



COMUNE DI AUSTIS

PIANO URBANISTICO COMUNALE



Responsabile del Procedimento
Geom. Giovanni M. Morisano

IL TERRITORIO COMUNALE

RELAZIONE GEOLOGICA

7

GRUPPO DI LAVORO:

Ottobre 2016

Dott. Ing. Gianfranco Usai

Progettista incaricato

Dott.ssa Pianif. Elena Brotzu

Collaborazione alla pianificazione

Dott. Geol. Michele A. Ena

Settore geologico

Dott. Nat. Maurizio Medda

Settore ambientale

Dott. Forestale Marco Serra

Settore agronomico

Dott.ssa Lucia Vacca

Settore storico-archeologico

Dott. ing. Italo Frau

Compatibilità idraulica

Dott.ssa Chiara Rosnati

Valutazione ambientale strategica

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Premessa..... | 1 |
| 2. Inquadramento cartografico | 2 |
| 3. Carta Geologica (1:10.000)..... | 3 |
| 3.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta Geologica in Scala 1:10.000 | 3 |
| 3.2. Schema di Legenda | 3 |
| 3.3. Caratteri geologici del territorio comunale di Austis | 4 |
| 4. Carta geologico-tecnica (1:10.000)..... | 7 |
| 5. Carta geomorfologica (1:10.000)..... | 7 |
| 5.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta Geomorfologica in Scala 1:10.000..... | 7 |
| 5.2. Schema di Legenda | 8 |
| 5.3. Lineamenti geomorfologici del territorio comunale di Austis | 10 |
| 6. Carta idrogeologica (1:10.000) | 12 |
| 6.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta idrogeologica in Scala 1:10.000..... | 12 |
| 6.2. Schema di Legenda | 13 |
| 6.3. Caratteri idrogeologici del territorio comunale di Austis..... | 13 |
| 7. Carta dell'acclività (1:10.000)..... | 15 |
| 8. Valenze morfologiche | 17 |
| 8.1. Monumenti geologici naturali | 17 |
| 9. Lineamenti climatici..... | 18 |

Comune di Austis

Relazione geologica descrittiva della cartografia tematica redatta in fase di adeguamento del P.U.C al P.P.R ed al P.A.I.

- Prima fase - *Il Riordino delle Conoscenze.*

1. Premessa

Il presente lavoro è stato eseguito tenendo conto di una nuova fase pianificatoria della Regione Sardegna, volta ad adeguare i Piani Urbanistici Provinciali e Comunali ai due maggiori strumenti pianificatori a scala regionale, il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano Paesaggistico Regionale (PPR).

Il PAI prevede che le Amministrazioni locali si dotino delle adeguate conoscenze territoriali finalizzate alla individuazione, a scala comunale, delle aree soggette a pericolosità (da frana e idraulica) e, conseguentemente, delle aree soggette a rischio, con lo scopo di porre in atto le misure adeguate volte alla mitigazione del rischio stesso.

Il PPR prevede che il Piano Urbanistico Comunale (PUC) si arricchisca di contenuti, prendendo in considerazione i valori paesaggistici del territorio, riconoscendone le peculiarità specifiche e i caratteri connotativi della propria identità, analizzando le interazioni tra gli aspetti storico-culturali e quelli dell'ambiente naturale e antropizzato.

In base alle nuove disposizioni emanate con la L.R. n.45 del 22.12.1989 in materia di pianificazione territoriale (P.T.P.) ed al D.M. 11.03.1988, lo studio geologico del territorio rientra tra gli strumenti propedeutici necessari alla progettazione del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.).

Ciò premesso ed in considerazione del fatto che non può sussistere una buona pianificazione senza un'adeguata conoscenza del contesto territoriale, si è voluto fornire al Tecnico Progettista del P.U.C. di Austis, un supporto conoscitivo, sotto l'aspetto geologico-ambientale, per meglio programmare l'assetto del territorio comunale in conformità con le caratteristiche intrinseche dei terreni.

Il presente studio si esprime attraverso un insieme di carte tematiche con l'obiettivo di "fotografare" il territorio ed evidenziarne le sue peculiarità, così come richiesto dalle *Linee Guida per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali al PPR e al PAI_Prima Fase – Il riordino delle conoscenze.* Ciò si traduce anche in un'utile chiave di lettura per valutare le risorse naturali del territorio, quali la presenza di materiali da costruzione o di risorse idriche sotterranee pregiate, ovvero per individuare aree sfavorevoli legate al rischio idrogeologico e

quindi penalizzate ai fini edificatori o, ancora, localizzare siti da sottoporre a particolari vincoli ambientali.

Il presente studio, che si inserisce nell'ambito delle procedure di redazione del Piano Urbanistico Comunale di Austis (NU), è stato redatto a partire dalla consultazione ed elaborazione della bibliografia e dei dati esistenti, la verifica dei quali è stata condotta attraverso l'esecuzione di rilievi diretti in campagna e l'interpretazione di aerofotogrammi. Per quanto attiene alla strutturazione ed all'adeguamento delle Legende relative alla cartografia tematica si è tenuto conto delle indicazioni riportate nelle succitate Linee Guida, le quali rappresentano il riferimento normativo per il presente studio.

L'indagine territoriale ha portato alla definizione dello stato attuale delle risorse attraverso la realizzazione dei seguenti elaborati in scala 1:10.000:

- Carta geologica;
- Carta geomorfologica;
- Carta delle acclività;
- Carta idrogeologica;
- Carta geologico-tecnica.

Il processo conoscitivo si è articolato attraverso le seguenti fasi di carattere generale, integrate da particolari metodologie in funzione del tematismo specifico trattato:

- Raccolta ed elaborazione di dati e studi esistenti;
- Analisi aerofotogrammetria;
- Rilevamento diretto sul territorio e verifica dei dati acquisiti con l'analisi aerofotogrammetrica;
- Elaborazione delle carte di sintesi;
- Redazione della relazione descrittiva della cartografia tematica di cui sopra.

2. Inquadramento cartografico

Il territorio di Austis ha una superficie di circa 50,75 kmq, confina a Sud con il territorio di Sorgono, a Est con quelli di Teti e Tiana, a Ovest con quelli di Neoneli e Nughedu S. Vittoria, mentre a Nord confina con il territorio di Olzai. Cartograficamente l'area è così distinta:

- Carta d'Italia scala 1:25.000 Foglio 516 Sez. III - SW "Sorgono" edita dall' I.G.M. nel 1993.
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, Fg. 516 sez. n° 100-090-050.
- Carta d'Italia in scala 1:100.000 Foglio 207 NUORO;
- Carta d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 516 III S-W SORGONO;
- Carta d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 516 IV N-W OLZAI;

3. Carta Geologica (1:10.000)

3.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta Geologica in Scala 1:10.000

Le indicazioni per l'adeguamento della base geo-litologica del piano Urbanistico Comunale al PPR e PAI fanno riferimento alle linee guida per il rilevamento geologico e geotematico del progetto CARG del servizio Geologico Nazionale cui si rimanda per maggiori approfondimenti. Il progetto CARG prende avvio dalla legge 18 marzo 1989, n.183, che contiene le "norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e recepisce l'esigenza specifica di una cartografia geologica e geotematica capace di costituire una valida documentazione per la conoscenza del territorio.

La descrizione delle unità stratigrafiche cartografate ha previsto che l'aspetto litologico sia affrontato per approfondimenti successivi, partendo dai caratteri macroscopici (tipi litologici, loro rapporti, colore, spessore e geometria degli strati) ed eventualmente proseguendo, a seconda dei casi e della opportunità, con i caratteri tessiturali, le associazioni mineralogiche e petrografiche, le strutture primarie e secondarie, le mineralizzazioni presenti, ecc. Ha costituito utile approfondimento la descrizione dei limiti e dei rapporti stratigrafici con le altre unità stratigrafiche, nonché l'ambiente deposizionale o le modalità della messa in posto.

In legenda le unità stratigrafiche sono state elencate procedendo dalla più recente alla più antica, anche nel caso di più successioni, domini o unità tettoniche. E' sempre riportata l'età.

Cartografia delle unità litologiche

Le successioni sedimentarie, vulcaniche, i complessi intrusivi, il basamento metamorfico e i depositi quaternari dell'area marina e continentale sono descritti come:

- unità litostratigrafiche
- litologia
- età
- eventuale contenuto paleontologico.

3.2. Schema di Legenda

La "carta geologica" costituisce la base informativa per molti elaborati tematici, per questo è stata posta particolare attenzione nella sua redazione.

Infatti la scala cartografica adottata (1: 10.000) consente di inquadrare in modo sufficientemente chiaro l'assetto geologico del territorio, con un dettaglio che permette sia una visione d'insieme, sia una chiave di lettura dei fenomeni naturali ad essa connessi, utilizzabile ai fini di una pianificazione territoriale.

La carta contiene le seguenti informazioni, espresse in modo sintetico nella legenda:

- limiti tra le unità litologiche del substrato e terreni di copertura significativi;

- età delle formazioni litologiche.

La legenda è stata organizzata in modo tale da descrivere ciascuna singola unità cartografica secondo i seguenti elementi:

- unità litologiche;
- elementi stratigrafici di tipo lineare;
- elementi strutturali di tipo lineare;
- elementi geologici di tipo puntuale.

3.3. Caratteri geologici del territorio comunale di Austis

Paleozoico

La struttura geologica della regione ove è compresa l'area in esame, è composta di due complessi geolitologici Paleozoici: il primo è rappresentato da successioni Metamorfico – Sedimentarie e occupa la parte Sud del territorio, il secondo è costituito da plutoniti granitiche (graniti, granodioriti), e interessa la restante area.

Nel primo complesso sono presenti alternanze di metarenarie e filladi, metavulcaniti da intermedie ad acide, rielaborati vulcanici (Ordoviciano); filladi, filladi carboniose, quarziti e lititi, quarziti, metarenarie, metasiltiti e filladi (Ordoviciano sup.), questi litotipi appartengono alla formazione denominata di Meana Sardo.

Il complesso metamorfico sedimentario comprende inoltre la formazione delle filladi grigie del Gennargentu, che si estende tra Austis e Sorgono, incuneata in un piccolo lembo tra i graniti, e più ad Est, dove comprende i territori di Tonara, Desulo, Aritzo, Belvì, Gadoni.

Questa formazione, è costituita da una sequenza di metarenarie e filladi in parte quarzose, di colore da grigio chiaro a scuro ed è interessata da tutta una serie di fitte iniezioni di quarzo.

Rocce sedimentarie argillose profondamente metamorfosate costituiscono il termine di passaggio ai micascisti.

Sono presenti anche argilloscisti, con componente carboniosa talora abbondante, di colore dal nero al grigio scuro, talvolta ceruleo in conseguenza dell'alterazione.

La scistosità è evidente e determina una facile divisibilità in lastre, presenta a tratti grana finissima con lucentezza viva dovuta all'abbondanza di lamelline micacee.

Si notano aureole metamorfiche indotte dal magmatismo, dove risultano chiari anche fenomeni d'ossidazione in rocce mineralizzate.

Il contatto con il complesso magmatico Ercinico è netto. La regione granitica si estende dai territori di Ortueri, Atzara, Sorgono, Austis sino a Teti, Tiana, Ovodda.

Questo complesso cristallino costituisce il cosiddetto altopiano granitico del Mandrolisai che si estende sino al Campidano d'Oristano.

Complesso granitico (Ciclo eruttivo ercinico)

L'area, è stata interessata nel Paleozoico superiore dalla messa in posto del Complesso Granitico, che affiora in gran parte dell'area interessata dallo studio; la maggior parte degli Autori attribuisce questa formazione al ciclo orogenetico Ercinico, verificatosi nell'era primaria tra il Carbonifero Sup. e il Permiano inf. (307 - 275 Ma).

I litotipi più rappresentativi in affioramento sono costituiti da granodioriti tonalitiche, le quali, se sane, si presentano massive, a causa della minore fratturazione, a tessitura tendenzialmente isotropa da grana media a media fine, equigranulare; microscopicamente sono costituiti da quarzo, biotite, anfibolo verde, plagioclasio e feldspato.

Inoltre affiorano potenti filoni di porfido rosso: si tratta di rocce magmatiche acide tardive, incuneatesi lungo le fratture createsi durante la distensione orogenetica, legate sempre al magmatismo ercinico.

A ridosso dei rilievi, in genere dove i pendii sono meno inclinati, si rileva la presenza di una coltre superficiale sciolta, costituita da terreno vegetale di colorazione bruna rossastra, mentre ai piedi dei versanti si possono trovare livelli di colluvi.

Questi detriti di falda, si riscontrano ai piedi di quasi tutti gli affioramenti granitici assumendo spessori variabili, con ciottoli granitici eterometrici a spigoli vivi, spesso molto alterati.

Al di sotto, il complesso granitico si presenta visibilmente alterato e arenizzato, per effetto della precoce tettonizzazione unita all'intensa fratturazione e all'azione chimica dell'acqua, che agisce sulla roccia a profondità variabile in funzione alla morfologia locale.

Il colore rossastro è dovuto all'ossidazione dei minerali ferrosi, la roccia alterata assume la consistenza di un classico "sabbione granitico".

Quaternario

I depositi quaternari sono poco rappresentati nell'area in esame e sono costituiti da sedimenti di conoide e di piana alluvionale; sono inoltre presenti dei depositi di versante.

I depositi di conoide alluvionale sono costituiti da sedimenti fini, misti ad altri più grossolani erosi dai rilievi paleozoici.

Con il diminuire della pendenza si ha il passaggio a depositi di piana alluvionale; questi, sia recenti sia antichi, sono visibili lungo i corsi d'acqua presenti nella zona. Si tratta di sedimenti limoso-arenacei frammisti a clasti di litologie paleozoiche. Talora si rinvencono depositi a granulometria fine a matrice arenacea-limosa, arrossati.

Si tratta probabilmente di residui di antiche conoidi alluvionali; in alcuni punti il suolo si è formato a spese di questi sedimenti, assumendo un colore rossiccio.

In taluni altri, le alluvioni antiche si presentano ben cementate a matrice fine di colore rossastro ad elementi di dimensioni variabili, che vanno dal centimetro al decimetro.

Ai piedi dei pendii più ripidi e dove le litologie sono meno competenti e fratturate (graniti), si rinvencono i depositi di versante, i quali sono visibili in quasi tutti i settori studiati.

In prossimità dei corsi d'acqua si estendono le alluvioni recenti, costituite da materiali sabbioso-arenacei, ma anche da composti più grossolani. Si tratta di depositi incoerenti che assumono colorazione bruno-scura, ai piedi delle alture si riscontrano depositi colluviali, costituiti da materiali granitici eterometrici, questi, e i detriti di falda, si trovano in tutti gli affioramenti granitici e non assumono in genere spessori notevoli.

3.2.1. Caratteri tettonici

Tre fasi tettoniche principali che hanno interessato in varia misura il basamento Paleozoico durante il ciclo ercinico si riportano di seguito le principali. La prima fase, con caratteristiche simili al ciclo caledonico, si distingue per la presenza di un clivaggio più marcato; la seconda fase è caratterizzata da pieghe aventi assi con direzione N-S e NNW-SSE, piano assiale N-S e scistosità S1; nella terza fase le pieghe presentano direzioni assiali variabili da NW-SE a NE-SW, piano assiale verticale e scistosità associata.

Recentemente nuove concezioni sulla tettonica ercinica hanno portato ad un nuovo inquadramento strutturale della Sardegna. In base alla diversa influenza del ciclo ercinico, diversi autori suddividono la Sardegna in tre zone:

Zona di avampaese: che si estende dal Graben del campidano comprendendo parte dei terreni del Sulcis-Iglesiente; si tratta dell'area che ha subito in misura minore gli effetti dell'orogene ercinico, blando grado di metamorfismo e tettonica plicativa priva di importanti sovrascorrimenti.

Zona a falde: con limite inferiore posto a SW del Graben del campidano, e limite superiore posto secondo un allineamento ideale diretto NW-SE che congiunge Stintino a Dorgali. Questa fascia è caratterizzata da un grado di metamorfismo in facies degli scisti verdi e da uno stile strutturale a falde sovrapposte.

Zona di radice: si estende dal limite inferiore sopra accennato verso NE, questa è caratterizzata da una tettonica polifasata, intensa granitizzazione e grado metamorfico elevato in facies anfibolica. Gli eventi strutturali della Sardegna, sono distinguibili in due fasi deformative principali:

- a) pieghe con direzione assiale E-W;
- b) pieghe con direzioni assiali N-S.

Le deformazioni del primo ciclo assumono un ruolo importante, ma appare difficile stabilire l'età dei piegamenti appartenenti al ciclo caledonico da quelli appartenenti ad una delle fasi del ciclo ercinico.

La sovrapposizione delle due fasi dà origine a pieghe che determinano depressioni e culminazioni assiali.

Diverse sono state le ipotesi per spiegare una tale situazione strutturale:

- 1.- i piegamenti si sono generati per l'obliterazione delle pieghe preesistenti dirette E-W.
- 2.- gli assi N-S sono stati ripresi in una fase successiva del ciclo ercinico diretta E-W che avrebbe causato l'immersione degli assi N-S in direzioni variabili.

La maggior parte degli studiosi sono in accordo con la prima ipotesi.

4. Carta geologico-tecnica (1:10.000)

La carta geologico-tecnica costituisce un elaborato derivato dalla carta geolitologica in quanto le voci di legenda vengono estratte secondo una riclassificazione delle litologie ed una valutazione dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti dei possibili interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce.

Per quanto riguarda i materiali delle coperture, il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento, la tessitura dei materiali costituenti.

5. Carta geomorfologica (1:10.000)

5.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta Geomorfologica in Scala 1:10.000

Con questa carta sono state rappresentate le caratteristiche del paesaggio in riferimento ai fenomeni geologici e strutturali, geomorfologici e litologici; a queste unità vengono associate nel PPR norme di indirizzo e direttiva, ma anche di tutela e salvaguardia dei valori geologici (geositi e geomorfositi).

Le due cartografie di base (geolitologica e geomorfologica) permettono, in relazione al PAI, la redazione di tematismi derivati che identificano le principali condizioni di rischio per l'uomo e gli insediamenti, conseguenti a calamità naturali e alla normale trasformazione delle componenti geologiche e idrogeologiche del territorio.

La redazione della carta ha previsto la raffigurazione dei caratteri morfografici e morfometrici, l'interpretazione della loro origine in funzione dei caratteri geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, la individuazione della sequenza cronologica con la distinzione fra forme attive e forme non attive.

Il contenuto di questa carta comprende due tematismi distinti ma strettamente connessi tra loro.

Il tematismo "morfologia" rappresenta e sintetizza mediante un'adeguata simbologia le

informazioni di carattere morfografico e morfometrico del territorio, distingue le forme secondo i processi responsabile della loro origine, e le interpreta in senso cronologico, al fine di distinguere le forme attive connesse con la dinamica esogena (legate cioè all'azione degli agenti modellatori atmosferici), da quelle ereditate o inattive.

Si è posta particolare attenzione anche nello studio e descrizione di tutte quelle forme antropiche che hanno modificato significativamente l'originario assetto naturale del territorio, in funzione di un'analisi sulla valutazione della pericolosità geoambientale.

L'insieme dei dati rilevati, sia con lo studio aereofotogrammetrico, sia con rilievi in campagna, ha permesso di individuare in maniera sufficientemente completa le principali direzioni della dinamica morfologica in atto e le aree a maggiore pericolosità.

Sono stati raggruppati i tipi litoidi in "litologie del substrato" e "depositi superficiali"; i primi includono le formazioni del Paleozoico. I secondi raggruppano tutti quei depositi che sono direttamente collegati alle forme del rilievo attuale.

Le forme individuate sono state raccolte in sei gruppi principali in funzione dell'agente morfologico responsabile.

- Forme e processi sui versanti;
- forme e processi fluvio – torrentizi;
- forme antropiche;
- forme strutturali.

Si sottolinea il fatto che la scala adottata (1:10.000) consente una rappresentazione generale dei diversi fenomeni morfodinamici. In realtà i processi naturali sono molto più complessi, così che la loro rappresentazione esaustiva è strettamente correlata a un idoneo aumento della scala cartografica, in funzione degli obiettivi particolari degli studi condotti. La finalità principale della carta "morfologica", redatta a sostegno del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), è quella di fornire una base informativa sull'assetto morfologico complessivo del territorio, che permetta una valutazione delle possibili interazioni tra interventi pianificatori e contesto morfodinamico naturale, finalità per la quale è adeguata la scala 1:10.000.

Le forme sono state cartografate e evidenziate anche al fine di una loro eventuale tutela, conservazione e valorizzazione futura (es. monumenti geologici naturali di elevato pregio da inserire nell'elenco previsto dalla L.R. n° 31/1989). Tale metodo ha permesso di individuare tutti quegli elementi del territorio meritevoli di diversi livelli di attenzione ai fini della pianificazione.

5.2. Schema di Legenda

La metodologia di rilevamento delle forme e dei processi a cui fa riferimento la legenda è di tipo "classico". Lo strumento principale dell'acquisizione dati ilizzato è la fotointerpretazione

stereoscopica, le ortofoto digitali e le immagini da satellite appoggiate sul modello altimetrico del terreno. Il lavoro è stato integrato con le informazioni georiferite reperibili in bibliografia, seguito da rilevamento di campagna finalizzato alla definizione delle chiavi di interpretazione e alla verifica delle forme rivelate e dei processi genetici relativi.

Si è tenuto conto delle informazioni litologiche e strutturali deducibili dalla cartografia geologica in funzione della loro incidenza sulle forme del rilievo, ponendo cura a garantire la coerenza tra quanto rilevato sotto il profilo geologico e quello geomorfologico.

Criteri di rappresentazione dei dati

Al fine di adottare criteri cartografici omogenei e rigorosi, le forme riportate sullo schema di legenda sono distinte in tre classi sulla base della primitiva geometrica con la quale vengono rappresentate:

P, punto/simbolo;

L, linea/polilinea;

A, superficie;

Nella classe P sono incluse sia le forme rappresentabili esclusivamente con simboli puntuali, in quanto la loro estensione areale o lineare non è cartografabile, sia tutte le informazioni complementari associate ad un punto della carta.

Nella classe L rientrano le forme estese arealmente da rappresentare come elementi lineari in quanto la loro larghezza non è cartografabile o per la loro importanza geomorfologica come allineamenti.

Nella classe A vengono inserite le forme rappresentate nelle loro effettive dimensioni areali o lineari. Le forme areali della classe A sono rappresentate in due modi:

- con simboli, delimitati da una linea marcata continua del colore del processo morfogenetico per le forme che rappresentano in planimetria un contorno caratteristico;
- con retinature delimitate da una linea grigia, continua o tratteggiata, per le aree con un contorno planimetrico non caratteristico.

Ove opportuno alcuni elementi areali discontinui (ad esempio le aree a dilavamento concentrato) sono stati rappresentati con una serie di elementi puntuali orientati.

Contenuti della carta

Dati idrografici

La base idrografica è costituita dal disegno in celeste (RGB 99, 123, 188) del reticolo idrografico dello strato informativo del geoDB 10k, strato 04 Idrografia.

Dati Litologici

Vengono distinti il substrato e le formazioni superficiali, intendendo per queste ultime i materiali detritici direttamente collegati con l'evoluzione del rilievo attualmente osservabile,

indipendentemente dal loro grado di cementazione e dalla loro età. Questa distinzione consente di separare a grandi linee le aree prevalentemente sottoposte ai processi di erosione, da quelle dominate dai processi di deposizione legati all'attuale assetto morfologico.

Le formazioni del substrato, rielaborate dalla carta geo-litologica corrispondente, sono ripartite con criteri geomorfologici in categorie litologiche fondamentali, in base al loro grado di resistenza ai processi di degradazione ed erosione, o ad altri fattori che possono assumere importanza nella morfogenesi.

Per il substrato sono state utilizzate campiture con tonalità elencate sulle linee guida e limiti in nero.

Dati Morfogenetici

I processi che operano il modellamento e l'evoluzione del rilievo sono suddivisi in più insiemi, contraddistinti mediante i colori: il colore dei simboli delle forme, dunque ne indica la genesi.

Si distinguono:

- Forme di versanti dovute alla gravità
- Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento
- Forme di origine antropica
- Forme strutturali e vulcaniche

5.3. Lineamenti geomorfologici del territorio comunale di Austis

La morfologia del territorio di Austis è per lo più aspra, condizionata dagli eventi geologici succedutisi nel tempo, in particolare modo dal batolite granitico che comprende tutta una serie di facies tardo - tettoniche interessate da un sistema di fratture e di discontinuità che interessano le litologie granitiche.

La scarsa erodibilità dei diversi litotipi, ha creato versanti ripidi ed aspri soprattutto nelle zone dove affiorano quelli più resistenti, i quali costituiscono spesso la sommità dei rilievi.

Questi eventi hanno creato in prevalenza valloni profondi e allungati, delimitati da dorsali a filoni di porfido rosso più o meno quarzifero, che attraversano tutto il batolite, anche sotto forma di ammassi.

La direzione prevalente di questi filoni è nel Mandrolisai NNO/SSE e costituisce un elemento caratterizzante del paesaggio. Queste linee tettoniche, di impostazione tardo e post - Ercinica sono state riprese alla fine del ciclo alpino, con fenomeni di influenza sulla forma del reticolo idrografico. Il carattere torrentizio del reticolo idrografico, accentuato dall'asprezza del rilievo e dai forti dislivelli, deve aver favorito in condizioni climatiche più piovose delle attuali, una forte erosione con accumuli di alluvioni, specie nelle zone basse.

Sono presenti particolari forme caratteristiche delle litologie granitiche, quali tafoni e cataste di blocchi; dove la roccia si mostra suddivisa da litoclasti sono maggiormente evidenti i processi di

disfacimento, e sempre per lo stesso fenomeno si rinvengono in disposizione caotica isolati blocchi sferoidali.

Tali forme, tipiche delle rocce intrusive (graniti), sono attribuite al disfacimento meteorici che si sviluppa dall'interno verso l'esterno, procedendo lungo le diaclasi. Il disfacimento può venire a giorno sulle rocce esposte alle intemperie, ma si ritiene che esso sia preparato dal disfacimento sotterraneo entro il regolite man mano che questo si forma. Questo paesaggio è la risultante dei processi di erosione e di accumulo succedutisi dopo la messa in posto del granito e influenzati dalle variazioni climatiche che via via sono avvenute.

Nel settore a Sud del territorio comunale le rocce che influenzano le forme del rilievo, e di conseguenza la morfologia, sono quelle scistose - filladiche del basamento metamorfico - cristallino Ercinico, detriti di falda e depositi eluviali ed eluvio colluviali.

Le prime caratterizzano una vasta area e conferiscono al paesaggio un aspetto piuttosto accidentato, talora con brusche rotture di pendio e forti pendenze.

Le vallecole che incidono il rilievo sono spesso controllate dalla strutturazione tettonica legata sia all'orogenesi Ercinica sia a quella Alpina, conseguentemente l'andamento degli impluvi è raramente rettilineo, più spesso le valli seguono un andamento contorto, dettato dalle sovrapposizioni e interferenze della complessa deformazione sia plicativa, sia rigida, subita dal carbonifero al quaternario, dalle rocce in questione.

Nel complesso si può notare che il corso d'acqua più evoluto (Rio Mannu), presenta un profilo d'equilibrio con un'inclinazione accentuata, come del resto gli affluenti secondari, caratterizzati da un profilo longitudinale inclinato e conseguentemente da una maggiore attività erosiva, limitata tuttavia dalla competenza degli scisti filladici del substrato.

Le litologie quaternarie sono individuabili essenzialmente negli accumuli di detrito di pendio e di fondovalle e nei rari materassi alluvionali dell'alveo dei corsi d'acqua principali.

I detriti di pendio, presenti solo in aree di impluvio lungo i versanti, data la presenza di una folta copertura arborea, possono raggiungere in alcuni casi spessori rilevanti.

In alcune di queste aree, la progressiva distruzione della vegetazione ha favorito l'instaurarsi di un ruscellamento diffuso e a tratti anche concentrato, con formazione di solchi di erosione accelerata, principalmente lungo le linee di deflusso preesistenti ma anche deviate in nuove direzioni dalla costruzione recente di piste e strade, provocando imbibizione dei terreni e dissesti di vario tipo. I cumuli di frana e i detriti di falda sono in genere poco sviluppati, poiché i rilievi sono esposti al dilavamento.

6. Carta idrogeologica (1:10.000)

La finalità della Carta Idrogeologica è quella di fornire un'analisi qualitativa delle caratteristiche di permeabilità dei litotipi, distinguere le principali unità idrogeologiche, determinare la dinamica della circolazione idrica superficiale, individuare i punti di captazione idrica censiti integrati con quelli rilevati *in situ*.

La descrizione dell'assetto idrogeologico di superficie e sotterraneo di un territorio rappresenta uno dei problemi geologici più complessi per l'insieme di parametri coinvolti e per la mole di dati analitici da acquisire, elaborare e rappresentare in maniera leggibile e direttamente utilizzabile.

La mancanza di una banca dati accessibile e ben organizzata che raccolga tutti i dati relativi alle opere di captazione ed emungimento dal sottosuolo, nonché tutti i dati delle stratigrafie dei pozzi, la loro ubicazione su un'adeguata base cartografica e i caratteri idrodinamici fondamentali delle falde idriche intercettate, rappresenta un ostacolo talora difficilmente superabile per quelle amministrazioni locali che volessero seriamente affrontare il discorso della corretta gestione e tutela della risorsa idrica in quanto non è sempre possibile recuperarne i dati effettivi.

I risultati dello studio sull'assetto idrogeologico del territorio comunale, rappresentati nella "carta idrogeologica", risentono dell'indisponibilità di tutti quei dati relativi alla risorsa idrica sotterranea e si limitano a dare delle indicazioni generali sulle caratteristiche di permeabilità delle litologie presenti e sulla struttura idrogeologica, sia profonda sia superficiale.

La cartografia prodotta, seppur con i limiti descritti, rappresenta una base di partenza per ulteriori specifici studi e analisi che potrebbero consentire la quantificazione dei depositi idrici sotterranei, la loro caratterizzazione qualitativa, nonché il loro utilizzo pubblico.

6.1. Quadro di riferimento tecnico per la redazione della Carta idrogeologica in Scala 1:10.000

La cartografia idrogeologica è costituita da due diverse tipologie di rappresentazione quali: carte tematiche rappresentanti gli elementi idrogeologici di base (di tipo puntuale, areale o lineare) e carte tematiche che mostrano sul territorio e nel sottosuolo i parametri idrogeologici identificabili, rappresentati da fenomeni che si estendono su tutto il territorio in esame.

La cartografia tematica idrogeologica comprende elementi puntuali, lineari e areali quali:

- elementi puntuali: pozzi, sorgenti, masconi di raccolta acque;
- elementi lineari: idrografia perenne e temporanea;
- elementi areali: unità idrogeologiche;

La legenda che è stata riportata in carta è basata sulle indicazioni del servizio geologico nazionale - Quaderno serie III vol. 5 "Guida al rilevamento e alla rappresentazione della carta idrogeologica d'Italia - 1:50.000".

6.2. Schema di Legenda

Strati informativi

I tematismi individuati in legenda sono stati contraddistinti da un codice colore (RGB) e da un simbolo.

La carta rappresenta i seguenti elementi:

- Classi di permeabilità.
- Elementi idrici di superficie.
- Elementi idrici sotterranei.

Per la definizione delle classi di permeabilità sono state utilizzate le informazioni ricavabili dalla cartografia geo-litologica, riclassificandole in unità litologiche omogenee, aventi oltre che una comprovata unità spaziale e giaciturale, anche un tipo di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. La valutazione, che in questo ambito è stata principalmente di tipo qualitativo, si riferisce a valori di permeabilità classificati nei quattro intervalli definiti nella tabella mostrata in basso.

| Grado di permeabilità relativa | Coefficiente di permeabilità |
|--------------------------------|------------------------------|
| Alto | $K > 10^{-2}$ |
| Medio Alto | $10^{-2} > K > 10^{-4}$ |
| Medio Basso | $10^{-4} > K > 10^{-9}$ |
| Basso | $10^{-9} > K$ |

Lo studio idrogeologico di area vasta si è concluso quindi con una conoscenza delle azioni che la circolazione idrica può scatenare anche in situazioni di equilibrio limite, con una congrua possibilità di pianificare e progettare accuratamente il territorio tenendo conto anche della sicurezza.

Le classi di permeabilità definite in questa categoria si riferiscono principalmente alla permeabilità del substrato roccioso.

Il tematismo idrogeologico si completa con gli elementi dell'idrogeologia superficiali e sotterranea.

6.3. Caratteri idrogeologici del territorio comunale di Austis

La natura litologica dei terreni affioranti nell'area indagata influenza in maniera netta il carattere idrogeologico della zona interessata dallo studio. I corsi d'acqua presentano generalmente alvei irregolari e mediamente incisi, con andamento sub parallelo e sub angolare,

marcando le direttrici tettoniche principali che influenzano le direzioni di decorso superficiale, e spesso anche di quella sotterranea.

Il carattere dei deflussi superficiali è essenzialmente torrentizio, con deflussi stagionali collegabili alle manifestazioni meteoriche; di conseguenza le portate sono variabili. La maggior parte delle acque meteoriche ritorna nell'atmosfera per effetto dell'evapotraspirazione, favorita da temperature medie mensili comprese fra i 15 e i 30 gradi e dalla frequenza dei venti.

Il substrato litologico nel territorio comunale di Austis in larga parte è rappresentato in superficie da una copertura costituita da litologie granitiche arenizzate che presentano una permeabilità medio-alta, cui sottostanno le rocce di base, le tonaliti, che a circa una decina di metri dal piano di campagna si presentano compatte, sane e lapidee, essendo queste ultime impermeabili costituiscono il letto dell'acquifero.

A causa di questa conformazione lito-stratigrafica, si determina un'alimentazione dei corsi d'acqua prevalentemente piovana o sorgentizia e i deflussi assumono carattere prevalentemente torrentizio, con lunghi periodi di siccità e improvvisi alluvionamenti dei corsi d'acqua, con asportazione di detrito dall'alveo e dai versanti.

La circolazione idrica superficiale, come già detto, si sviluppa in corrispondenza dello strato di terreno alterato ed è legata al controllo tettonico di un sistema di fratture e di discontinuità che interessano le litologie granitiche.

La morfologia del territorio, con prevalenza di valloni stretti e allungati delimitati da dorsali porfidiache o rocciose, determina bacini imbriferi circoscritti che sono in grado di raccogliere e convogliare rapidamente rilevanti quantitativi d'acqua al fondo valle. In concomitanza delle fasce di più intenso disturbo della roccia si forma una rete di circolazione profonda che è funzione diretta della frequenza e dell'intensità della fratturazione. Su tali materiali la capacità di infiltrazione di acqua meteorica è da ritenersi medio-alta.

Semipermeabili in grande per fessurazione sono da considerare i porfidi in filoni.

Va aggiunto che nell'area in studio, a causa delle diaclasi in genere non molto accentuate e soprattutto per la ripidità dei versanti, l'alimentazione diretta delle falde idriche è molto ridotta, tanto da essere di scarsa importanza.

Dove il granito presenta discrete potenze di arenizzazione si possono creare piccole falde, sufficienti ad un impiego per irrigazioni locali.

Le rocce che compongono il complesso scistoso, dal punto di vista idrogeologico, possono essere classificate come impermeabili, sebbene possiedano in ogni caso un certo grado, anche se minimo, di permeabilità. In queste rocce, in condizioni naturali di pressione, le acque non hanno movimenti percettibili o rilevanti con i mezzi normalmente utilizzati in idrogeologia, per via

della mancanza di meati intercomunicanti e/o sufficientemente ampi con diametro superiore ad un micron.

Possiedono una porosità primaria e secondaria bassa, ed una permeabilità per porosità e fessurazione. Questo secondo tipo di permeabilità è tipico di rocce fessurate siano esse coerenti o compatte e può essere considerata intrinseca solo quando è dovuta a giunti di stratificazione e, come in questo caso, a piani di scistosità.

Volendo comunque quantificare il grado di permeabilità si può affermare che è molto basso. Il comportamento idrogeologico è simile a quello degli acquiferi argilloso- marnoso - arenacei, dove la scarsa circolazione idrica sotterranea è limitata quasi esclusivamente alla coltre epidermica di alterazione.

La differenza consiste sostanzialmente nella presenza di una limitata circolazione a maggiore profondità, specie in corrispondenza di filoni di quarzo, oltre che nelle fessure e nei piani di scistosità.

Per quanto attiene ai depositi eluviali, colluviali e alluvionali, questi sono caratterizzati da permeabilità medio-elevata.

7. Carta dell'acclività (1:10.000)

La carta delle acclività offre una visione schematica della distribuzione delle classi di pendenza ed è stata realizzata allo scopo di verificare i rapporti intercorrenti tra fenomeni di instabilità e acclività del pendio. Rappresenta un valido strumento per una corretta interpretazione dei fenomeni geomorfologici, idrogeologici e pedologici, oltre a costituire un supporto indispensabile per una corretta programmazione territoriale.

L'acclività dei versanti costituisce un fattore di primaria importanza nella dinamica dei processi che regolano l'evoluzione dei rilievi; ad essa, infatti, è proporzionale la componente della gravità agente parallelamente alla superficie topografica.

Per capirne meglio l'importanza è necessario soffermarsi su alcune considerazioni di carattere generale: a parità di altre condizioni, all'inclinazione dei versanti sono proporzionali la velocità di deflusso e l'erosione superficiale, quindi l'entità del trasporto a valle del materiale detritico e di frammenti litologici distaccatisi dalla roccia in posto; nel caso di versanti con inclinazione superiore al 35% si possono verificare crolli, distacchi e smottamenti, soprattutto nel caso di depositi poco coesivi come i sabbioni granitici. Inoltre bisogna tenere presente che la difesa naturale contro il verificarsi dei fenomeni suddetti, rappresentata dalla copertura vegetale, diviene sempre più debole quanto maggiore è l'inclinazione del versante.

Queste considerazioni consentono di concludere che, in linea di massima, all'aumento della pendenza di un versante corrisponde un aumento del suo grado di instabilità.

La Carta delle Acclività è stata elaborata partendo dal DEM derivato dai punti quotati della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 della RAS, con passo 40m. La risoluzione del Pixel del dato “acclività” è di 40m. Il dato è inquadrato nel sistema di riferimento: Datum Roma40 – Proiezione Gauss-Boaga. Il dato originario, in formato *.TXT, rappresenta il valore percentuale delle pendenze del terreno ed è stato elaborato mediante l’impiego del software Arcgis.

Sono state distinte le seguenti otto classi di pendenza:

- Pendenze 0-2.5 %
- Pendenze >2.5-5 %
- Pendenze >5-10 %
- Pendenze >10-20 %
- Pendenze >20-40 %
- Pendenze >40-60 %
- Pendenze >60-80 %
- Pendenze >80 %

La maggior parte del territorio comunale di Austis ricade entro l’intervallo di pendenze comprese tra 30-40%. In generale le pendenze più deboli (entro il 10%) caratterizzano le aree alluvionali e colluviali, dove predominano i processi di accumulo della frazione limoso-siltosa del substrato metamorfico, e le superfici sommitali spianate dagli agenti morfogenetici.

Al contrario, pendenze più elevate si riscontrano in corrispondenza delle facies litologiche più competenti, laddove i processi erosivi incontrano una maggiore resistenza dovuta alla maggiore compattezza della roccia.

Le massime pendenze riscontrate (30-40 e >35%) sono localizzate in corrispondenza di creste rocciose, scarpate strutturali e rotture di pendio nette, nelle quali, in funzione delle litologie costituenti, i processi gravitativi diventano predominanti.

La “carta delle acclività”, permette di individuare gli areali con pendenze critiche e quelli con la maggiore attività morfodinamica, generalmente coincidenti con gli affioramenti di rocce metamorfiche.

In ogni caso tutte le aree ricadenti nelle classi a maggiore pendenza necessitano di particolare cura e attenzione al fine di preservare il più possibile l’attuale situazione, limitando al massimo nuovi interventi antropici (strade, piste, disboscamenti o decespugliamenti), favorendo al contempo interventi di sistemazione idraulico- forestale, che predispongano alla ricostruzione del manto vegetale autoctono o determinino un sostanziale contenimento di fenomeni di dissesto in atto.

Valutazione delle pendenze per usi diversi:

| Classi di pendenza | Usi | | | | |
|----------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| | Urbani abitativi | Industriali commerciali | Parchi e tempo libero | Agricoltura | Forestali |
| Aree livellate 10% | Ottima | Ottima | Ottima | Ottima | Moderata |
| Aree a dolci pendenza 10-15% | Ottima | Moderata | Ottima | Moderata | Ottima |
| Aree ondulate 15-20% | Moderata-Ottima | Molto Scarsa | Moderata-Ottima | Scarsa | Ottima |
| Aree con pendenza elevate 20-30% | Scarsa | Scarsa | Moderata | Scarsa | Moderata |
| Aree a forte pendenza 30-40% | Scarsa | Nulla | Scarsa | Nulla | Moderata |
| Aree con pendenza > 40% | Nulla | Nulla | Scarsa | Scarsa | Scarsa |

8. Valenze morfologiche

Ricercare in un dato territorio valenze morfologiche significa raccogliere elementi di potenziale interesse scientifico, didattico – culturale ed estetico, valorizzando l'area dal punto di vista naturalistico e paesaggistico. Le forme più note sono state cartografate e evidenziate anche al fine di una loro eventuale tutela, conservazione e valorizzazione futura (es. monumenti geologici naturali di elevato pregio da inserire nell'elenco previsto dalla L.R. n° 31/1989).

8.1. Monumenti geologici naturali

In territorio di Austis, a circa tre chilometri dal paese, si ha la singolare scultura di granito di *Sa Crabarissa*: il vento e la pioggia le hanno dato le sembianze di una figura femminile che la fantasia vede vestita col costume di Cabras. In paese leggenda (su contu) vuole che detta scultura naturale fosse una donna, tramutata in pietra per aver rifiutato ad un pastore l'offerta di un po' di cibo. "Per te ho solo pietre", aveva detto sgarbatamente Sa Crabarissa; "Ed io in pietra ti trasformo", aveva ribattuto il pastore, che possedeva evidentemente poteri magici, e tanto fece.

Un'altra versione propone invece un significato diverso del nome, quello cioè di guardiana delle capre, visto che se ne sta solitaria su un rilievo roccioso a guardarsi intorno come se controllasse il suo gregge. Il monumento geologico naturale fa parte del regno dei graniti, di roverelle, di lecci, di sughere, di corbezzoli, di eriche e di lentischi che il paese controlla dai confini di Sorgono sino alle sponde del Taloro e del piccolo lago artificiale di Benzone. Altra scultura geologica naturale che merita di essere citata e tutelata dalla legge anzidetta è quella di Su Nodu Pertuntu, dalla particolare forma di orecchio bucato, da cui deriva il nome.



Fotografia 1. Monumento naturale *Sa Crabarissa*.

9. Lineamenti climatici

L'area in esame per la sua insularità e posizione geografica, presenta un clima nettamente bistagionale: una stagione caldo-arida si alterna ad una stagione freddo-umida in cui le precipitazioni, variabili secondo l'altitudine, non sono uniformemente distribuite durante tutto il corso dell'anno, dipendendo oltre che da fattori meteorologici anche dalla topografia e dalla vegetazione.

Le caratteristiche dell'area in studio sono variabili, infatti tra località molto vicine si notano differenze di piovosità e temperatura, fatto che dipende oltre che dalle differenze di quota, anche dalle variazioni fitologiche.

Per la determinazione delle caratteristiche climatiche relative al settore in studio sono stati raccolti e analizzati i principali parametri meteorologici rappresentati da precipitazioni e temperature; a tale scopo sono stati utilizzati i dati pubblicati sugli Annali Idrogeologici del Servizio Idrografico del Genio Civile relative alla stazione più vicina. I dati pluviometrici si riferiscono al periodo che va dal 1922-1980.

Per quanto riguarda l'andamento dei venti, questi sono legati prevalentemente alla circolazione atmosferica del Mediterraneo Occidentale. Durante l'inverno compare una depressione a debole gradiente orizzontale, compresa tra i due anticiclone atlantico e asiatico. In estate, l'anticiclone atlantico si espande, mentre quello asiatico scompare, creando un campo di pressione relativamente alta.

Nella Sardegna occidentale il vento predominante è il maestrale (NW). Durante l'inverno in quasi tutte le stazioni dominano i venti del quarto quadrante in direzione Ovest (Ponente), fatta eccezione per alcune stazioni dove soffiano i venti del terzo.

Pluviometria

Le precipitazioni atmosferiche (P), sono gli apporti idrici più importanti che concorrono ad alimentare sia i deflussi superficiali sia quelli sotterranei. Esse sono rappresentate da tutte le acque che cadono all'interno del bacino, qualunque sia la loro natura (neve, grandine, pioggia, rugiada, condensazione del vapore d'acqua).

I fattori da cui dipendono le entità delle precipitazioni sono diversi, ma si ha una corrispondenza netta fra le precipitazioni e l'altitudine.

Per valutare la loro entità è necessario che l'area in studio sia ricoperta da una maglia di stazioni pluviometriche; nel nostro caso, a causa della mancanza di stazioni vicine, sono stati presi solo i dati pluviometrici e termometrici della stazione di Austis. Dall'analisi dei dati riportati nelle tabelle emerge che la piovosità media annua è di 912.9 mm. di pioggia.

I diagrammi pluviometrici (P/mesi) sono stati costruiti in base alle precipitazioni medie mensili e sono riportati nei grafici che seguono.

DATI IDROLOGICI

| Stazione | Coordinate Gaus -Boga | Bacino | Altitudine |
|----------|-----------------------------|--------|------------|
| Austis | 1507650 Est 4435710 Nord | Tirso | 737 |

PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI E MEDIE DEI GIORNI PIOVOSI PER MESE

| Mesi | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic | Anno |
|------|-------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|
| Mm/p | 110.8 | 118.0 | 96.5 | 82.7 | 58.0 | 25.3 | 9.6 | 12.6 | 46.8 | 93.7 | 120.5 | 138.4 | 912.9 |
| g/p | 9.3 | 9.0 | 8.0 | 8.1 | 6.0 | 2.5 | 1.0 | 1.3 | 4.3 | 7.5 | 9.4 | 10.5 | 76.1 |

PRECIPITAZIONI MEDIE STAGIONALI ED ANNUALI

| Inverno | Primavera | Estate | Autunno | Annue |
|---------|-----------|--------|---------|-------|
| 367.2 | 237.2 | 47.5 | 261.0 | 912.9 |

DENSITA' MENSILE, STAGIONALE ED ANNUA DELLE PRECIPITAZIONI

| Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic | Prim | estat | autun | inver | anno |
|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|
| 11.9 | 12.3 | 12.1 | 10.2 | 9.7 | 10.1 | 9.6 | 9.7 | 10.9 | 12.5 | 12.8 | 13.2 | 10.7 | 9.9 | 12.3 | 12.8 | 11.9 |

CASI CRITICI PLUVIOMETRICI

| Massima piovosità | | | | | | Minima piovosità | |
|-------------------|------|----------|-------|-------|------|---------------------------------------|-------|
| giornaliera | | mensile | | annua | | Annua | |
| data | mm | mese | mm | anno | mm | anno | Mm |
| 23 Mag 35 | 78.0 | Feb 1963 | 423.6 | 1963 | 1566 | 1954 | 513.7 |
| | | | | | | Periodo di più lunga siccità | |
| | | | | | | 114 gg. dal 14 Giu 1957 al 6 Ott 1957 | |

Termometria

In idrogeologia la temperatura misurata in prossimità del suolo è un parametro molto importante, perché condiziona i quantitativi d'acqua che sono sottratti all'infiltrazione efficace per effetto del fenomeno di evapotraspirazione.

La temperatura media dell'aria al suolo decresce con l'altitudine; questa variazione unitaria con la quota è detta gradiente termico verticale, il quale è molto accentuato all'alba e si attenua al tramonto, a causa del raffreddamento rapido dello strato di atmosfera a contatto con il suolo.

La temperatura è influenzata da diversi fattori quali le correnti dell'aria sia orizzontali sia verticali, idrogeologia, passaggi di stato dell'acqua, la natura fisica del suolo, la presenza di corsi d'acqua e di vegetazione.

I dati di temperatura utilizzati sono stati tratti dagli annali del servizio idrografico della Sardegna (Assessorato dei lavori pubblici.).

Nelle seguenti tabelle vengono riportati i valori di temperatura giornalieri (Tmax - Tmin) ed annui per la stazione di Austis.

Temperature medie mensili, stagionali ed annuali della stazione di Austis:

| Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic | Prim | estat | autu | inve | anno |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|
| 5.6 | 5.4 | 7.9 | 10.5 | 14.9 | 18.6 | 22.3 | 22.5 | 18.4 | 11.2 | 10.3 | 6.0 | 14.6 | 21.6 | 9.1 | 6.3 | 12.7 |

Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è un fenomeno fisico per cui l'acqua in determinate condizioni climatiche passa dallo stato liquido allo stato di vapore; in questo termine è inglobata anche la traspirazione operata dalle piante.

Questo fenomeno è abbastanza complesso e dipende sostanzialmente da due gruppi di fattori:

- 1) potere evaporante dell'atmosfera;
- 2) tipo di superficie evaporante.

Il primo, a sua volta, dipende dall'umidità relativa dell'aria (quanto più alto è questo valore, minore è la possibilità che l'atmosfera provochi evaporazione), dalla temperatura dell'acqua e dell'aria (maggiore è la temperatura, maggiore è l'evaporazione), insolazione, velocità e turbolenza del vento, pressione barometrica, qualità dell'acqua ed altitudine.

Per quantizzare questo fenomeno ci si serve di formule empiriche; le più utilizzate sono quella di Turc e di Coutagne per calcolare l'evapotraspirazione reale, mentre per il calcolo di quella potenziale, dalla quale è poi possibile risalire a quella reale, è utilizzata la formula di Thornthwaite.

Applicando il metodo della media aritmetica la lama media d'acqua di Evapotraspirazione è data da:

$$L_m = E_{r1} + E_{r2} + \dots + E_{rn} / n$$

$E_{r1} + E_{r2} + \dots + E_{rn}$ = Altezza d'acqua di evapotraspirazione in mm/a misurate in corrispondenza delle singole stazioni durante l'anno idrologico;

n = numero di stazioni considerate.

Calcolo dell'evapotraspirazione reale con la formula di Coutagne

La formula di Coutagne è di più facile utilizzo; difatti, per il suo impiego, occorre conoscere l'altezza totale di precipitazione (precipitazioni in mm/annui) e la temperatura media dell'aria (T. espressa in °C) riferita all'anno idrologico.

$$E_r = P - \lambda P^2$$

dove:

$$\lambda = \frac{1}{(0.8 + 0.14T)}$$

P = Altezza delle precipitazioni riferite all'anno idrologico considerato (912,9 mm)

T = Temperatura media riferita allo stesso anno.

L'equazione è valida solo se i valori di precipitazione sono compresi tra:

$$\frac{1}{8} \lambda \leq P \leq \frac{1}{\lambda}$$

Per il settore studiato risulta:

$$\lambda = 1 / 0,8 + 0,14 * 12,7 = 0.38$$

$$E_r = 595.9 \text{ mm/a}$$

Calcolo dell'evapotraspirazione reale con la formula di Turc

Per la valutazione dell'evapotraspirazione reale alle diverse latitudini la formula di Turc è la più appropriata, poiché tiene conto dei diversi tipi di clima attraverso la correzione delle temperature.

Nel calcolo sono considerate le altezze di precipitazione (P in mm/annui) e la temperatura media dell'aria (in °C) relative ad un anno idrologico o ad un anno idrologico medio:

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

E_r = Evapotraspirazione reale in mm/a per il periodo considerato;

P = altezza di precipitazione media annua in mm/a;

T = temperatura media annua in °C;

L = potere evaporante

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3 = 1252,5$$

$$E_r = 534.8$$

Calcolo dell'evapotraspirazione reale con la formula di Thornthwaite

Applicando la formula di Thornthwaite è possibile calcolare l'evapotraspirazione potenziale e da questa mediante dei calcoli risalire a quella reale.

La formula tiene conto della relazione esponenziale che esiste tra l'evapotraspirazione potenziale e la temperatura media mensile.

$$E_{pi} = K \left[1.6 \left(\frac{10 - T_i}{I} \right)^a \right]$$

dove:

E_{pi} = evapotraspirazione potenziale media mensile (in cm);

K = coefficiente di correzione per la latitudine riferito al mese i -mo, pari al rapporto tra le ore diurne e la metà (12) delle ore giornaliere;

T_i = temperatura media dell'aria riferita al mese i -mo (in °C);

$$a = 0.49239 + 1792 \cdot 10^{-5} I + 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 675 \cdot 10^{-9} I^3$$

I = indice annuo di calore, dato dalla sommatoria degli indici mensili (i) dei dodici mesi dell'anno:

$$I = \sum_{i=1}^{i=12} i$$

L'indice termico mensile (i) si ricava dalla tabella in base al valore della temperatura media

$$\text{mensile } i = \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1.514}$$

Coefficienti mensili di latitudine (K):

| Lat. k | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 36° | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.10 | 1.21 | 1.22 | 1.24 | 1.16 | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.84 |
| 37° | 0.86 | 0.84 | 1.03 | 1.10 | 1.22 | 1.23 | 1.25 | 1.17 | 1.03 | 0.97 | 0.85 | 0.83 |
| 38° | 0.85 | 0.84 | 1.03 | 1.10 | 1.23 | 1.24 | 1.25 | 1.17 | 1.04 | 0.96 | 0.84 | 0.83 |
| 39° | 0.85 | 0.84 | 1.03 | 1.11 | 1.23 | 1.24 | 1.26 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.84 | 0.82 |
| 40° | 0.84 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.24 | 1.25 | 1.27 | 1.18 | 1.04 | 0.96 | 0.83 | 0.81 |
| 41° | 0.83 | 0.83 | 1.03 | 1.11 | 1.25 | 1.26 | 1.27 | 1.19 | 1.04 | 0.96 | 0.82 | 0.80 |
| 42° | 0.82 | 0.83 | 1.03 | 1.12 | 1.26 | 1.27 | 1.28 | 1.19 | 1.04 | 0.95 | 0.82 | 0.79 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 43° | 0.81 | 0.82 | 1.02 | 1.12 | 1.26 | 1.28 | 1.29 | 1.20 | 1.04 | 0.95 | 0.81 | 0.77 |
| 44° | 0.81 | 0.82 | 1.02 | 1.13 | 1.27 | 1.29 | 1.30 | 1.20 | 1.04 | 0.95 | 0.80 | 0.76 |
| 45° | 0.80 | 0.81 | 1.02 | 1.13 | 1.28 | 1.29 | 1.31 | 1.21 | 1.04 | 0.94 | 0.79 | 0.75 |
| 46° | 0.79 | 0.81 | 1.02 | 1.13 | 1.29 | 1.31 | 1.32 | 1.22 | 1.04 | 0.94 | 0.79 | 0.74 |
| 47° | 0.77 | 0.80 | 1.02 | 1.14 | 1.30 | 1.32 | 1.33 | 1.22 | 1.04 | 0.93 | 0.78 | 0.73 |
| 48° | 0.76 | 0.80 | 1.02 | 1.14 | 1.31 | 1.33 | 1.34 | 1.23 | 1.05 | 0.93 | 0.77 | 0.72 |

L'evapotraspirazione potenziale media annua (E_p) si ricava dalla sommatoria dei singoli valori mensili (E_{pi}), e da questa si risale all'evapotraspirazione reale mensile annua:

$$E_p = \sum_{i=1}^n E_{pi}$$

Nella tabella seguente sono riportati i dati per passare dall'evapotraspirazione potenziale a quella reale, seguendo lo schema fisico del metodo di calcolo proposto da Thornthwaite.

Dati relativi alla stazione di Austis:

| | | Stagione umida | | | | | | Stagione secca | | | | | | |
|----|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|------|------|--|
| N° | Parametri | N | D | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | |
| 1 | Temperatura (°C) | 10.3 | 6 | 5.6 | 5.4 | 7.9 | 10.5 | 14.9 | 18.6 | 22.3 | 22.5 | 18.4 | 11.2 | |
| 2 | Indici termici (i) | 5.17 | 4.70 | 4.30 | 2.81 | 3.48 | 4.96 | 6.49 | 8.85 | 11.37 | 12.21 | 8.72 | 6.49 | |
| 3 | Coefficienti di latitudine (K) | 0,84 | 0,82 | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,11 | 1,23 | 1,24 | 1,26 | 1,18 | 1,04 | 0,96 | |
| 4 | Evapotraspirazione potenziale corretta (E_{pi}), in mm | 15.9 | 20.4 | 18.9 | 9.8 | 15.0 | 20.2 | 35.2 | 44.3 | 73.2 | 92.8 | 44.2 | 32.4 | |
| 5 | Precipitazioni (Pi) in mm | 120.5 | 138.4 | 110.8 | 118.0 | 96.5 | 82.7 | 58.0 | 25.3 | 9.6 | 12.6 | 46.8 | 93.7 | |
| 6 | Precipitazioni utili in mm $\Delta i = P_i - E_{pi}$ | 25.9 | 119.4 | 33.1 | 134.6 | 89.6 | 0.4 | -22.6 | -58.3 | - | - | -0.4 | 5.3 | |
| 7 | $A_i = u$ per $A_i > u$ riserve idriche invase, in mm $A_i = A_i - 1 + \Delta i$ per $A_i < u$ | 25.9 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 77.4 | 19.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 8 | Variazioni delle riserve invase, in mm $\Delta A_i = A_i - A_i - 1$ | 25.9 | 74.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -22.6 | -58.3 | -19.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 9 | $E_{ri} = E_{pi}$ per $A_i > 0$ evapotraspirazione reale, in mm $E_{ri} = P_i - \Delta A_i$ per $A_i = 0$ | 40.3 | 35.2 | 32.9 | 19.8 | 31.2 | 50.8 | 77.0 | 111.5 | 30.6 | 19.4 | 91.6 | 65.4 | |
| 10 | Eccedenza idrica, in mm $D_i = \Delta i - \Delta A_i$ | 0.0 | 33.4 | 25.00 | 82.1 | 58.8 | 3.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.7 | |
| 11 | Deficit idrico $S_i = E_{pi} - E_{ri}$ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 62.6 | 85.00 | 0.4 | 0.0 | |

La tabella sopra riportata, risulta così strutturata:

1. Temperature in °C;
2. Indici termici mensili;
3. Coefficienti di latitudine K;
4. Evapotraspirazione potenziale ricavata con la formula di Thornthwaite;
5. Precipitazioni medie mensili;
6. Precipitazioni utili, intese come altezza d'acqua disponibile per ricostruire le riserve (A) invasate nel terreno; queste sono date dalla differenza tra le precipitazioni medie e l'evapotraspirazione potenziale;
7. Riserve idriche invasate (A) mese per mese dal terreno. Il calcolo è stato eseguito sommando le riserve esistenti nel terreno alla fine del mese precedente (A_{i-1}) con le precipitazioni utili relative al mese in esame (Δ_i): $A_i = A_{i-1} + \Delta_i$.

Nei mesi in cui il valore di A_i è risultato superiore alla capacità utile (u), in tabella è stata riportata quest'ultima perché rappresenta la massima capacità invasabile, quantità fissata in 100 mm in accordo con Thornthwaite ed altri autori i quali ritengono che questa rappresenti la massima altezza idrica invasabile dal terreno nello strato interessato dallo sviluppo dell'apparato radicale.

La quantità che eccede oltre i 100 mm, rappresenta il D_i (eccedenza idrica) valore riportato alla decima colonna nella tabella.

In ottobre A_i e Δ_i coincidono perché in settembre le riserve (A_{i-1}) sono uguali a zero; da maggio a settembre l'evapotraspirazione potenziale supera le precipitazioni (le precipitazioni utili sono negative) e la vegetazione utilizza l'acqua della riserva residua del mese precedente (A_{i-1}). Da giugno a settembre le riserve si annullano, mentre la lama d'acqua calcolata rappresenta il deficit idrico (S_i al rigo 11 della tabella).

Al rigo nove sono state riportate le variazioni mensili delle riserve invasate nel terreno (Δ_i) per rendere più facile il calcolo dell'evapotraspirazione reale mensile

(E_{ri}) e dell'eccedenza idrica (D_i), le quali risultano pari a:

$$\Delta A_i = A_i - A_{i-1}$$

dove:

A_i = riserve esistenti nel terreno alla fine del mese i-mo;

A_{i-1} = riserve esistenti nel terreno alla fine del mese precedente a quello i-mo.

All'inizio esse sono positive, per non avere nessuna variazione (fine della stagione umida), poiché il terreno è saturo d'acqua di ritenzione. Con l'inizio del periodo secco le variazioni cominciano ad essere negative fino a quando nei mesi di agosto e settembre non si è avuta alcuna variazione, perché il terreno è rimasto privo di acqua disponibile per il ciclo vegetativo.

In base al principio di Thornthwaite si può vedere come l'evapotraspirazione reale (E_{ri}) coincida con quella potenziale (E_{pi}), per tutta la durata della stagione umida:

$$E_{ri} = E_{pi}$$

Nella stagione secca essa è data dalla differenza tra le precipitazioni del mese i -mo e la quantità intervenuta nelle riserve invase (Δa_i).

Nel rigo nove della tabella è riportata l'evapotraspirazione reale annua.

I mesi della stagione umida sono quelli in cui :

$$P_i - E_{pi} > 0$$

mentre in quelli della stagione secca si ha:

$$P_i - E_{pi} < 0$$

dove:

P_i = altezza d'acqua di precipitazione relativa al periodo di riferimento (i);

E_{pi} = altezza d'acqua di evapotraspirazione relativa al periodo di riferimento (i).

I mesi umidi e secchi possono essere definiti anche attraverso il coefficiente di umidità (C_u), dato da :

$$C_u = (P_i - E_{pi}) / E_{pi}$$

il quale risulterà positivo se le precipitazioni superano l'evapotraspirazione potenziale, e negativo in caso inverso.

Come osservato in precedenza, nei mesi umidi l'evapotraspirazione reale (E_{ri}) eguaglia sempre l'evapotraspirazione potenziale, mentre in quelli secchi è verificata solo se le riserve invase (A) riferite alla fine del mese precedente (A_{i-1}) sono sufficienti a coprire il deficit risultante:

$$(P_i - E_{pi}) + A_{i-1} > 0$$

per cui l'evapotraspirazione reale coincide con quella potenziale per tutto il periodo dell'anno in cui non esiste deficit idrico (S).

Se nella stagione secca si ha:

$$(P_i - E_{pi}) + A_{i-1} < 0$$

l'evapotraspirazione reale (E_{ri}) risulta uguale a:

$$E_{ri} = P_i + A_{i-1}$$

Se, alla fine del mese precedente esistono ancora riserve invase, mentre se (A_{i-1}) risulta completamente utilizzata E_{ri} coincide con l'altezza di precipitazione:

$$E_{ri} = P_i$$

Concludendo, l'evapotraspirazione reale annua si ottiene sommando i singoli valori mensili (E_{ri}):

$$E_r = \sum_{i=1}^{12} E_{ri}$$

Nella seguente tabella è riportato il valore di evapotraspirazione reale calcolato con la formula di Thornthwaite per la singole stazione pluviometrica:

| STAZIONE | E_r (mm/a) |
|----------|--------------|
| Austis | 543.8 |

Infiltrazione

L'infiltrazione è il fenomeno per il quale le acque atmosferiche penetrano nel sottosuolo grazie alla capacità di assorbimento ed alla permeabilità della roccia; al contrario, le acque che defluiscono in superficie sono perse per ruscellamento e convogliate più o meno velocemente ai fiumi. L'infiltrazione ed il ruscellamento sono influenzati da diversi fattori: morfologici, geologici e biologici.

Il principale fattore morfologico è la pendenza dei versanti; infatti quanto più questa è elevata tanto maggiore è la velocità di scorrimento in superficie e tanto minore è il quantitativo di acqua che penetra nel suolo. I fattori geologici sono quelli che condizionano la capacità di assorbimento di percolazione e, soprattutto, la permeabilità delle rocce.

Tra i fattori biologici va menzionata la vegetazione, la quale contribuisce a rallentare la caduta delle acque sul suolo e ne facilita l'assorbimento grazie alla maggior permeabilità dello strato interessato dall'apparato radicale.

Sorgenti

Per sorgente si intende l'emergenza di acque sotterranee sulla superficie terrestre, dovuta a cause naturali. L'affioramento può dare origine a singole polle, a fronti acquiferi o orizzonti sorgivi (cioè ad un insieme di scaturigini distribuite su aree più o meno estese) e ad emergenze diffuse (di norma localizzate lungo le incisioni topografiche).

Generalmente si fa distinzione tra sorgenti normali, (con temperatura e chimismo normale), e sorgenti termominerali, (con temperatura e chimismo diverso dal normale). Si tratta di una distinzione empirica molto vaga, poiché dal punto di vista idrogeologico essa non è molto significativa perché entrambi i tipi di sorgenti sono quasi sempre geneticamente simili.

Infatti, le differenziazioni di chimismo e di temperatura delle acque sono generalmente dovute alla litologia delle rocce attraversate, ai tempi di residenza nel sottosuolo, ai percorsi più o meno lunghi e/o profondi, alla temperatura del sottosuolo. Come risulta dalla tabella seguente, sono state catalogate 30 sorgenti, sparse in tutto il territorio comunale di Austis; si tratta in larga parte di scaturigini dovute alla impostazione tettonica e alla diversa permeabilità delle rocce che caratterizzano il settore. Alcune di loro hanno una portata buona e perenne, in particolare modo quelle situate a Monte Mannu, presso la tenuta Meloni. Le misure rilevate non sono ovviamente

in grado di fornire le indicazioni occorrenti per la caratterizzazione quantitativa delle portate di ciascuna di loro, occorrerebbero a tal fine serie di misure ben più lunghe. Per ovviare, per quanto possibile, all'inconveniente, sono state tratte dalla Cassa per il Mezzogiorno tutte le misure effettuate in passato per conto del Comprensorio del Mandrolisai, e sono state riportate nella tabella seguente:

| Sorgente | Ubicazione | Coordinate | Quota slm | Portata l/s | Utilizzazione | N° |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------|-------------|---------------|-----------|
| Arelò | Rio mannu | Long 3° 21' 51" Lat 40° 4' 57" | 795 | 0.04 | Irrigazione | 1 |
| Su Cantaro | Rio Mannu | Long 3° 24' 0" Lat 40° 7' 50" | 590 | 0.05 | Irrigazione | 2 |
| Calavrigues | Allò | Long 3° 20' 59" Lat 40° 3' 40" | 856 | 0.04 | Abbeverata | 3 |
| Sas raccheras | Iseri | Long 3° 21' 2" Lat 40° 3' 10" | 720 | 0.02 | Abbeverata | 4 |
| Iscovas Beras | Carrale | Long 3° 21' 27" Lat 40° 5' 5" | 840 | 0.08 | Abbeverata | 5 |
| Marrone | Monte Mannu | Long 3° 22' 34" Lat 40° 2' 32" | 763 | 0.15 | Abbeverata | 6 |
| Ortolori | Monte Mannu | Long 3° 20' 51" Lat 40° 4' 10" | 760 | 0.08 | Irrigazione | 7 |
| Palaisai | Palaisai | Long 3° 22' 43" Lat 40° 4' 9" | 685 | 0.10 | Irrigazione | 8 |
| Arbuli Zacchè | Sedda e su Figù | Long 3° 22' 30" Lat 40° 5' 14" | 750 | 0.07 | Abbeverata | 9 |
| Is Urbini | Serra Urbini | Long 3° 23' 21" Lat 40° 4' 3" | 600 | 0.06 | Fontanile | 10 |
| Sos Pirois | Austis | Long 3° 21' 30" Lat 40° 3' 58" | 720 | 0.08 | Fontanile | 11 |
| Sa e Idda | Austis | Long 3° 21' 41" Lat 40° 4' 14" | 723 | 0.08 | Fontanile | 12 |
| Tonaresus | Brunco Erbeghe | Long 3° 22' 51" Lat 40° 3' 5" | 653 | 0.08 | Fontanile | 13 |
| Finisai | Ghea | Long 3° 24' 28" Lat 40° 7' 41" | 303 | 0.10 | Abbeverata | 14 |
| Archellu | Ghea | Long 3° 24' 11" Lat 40° 7' 36" | 250 | 0.05 | Abbeverata | 15 |
| Su Stazzu | SuStazzu | Long 3° 23' 51" Lat 40° 7' 26" | 483 | 0.06 | Fontanile | 16 |
| Sa Taedda 1 | Ghea | Long 3° 24' 50" Lat 40° 7' 38" | 210 | 0.06 | Irrigazione | 17 |
| Olesai | Olesai | Long 3° 24' 56" Lat 40° 7' 29" | 230 | 0.04 | Abbeverata | 18 |
| Sa Taedda 2 | Ghea | Long 3° 24' 33" Lat 40° 7' 29" | 304 | 0.05 | Abbeverata | 19 |
| Sa Laennere | Benzone | Long 3° 25' 56" Lat 40° 7' 12" | 150 | Asciutta | * | 20 |
| S'ena Nastalai | Nastalai | Long 3° 24' 50" Lat 40° 5' 52" | 727 | 0.03 | Abbeverata | 21 |
| Cuili Nastalai | Nastalai | Long 3° 24' 16" Lat 40° 6' 1" | 724 | 0.03 | Abbeverata | 22 |
| Lilloè | Nastalai | Long 3° 23' 59" Lat 40° 6' 57" | 717 | 0.01 | Abbeverata | 23 |
| S'abba Frisca | Nastalai | Long 3° 23' 55" Lat 40° 6' 3" | 753 | 0.03 | Abbeverata | 24 |
| Cabizze Marzane | Nastalai | Long 3° 23' 30" Lat 40° 6' 8" | 744 | 0.05 | Abbeverata | 25 |
| Fruvidu | Nastalai | Long 3° 22' 41" Lat 40° 5' 51" | 724 | 0.05 | Abbeverata | 26 |
| Barracciu | Barracciu | Long 3° 23' 57" Lat 40° 5' 3" | 706 | 0.01 | Abbeverata | 27 |
| Funtana Ona | Monte Mannu | Long 3° 23' 26" Lat 40° 2' 48" | 780 | 0.09 | Abbeverata | 28 |
| Su Sauccu | Monte Mannu | Long 3° 22' 28" Lat 40° 2' 46" | 850 | 0.10 | Abbeverata | 29 |
| Pirastu e Susu | Isteccori | Long 3° 21' 2" Lat 40° 4' 51" | 816 | 0.09 | Abbeverata | 30 |

Nuoro, li 12 marzo 2010