolomie e gessi, più o meno argillosi, del Trias medio e superiore. Si tratta di alternanze di calcari e dolomie per uno spessore che a Monte Santa Giusta e ad Alghero è esposto per almeno un'ottantina di metri. Sopra i termini calcareo dolomitici in facies di Muschelkalk poggiano gessi e dolomie, leggermente marnose, con intercalazioni di argilliti verdastre correlabili con la facies di Keuper.

Lo spessore del Keuper è difficilmente valutabile perché coinvolto in una tettonica eiettiva che tende a concentrare i gessi in zone di anticlinali (ad esempio a Cungiareddu) e ad espellerli nelle zone di sinclinale;

- Alla successione triassica fa seguito una potente successione di calcari e dolomie con intercalazioni marnose del Giurassico. E' questa la successione carbonatica più potente della regione.

A Monte Doglia essa è esposta per almeno 500 metri e il suo spessore complessivo è valutabile in almeno 800 metri. Al di là delle suddivisioni formazionali distinguibili nella successione, è importante una descrizione dei suoi caratteri litologici.

Nella parte inferiore della successione giurassica, dal Sinemuriano al Bajociano in continuità col Retico (in facies di Keuper), prevalgono calcari, spesso oolitici, con alternanze, anche fitte, di livelli marnosi mentre nella parte centrale prevalgono alternanze di calcari e dolomie del Bathoniano e Calloviano.

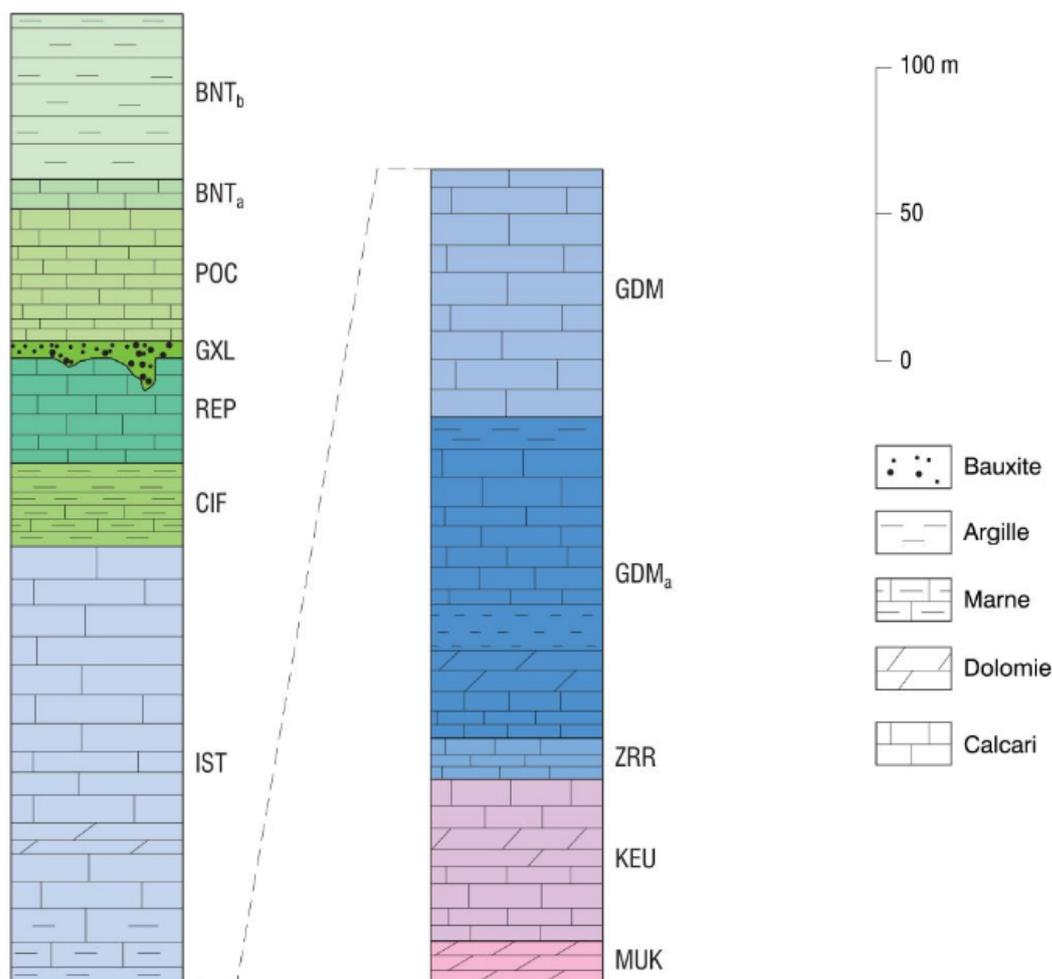
Segue una potente successione di dolomie dell'Oxfordiano-Kimmeridgiano sul quale poggiano calcari micritici, molto puri, del Portlandiano, a loro volta sormontati da marne e calcari marnosi di ambiente lagunare in facies Purbeckiana. Le marne purbeckiane affiorano a Cala d'Inferno presso nell'area del parco in una piccola insenatura sulla falesia occidentale di Capo Caccia.

3.2.3 La successione del Cretaceo inferiore

La penisola di Capo Caccia è il sito che offre la più potente esposizione del Cretaceo inferiore. Nella Nurra questi terreni poggiano sulle marne in facies purbeckiana e sono costituiti da:

- Calcari ben stratificati con strati pluri-decimetrici con abbondante componente organogena (ostreidi, dasicladacee, ecc.) riferibile al Barremiano;
- Calcari dolomitici (50% di dolomite in alcuni campioni), giallastri per la presenza di limonite; hanno componente allochimica organogena, oolitica e intraclastica cementata da calcite spatica. Questo litotipo dovrebbe far passaggio ai calcari in facies Urgoniana;
- Calcari bioclastici in facies Urgoniana caratterizzati dalla presenza di sporadiche rudiste del genere *Toucasia* (Valanginiano-Aptiano). Affiorano solamente a Capo Caccia e a Nalvonazzos, presso Uri, sotto le vulcaniti terziarie. La loro purezza e l'aspetto massiccio mal stratificato favoriscono il carsismo superficiale. La potenza esposta a Capo Caccia supera i 200 metri.

LOG DELLA SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA



Rapporto tra le formazioni mesozoiche

3.2.4 Il Cretaceo superiore

I primi terreni trasgressivi sulla paleosuperficie meso-cretacica - in gran parte costituita da bauxite - sono in genere rappresentati da calcari bioclastici, ad ippuritidi, del Coniaciano-Santoniano. Solo a Punta del Frara sopra la bauxite si rinviene un calcare nerastro di ambiente palustre ricco di carofite attribuite alla specie *Munieria grambasti* subsp. Sarda.

I calcari del Cretaceo superiore sono biomicriti e biospariti con intercalazioni di bioherme a rudiste e almeno nella loro parte basale sono stati attribuiti al Coniaciano. Hanno aspetto massivo o grossolanamente stratificato in banchi di spessore superiore al metro, affiorano soprattutto nella parte meridionale della Nurra. A Capo Caccia la loro potenza è variabile ma, facilmente, supera i 100 metri. Costituendo il tetto della bauxite, la loro presenza in affioramento indica la possibilità di rinvenire, sotto di essi, giacimenti di tale minerale.

Ai calcari coniaciani localmente fanno seguito marne e calcari marnosi più o meno arenacee da grigie a giallastre spesso glauconiosi, che si trovano solo localmente intercalati nei calcari del Cretaceo superiore.

Affiorano diffusamente intorno a Olmedo, e nell'incisione del riu Su Mattone, a nord-ovest di Mamuntanas, con spessore di una ventina di metri. La loro presenza non si riscontra nella'area del parco, anche se questa unità stratigrafica affiora nell'area vasta intorno allo stagno di Calich dove fa passaggio a calcareniti e breccie ricche di glauconite.

3.2.4.1 Formazione di Punta Cristallo (IST)

Calcari, calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose, mediamente fratturati, a luoghi con cavità evidenti. A luoghi si presenta estremamente fratturato. Al tetto è presente in maniera discontinua una fascia di alterazione costituita da clasti carbonatici e ghiaie immersi in matrice argillosa.

Giurassico superiore (Oxfordiano - Titoniano)

3.2.4.2 Formazione di Grascioleddu (GXL)

È costituita da un orizzonte bauxitico di potenza variabile. Affiora nella regione di Grascioleddu, dove è presente un'importante attività estrattiva in sottterraneo.

La formazione bauxitica, vero e proprio giacimento, corrisponde alla lacuna di sedimentazione mesocretacica. In affioramento di colore da bianco a rossastro (fig.17), mostra spessori variabili da nulli ai 4 m. Il letto delle bauxiti è talvolta costituito da argille rosso-giallastre, oppure da breccie carbonatiche rossastre monogeniche a cemento ferruginoso bauxitico, alle quali seguono argille con lignite e bauxiti argillose oolitiche pisolitiche e conglomeratiche.

Essa deriva dall'evoluzione pedogenetica di tipo ferralitico di depositi alluvionali antichi.

La sua genesi può essere definita come un deposito di alteriti trasportate, che in un clima caldo-umido hanno subito una pedogenesi di tipo ferralitico fino ad una bauxitizzazione totale o parziale, come attualmente si rinviene nelle fasce tropicali o subtropicali, contesto questo riconducibile alle condizioni climatiche della Nurra al limite tra il Cretacico inferiore e superiore.

Il limite inferiore, sempre visibile, è discordante sulla successione giurassico-cretacica inferiore.

Il limite superiore, osservabile solo in sottterraneo (miniera di Olmedo) a causa della cattiva condizione di affioramento, è marcato da calcari compatti micritici a Characeae (Munieria grambasti sarda, CHERCHI et alii, 1981b), di spessore variabile, che segnano l'avvio della trasgressione marina del Cretacico superiore, e per i quali è stata attribuita un'età turoniana superiore (MEDUS, 1992; cfr. comunicazione epistolare in CHERCHI & SCHRÖEDER, 1987, p. 48). Questi livelli in precedenza erano stati attribuiti al Coniaciano inferiore da FILIGHEDDU & OGGIANO (1984).

Numerosi fattori quali la paleomorfologia, il carsismo, etc. concorrono a determinare la differente tipologia delle alteriti, ed a controllarne l'estensione laterale e gli spessori (SANNA & TEMUSSI, 1986; OGGIANO et alii, 1987; COMBES et alii, 1993; MC LEAN et alii, 1997; MAMELI et alii, 2007).

L'età è definita in base al letto e al tetto della formazione.

Lo spessore complessivo della formazione, estremamente variabile, può arrivare in alcuni casi a circa 17 m (misurati in tasche carsiche).

Cretacico inferiore-superiore (Albiano-Turoniano)

3.2.4.3 Formazione di Capo Caccia (POC)

Affiora al tetto dei livelli bauxitici (formazione di Graxioleddu, GXL) in regione Sos Labidazzos, a Brunestica, presso l'abitato di Olmedo e nei dintorni di M. Nurra. È costituita da una successione carbonatica rappresentata principalmente da wackstone e bioclasti. Il wackstone di colore avana chiaro, riconducibile ad ambienti protetti a bassa energia, contiene abbondanti miliolidi mentre il grainstone (calcareni, calciruditi) rappresenta ambienti a maggiore energia e contiene abbondanti frammenti di rudiste (boundstone a rudiste: fig.18), echinodermi e colonie di chetetidi.

Nella Nurra questa formazione affiora sopra un basamento eterocrono (Giurassico, Cretacico inferiore) a causa dell'erosione legata alla lacuna stratigrafica mesocretacica.

A Capo Caccia la successione stratigrafica è stata studiata da vari autori, tra cui PECORINI, 1965; CHERCHI & SCHRÖEDER, 1985, 1987; CHERCHI et alii, 2010; PHILIP & ALLEMANN, 1982; CARANNANTE & SIMONE, 2002; CARANNANTE et alii, 1995.

Sopra un basamento del Barremiano inferiore (formazione di Mal Repos), mostrante un paleokarst con tasche riempite di bauxite (formazione di Graxioleddu), segue in netta discordanza la breccia basale della formazione di Capo Caccia (POC), comprendente frammenti di calcari a Munieria e di pisoliti bauxitiche.

Questi elementi sono contenuti in micriti a miliolidi e *Dicyclina* sp. Un livello situato circa 5 m sopra la base della formazione di Capo Caccia, caratterizzato da *Orbitolinopsis senonicus* (Gendrot, 1968) può essere attribuito al Coniaciano.

La successione prosegue con calcari micritici e bioclastici del Coniaciano-Santoniano.

Le microfaune attribuite al Coniaciano contengono: *Flabellocyclolina laevigata* (Gendrot, 1964), *Martiguesia cyclamminiformis* (Maync, 1959), "*Choffatella*" *rugoretis* (Gendrot, 1968), *Dictyopsella kiliani* (Schlumberger, 1889), *Rotalia reicheli* (Hottinger, 1966).

Superiormente si incontrano associazioni microfaunistiche indicanti il Santoniano: *Pseudocyclamina sphaeroidea* (Gendrot, 1968), *Broeckinella neumannae* (Gendrot, 1968), *Lamarmorella sarda* (Cherchi & Schröder, 1973), *Vidalina hispanica* (Schlumberger, 1900), *Nummofallotia cretacea* (Schlumberger, 1900), *Rotalia reicheli* (Hottinger, 1966). La successione termina con calcari bioclastici e bioerme a rudiste: *Hippurites canaliculatus* (Rolland Du Roquand, 1841), *Vaccinites fortisi* (Catullo, 1834) e radiolitidi. La presenza di *Vaccinites chaperi* (Douville, 1879), presente negli ultimi metri, permette di confermare il Santoniano.

Lo spessore è di circa 40-50 m.

Cretacico superiore (Coniaciano-Santoniano)

3.2.4.4 Formazione di Brunestica (BNT)

Questa formazione oltre che nella regione omonima affiora presso Graxioleddu, Binzas Bezzas e lungo il Riu Sassu.

A Graxioleddu (presso l'abitato di Olmedo) si distingue sopra la formazione di Graxioleddu la seguente successione (BNTa), dal basso verso l'alto:

Alternanza di calcari bioclastici a rudiste e foraminiferi bentonici (circa 30 m). Alla base di questa successione si rinviene un conglomerato rimaneggiante elementi bauxitici e purbeckiani (fino a 1,5 m di spessore). Tra le rudiste è stato possibile determinare (PHILIP et alii, 1978; ALLEMANN, 1978): *Vaccinites praegiganteus* (Toucas, 1904), *V. giganteus* (D'Hombres Firmas, 1838), *Hippurites gr. Canaliculatus* (Rolland Du Roquand, 1841), *Biradiolites lumbricalis* (D'Orbigny,

1842), *B. cf. angulosus* (D'Orbigny, 1842), *Radiolites* sp. Le rudiste presenti indicano un'età compresa tra il Turoniano superiore (?) ed il Coniaciano.

Calcari bioclastici nocciola, micriti e biocalcareniti grossolane (circa 10 m). Alla sommità ALLEMANN (1978) ha rinvenuto *Vaccinites giganteus*. La ricca microfauna a foraminiferi di questi due livelli (a e b) è rappresentata da *Choffatella rugoretis* (Gendrot, 1968), *Flabellocyclolina laevigata* (Gendrot, 1964), *Pseudocyclamina sphaeroidea* (Gendrot, 1968), *Valvulammina picardi* (Henson, 1948), *Pseudolituonella mariae* (Gendrot, 1968), *Dictyopsella kiliani* (Schlumberger, 1900), *Orbitolinopsis senonicus* (Gendrot, 1968), *Cuneolina conica* (D'Orbigny, 1850), *Nummoloculina irregularis* (Decrouez & Radoicic, 1977), *Dicyclina schlumbergeri* (Munier-Chalmas, 1887). Le faune a macroforaminiferi (soprattutto *Orbitolinopsis senonicus* nell'unità (b), e la presenza di *Vaccinites giganteus* nei primi metri della stessa unità) permettono di attribuire un'età coniaciana.

Calcareniti marnose glauconitiche giallo-verdastre a foraminiferi planctonici e bentonici (circa 30 m). J. Sigal (in PHILIP et alii, 1978) e G. Tronchetti (in ALLEMANN, 1978) avevano determinato: *Globotruncana canaliculata* (Reuss, 1854), *G. concavata* (Brotzen, 1934, forma primitiva), *G. gr. linneana* (D'Orbigny, 1839), *G. mariei* (Gandolfi, 1955), *G. marginata* (Reuss, 1845), *G. longilocula* (Gandolfi, 1955), *Planomalina cf. ehrenbergi* (Barr, 1962), *Heterohelix reussi* (Cushman, 1938), *Globigerinelloides asper* (Ehrenberg, 1854), *Hedbergella delrioensis* (Carsey, 1926), *H. cf. flandrini* (Porthault, 1970), *Whiteinella archaeocretacea* (Pessagno, 1967), *Rugoglobigerina pilula* (Belford, 1960), *Marginotruncana gr. lapparenti* (Brotzen, 1936), *M. coronata* (Bolli, 1945), *Gavelinella pugetensis* (Porthault, 1970), *Bolivinita eleyi* (Cushman, 1927), *Sigalia deflaensis* (Sigal, 1952).

L'elenco dei foraminiferi planctonici determinati da J. Sigal è da revisionare.

La distribuzione di *Dicarinella concavata* (Brotzen, 1934), (= ex *Globotruncana concavata*) arriva sino al Santoniano inferiore. La presenza di *Sigalia deflaensis* conferma comunque l'età santoniana. A Graxioleddu la successione stratigrafica BNTa è ricoperta dalle ignimbriti oligo-mioceniche.

In direzione ENE, in località Brunestica, la successione mostra livelli superiori appartenenti all'unità BNTb. Si tratta di calcari biosparitici biancastri, talora nodulari (circa 30 m di spessore), mostranti un ambiente deposizionale più aperto caratterizzato da elevata energia, con ricche faune a rudiste. PHILIP et alii (1978) avevano riconosciuto *Vaccinites giganteus* var. *major* (Toucas, 1904), cf. *Hippuritella toucasi* (D'Orbigny, 1847), cf. *H. praetoucasi* (Toucas, 1903), *Hippurites socialis* var. *irregularis* (Toucas, 1903). Questa associazione, in particolare *V. giganteus* var. *major*, indica il Santoniano.

Notevole è l'interesse paleogeografico di questa successione in quanto mostra l'approfondimento del bacino sedimentario da W (formazione di Capo Caccia: POC) verso E (formazione di Brunestica: BNT).

In sondaggi effettuati nella Nurra orientale, sotto la coltre ignimbratica è stata riconosciuta una successione emipelagica del Santoniano-Campaniano (SANNA & TEMUSSI, 1986).

Cretacico superiore (Coniaciano-Campaniano)

3.2.4.5 Unità di Candelazzos (CZS)

Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, prevalentemente non saldati, di colore grigio-violaceo.

Burdigaliano p.p.

3.2.4.6 Piroclastiti di Monte San Pietro (UMP)

Affiorano soprattutto lungo i versanti del rilievo di M. Miale Ispina (E e SE di Olmedo) e altri limitrofi quali il piccolo rilievo di M. S. Pietro. L'affioramento è formato da ignimbriti non saldate di colore prevalentemente grigio-biancastro, rosate se debolmente alterate nella matrice. Si presentano massive, con litici di dimensioni fino a 10-15 cm di ignimbriti e subordinatamente andesiti e ancora più raramente di litotipi del basamento paleozoico, in percentuale stimabile intorno a 1%, pomici fino a 20-30 cm e cristalli di plagioclasio e biotite (che a volte raggiungono i 5 mm di dimensione), immersi in matrice cineritica.

Lungo il bordo meridionale del lago del Cuga si osserva una concentrazione di litici mediamente di 7-8 cm, ma anche la presenza di alcuni blocchi di 20-30 cm, verosimilmente interpretabili come relativi a ground layer. Qualche volta (zona di M. S. Pietro e, più a S, di M. S'incantu) alla base del prodotto di flusso si sono osservati depositi di caduta di spessore metrico, contenenti frustoli carboniosi; più raramente sono state riscontrate strutture di degassazione.

A N di Olmedo, oltre il rio Su Mattone, le ignimbriti si presentano invece costituite prevalentemente da ceneri fini con pomici e litici di piccole dimensioni, massive e litificate per effetto di feldspatizzazione, come determinato su base diffrattometrica; poiché non si osservano affioramenti più a N di questa zona, tali depositi possono essere interpretati derivanti da ash-cloud.

In sezione sottile mostrano cristalli liberi di plagioclasio, biotite e ossidi, litici di andesiti, ignimbriti e metamorfiti, in matrice a tessitura vitroclastica con frammenti vetrosi delle tre principali morfologie (cuspidate, piatte, pumice), poco o nulla devetrificata.

Lo spessore dei depositi è variabile, raggiungendo il centinaio di metri a M. Miale Ispina (SE di Olmedo).

L'età radiometrica determinata nell'ambito del Progetto CARG con il metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ su plagioclasio è di $19,13 \pm 0,48$ Ma.

Burdigaliano p.p.

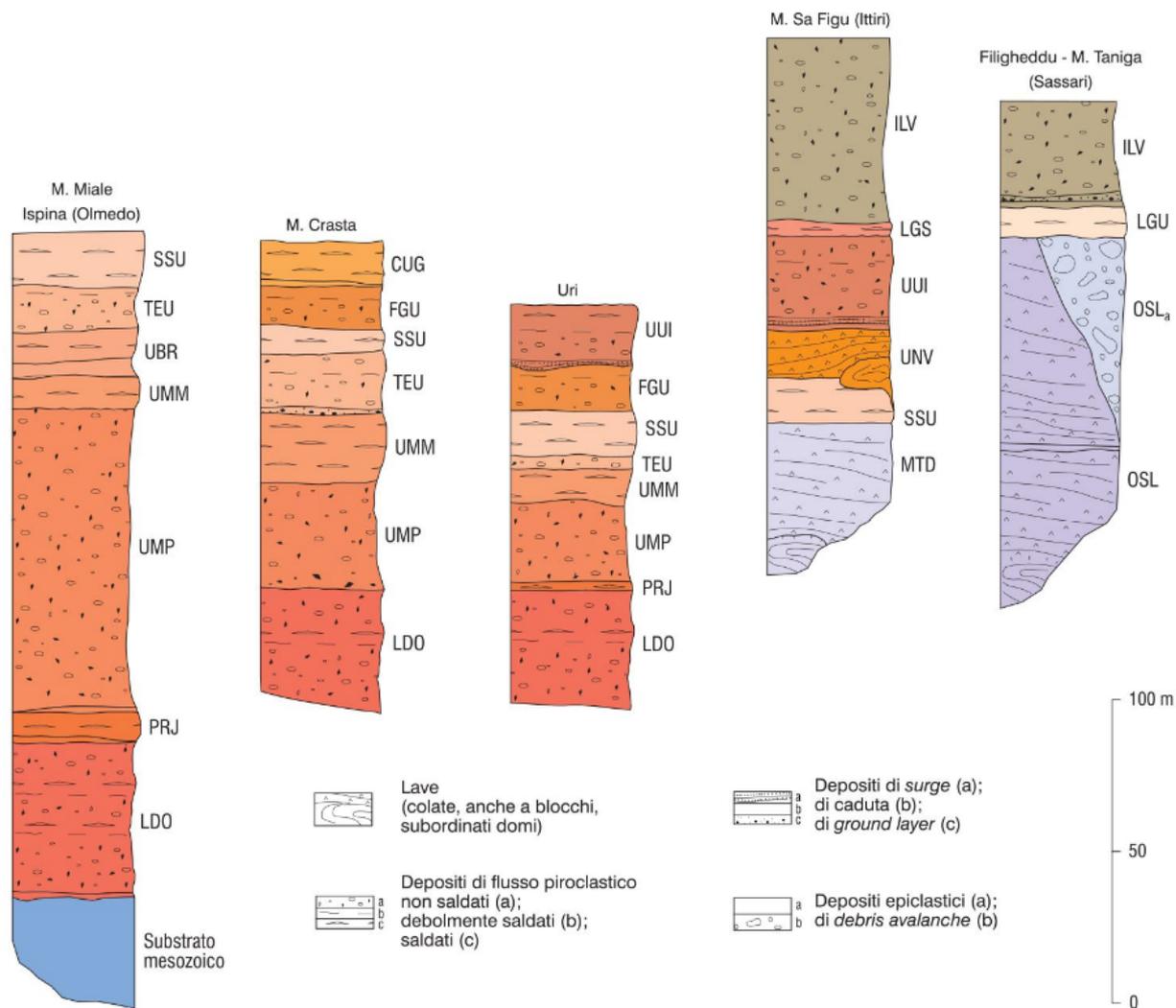
3.2.4.7 Piroclastiti di Monte Miale Ispina (UMM)

Sono depositi vulcanici che si ritrovano verso la sommità di una serie di rilievi tra Uri e Olmedo (M. Miale Ispina, M. Su Bandito e, più a S, M. Crasta), costituiti da ignimbriti saldate caratterizzate da affioramenti di colore tipicamente rossastro e da una sorta di peculiare "cariatura". Al taglio fresco le ignimbriti hanno colore violaceo e più raramente nerastro, mostrano marcata tessitura eutassitica evidenziata da fiamme chiare che raggiungono i 20-30 cm (all'erosione delle quali è probabilmente connessa la "cariatura"); gli altri componenti sono litici in genere di piccole dimensioni (2-3 cm al massimo) e numerosi cristalli di plagioclasio e più raramente di pirosseno.

Localmente le ignimbriti mostrano strutture reomorfiche, come si può osservare nei fronti di scavo del serbatoio del sistema irriguo della Nurra di Olmedo (loc. Padru Salari, sull'altopiano di M. Miale Ispina). In sezione sottile si osservano cristalli liberi di plagioclasio, biotite, clinopirosseno (quasi sempre molto alterato) e ossidi, litici di andesiti e ignimbriti; la tessitura è più o meno marcatamente eutassitica. La devetrificazione della componente juvenile è più o meno avanzata, caratterizzata da sferuliti o, più raramente, da porzioni a tessitura granofirica.

Rispetto alle sottostanti piroclastiti di Monte San Pietro i rapporti stratigrafici sono di evidente disconformità, come si può osservare lungo i versanti del rilievo di M. Miale Ispina - M. Su Suerzu. Lo spessore varia da 10 a circa 30 m.

Burdigaliano p.p.



Rapporti tra le formazioni cenozoiche

3.2.5 Depositi sedimentari Cenozoici

Si tratta di depositi sia marini, legati alla trasgressione Burdigaliana, che continentali.

I depositi marini miocenici non interessano l'area del parco. Mentre I sedimenti continentali più antichi sono costituiti da un deposito lacustre che affiora nell'immediato entroterra del settore più orientale della spiaggia di di Porto Conte. Si tratta dell'unico bacino dell'Oligocene superiore presente nella Sardegna nord-occidentale a prevalente sedimentazione marnoso-arenacea contenente una ricca paleoflora a carofite e numerosi gasteropodi tra cui *Planorbis declivis* e *Lymnea pachygaster* (Pecorini 1962)

Intorno a Monte Zirra e al lago di Baratz affiorano alluvioni con argille ocracee e violette ricche di rizoliti. La loro età non è univoca, viene riferita sia al Miocene superiore .

Depositi travertinoidi e sabbie più o meno cementate, potenti fino ad un massimo di 10 metri. Affiorano tra Olmedo e le tenute Sella e Mosca (Pleistocene);

Eolianiti pre-tirreniane (PVM1). Si tratta di arenarie con discreta diagenesi dovuta ad un cemento carbonatico secondario. Affiorano lungo la costa a sud di Alghero, nell'area tra Mamuntanas e l'aeroporto e all'interno del parco le migliori esposizioni sono nelle scogliere permiane del "Mare di fuori" tra Cala viola e Porto Ferro.

Arenarie eoliche post-tirreniane più o meno rielaborate in ambiente alluvionale. Affiorano in prevalenza intorno ai rilievi mesozoici costieri (Monte Doglia, Monte Murone, ecc.).

3.2.5.1 Subsistema di Portoscuso (PVM2b)

È rappresentato da depositi formanti la Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Si tratta prevalentemente di sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.

Lo spessore dei depositi è di qualche metro e la superficie basale sembra essere anch'essa debolmente inclinata a suggerire la presenza di antichi pediment modellati poco prima dell'aggradazione. Dato che notoriamente i pediment sono tipici di condizioni climatiche aride e costituiscono superfici di equilibrio che garantivano il trasporto dei sedimenti dal versante alla pianura (THOMAS, 1997), è verosimile che essi si siano modellati durante la fase iniziale dell'ultima glaciazione, caratterizzata da una generale aridità in tutto il bacino del Mediterraneo (CREMASCHI & TROMBINO, 1998; ROSE et alii, 1999; D'OREFICE et alii, 2007).

3.2.6 Il Quaternario

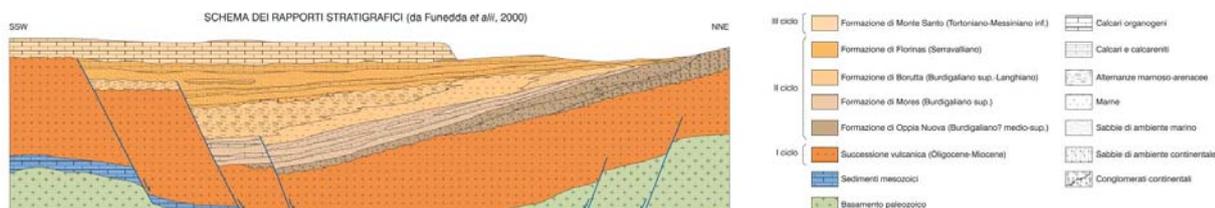
In superficie, completano la descrizione della stratigrafia 2 formazioni:

- bc ,Depositati alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
- b2 ,Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE.

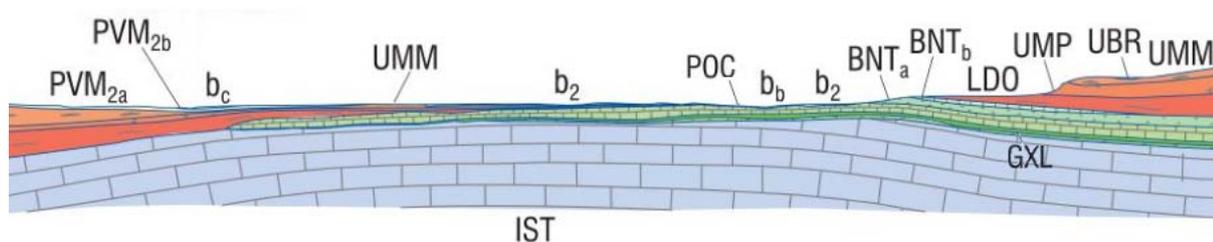
3.3 MODELLO GEOLOGICO GENERALE

L'area è caratterizzata da una vasta superficie di erosione plio-quadernaria impostata sulla morfologia pregressa. Aldisotto dei suoli, sono localmente presenti le formazioni precedenti, costituite dalle RESa e RESb e dalle formazioni mesozoiche, NRR e NRRa NDD e KEU e MUK.

- **RESb** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores).
- **RESa** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.).
- **NRR** ,FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite.
- **NRRa** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Intercalazioni di arenarie quarzose.
- **NDD** ,FORMAZIONE DI CAMPANEDDA. Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastri con lenti di selce.
- **KEU** ,KEUPER AUCT. Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere. TRIAS SUP.(LONGOBARDICO SUP.- RETICO)
- **MUK** ,MUSCHELKALK AUCT. Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati. TRIASSICO MEDIO (LADINICO)



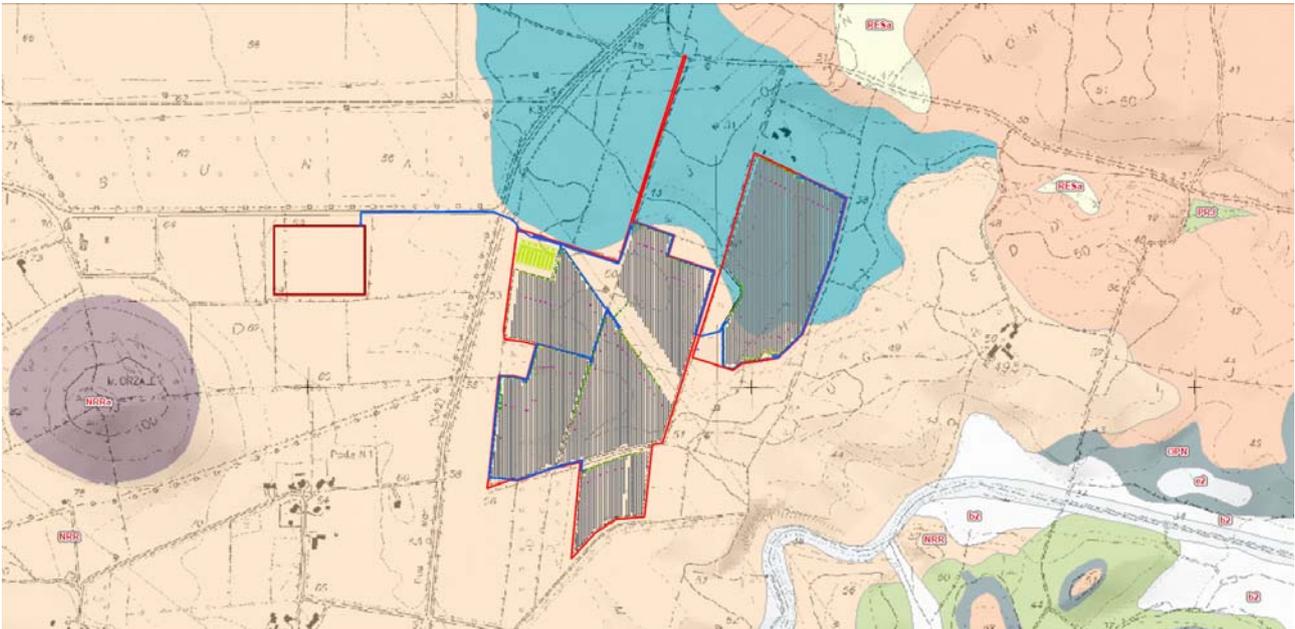
Schema dei rapporti stratigrafici generali



Schema dei rapporti stratigrafici locali

3.4 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Il modello geologico dell'area di progetto ricade in un'area caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso calcareo-dolomitico o calcareo-siltitico (NRR e KEU marginalmente MUK) a poca profondità, talora sub-affiorante.



La geologia dell'area di dettaglio

In superficie, i terreni calcarei e sabbiosi sono mascherati da una coltre eluvio-colluviale di modesto spessore, costituita da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti.

Di seguito viene descritto più in dettaglio il modello geologico del tracciato riferito principalmente alle opere d'arte maggiori.

Il modello geologico risulta piuttosto semplice e vede, per le profondità di riferimento, i suoli poggianti sui calcari calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastri con lenti di selce della formazione della Nurra (NRR), e nell'area orientale le marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi talvolta intercalate da sottili strati di argille varicolori ricche in gesso.

Tali formazioni risultano mediamente compatte a tratti sciolte con trovanti litoidi per tutta la profondità possibilmente riscontrabile delle opere di fondazione dell'impianto.

La falda è stata riscontrata ad alcuni m dal piano campagna per circa tutto il settore investigato.

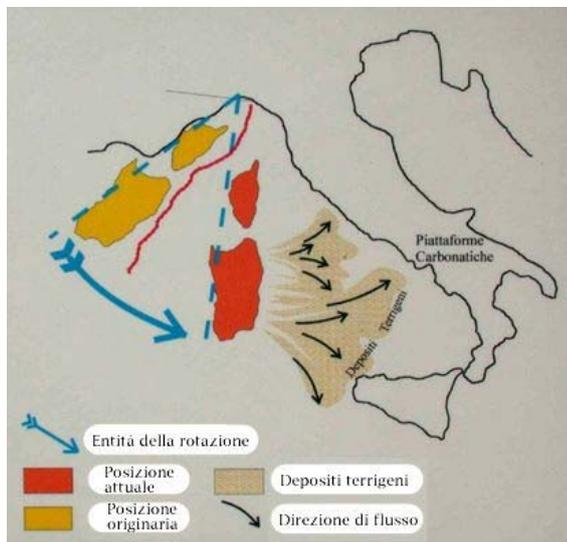
3.5 LA TETTONICA GENERALE

I tempi nei quali sono avvenuti i fenomeni geologici e tettonici che hanno portato all'attuale configurazione dell'area centro-mediterranea sono misurabili in milioni di anni.

200 milioni di anni fa America, Africa ed Europa erano riunite in un unico continente (Pangea). Intorno a 180 milioni di anni fa ebbe luogo il distacco tra Africa ed America settentrionale. Questo evento, che portò all'apertura dell'Oceano Atlantico centrale, fu seguito intorno ad 80 milioni di anni fa dal distacco dell'Europa dal Nordamerica e dalla conseguente apertura dell'Atlantico settentrionale. Con il distacco dell'Europa dall'America settentrionale cominciò il moto di convergenza tra Europa ed Africa. I margini continentali di queste due placche entrarono in collisione circa 50 milioni di anni fa.

Intorno a 30 milioni di anni fa cominciò la rotazione del Blocco Sardo-Corso con il suo distacco dalla costa meridionale della Francia e l'apertura del Mediterraneo occidentale.

Successivamente, intorno ad 8 milioni di anni fa cominciò ad aprirsi il bacino tirrenico alle spalle dell'Appennino e dell'Arco Calabro che nel corso della loro formazione avanzarono

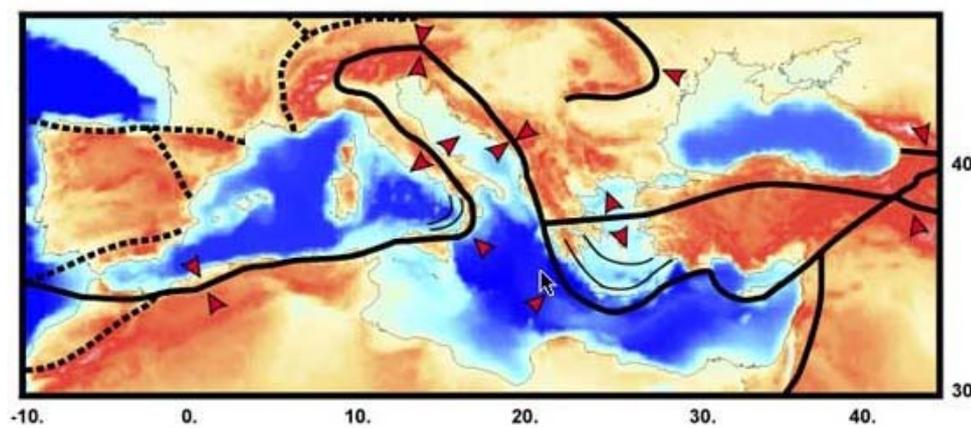


progressivamente verso l'attuale Valpadana e verso gli attuali mari Adriatico e Ionio.

Le velocità che descrivono il moto relativo tra la placca africana e la placca europea variano da qualche centimetro per anno a frazioni di centimetro per anno. Le velocità di "scarrucolamento all'indietro" dei margini di placca nelle zone di subduzione e le velocità di apertura dei bacini post-collisionali possono essere più elevate, ma di regola non superano i 5-6 centimetri per anno nell'area centro-mediterranea.

Mappa – La rotazione del blocco sardo - corso

In particolare, nel settore geologico algero-provenzale, un processo di rotazione di blocchi litosferici (sfenocasma ligure) ha portato alla formazione di nuova crosta oceanica e alla rotazione di ca. 35° in senso antiorario del blocco sardo-corso che è così passato da una posizione di continuità con l'area europeo-provenzale all'attuale posizione d'isolamento all'interno dell'area mediterranea.



Fonte: INGV

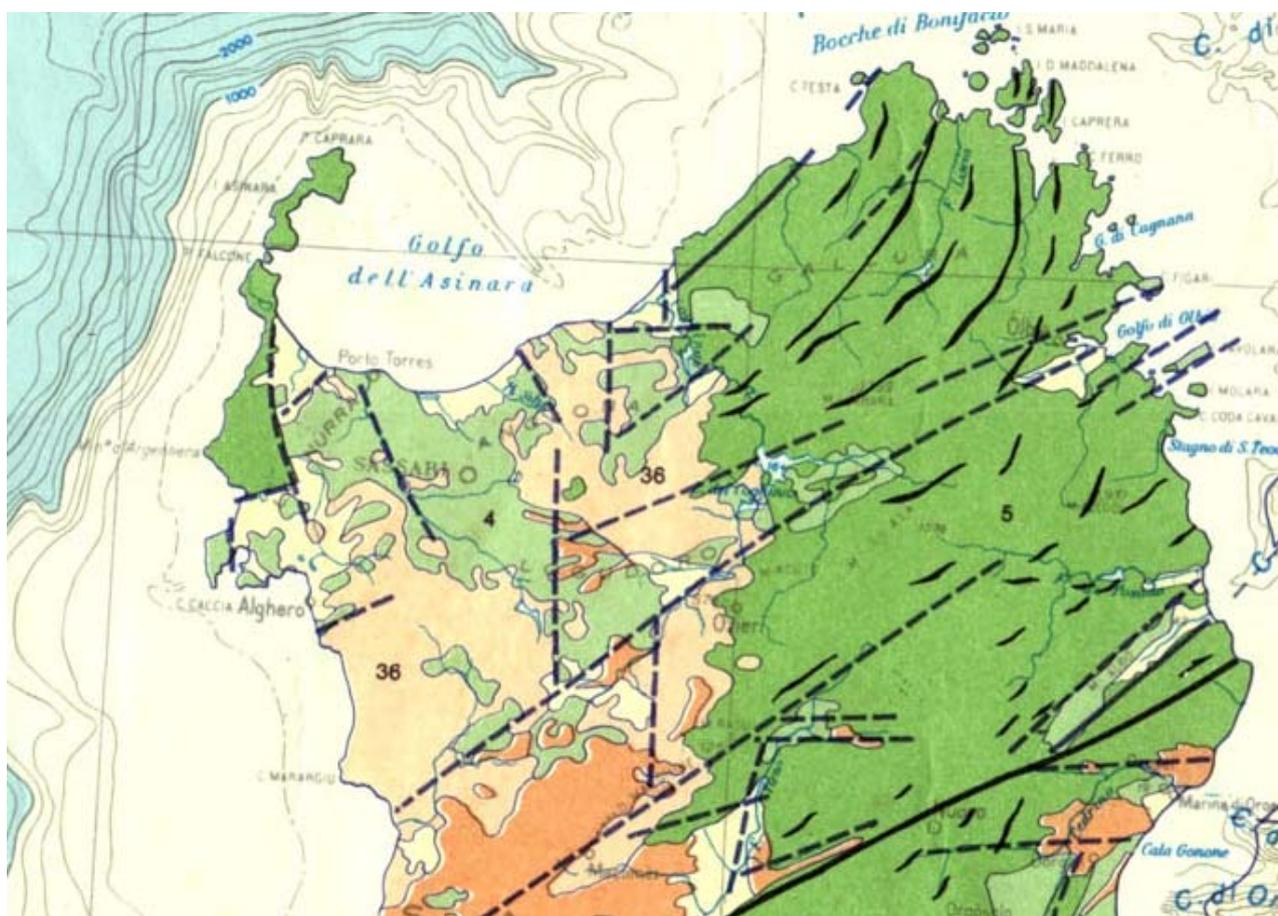
Mappa – Il sistema delle placche nel quale è inserita la Sardegna è il sistema delle compressioni e distensioni cui è sottoposta

Tale posizione, raggiunta nel Miocene inferiore (20 milioni di anni fa circa), da allora risulta

sostanzialmente stazionaria. La Collisione continentale tra il margine sud-europeo e l'Adria ha causato in Sardegna e Corsica occidentale e meridionale estese e diffuse faglie trascorrenti con tipiche strutture sia transpressive (con tipiche flower-structures, raddoppio delle coperture mesozoiche e paleogeniche e locali sovrascorrimenti del basamento cristallino paleozoico sulle coperture stesse: ad es. Monte Albo nella Sardegna NE e P.ta Carcina nella Corsica SE) sia transtensive (con sviluppo di bacini transtensivi lungo zone di releasing delle faglie principali: ad es. bacini transtensivi dell'Anglona, di Chilivani, Ottana, ecc.).

Contemporaneamente all'azione dello sfenocasma ligure venne attivato, in fase post-collisionale, un nuovo processo di subduzione a est del blocco sardo-corso, con l'associata formazione di un arco vulcanico (vulcanismo calcalcalino sardo).

Su scala geologica le modeste velocità di movimento descritte, possono produrre sostanziali modificazioni paleogeografiche, con la creazione di oceani dove prima esistevano continenti o con la costruzione di gigantesche catene di montagne dove prima si estendevano spazi oceanici.



Mappa della tettonica del S della Sardegna (da Carmignani et alii, Mem Descr Carta Geol. Strutt. Sardegna op. cit.)

3.5.1 IL SISTEMA DELLE STRUTTURE TETTONICHE DI IMPORTANZA LOCALE

Nel Foglio 459 "Sassari" la tettonica mesozoica è difficilmente riscontrabile in affioramento mentre è ben riconoscibile in sottterraneo nella miniera di Bauxite di Olmedo. Infatti, tramite lo studio dei sondaggi eseguiti per la prospezione della bauxite (OGGIANO et alii, 1987; COMBES et alii, 1993) è stato possibile riconoscere le fasi tettoniche mesozoiche riportate in tab.2.

Movimenti tettonici in regime distensivo, ai quali è legata l'emersione della piattaforma carbonatica, sono riferiti all'Albiano anche sulla base di correlazioni con i movimenti tettonici della Provenza (movimenti bedouliani).

Sono caratterizzati da faglie normali con direzione principale ENE-WSW che hanno riattivato discontinuità tardo-varisiche del basamento.

Tali faglie hanno sollevato il settore nord-occidentale della piattaforma carbonatica mesozoica causandovi, alla fine del Cretacico superiore, la formazione di alti strutturali e l'erosione dei depositi del Giurassico superiore e del Cretacico inferiore.

In questo modo la successione carbonatica mesozoica ha iniziato a presentare spessori via via decrescenti verso NW fin dalla fase emersiva mesocretacica.

In miniera sono attribuite a questa fase tettonica le faglie sigillate dall'orizzonte bauxitico (cfr. § VII, tav.12); in questo modo l'età della deformazione viene confinata alla parte terminale del Cretacico inferiore (Aptiano terminale).

Nel Cretacico superiore sono descritte due fasi tettoniche, di cui la più antica a carattere transpressivo, caratterizzata da faglie trascorrenti sinistre con associate pieghe blande a direzione NNW-SSE e faglie normali orientate NE-SW.

Una struttura importante legata a questa tettonica è la faglia di Nalvonazzos, nota anche come "accidente tettonico di Su Zumbaru - Mamuntanas" (SANNA & T EMUSSI, 1986). La faglia decorre da località Nalvonazzos di Uri sino ad oltre Mamuntanas nei quadranti sud-occidentali del Foglio, sebbene, come accennato in precedenza, gran parte di essa non affiora in quanto sigillata dai flussi piroclastici miocenici.

Questa struttura ha prevalente componente trascorrente sinistra, cui si associa una componente secondaria normale con rigetti verticali dell'ordine del centinaio di metri. È responsabile del sollevamento della piattaforma carbonatica posta a SE, che probabilmente è rimasta emersa anche durante il Cretacico superiore; infatti a S della faglia di Nalvonazzos non si trovano mai sedimenti trasgressivi di tale epoca.

Completa il quadro della tettonica mesozoica una fase tettonica distensiva del Cretacico terminale.

Strutture riferibili a questa tettonica sono alcune faglie dirette ad alto angolo, di direzione NE-SW ed immersione verso NW (FBR: faglie di Brunestica), che si osservano in affioramento per circa 2 km nell'intorno della miniera di bauxite di Olmedo. Queste faglie presentano disposizione a gradinata, con rigetti verticali di alcune decine di metri (come messo in evidenza dalla geometria degli affioramenti della formazione di Grascioleddu). Le faglie di Brunestica, dirette NE-SW, si interrompono su strutture coniugate dirette circa N-S; entrambi i sistemi di faglie sono sigillati dai flussi piroclastici miocenici.

3.5.1.1 TETTONICA CENOZOICA: FASE POST-CRETACICO SUPERIORE E PRE-IGNIMBRITI

Tra il Cretacico superiore e il Miocene medio si sono sviluppate diverse fasi tettoniche che tradizionalmente vengono riferite genericamente alla fase "Pirenaica" (CHERCHI & TRIMOLIÈRES, 1984).

Le pieghe principali generate da tale tettonica hanno direzione assiale circa NE-SW e mostrano un raccorciamento con direzione circa N140E, differente da quello riferito alla fase pirenaica nella Sardegna sud-occidentale (BARCA & COSTAMAGNA, 1997; CARMIGNANI et alii, 2004).

Non essendoci marker stratigrafici che possano vincolarla, sia inferiormente sia superiormente, tale tettonica, oltre che alla fase Pirenaica, potrebbe essere attribuita al Cretacico superiore o anche all'Oligocene-Aquitano.

In questo secondo caso sarebbe riferibile alla collisione appenninica, che nella Sardegna orientale ha generato importanti faglie trascorrenti sinistre con associate fasce transpressive (CARMIGNANI et alii, 1994a; 1995; OGGIANO et alii, 2009).

A questa fase tettonica sono attribuibili le pieghe che interessano le successioni mesozoiche. Particolarmente evidenti sono l'anticlinale di Campanedda (ACP in tav.10), nel settore nord-occidentale del Foglio e la sinclinale di Serralonga (SSN in tav.10), presente nella stessa area, ad E di M. Nurra tra casa Migheli e Casa Bazzoni. Si tratta di strutture a piano assiale verticale ed asse sub-orizzontale orientato da NE-SW a NNE-SSW con debole immersione assiale verso NE.

L'anticlinale di Campanedda non mostra alcuna espressione morfologica, in quanto l'area risulta completamente peneplanata, presenta al nucleo i sedimenti triassici del Keuper, attraversati in sondaggio per circa 300 m (POMESANO CHERCHI, 1968), sovrastati da calcari e dolomie giurassici della formazione di Monte Zirra.

Verso NE l'anticlinale viene intersecata da una faglia diretta, ad andamento N-S, che interrompe la continuità dei depositi triassici e di quelli giurassici più antichi.

Anche la sinclinale di Serralonga, a causa della peneplanazione dell'area non ha evidenze morfologiche; presenta un'estensione complessiva in affioramento di circa 3 km. È ben cartografabile per la presenza del livello-guida costituito dalla formazione di Grascioleddu, che separa la formazione di Punta Cristallo dalla formazione di Capo Caccia.

3.5.1.2 TETTONICA CENOZOICA: FASE OLIGO-AQUITANA

Questa fase tettonica si manifesta con faglie trascorrenti sinistre di direzione ENE-WSW. Ad essa sono legati i bacini transtensivi (CARMIGNANI et alii, 1994a; OGGIANO et alii, 1995; PASCÌ et alii, 1998), le strutture transpressive e quelle ad esse correlate (cfr. § III - 2.4.2.).

Nell'area rilevata le manifestazioni legate a tale tettonica sono mascherate sia dai flussi piroclastici successivi, sia dai sedimenti trasgressivi post-burdigaliani.

Tuttavia non si può escludere che alcune faglie con direzione ENE-WSW rappresentino la riattivazione di faglie precedenti e siano legate a tale tettonica.

3.5.1.3 TETTONICA CENOZOICA: FASE DISTENSIVA DEL BURDIGALIANO

Questa fase tettonica distensiva riveste notevole importanza nella strutturazione definitiva di questo settore dell'Isola. Infatti ad essa è riferibile il generale tilting verso NE del blocco crostale della Nurra, ben deducibile dall'immersione orientale sia delle strutture planari e lineari del basamento che degli assi delle pieghe che interessano le successioni mesozoiche nel settore occidentale del Foglio.

Le strutture più importanti legate a tale fase distensiva sono rappresentate dalle faglie ad orientazione NNW-SSE che generano l'approfondimento del bacino di Porto Torres verso E.

Sempre durante questa fase devono essersi attivate le faglie coniugate ad orientazione E-W o WNW-ESE, come la Faglia di San Martino (fuori Foglio) e altre faglie ad orientazione E-W che affiorano nel settore meridionale del Foglio, responsabili del trasferimento dell'estensione dal Bacino di Porto Torres al Bacino del Logudoro. Come accennato gran parte di queste strutture sono sepolte al di sotto delle successioni sedimentarie mioceniche.

Nel settore studiato le strutture più evidenti appartenenti a questa fase tettonica sono rappresentate dalla coppia di faglie dirette che, con direzione WNW-ESE ed immersione ad alto angolo verso N, dislocano a gradinata le unità ignimbriche mioceniche all'altezza del Lago del Cuga e lungo il corso del Riu su Català poco più a W.

La Faglia del Cuga (FCG) presenta uno sviluppo cartografico di circa 5 km. Ribassa verso N le vulcaniti mioceniche con rigetti verticali non inferiori a circa 150 m.

La Faglia di Cantoniera Rudas (FCR), più meridionale, è stata cartografata per circa 7 km. Ribassa verso N le vulcaniti mioceniche, con rigetti verticali di ordine ettometrico, isolando a S un blocco di calcari del Coniaciano (formazione di Capo Caccia).

L'età delle dislocazioni può essere attribuita ad un intervallo tra il Burdigaliano medio ed il Burdigaliano superiore in quanto le strutture sono sigillate, lungo il bordo meridionale del Lago del Cuga, dai sedimenti marini della formazione di Mores.

3.5.1.4 TETTONICA CENOZOICA: FASE DEL SERRAVALLIANO

Durante il Serravalliano una fase tettonica distensiva si è manifestata con l'attivazione di faglie ad orientazione prevalente E-W.

Tale tettonica ha generato alti strutturali collocati a S del Bacino del Logudoro ed in parte ha riattivato le faglie della zona di trasferimento tra i due bacini.

La manifestazione più evidente di tale tettonica è la discordanza tra la formazione di Monte Santo (NST) e le marne della formazione di Borutta (RTU), ben osservabile in località Badde Sant'Andria.

La struttura cartograficamente più significativa è la Faglia di Ittiri (FUNEDDA et alii, 2000; FIT in tav.10), una faglia normale, di direzione circa E-W, subverticale, immergente verso N, con rigetti verticali di ordine ettometrico.

3.5.1.5 TETTONICA CENOZOICA: FASE DEL PLIOCENE

Questa fase tettonica, a carattere distensivo, è responsabile del sollevamento recente della regione compresa nel Foglio e si manifesta con faglie dirette e sollevamenti in blocco.

Le faglie hanno spesso andamento meridiano ed in genere agiscono riattivando faglie precedenti con differenti direzioni, e generando depressioni ad andamento N-S ed ENE-WSW all'interno delle quali si conservano vulcaniti mioceniche e depositi clastici del Miocene superiore.

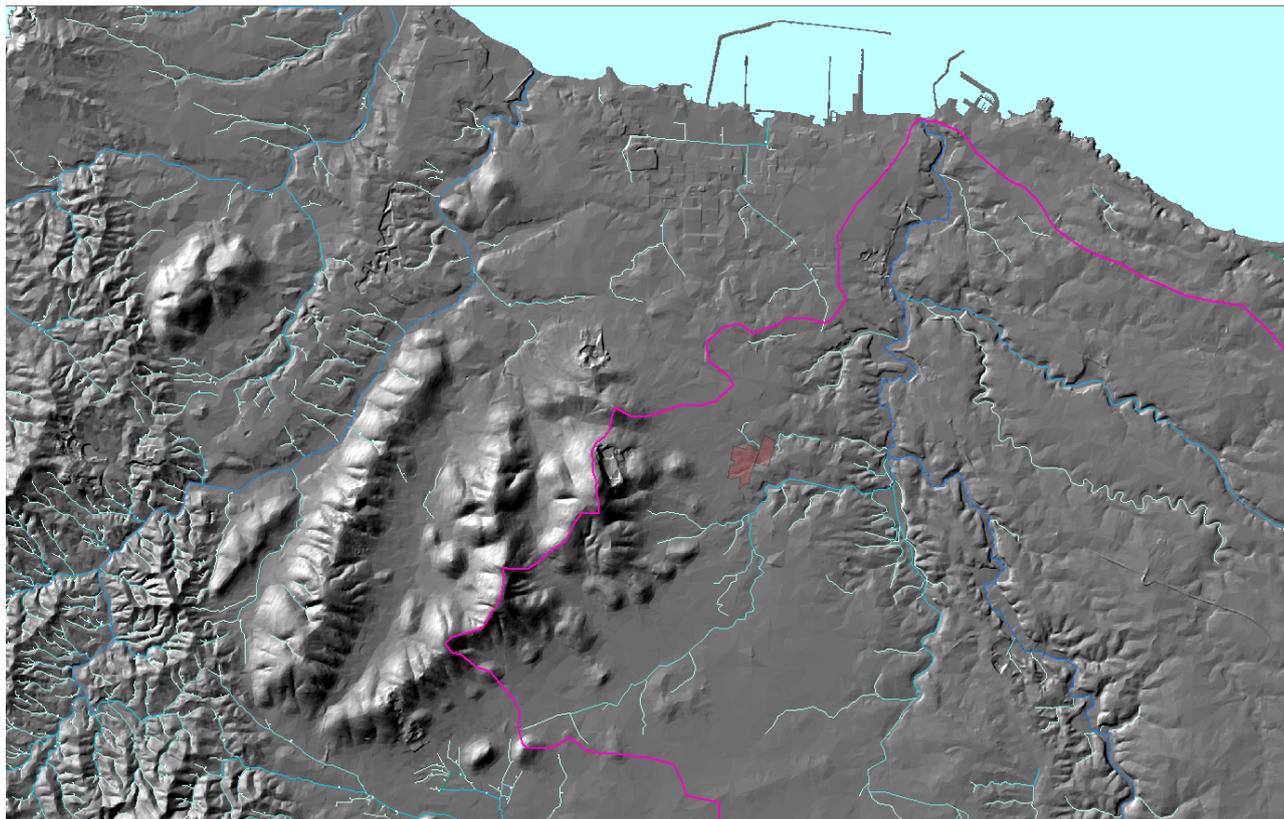
Queste faglie controllano anche il sollevamento post-Messiniano di questo settore dell'Isola, che deve essere stato attivo fino al Pleistocene, come documentato dall'inversione del rilievo determinata dalle colate basaltiche pleistoceniche nell'area del Rio Coloru (MARINI & MURRU, 1983).

Nel Foglio tale fase tettonica è testimoniata da una faglia diretta sub verticale di direzione N-S (Faglia del Rio Barca, FRB), che ad E di Sassari mette in parte a contatto, presumibilmente

riattivando una struttura più antica, i depositi carbonatici delle formazioni di Mores e di Monte Santo lungo Valle Barca.

Alla stessa fase tettonica appartengono, inoltre, le faglie ad andamento NW-SE presenti tra Ittiri e Usini con immersione ad alto angolo verso NE (Faglie di Serra Orzu e Su Vincoladu, rispettivamente FSO e FSV) e la faglia che con immersione verso W disloca le unità vulcaniche ad E di Uri (Faglia di Monte Ladu, FML).

3.6 GEOMORFOLOGIA: FORME E PROCESSI



L'impianto in progetto nel contesto morfologico con reticolo e bacino idrografico del Mannu di Porto Torres

3.6.1 Principali elementi geomorfologici

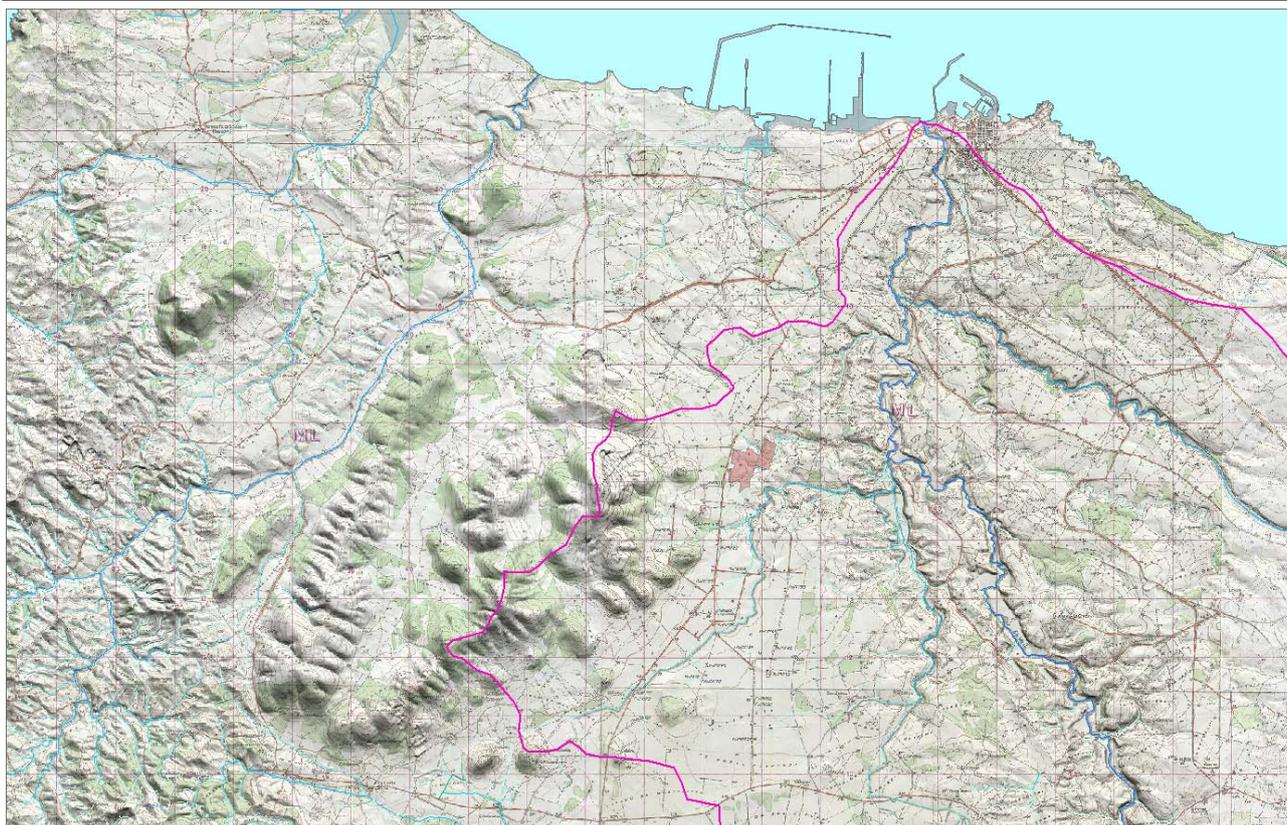
3.6.1.1 *Forme dovute al deflusso delle acque superficiali*

L'area è interessata interamente ricompresa nel bacino idrografico del Mannu di Porto Torres.

Reticolo idrografico superficiale: è rappresentato dal reticolo idrografico costituente la rete di deflusso dei principali corsi d'acqua e dei loro affluenti secondari. Nell'area di intervento essi sono rappresentati dal Riu afferente lo Stagno di Gennano (oggi interrato nella zona industriale di Porto Torres) ed il Mannu di Porto Torres. Il loro reticolo risulta fortemente controllato dalla tettonica e dalla litologia, determinando un pattern della rete idrografica prevalentemente angolare o sub-angolare.

Orlo di scarpata fluviale: è rappresentata da una rottura morfologica più o meno evidente, che costituisce l'espressione di episodi più o meno prolungati di erosione da parte delle acque superficiali. Queste sono posizionate principalmente lungo i bordi delle piane alluvionali laddove l'erosione fluviale ha interessato, nel corso del tempo, le litologie marnose e calcarenitiche, meno erodibili, portando a giorno le sottostanti unità costituenti il bedrock.

Valle a fondo piatto: è rappresentata dalle valli fluviali del Mannu e dei suoi affluenti, situati a nord-est e ad est dell'area di studio, attraversate dai relativi corsi d'acqua e solo in parte, con modesti spessori, colmate dai depositi alluvionali attuali e recenti, restando evidente la loro genesi di ordine strutturale.



L'impianto in progetto sulla carta IGM 1960 con reticolo e bacino idrografico del Mannu di Porto Torres

3.6.1.2 Forme e processi di versante

I processi di versante sono limitatamente attivi nell'area studiata, soprattutto nei vasti settori subpianeggianti.

La carta dell'acclività è esplicativa della morfologia dell'area.

Cionondimeno, in tali aree i processi sono attivi nei tempi lunghi, ma con velocità ed andamento della evoluzione non tali da costituire presupposto per una pericolosità significativa.

Sono rilevanti i settori che costituiscono il raccordo tra il pianoro e il fondovalle delle incisioni del Mannu e dei suoi affluenti.

3.6.1.3 Forme strutturali

Rilievo residuale isolato (inselberg): rilievi collinari, di modesta entità, impostati su rocce calcareo-dolomitiche, considerati come forme residuali d'erosione ("inselbergs") generati a causa del susseguirsi di differenti fasi tettoniche avvenute durante il meso-cenozoico. Una di queste forme è rappresentata dal Monte Alvaro, dal Monte Santa Giusta, a ovest del settore di progetto.

Alveo a controllo tettonico: corso d'acqua impostato su elementi tettonici che hanno influenzato nel corso del tempo la direzione di scorrimento. Un esempio evidente è costituito dal Mannu, il cui pattern risulta fortemente angolare nella porzione ad est del tracciato in progetto.

3.6.1.4 Forme antropiche

- Area a maggior urbanizzazione: è rappresentata dall'area urbanizzata di Sassari e da quella di Porto Torres.
- Area industriale: rappresentata dal complesso industriale/artigianale situato ad ovest della città di Sassari e da quello ad ovest della città di Porto Torres.
- Area di cava: vicine, ed incluse nell'area di studi progetto (P.E. Cava di Monte Alvaro).
- Orlo di scarpata di cava: che comprendono le scarpate che delimitano le aree precedentemente individuate.
- Rilevato stradale: è rappresentato dai depositi antropici costituenti il rilevato stradale della SS 131 – Camionale.
- Alveo rettificato/canale di bonifica: corso d'acqua la cui direzione è stata condizionata artificialmente per un'opera di bonifica delle aree più depresse (P.E. elementi idrici inclusi nell'area industriale di Porto Torres).

3.6.1.5 Superfici di spianamento

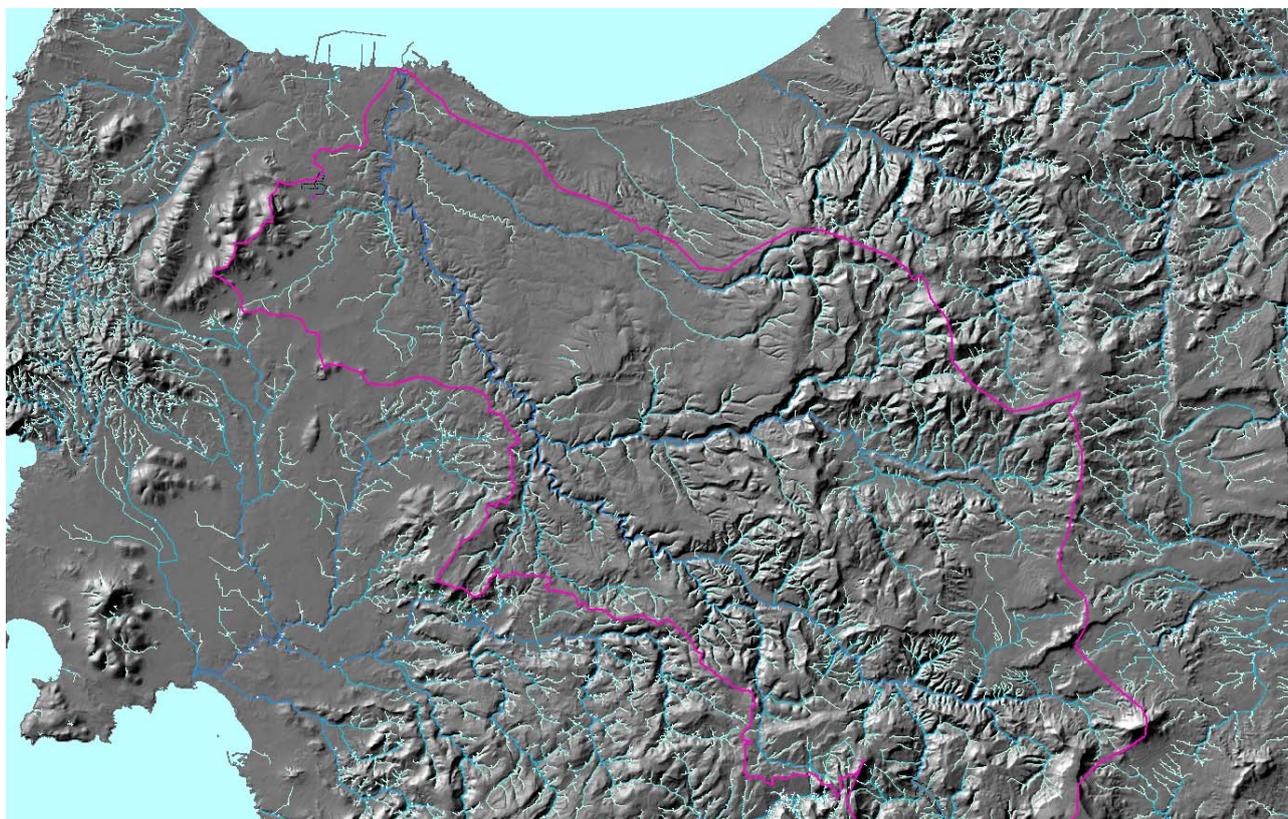
Superficie di terrazzo morfologico: ampie superfici di erosione costituenti la vasta superficie e i pianori modellati sui depositi pleistocenici continentali sabbiosi e limosi, mascheranti la geologia cenozoica e mesozoica sepolta, come quello sul quale si sviluppa il progetto.

3.7 IDROGEOLOGIA

Per definire i caratteri idrogeologici del settore studiato sono stati analizzati gli aspetti riguardanti l'idrografia superficiale, sono stati descritti i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti e sono state descritte le principali unità idrogeologiche.

3.7.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'idrografia attuale non è altro che risultato della naturale evoluzione dell'assetto idrografico preesistente, a sua volta strettamente legato alle vicissitudini tettonico-strutturali che si sono protratti sino a tutto il Pleistocene.



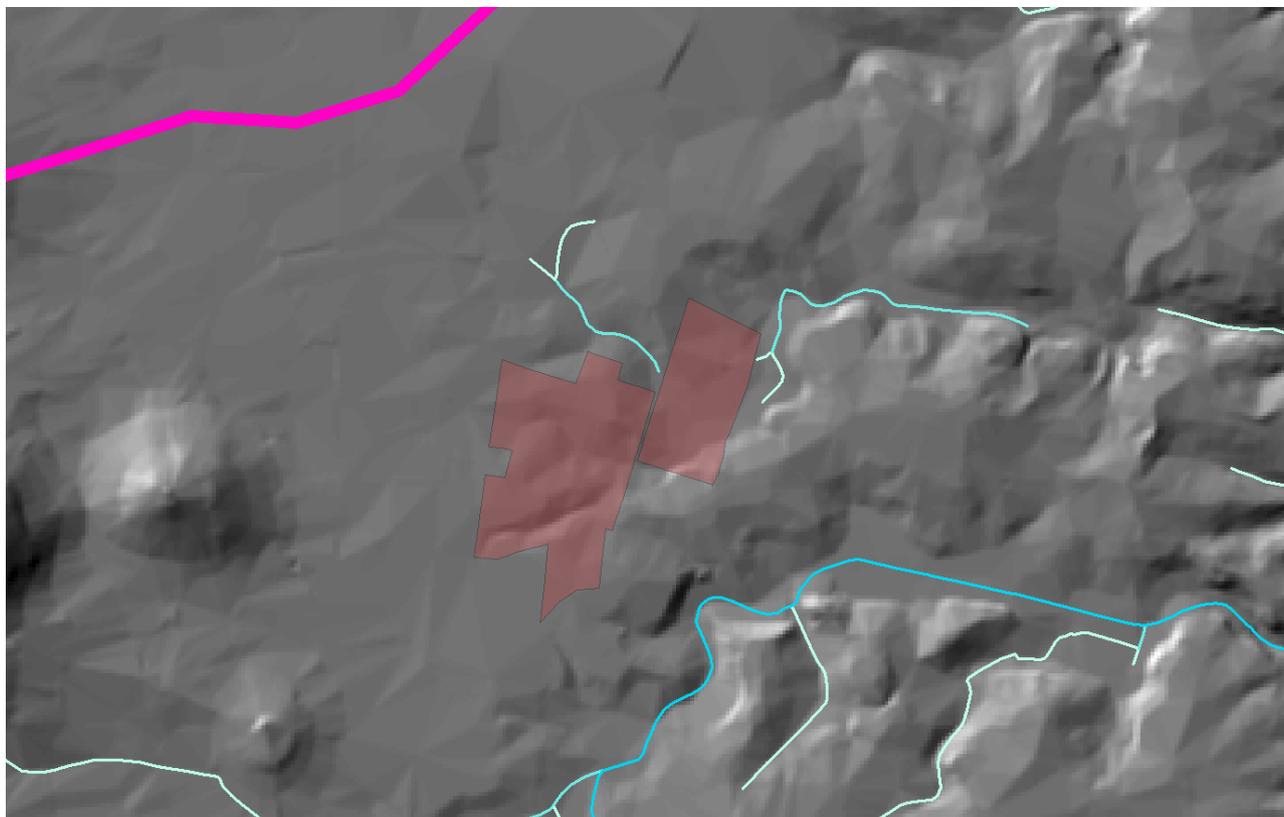
Bacino idrografico del Mannu

3.8 CARATTERI IDRAULICI DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE.

La descrizione delle caratteristiche idrauliche dei materiali presenti nell'area in studio è basata sulle osservazioni dirette e su quanto riportato in letteratura.

Le rocce, in funzione della loro natura, origine e storia geologica, possono presentare caratteri tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili, o possono non presentare tali caratteri. Le rocce che hanno la capacità di permettere il deflusso e la restituzione delle acque sotterranee vengono dette rocce serbatoio o acquiferi.

Le rocce serbatoio unitamente alle altre, che non presentano tali caratteri, hanno diverse proprietà idrauliche derivanti dai caratteri fisico-chimici e meccanici. Alcune di queste proprietà, come la porosità, la capacità di assorbimento, la capacità di percolazione e la permeabilità, condizionando quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere captate, sono molto importanti dal punto di vista idrogeologico.



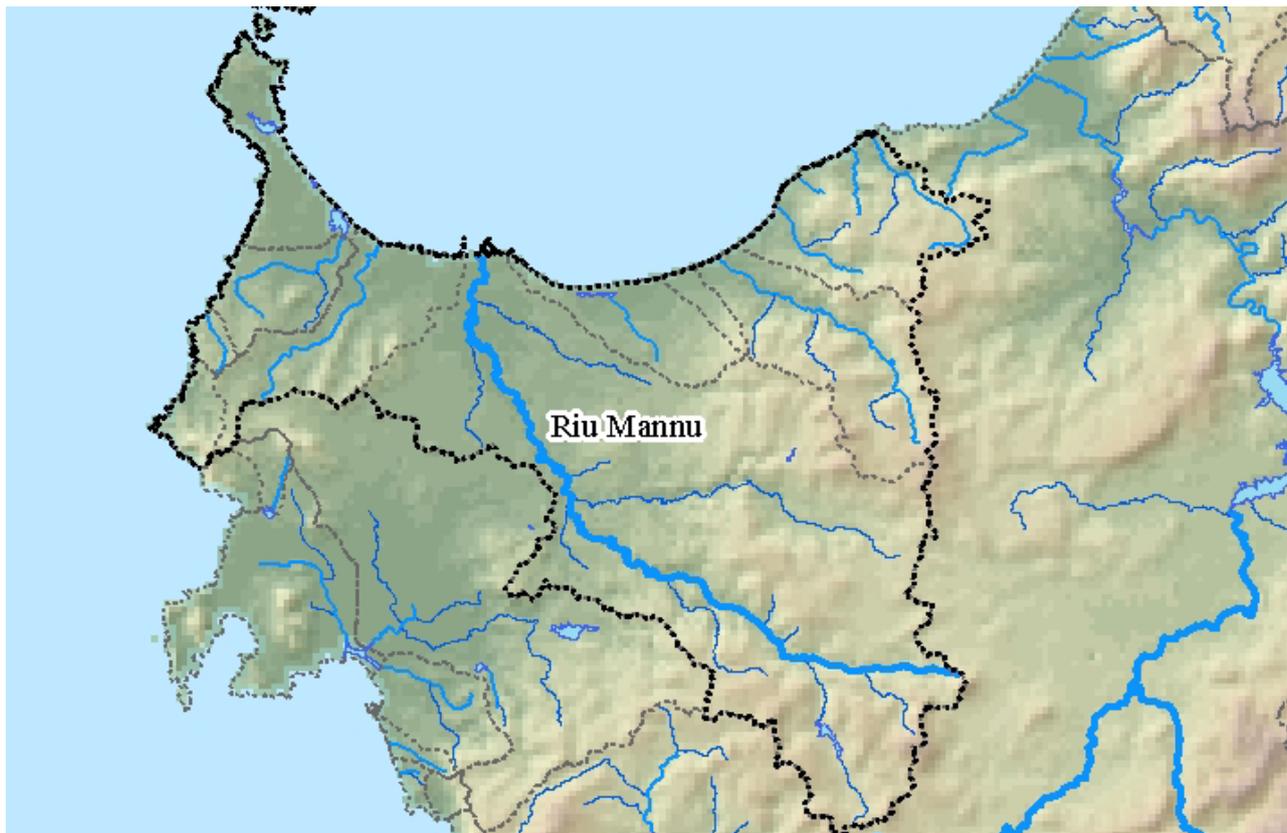
Interferenze tra reticolo Strahler ADIS e area di progetto (limite bacino Mannu in viola)

In idrogeologia si parla di rocce permeabili e rocce impermeabili, in relazione alla facilità con cui l'acqua sotterranea penetra, circola e si distribuisce nel sottosuolo. Sono definite permeabili le rocce nelle quali le acque si muovono con una velocità tale da permetterne la captazione, sono invece "impermeabili", quelle nelle quali, in condizioni di pressione naturali, per mancanza di meati comunicanti e/o sufficientemente ampi, non è possibile rilevare movimenti percettibili delle acque.

La permeabilità viene distinta in due tipi fondamentali: primaria e secondaria, a seconda che sia una caratteristica congenita o acquisita. La permeabilità primaria, o in piccolo, è tipica delle rocce porose, caratterizzate da vuoti intercomunicanti fra i granuli, ed è una proprietà intrinseca del litotipo, poiché la formazione dei meati è singenetica alla formazione della roccia. Solo in alcuni casi, come nei prodotti di alterazione dei graniti e delle arenarie la permeabilità per porosità è secondaria.

La permeabilità secondaria, detta anche per fratturazione, o in grande, è invece tipica delle rocce, sia coerenti che compatte, fessurate. Questa è generalmente una proprietà acquisita, dovuta principalmente a sforzi tettonici o da decompressione, che hanno determinato l'apertura di fessure, spesso successivamente allargate da processi chimico-fisici. Si può parlare di proprietà intrinseca solo nel caso in cui la permeabilità è dovuta a fessure singenetiche, ossia che si sono formate contemporaneamente alla formazione della roccia come giunti di raffreddamento, nelle rocce laviche, giunti di stratificazione e piani di scistosità nelle rocce sedimentarie e metamorfiche.

Esiste anche un altro tipo di permeabilità, quello per carsismo.



Unità idrografica Omogenea del Mannu dal Piano Tutela delle Acque

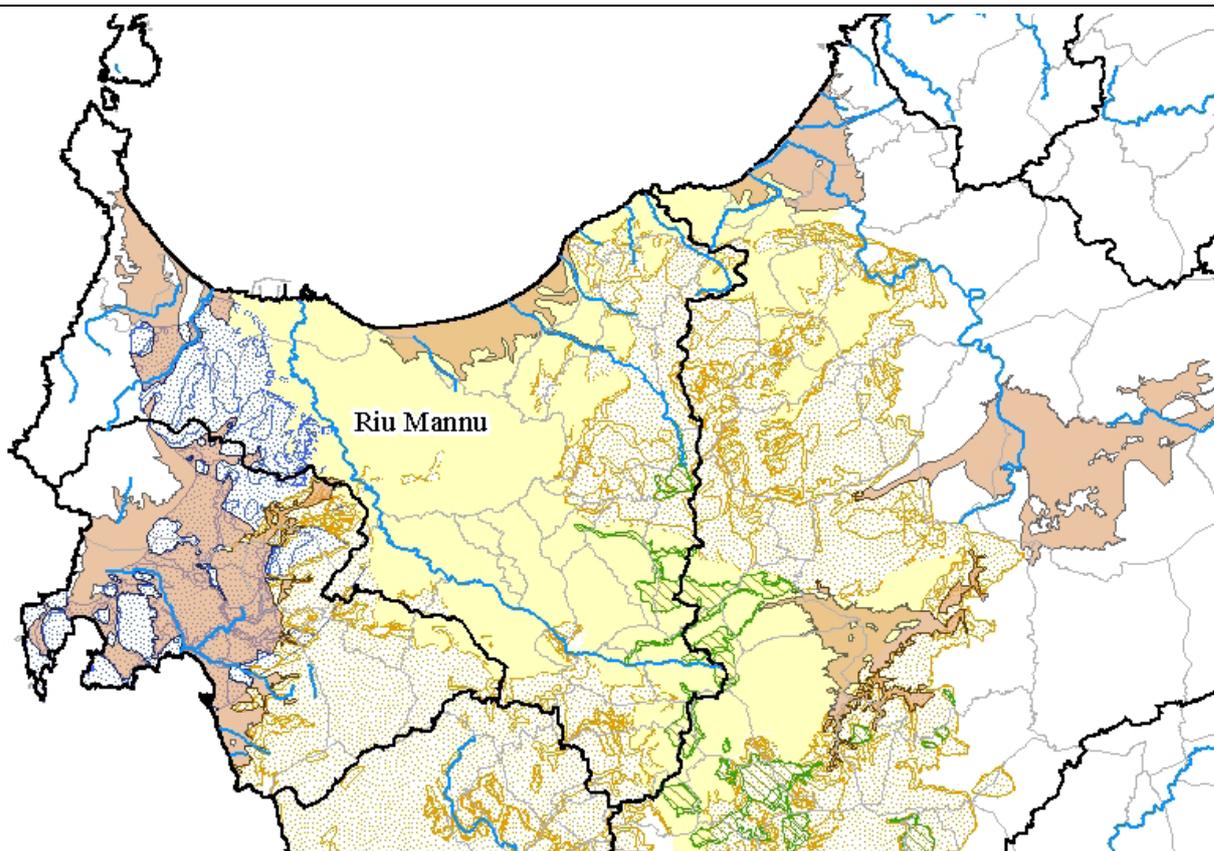
3.8.1 CARATTERI IDRAULICI

Le differenti formazioni litologiche riconosciute sono state caratterizzate anche sulla base della loro permeabilità, ovvero della capacità di immagazzinare acqua in quantità più o meno significative. In tal senso, sulla base dei loro caratteri intrinseci omogenei, i substrati litologici sono stati raggruppati in funzione del grado di permeabilità.

I sedimenti a grana da fine a molto fine, presentano una porosità relativamente elevata ed una permeabilità molto bassa, in quanto gli interstizi fra i granuli che compongono la roccia hanno diametri assai piccoli che non permettono il deflusso delle acque. Esse pertanto agiscono come barriera al movimento dell'acqua, anche se hanno la capacità di immagazzinare grandi quantità d'acqua, che può defluire molto lentamente.

I sedimenti a granulometria maggiore, composti cioè da sabbie, ghiaie e ciottoli di ambiente fluviale, con porosità comprese tra il 20%, nei depositi grossolani scarsamente selezionati, ed il 40%, nei materiali uniformemente selezionati, costituiscono dei buoni acquiferi

La maggior parte degli acquiferi in tali depositi presentano permeabilità variabile tra 1×10^{-4} e 1×10^{-3} cm/s, anche se non è infrequente trovare valori superiori a 5×10^{-3} cm/s. Pozzi scavati in tali depositi possono mostrare rendimenti moderati, anche se si possono riscontrare rendimenti maggiori se lo strato permeabile è potente, come nel caso di canali sepolti.



Interferenze tra Unità Idrografica Omogenea del Mannu ed unità idrogeologiche

Le sabbie e le ghiaie sono quindi i depositi detritici più importanti per quel che riguarda le riserve d'acqua sotterranee.

Naturalmente i valori riportati non tengono conto delle facies intermedie, spesso le più frequenti, che contengono una frazione grossolana immersa in una matrice da sabbiosa ad argillosa o limosa e del grado di cementazione dei depositi, fatti questi che influiscono negativamente sulla permeabilità.

I depositi alluvionali olocenici e subattuali, che si rinvengono lungo gli alvei dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale, ciottoloso-ghiaioso-sabbiosi, sciolti, presentano invece una porosità efficace maggiore dei conglomerati oligocenici e delle alluvioni antiche, conseguentemente la loro permeabilità è generalmente medio-alta, anche se si possono avere, in funzione della percentuale di materiali fini presenti, situazioni in cui la permeabilità decresce ed altre in cui invece aumenta consistentemente.

I depositi detritici, che si rinvengono alla base dei versanti, composti da clasti di varie dimensioni e blocchi di rocce paleozoiche ed eoceniche, immersi in matrice argillosa, presentano permeabilità da scarsa a media. Il grado permeabilità è funzione della maggior o minor quantità di materiali fini presenti.

3.8.2 GLI ACQUIFERI

Gli acquiferi presenti sono ospitati in due unità idrogeologiche principali:

1. Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra

2. Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese

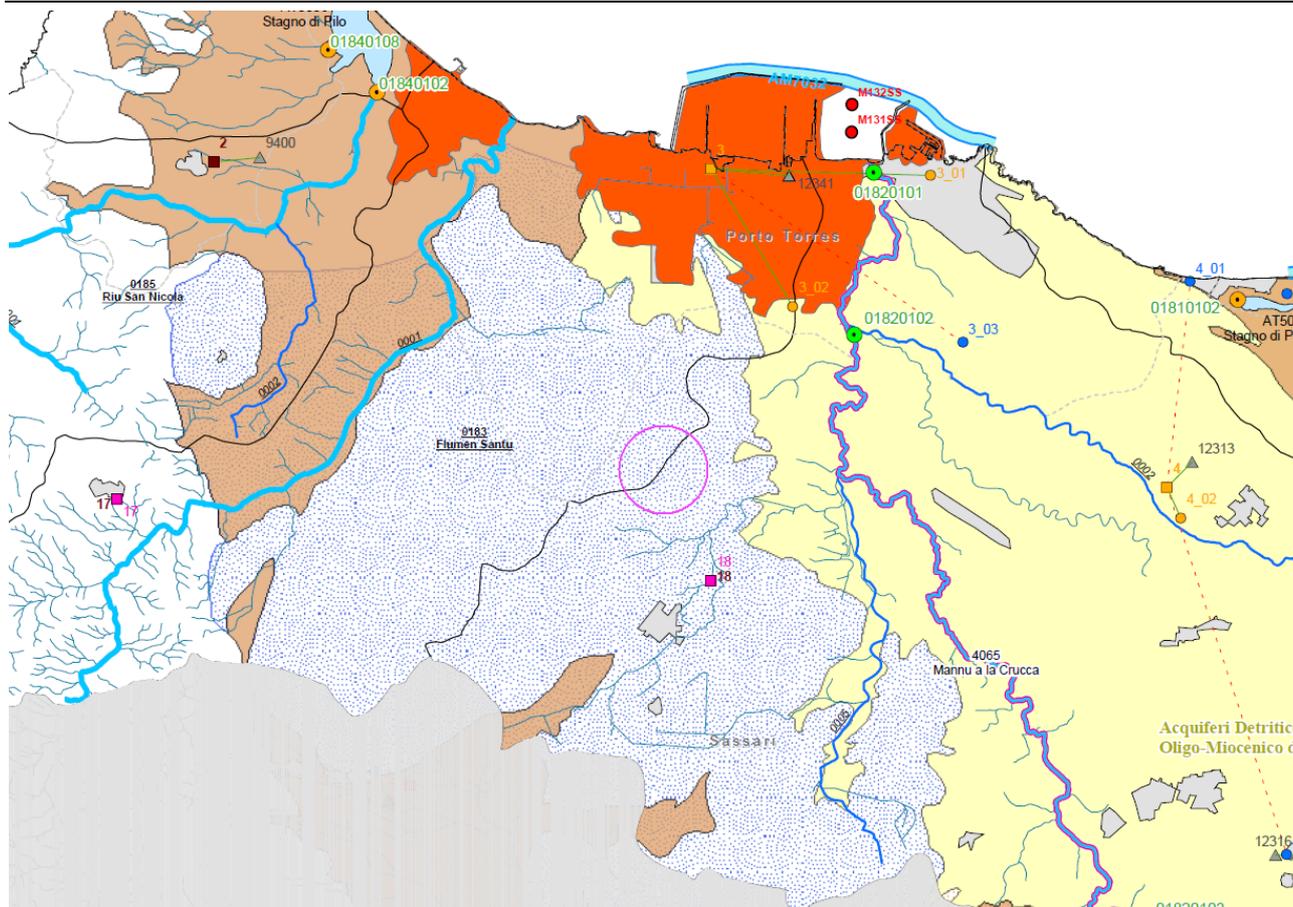
3.8.3 UNITÀ IDROGEOLOGICA DELLA NURRA SETTENTRIONALE

Il sistema locale è costituito superficialmente dalla parte distale del Bacino del Mannu e del Gennano che rimonta il rilievo di Monte Alvaro.

L'unità è costituita dalle formazioni seguenti:

- **bc** ,Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
- **b2** ,Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE.
- **RESb** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores).
- **RESa** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.).
- **NRR** ,FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite.
- **NRRa** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Intercalazioni di arenarie quarzose.
- **NDD** ,FORMAZIONE DI CAMPANEDDA. Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastri con lenti di selce.
- **KEU** ,KEUPER AUCT. Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere. TRIAS SUP.(LONGOBARDICO SUP.- RETICO)
- **MUK** ,MUSCHELKALK AUCT. Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati. TRIASSICO MEDIO (LADINICO)

DENOMINAZIONE	AREA (km ²)	P (Mm ³ /a)	Etr (Mm ³ /a)	PE (Mm ³ /a)	le (Mm ³ /a)
Detritico-alluvionale plio-quadernario della Nurra settentrionale	30.59	14.63	11.76	2.87	0.95
*Detritico-alluvionale plio-quadernario della Nurra meridionale	14.80	8.47	6.30	2.17	1.24



3.8.4 UNITÀ IDROGEOLOGICA SOTTERRANEA DELLA NURRA MERIDIONALE

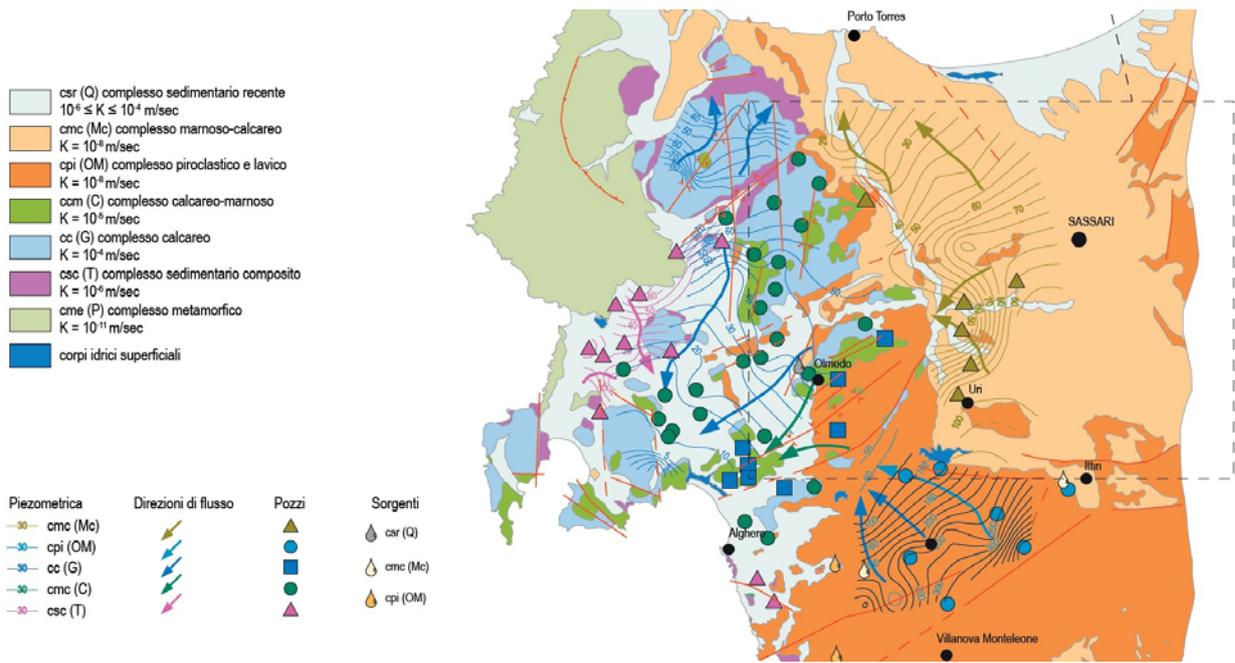
Si tratta del sistema delle formazioni carbonatiche afferenti il Mesozoico e caratterizzate da un sistema di circolazione sotterraneo per fratturazione e carsismo.

L'unità è costituita da:

- **NRR** ,FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite.
- **NRRa** ,Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Intercalazioni di arenarie quarzose.
- **NDD** ,FORMAZIONE DI CAMPANEDDA. Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastri con lenti di selce.
- **KEU** ,KEUPER AUCT. Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere. TRIAS SUP.(LONGOBARDICO SUP.- RETICO)
- **MUK** ,MUSCHELKALK AUCT. Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati. TRIASSICO MEDIO (LADINICO)

DENOMINAZIONE	AREA (km ²)	P (Mm ³ /a)	Etr (Mm ³ /a)	PE (Mm ³ /a)	le (Mm ³ /a)
*Carbonati mesozoici della Nurra meridionale	212.48	122.49	90.61	31.88	23.49

COMUNE DI SASSARI – PROVINCIA DI SASSARI
IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DELLA
POTENZA DI 20 MW DENOMINATO "UNALI" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)



4 PAI E PROBLEMATICHE AFFERENTI

4.1 INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO

Nell'ambito del lavoro è stata attivata un'analisi conoscitiva dei fenomeni di dissesto e delle condizioni di pericolosità e rischio sul territorio studiato.

L'indagine svolta è consistita nell'esame della bibliografia presente che ha consentito l'identificazione delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico.

Sono state consultate numerose fonti, analizzate e sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla instabilità.

In particolare, sono state consultate:

- **Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR)**, si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet www.gndci.cnr.it;
- **Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.**
- **Progetto Naz. M.P.I. – C.N.R. “Dinamica, dissesti e tutela delle spiagge”**
- **Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome, Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Fransi in Italia, messo a disposizione nel sito dell'APAT;**
- **Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L'ingegnere” – Roma, 1930;**
- **Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;**
- **Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;**
- **Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica;**

A partire dalle mappature originarie del PAI del 2004, nel territorio di Sassari, a scala generale, sono stati redatti ed approvati i seguenti documenti:

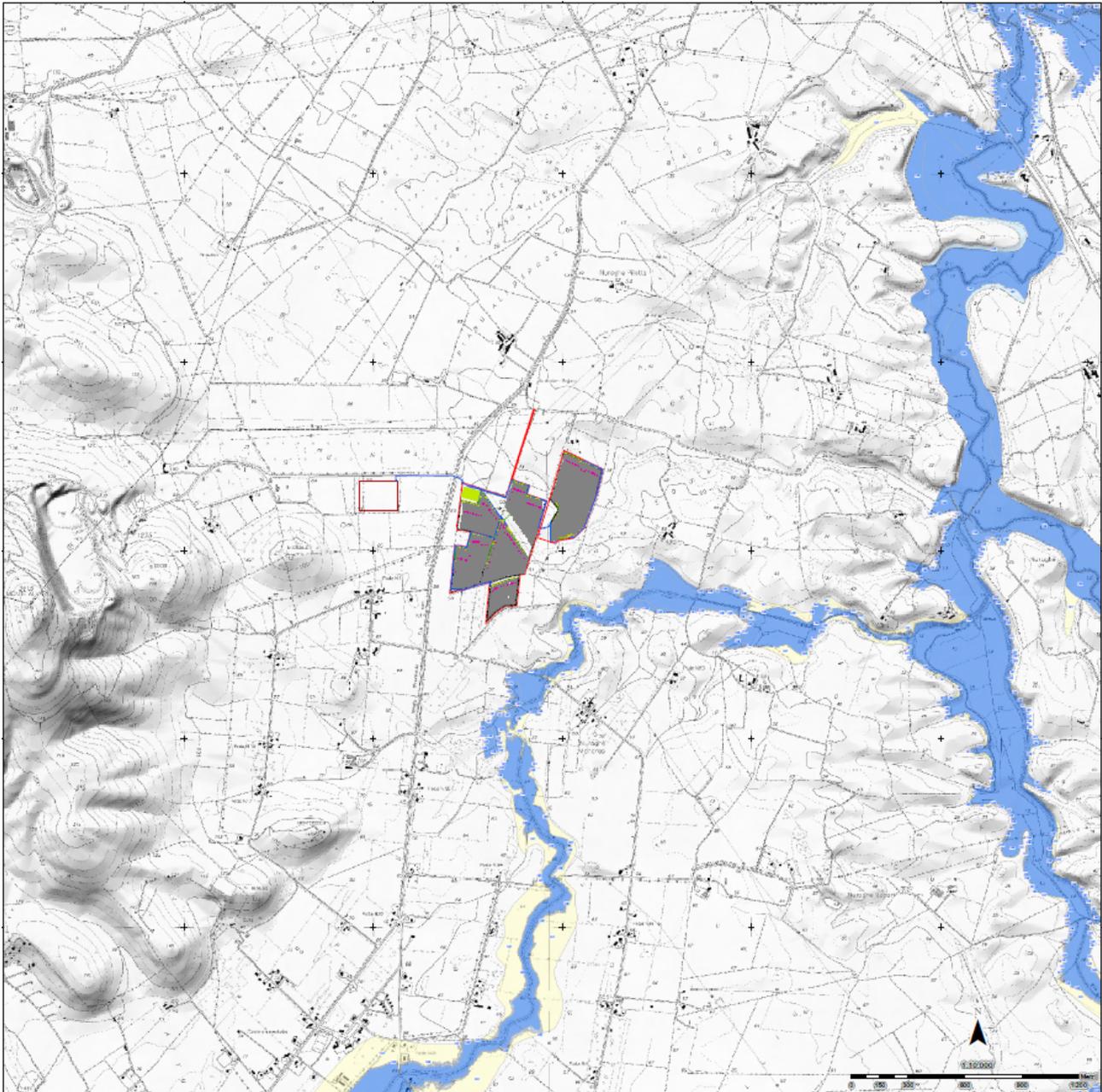
Delibera del C.I. n°4 del 12/12/2012 - Comune di Sassari - **Studio di compatibilità idraulica e geologico- geotecnica del territorio comunale di Sassari ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle N.A. del P.A.I. relativo al Piano Urbanistico Comunale - Approvazione**

Delibera del C.I. n° 3 del 07/05/2014 - **Variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa al sub-bacino Coghinas – Mannu - Temo (sub-bacino 3)**, - Adozione preliminare;

Delibera del C.I. n° 1 del 16/07/2015 - **Variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa al sub-bacino Coghinas – Mannu - Temo (sub-bacino 3)**, - Adozione definitiva.

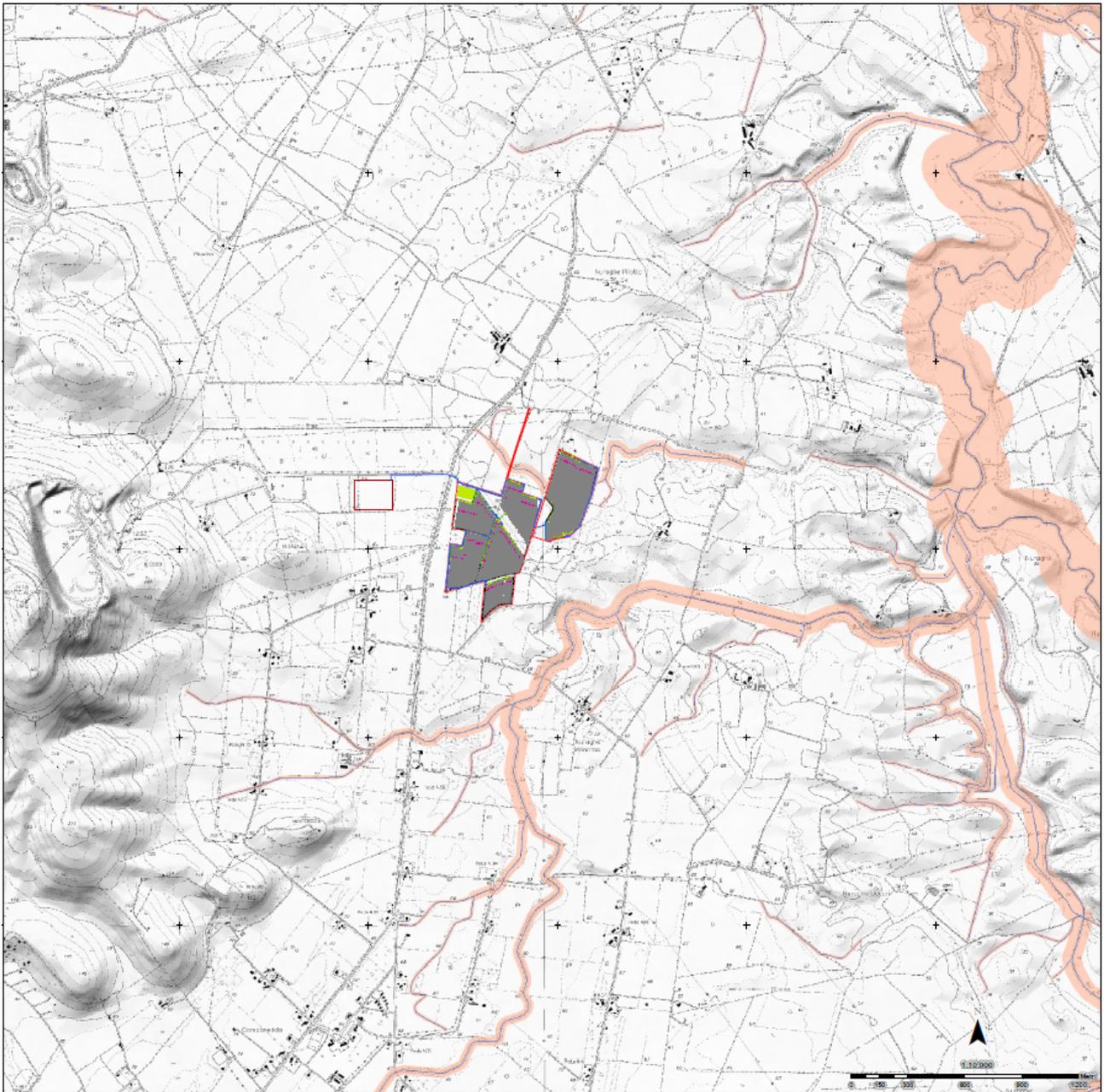
Le informazioni raccolte e successivamente mappate sono state controllate a campione per la verifica dello stato attuale dei luoghi che sono stati interessati da fenomeni di dissesto, l'eventuale persistere di situazioni di pericolo e la valutazione dello stato e dell'efficacia delle opere di messa in sicurezza adottate.

4.2 PERIMETRAZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOLOGICA VIGENTI

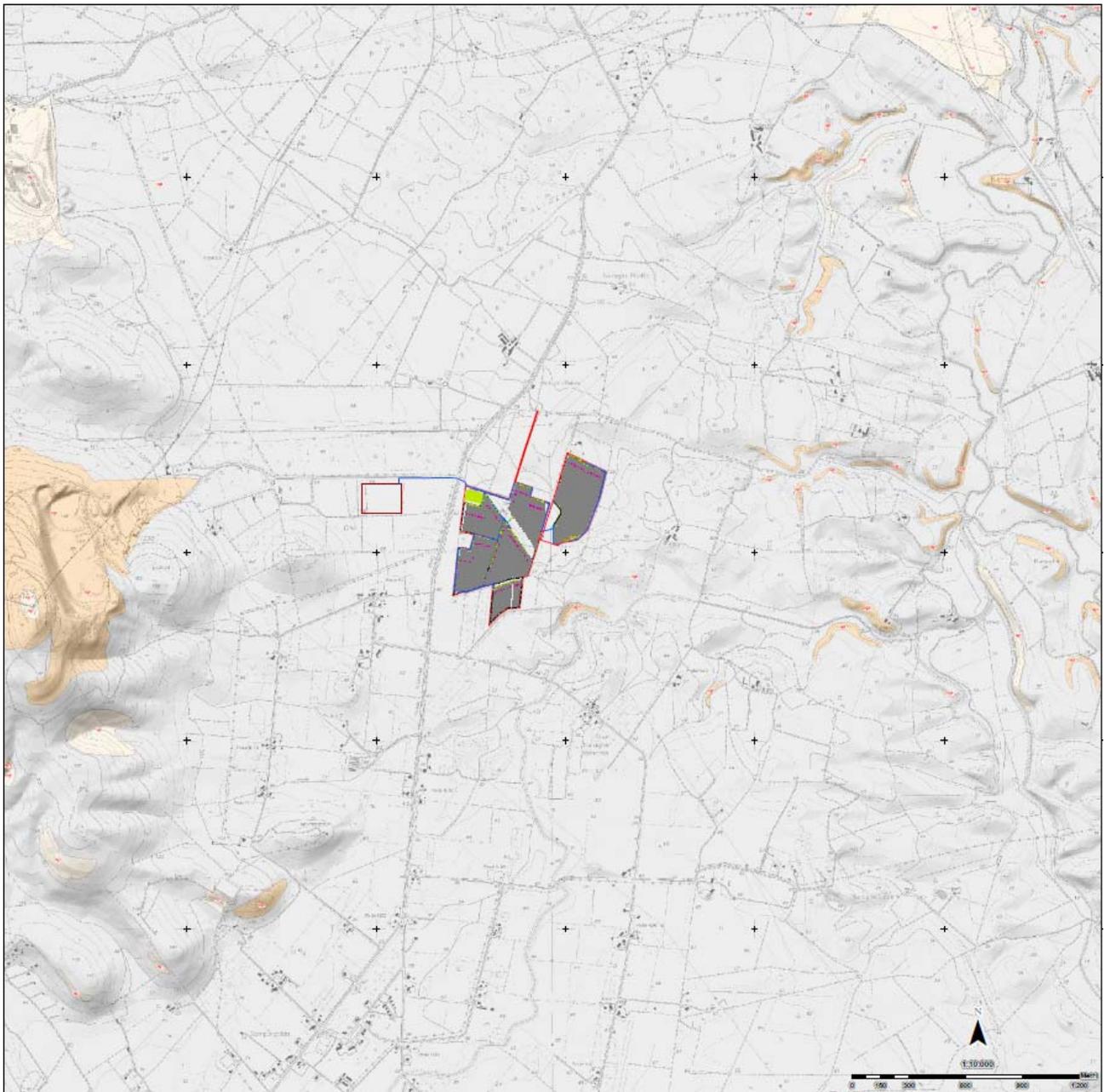


Mappe – Pericolosità PAI al settembre 2023 idraulica

**COMUNE DI SASSARI – PROVINCIA DI SASSARI
IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DELLA
POTENZA DI 20 MW DENOMINATO "UNALI" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)**



Mappe – Fasce di prima salvaguardia ed art. 30 ter



Mappe – Pericolosità PAI al maggio 2023 geologica

A seguito delle verifiche di tali perimetrazioni è possibile constatare che l'intervento in progetto non ricade in aree caratterizzate da pericolosità idraulica o geomorfologica.

Inoltre, il settore oggetto d'intervento non ricade all'interno delle "Fasce di Prima Salvaguardia" di cui all'art. 30ter delle N.A. PAI.

5 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (2001) Linee-guida per la redazione e l’uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento. Manuali e linee guida 4/2001.
- Ardaù F., Ghiglieri G., Vernier A. (1994) Salination of coastal aquifer of the Turritana plain: an important factor conditioning land planning and use. In Proceedings of 13th Salt Water Intrusion Meeting, 335-342
- Arras C., Balia R., Botti P., Buttau C., Cau P., Da Pelo S., Funedda A., Ghiglieri G., Loi A., Lorrà M., Melis M. T., Testa M. Geological criteria to the 3D delimitation of groundwater bodies (GWB) in the River basin district of Sardinia (2019) Conference Proceedings of Flowpath 2019 – National Meeting on Hydrogeology, 9-11.
- Arras C., Ghiglieri G., Da Pelo S., Buttau C., Lorrà M., Testa M. Long-Term Annual Average Aquifer Recharge assessment for the island of Sardinia (Italy) (2021) Flowpath 2021, 5th Edition of the National Meeting on Hydrogeology, Napoli, 1-3 December 2021, Conference Proceedings Book, 60.
- Barrocu, G., Ghiglieri G., Uras G. (1995) Intrusione salina e vulnerabilità degli acquiferi della piana di Oristano (Sardegna centro-occidentale). Convegno "Gestione irrigua in ambiente Mediterraneo" (Oristano 15-16 dicembre 1995) Pubblicazione n.1383 GNDCI-CNR U.O. 4.12, Cagliari, Italia.
- BASELINE (2003). Natural Baseline Quality in European Aquifers: A Basis for Aquifer Management. EC Framework Programme 5. <http://www.bgs.ac.uk/hydrogeology/baseline/europe/home.html>.
- Biddau R. (2010) Approccio geochimico-statistico per la valutazione del background geochimico nelle acque sotterranee. Applicazione agli acquiferi della Sardegna. Legge Regionale 7 agosto 2007, n. 7 “promozione della ricerca scientifica e dell’innovazione tecnologica in Sardegna - borse di ricerca destinate a giovani ricercatori”.
- Biddau, R., Cidu, R., Da Pelo, S., Carletti, A., Ghiglieri, G., Pittalis, D. Source and fate of nitrate in contaminated groundwater systems: Assessing spatial and temporal variations by hydrogeochemistry and multiple stable isotope tools (2019) Science of the Total Environment, 647, pp. 1121-1136.
- Biddau, R., Cidu, R., Ghiglieri, G., Da Pelo, S., Carletti, A., Pittalis, D. Nitrate occurrence in groundwater hosted in hard-rock aquifers: Estimating background values at a regional scale (2017) Italian Journal of Geosciences, 136 (1), pp. 113-124.
- BRIDGE (2005). Background cRiteria for the IDentification of Groundwater thrEsholds. EC Framework Programme 6. <http://www.wfd-bridge.net>.
- Buttau C., Da Pelo S., Funedda A., Melis M. T., Arras C., Lorrà M., Testa M., Botti P. - Methodology for identifying groundwater-dependent ecosystems (GDE) and allowing the groundwater status assessment accordingly in Sardinia (2021) Flowpath 2021, 5th Edition of the National Meeting on Hydrogeology, Napoli, 1-3 December 2021, Conference Proceedings Book, 58.
- Cau, P., G. Lecca, L. Muscas, G. Barrocu & G. Uras (2002). Saltwater intrusion in the Oristano plain (Sardinia). Proceedings of 17th Salt Water Intrusion Meeting.
- Cidu R., Fanfani L. (2002) Overview of the environmental geochemistry of mining districts in southwestern Sardinia, Italy. Geochemistry: EXploration, Environment, analysis, vol. 2 2002, 243-251. Geological Society, London.
- Civita M. (1987): La previsione e la prevenzione del rischio d’inquinamento delle acque sotterranee a livello regionale mediante le Carte di vulnerabilità, 1-12

- Da Pelo S., Manning, A.H., Biddau R., Cidu R., Ghiglieri G. Using groundwater age data to understand Nitrate contamination in a coastal aquifer (2018) EGU General Assembly 2018, 9656
- Da Pelo, S., Ghiglieri, G., Buttau, C., Biddau, R., Cuzzocrea, C., Funedda, A., Carletti, A., Vacca, S., Cidu, R. Coupling 3D hydrogeological modelling and geochemical mapping for an innovative approach to support management of aquifers (2017) Italian Journal of Engineering Geology and Environment, 2017 (Special issue 1), pp. 39-49.
- Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30. "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (09G0038)." Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale". Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
- Edmunds W.M., Shand P. (2004). Geochemical baseline as basis for the European Groundwater Directive. In: Wanty, R.B., Seal, R.R., II (Eds.), Proceedings of the WRI-11, Vol. 1. A.A. Balkema, pp. 393-397.
- Edmunds W.M., Shand P., Hart P., Ward R.S. (2003). The natural (baseline) quality of groundwater: a UK pilot study. Sci. Total Environ. 310, 25-35.
- EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2000). Guidance for data quality assessment, practical methods for data analysis, EPA QA/G-9. U.S. EPA 600/R-96/084, Office of Environmental information, Washington DC.
- Fenza P., Buttau C., Da Pelo S., Ghiglieri G. Modellistica geologica e idrogeologica tridimensionale per la valutazione quali-quantitativa delle risorse idriche sotterranee. (2016) in Atti XX Conferenza Nazionale ASITA, Ed. Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Cagliari, 8-10 ottobre, 405-412.
- Ghiglieri G., Barbieri G., Vernier A. (2006) Studio sulla gestione sostenibile delle risorse idriche: dall'analisi conoscitiva alle strategie di salvaguardia e tutela. Progetto RIADE - PON (2000- 2006). ENEA Ed., 550pp.
- Ghiglieri, G., Carletti, A., Da Pelo, S., Cocco, F., Funedda, A., Loi, A., Manta, F., Pittalis, D. Three-dimensional hydrogeological reconstruction based on geological depositional model: A case study from the coastal plain of Arborea (Sardinia, Italy) (2016) Engineering Geology, 207, pp. 103-114. Cited 14 times.
- ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2009). Protocollo per la definizione dei valori di fondo per le sostanze inorganiche nelle acque sotterranee.
- ISPRA (2010) Sostanze prioritarie per il monitoraggio dei prodotti fitosanitari nelle acque. Manuali e Linee Guida 61/2010.
- ISPRA – SNPA – IRSACNR (2017) Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo naturali per i corpi idrici sotterranei. DOC 155/2017.
- ISPRA – SNPA – IRSACNR (2017) Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee. DOC 161/2017

- Labry C., Marcia L., Biddau R., Cidu R., Da Pelo S., Funedda A. Coupling hydrogeochemical Data And Structural Modelling To Enhance Understanding Of Groundwater Circulation Controlled By Faults In Northern Sardinia (Italy) (2021) IAH2021 Book of Abstracts, 225.
- Labry C., Marcia L., Biddau R., Cidu R., Da Pelo S., Funedda A. Designation of Nitrate Vulnerable Zones in northern Sardinia – Coupling geochemical data and geostructural mapping and modelling to enhance the understanding of groundwater flow - (2021) Flowpath 2021, 5th Edition of the National Meeting on Hydrogeology, Napoli, 1-3 December 2021 Conference Proceedings Book, 107.
- Matscullant J., Ottenstein R., Reimann C. (2000). Geochemical background - can we calculate it? Environ. Geol. Vol. 34 N. 9, pp. 990-1000.
- Morgantini N., Frondini F., Cardellini C. (2008). Natural trace elements baselines and dissolved loads in groundwater from carbonate aquifers of central Italy, J. Phys. Chem. Earth, doi:10.1016/j.pce.2008.05.004.
- Nakic Z., Posavec K., Bacani A. (2007). A Visual Basic Spreadsheet Macro for Geochemical Background Analysis. Ground Water, 45, 5, 642-647.
- Newcomb W.D., Rimstidt J.D. (2002). Trace elements distribution in US groundwaters; a probabilistic assessment using public domain data. Appl. Geochem. 17, 49-57.
- Nieto P., Custodio E., Manzano M. (2005). Baseline groundwater quality: a European approach. Environ. Sci. Pollut. 8, 399-409.
- Panno, S.V., W.R. Kelly, A.T. Martinsek, K.C. Hackley. (2006). Estimating background and threshold nitrate concentrations using probability graphs. Ground Water 44, 5, 697–709.
- Pittalis, D., Carrey, R., Da Pelo, S., Carletti, A., Biddau, R., Cidu, R., Celico, F., Soler, A., Ghiglieri, G. - Hydrogeological and multi-isotopic approach to define nitrate pollution and denitrification processes in a coastal aquifer (Sardinia, Italy) (2018) Hydrogeology Journal, 26 (6), pp. 2021-2040.
- POR SARDEGNA 2000-2006 – ASSE I – MISURA 1.7 – azione c “interventi di indagine preliminare e realizzazione del sistema di monitoraggio siti inquinati: aree industriali di Assemmini, Sarroch, Ottana e Porto Torres”.
- Porru C., Da Pelo S *, Biddau R., Lobina F., Cidu R., Arras C., Buttau C., Lorrari M., Testa M., Botti P. A coupled hydrogeological and multi-isotopic approach to investigate saltwater intrusion in a coastal groundwater (Sardinia, Italy) - (2021) Flowpath 2021, 5th Edition of the National Meeting on Hydrogeology, Napoli, 1-3
- Porru, M.C., Da Pelo, S.*, Westenbroek, S., Vacca, A., Loi, A., Melis, M.T., Pirellas, A., Buttau, C., Arras, C., Vacca, S., Mason, M.L., Lorrari, M., Testa, M., Botti, P. - A Methodological Approach For The Effective Infiltration Assessment In A Coastal Groundwater (2021) Italian Journal of Engineering Geology and Environment, 1, pp. 183-193.
- Progetto POR – Asse I misura 1.7. azione C “Rete di monitoraggio qualitativa e quantitativa delle acque sotterranee al fine della definizione dello stato ambientale dei corpi idrici significativi ai sensi del D. Lgs 152/06”
- R. Biddau, R. Cidu, M. Lorrari, M.G. Mulas (2017) Assessing background values of chloride, sulfate and fluoride in groundwater: A geochemical-statistical approach at a regional scale. Journal of Geochemical Exploration 181 (2017) 243–255.
- Regione Sardegna (2005) Programma d’azione per la Zona Vulnerabile da Nitrati di origine agricola di Arborea (eX D.G.R. n. 1/12 del 18/01/2005; D.G.R. n. 4/13 del 31/01/2006; D.G.G. n. 14/17 del 04/04/2006).

- Regione Sardegna (2006) Nuovo Piano Regolatore Generale Acquedotti. Deliberazione della Giunta Regionale n. 32/2 del 21 luglio 2006
<http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=16966&v=2&c=1323&t=1>
- Regione Sardegna (2006) Piano di Tutela delle Acque della Sardegna. Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006
<http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=26251&v=2&c=1260&t=1>
- Regione Sardegna (2008) Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000.
<http://www.sardegna.territorio.it>
- Regione Sardegna (2010) Disciplinari di produzione integrata- 2010 Sardegna. Decreto dell'Assessore dell'Agricoltura e riforma agro-pastorale del 13 aprile 2010 n.998/DecA/42 e D.M. 2722 del 17/04/08. <http://www.regione.sardegna.it/j/v/115?s=1&v=9&c=1409&c1=6&id=19558>
- Reimann C., Filzmoser P., Garrett R.G. (2005). Background and threshold: critical comparison of methods of determination. *Science of the Total Environment*, 346, 1-16.
- Reimann C., Filzmoser P., Garrett R.G., Dutter R. (2008). *Statistical Data Analysis Explained: Applied Environmental Statistics with R*. Wiley Ed. ISBN: 978-0-470-98581-6, pp. 362.
- Reimann e Garrett R.G. (2005). Geochemical background - concept and reality. *Science of the Total Environment*, 350, 12-27.
- Servizio Geologico Nazionale – Regione Autonoma Della Sardegna (1996) Carta Geologica della Sardegna. Scala 1/200000. Co-ordinator L. Carmignani. Cartografia artistica litografica. Firenze.
- SNPA - Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (2018) Linee guida per l'analisi delle pressioni ai sensi della direttiva 2000/60/CE - Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 22.02.2018. Doc. n. 26/18.
- SNPA - Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (2017) Criteri tecnici per l'analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 15.05.2017. Doc. n. 8/17.
- SNPA - Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (2014) Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs 152/2006 e relativi decreti attuativi - Delibera del Consiglio federale delle agenzie ambientali. Seduta del 30.06.2014. Doc. n. 42/14- CF.
- Vencelides Z., Hrkal Z., Prchalová H. (2010). Determination of the natural background content of metals in ground waters of the Czech Republic. *Applied Geochemistry*, 25, pp. 755-762. WFD Guidance Documents.
http://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/facts_figures/guidance_docs_en.htm
- WG 2.8 Statistics (2001) Technical Report No. 1: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends and aggregation of monitoring results,
<http://www.wfdgw.net/frame.html>.

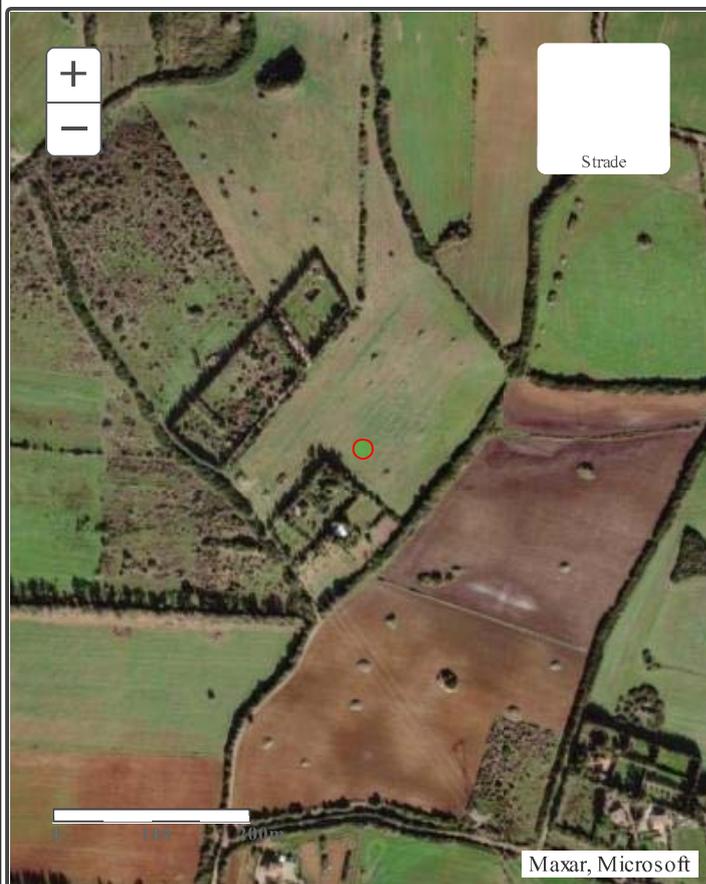
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 174169
Regione: SARDEGNA
Provincia: SASSARI
Comune: SASSARI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 49,00
Quota pc slm (m): 67,00
Anno realizzazione: 1999
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,000
Portata esercizio (l/s): 0,500
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometriche: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 3
Longitudine WGS84 (dd): 8,369875
Latitudine WGS84 (dd): 40,772611
Longitudine WGS84 (dms): 8° 22' 11.56" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 46' 21.40" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	49,00	49,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	30,00	30,00	0,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/1999	19,00	24,00	5,00	0,800

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	30,00	30,00	MIOCENE	CALCARI ARENACEI FRATTURATI
2	30,00	40,00	10,00	MIOCENE	MARNE COMPATTE

3	40,00	49,00	9,00	MIOCENE	CALCARI ARENACEI FRATTURATI
---	-------	-------	------	---------	-----------------------------

ISPRA - Copyright 2018

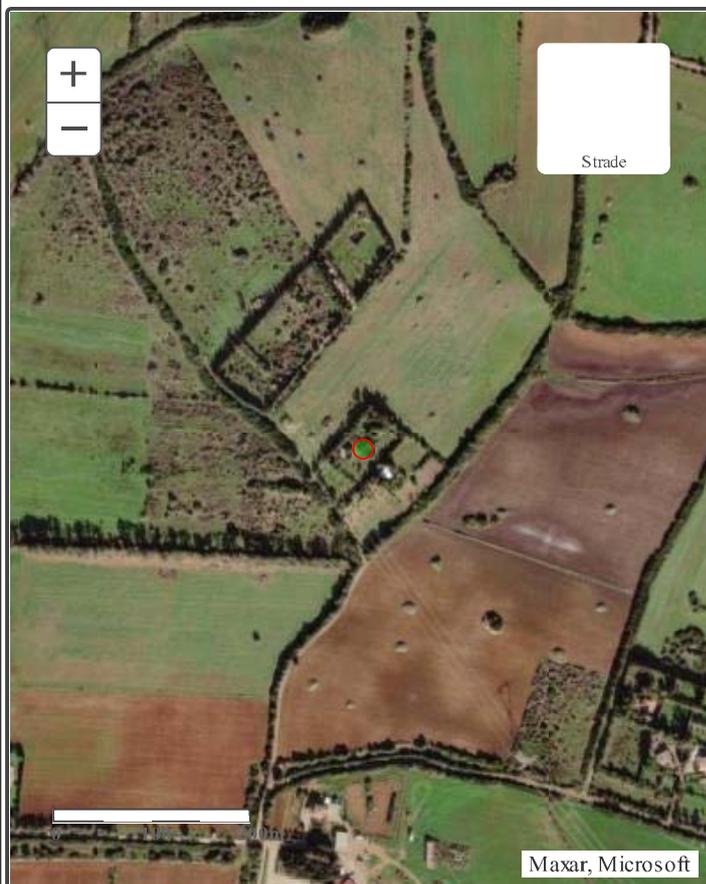
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 172906
Regione: SARDEGNA
Provincia: SASSARI
Comune: SASSARI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 40,00
Quota pc slm (m): 67,00
Anno realizzazione: 2000
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,400
Portata esercizio (l/s): 1,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometriche: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 1
Longitudine WGS84 (dd): 8,369319
Latitudine WGS84 (dd): 40,772061
Longitudine WGS84 (dms): 8° 22' 09.56" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 46' 19.42" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	27,00	27,00	0,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ago/2000	1,70	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	40,00	40,00	MESOZOICO	CALCARI FRATTURATI

