

IPOSTESI SULLA GROTTA DEL DRAGONE DI SCALA E INDAGINI PRELIMINARI

A cura di Angelo Genovese



IPOTESI SULLA GROTTA DEL DRAGONE DI SCALA E INDAGINI PRELIMINARI

a cura di

Angelo Genovese

Arcasistema editore

ISBN: 978-88-944878-2-4

Indice

IPOTESI SULLA GROTTA DEL DRAGONE DI SCALA	<i>Angelo Genovese</i>	3
INTRODUZIONE.		3
OPPORTUNITÁ STORICA.		4
L'ICONOGRAFIA DI RE ARTÚ NEL MOSAICO DI OTRANTO.		5
LE CAPRE E L'ARCA DELL'ALLEANZA.		7
TRANSETTO DI DESTRA.		7
TRANSETTO DI SINISTRA.		9
I DRAGONI.		10
DETERMINAZIONE GEOGRAFICA DEI DRAGONI.		12
GERUSALEMME.		12
SCALA.		13
COINCIDENZE ICONOGRAFICHE.		14
COINCIDENZE TOPOGRAFICHE.		15
IL PORTALE DEL DUOMO DI RAVELLO E IL MOSAICO DI OTRANTO.		16
SCALA?		19
IL LEONE QUADRICORPOREO E ALCUNI PARTICOLARI DELLA GROTTA DI SCALA.		20
Appendice: L'EVOLUZIONE DELLA LEGGENDA DI RE ARTÚ E LA RICERCA DEL GRAAL.		21
IL GRAAL, LA MANNA E LA PISSIDE.		23
LA RICERCA DEL GRAAL. UN MITO CHE NASCE DALL'ITALIA NORMANNA?		23
INDAGINI GEOFISICHE CON METODOLOGIA ELETTROMAGENTICA AD ALTA FREQUENZA (GROUND PENETRATING RADAR - GPR) ESEGUITE NELLA GROTTA DEL DRAGONE NEL COMUNE DI SCALA (SA)		25
<i>Maurizio Fedi, Mauro La Manna, Raffaele Viola</i>		25
PREMESSA.		25
2 CENNI SUI METODI GPR.		26
3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.		28
4 ACQUISIZIONE DEI DATI.		29
5 ELABORAZIONE DATI.		31
6 DISCUSSIONE DEI RISULTATI E DELLE MAPPE OTTENUTE E CONCLUSIONI.		31
BIBLIOGRAFIA.		36

Ipotesi sulla grotta del dragone di Scala e indagini preliminari

IPOTESI SULLA GROTTA DEL DRAGONE DI SCALA.

Angelo Genovese¹

INTRODUZIONE.

La stesura del romanzo “Rivelazione. Il coraggio del silenzio” (MEA ed., 2023) è derivata dall’esigenza di mettere insieme una serie di appunti di studio e dalla coscienza di non aver prodotto risultati incontrovertibili o scientificamente sostenibili. Risultati che io definisco semplicemente “suggestioni”. Tuttavia, con questa piccola pubblicazione cerco di razionalizzare al meglio un aspetto presente nel romanzo: quello dell’ipotesi di ubicazione dell’Arca dell’Alleanza nella grotta del dragone a Scala (Salerno). Nel romanzo vi sono, inoltre, osservazioni sull’affresco della Basilica dei Santi Martiri di Cimitile raffigurante Maria Maddalena e altri studi di natura cabalistica e simbolica. Ho, inoltre, introdotto due elementi di mie ricerche scientifiche in corso: l’evoluzione del cervello nei vertebrati endotermi e il *Loranthus europaeus* quale pianta medicinale della tradizione indoeuropea (il cd *ramo d’oro*). Nel romanzo sono stati introdotti anche riferimenti diretti ed indiretti a possibili etimologie di toponimi. Per la stesura degli episodi storici descritti ho cercato di rendere coerente la narrazione con episodi descritti in pubblicazioni scientifiche recenti, nelle cronache medievali e negli scritti classici. Anche alcuni personaggi storici sui quali ho operato ricerche bibliografiche trovano una loro collocazione. Infine, diffusamente, vi sono ipotesi su alcune realtà archeologiche.

La bibliografia riportata è minimale e i link sono stati verificati a completamento del lavoro.

¹ Zooarcheologo - Dipartimento di Biologia – Università degli Studi di Napoli Federico II

OPPORTUNITÀ STORICA.

L'ipotesi (suggerimento), qui trattata in maniera estremamente sintetica, si fonda su diversi ragionamenti. Il primo fra tutti è quello dell'opportunità storica che un reperto importante come l'Arca dell'Alleanza possa essere giunto in costiera amalfitana. Ebbene, di tali opportunità ce ne sono state molte. In epoca romana ci furono personaggi provenienti dall'area Nocerina a tutti i livelli di governo ma anche legionari e mercanti. Nel medioevo l'Ospitale di Gerusalemme, unica realtà cristiana tollerata, era amalfitano. Il primo ordine cavalleresco, fondato dopo la conquista crociata della Terra Santa, fu proprio quello degli Ospitalieri il cui primo Maestro fu Frate Gerardo Sasso di Scala. Probabilmente (e questo lo descrivo nel romanzo), anche l'Ordine dei Templari ebbe come fondatori cavalieri dell'area Nocerina-amalfitana come emanazione dell'Ordine degli Ospitalieri. Nell'assetto geopolitico il governo della spianata del Tempio e della città di Davide fu di appannaggio della compagine normanna del Sud Italia (proveniente, in particolare, del salernitano).

Un oggetto così sacro doveva essere tenuto per forza nascosto per preservarlo da bramosie e, soprattutto, perché esso, secondo le profezie, dovrà avere un ruolo centrale nell'Apocalisse. In costiera amalfitana sarebbe stato senz'altro più al sicuro che a Gerusalemme, luogo perenne di guerre, dove tutti lo cercavano e ancora oggi lo cercano.

L'ICONOGRAFIA DI RE ARTÚ NEL MOSAICO DI OTRANTO.

Nel Mosaico pavimentale della Cattedrale di Otranto vi è la rappresentazione di Re Artù in una posizione di rilievo nella navata centrale (Fig.1). Il leggendario sovrano, identificabile grazie alla scritta mosaicale posta accanto alla figura, già costituisce una anomalia nell'ambito di un così rilevante contesto religioso. Il fatto più significativo è che esso non appare rappresentato con i tradizionali attributi eroici, bensì a cavallo di una capra e, per giunta, con un bastone in mano al posto della mitica spada *Excalibur*. Si tratta di una figura disprezzante, di un'allegoria, di un simbolo?

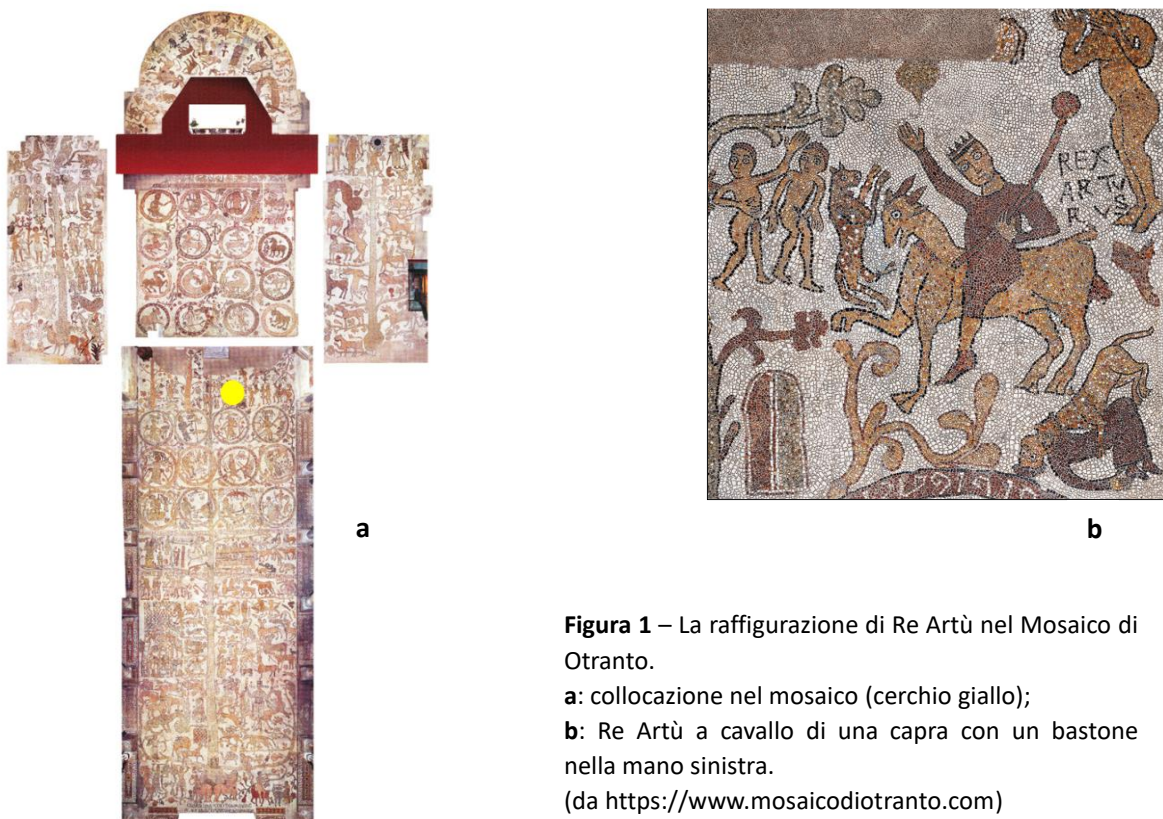


Figura 1 – La raffigurazione di Re Artù nel Mosaico di Otranto.

a: collocazione nel mosaico (cerchio giallo);

b: Re Artù a cavallo di una capra con un bastone nella mano sinistra.

(da <https://www.mosaicodiotranto.com>)

Molteplici sono le ipotesi formulate su questa inconsueta iconografia in una sterminata bibliografia. Nella mia ipotesi Re Artù rappresenta la scoperta dell'Arca dell'Alleanza. Infatti, essa conteneva le Tavole della Legge e il Bastone di Aronne e, forse, il recipiente contenente la manna². Tali elementi sono raffigurati nella vignetta del mosaico (Fig.1-b): il bastone è quello tenuto in mano dal Re, le Tavole sono rappresentate in basso a sinistra e la pisside (qualora originariamente raffigurata) potrebbe essere stata tenuta tra le due mani. Uno schizzo dello stato di conservazione della vignetta realizzato agli inizi del XIX secolo (Fig. 2) mostra, infatti, un'importante ablazione del mosaico proprio nell'area cui si fa riferimento. Maldestri interventi di restauro tra la fine del XIX sec. e l'inizio del XX sec. avrebbero creato nuovi caratteri alla raffigurazione. La corona probabilmente non esisteva in originale, così come anche il braccio levato in segno di saluto potrebbe essere

² Es 16,33-34 e Eb 9,4

derivato da un eccesso di libertà interpretativa³. Tuttavia, la presenza del contenitore della manna, allo stato degli elementi cognitivi noti, è solo una blanda illazione (Fig. 3). Questo però non è fondamentale, perché sono sufficienti il bastone e le Tavole a poter far supporre che si tratti della scoperta dell'Arca dell'Alleanza.



FIG. 215. -- LE ROI ARTHUR DE BRETAGNE.
MOSAÏQUE D'OTRANTE.

Figura 2 – Schizzo di Aubin-Louis Millin 1813/1814 in: Emile Bertaux: *L'art dans l'Italie Méridionale*. 1904. p.491

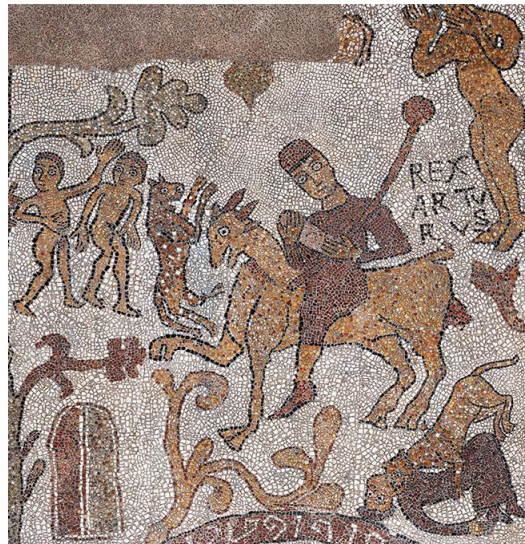


Figura 3 – Una possibile ricostruzione della figura di Re Artù alternativa all'intervento di restauro operato agli inizi del XX sec.
(da <https://www.mosaicodiotranto.com>)

La sequenza del felino che salta su Re Artù e lo uccide potrebbe essere il simbolo della misteriosa energia letale che l'Arca sprigiona come descritto nella Bibbia⁴.

Ma l'Arca dove sarebbe rappresentata? L'ipotesi è che si tratti della stessa capra cavalcata da Re Artù. Lo stesso nome CAPRA è l'anagramma di ARCA P(acti).

³ Cfr. tra gli altri: Willemsen C.A.: *Das Rätsel von Otranto: das Fußbodenmosaik in der Kathedrale; eine Bestandsaufnahme*. Sigmaringen Thorbecke 1992.

⁴ Cfr: 2Sam 6,1-8; 2Cr 13,7-11; 1Sam 5-6; Gios 6,16-20.

LE CAPRE E L'ARCA DELL'ALLEANZA.

Per cercare conferma a questa ipotesi sono state studiate tutte le altre rappresentazioni di capra nell'ambito dell'immenso bestiario rappresentato nel mosaico. Queste sono quasi tutte nel transetto di destra ad eccezione di un'altra raffigurazione presente nel transetto di sinistra a sovrastare l'immagine di Satana.

TRANSETTO DI DESTRA.

In alto a destra è rappresentato un personaggio non meglio identificato che srotola una lunga pergamena. Nell'ipotesi, indica che le figure di quel transetto devono essere lette come un exultet (Fig. 4).

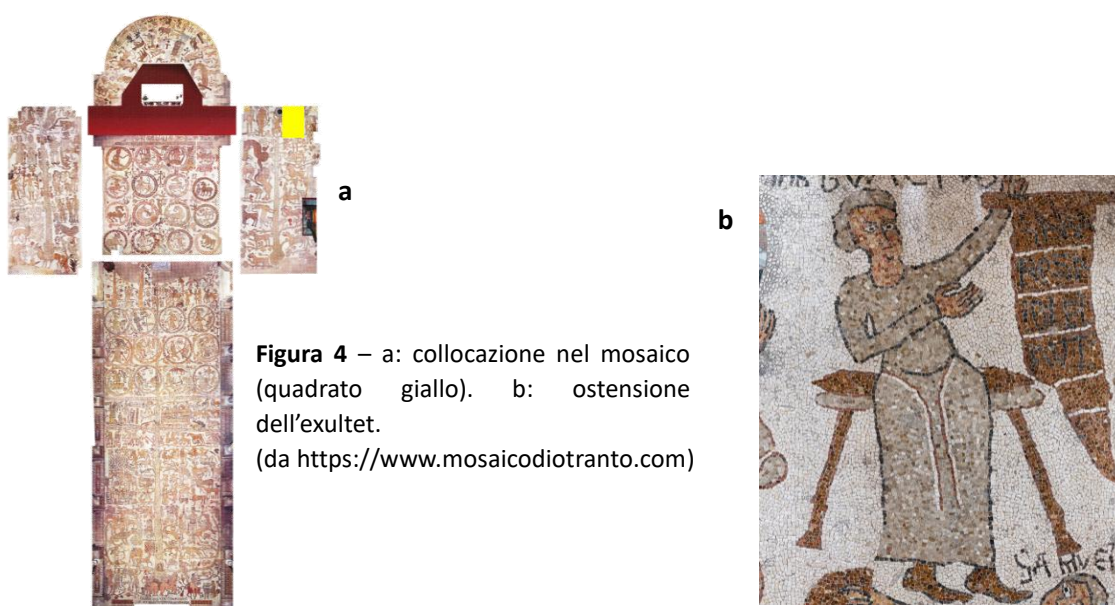


Figura 4 – a: collocazione nel mosaico (quadrato giallo). b: ostensione dell'exultet.
(da <https://www.mosaicodiotranto.com>)

Seguendo tale indicazione troviamo:

Le due capre poste in basso a destra sono rappresentate nell'atto di camminare (Fig.5: α e β). Indicano il periodo di peregrinazione del popolo ebraico che portava con sé l'Arca dell'Alleanza.

Più in alto, è rappresentato Samuele (identificabile dal nome scritto accanto) che ha in mano una pergamena (Fig.5: γ). Questi è il principale autore degli scritti biblici inerenti all'Arca e l'ultimo dei Giudici, leader del popolo ebraico. Fu lui a proclamare David Re.

Quest'ultimo conquistò la città di Gerusalemme stabilendo ivi la capitale del regno e trasferendovi l'Arca dell'Alleanza.

Gerusalemme, nel medioevo era considerata il centro del mondo⁵ e, pertanto, la figura più in alto che rappresenta Atlante con sulle spalle la Terra con un grande cerchio nero al centro, altro non è che il simbolo della Gerusalemme di Davide (Fig.5: δ).

⁵ Celebre è la *Mappa mundi* di Isidoro di Siviglia (560 c.a.).

Continuando la lettura alla maniera di un exultet troviamo l'ultima capra raffigurata nelle fauci di un drago (pistrice) a sua volta aggredito da un leone (Fig.5: ε).

Questa immagine rappresenta la capra che viene rigettata dalla pistrice in maniera simile a Giona. Nelle raffigurazioni medievali, infatti, il profeta viene sempre raffigurato con i piedi che fuoriescono dalla bocca della pistrice quando quest'ultima lo ingoia e, al contrario, con la testa al di fuori quando viene vomitato⁶.



Figura 5 – Transetto di destra. Le capre simboleggianti l'Arca dell'Alleanza nel periodo di nomadismo del popolo ebraico (α, β); Samuele che descrisse la Storia dell'Arca e la condusse fin sotto le mura di Gerusalemme (γ); Gerusalemme, centro del mondo (δ); L'Arca simboleggiata sempre da una capra mentre viene vomitata da un drago che subisce l'attacco da parte di un Leone (ε). (da <https://www.mosaicodiotranto.com>)

⁶ Molto ci sarebbe da dire sul significato di Giona che, come Cristo, è stato chiuso per tre giorni e tre notti nel sepolcro per riemergere vivo. Il sacro che viene celato per il medesimo ciclo temporale per poi riemergere vivo.

Ritornando alla narrativa dell'Arca, in maniera coerente, si ipotizza che l'Arca sia stata nascosta in Gerusalemme all'interno di un luogo simboleggiato da un dralone e, successivamente resa all'esterno dopo l'aggressione di un'entità simboleggiata da un Leone. Il Leone è lo stemma di Scala che nel XII sec. non aveva ancora corona e giglio.

TRANSETTO DI SINISTRA.

L'ultima capra (Arca) raffigurata è nel transetto di sinistra nella scena del Giudizio che sovrasta Satana e l'inferno (Fig. 6). Sotto la figura di Satana è rappresentato un dralone che vomita un altro dralone. In effetti l'Arca si trova in alto, laddove, nell'Apocalisse di Giovanni, è previsto che si trovi nel giorno del giudizio⁷.



Figura 6 – Transetto di sinistra. L'Arca sovrasta Satana che siede su un dralone che vomita un altro dralone.

⁷ Riv. 11,19.

I DRAGONI.

Come detto, le vicissitudini dell'Arca come sarebbero descritte nel mosaico di Otranto utilizzando il simbolo della Capra, si interrompono alla sua fuoriuscita da un drago e dalla vicenda di uno scopritore (Rex Arturus). Essa poi, riappare nel giorno del Giudizio sovrastando la figura di Satana seduto su un drago che vomita un altro drago.

Il drago preso in esame è serpentiforme e ha orecchie (elementi caratterizzanti le meglio definite pistrici). Esso dovrebbe, in analogia al simbolismo considerato, rappresentare un luogo dove è stata conservata l'Arca. Come nella vicenda di Giona, il mostro celerebbe solo il Divino senza, tuttavia, poterlo distruggere.

Nel mosaico di Otranto di dragoni ne sono raffigurati diversi (compreso quello che ingoia Giona (nell'Abside) e molteplici nell'Inferno del transetto di sinistra).

Un drago ben caratterizzato, dotato anche di due zampe con fauci alle estremità lo si trova, invece nell'atto di ingoiare un altro drago⁸. Esso è localizzato nella navata centrale nella porzione in basso a sinistra (Fig. 7).



Figura 7 – a sinistra, il mosaico pavimentale della navata centrale della Cattedrale di Otranto. Quadrato in giallo la rappresentazione del drago cannibale (particolare in basso). (da <https://www.mosaicodiotranto.com>)



⁸ L'unico caso nel mosaico di cannibalismo da parte di queste bestie che ha riscontro solo in quello posto sotto Satana dove, al contrario, il drago sta vomitando un altro drago

L'ipotesi è quella che l'Arca sia stata trasferita da un luogo simboleggiato da un dragone in un analogo altro luogo. Tale ipotesi sarebbe avvalorata dalla rappresentazione dell'estruzione dell'Arca nel giorno del Giudizio così come più sopra detto (cfr. il paragrafo descrittivo del transetto di sinistra).

DETERMINAZIONE GEOGRAFICA DEI DRAGONI.

Alla luce di quanto detto l'Arca dell'Alleanza sarebbe stata conservata in una località simboleggiata da un drago in Gerusalemme (Fig 5: ε) e, successivamente, in un'altra località con analogo riferimento iconografico che si ipotizza possa essere la grotta del drago di Scala, città del beato Gerardo Sasso, fondatore dell'Ordine degli Ospitalieri (Fig. 7).

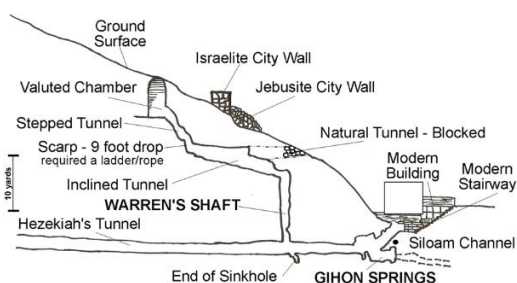
GERUSALEMME.

In Gerusalemme esiste una sorgente detta dai palestinesi sorgente del drago. Essa è più nota come sorgente di Gihon, fontana della Vergine, vasca di Santa Maria. Un recente studio conferma che la citazione biblica⁹ della Sorgente del Drago corrisponde a quella di Gihon così come anche definito in fonti medievali¹⁰.

La sorgente è connessa con un complesso sistema di cavità e tunnel sotterranei alcuni con funzione idraulica., altri realizzati per scopi diversi. In particolare, il cosiddetto pozzo di Warren fu realizzato probabilmente dai Gebusei per attingere acqua calando secchi legati a corde durante l'assedio da parte degli israeliti. Ma fu forse proprio grazie a questo tunnel verticale che Davide riuscì a penetrare oltre le mura della città e a espugnarla (Fig. 8).

La definizione di sorgente del drago, secondo molti, deriva dal fatto che l'acqua scaturisce da un sifone carsico che ne determina l'emissione intermittente violenta e fragorosa.

Figura. 8 – a destra ubicazione della Sorgente di Gihon a Gerusalemme (indicatore azzurro) rispetto alla cupola della Roccia, luogo dove, si presume, era conservata l'Arca dell'Alleanza (da Google earth 2024). In basso schema del sistema di canali che conducono dalla sorgente di Gihon alla Città di Davide (da <https://www.generationword.com/jerusalem101/18-gihon-springs.html>)



⁹ Ne. 2,13.

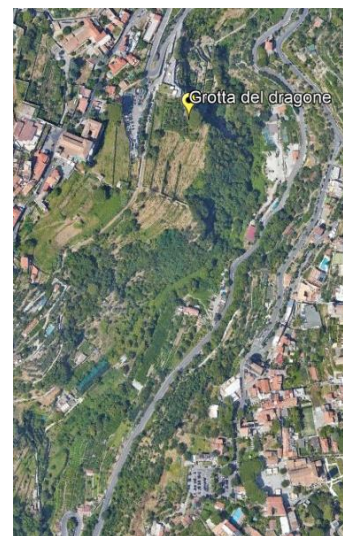
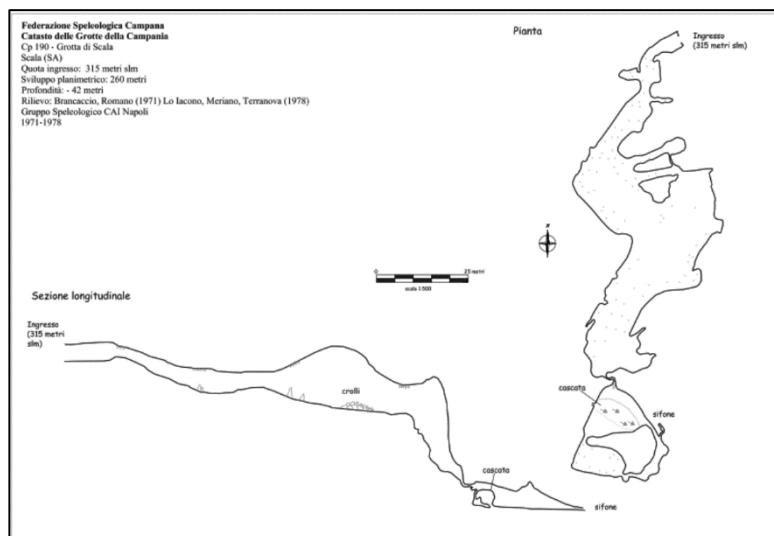
¹⁰ Keimer K.H.: *On Identifying the "Dragon's Spring" in Jerusalem (Neh 2:13)*. In: Miglio A.E., Reeder C.A., Walton J.T., Way K.C.: *For Us, but Not to Us. Essays on Creation, Covenant, and Context in Honor of John H. Walton*. Eugene, OR: Pickwick Publications, 2020, pp. 234-244.

I lavori di pulizia dei tunnel hanno fatto rinvenire, nel 2011, un campanellino d'oro che si ritiene fosse l'ornamento delle vesti del sommo sacerdote¹¹. Questo ritrovamento ha rafforzato la teoria che l'Arca dell'Alleanza potrebbe essere stata nascosta in uno degli ambienti ipogei connessi alla sorgente di Gihon. Infatti, già in precedenza (inizi del XX sec.), archeologi come Montagu Parker e Valter Juvelius esplorarono i tunnel connessi alla sorgente di Gihon avendo ipotizzato che in essa potesse essere stata nascosta l'Arca¹².

SCALA.

Nell'ipotesi posta, la seconda località riferibile al drago è la "Grotta del drago" in località Scala (Salerno). Essa è ubicata sull'omonimo torrente che scorre tra Scala e Ravello (Fig. 9).

Figura 9 – A sinistra: pianta della Grotta del drago in Scala (da AAVV, Santo A., Giulivo I., Russo N., Del Prete S.: *Grotte e speleologia della Campania. Atlante delle cavità naturali*. Elio Sellino Ed. Avellino, 2005.). A destra ubicazione dell'accesso alla Grotta del drago (indicatore giallo) sul torrente del drago tra i comuni di Scala (a sinistra) e Ravello (a destra) (da Google earth 2024).



¹¹ (2011 JLY) A Rare Gold Bell was Discovered in IAA Excavations in the Drainage Channel from the Second Temple Period. In:

http://www.antiquities.org/article_eng.aspx?sec_id=25&subj_id=240&id=1863&module_id=#as

¹² Cfr anche: <https://www.larecherche.fr/node/52336>

COINCIDENZE ICONOGRAFICHE.

Una delle suggestioni più significative alla base degli studi romanizzati è, sicuramente, la strana similitudine tra la pianta della grotta di Scala e la rappresentazione del drago cannibale presente nel mosaico di Otranto. E la somiglianza è ancora più sorprendente se si sovrappone il drago fagocitato (Fig. 10)



Figura 10 – A sinistra comparazione del drago cannibale con la piantina della grotta del drago di Scala. A destra è stata sovrapposto anche il drago fagocitato che vomitava la capra dopo averne tranciato la coda all'altezza delle zampe del leone (Cfr. Figg. 5, 7, 9).

COINCIDENZE TOPOGRAFICHE.

Un'ulteriore suggestione relativa ai luoghi considerati è venuta da un'analisi sulle relazioni topografiche relative alle due "grotte del dragone" e agli edifici sacri.

Partendo dall'ipotesi che l'Arca dell'Alleanza a Gerusalemme fosse stata occultata negli ambienti connessi alla sorgente di Gihon, si sono analizzate le relazioni spaziali tra l'accesso basso alla sorgente di Gihon e le colonne del portale del Tempio. Queste, nel medioevo, erano ritenute essere poste all'incirca laddove oggi è il muro orientale del Tempio della roccia. Anche se più recenti studi tendono a modificare lievemente tale ipotesi¹³ è importante considerare ciò che era dato per scontato nei secoli XI e XII (Fig.11a).

Analoga analisi è stata fatta tra le colonne del portale del Duomo di Ravello e l'ingresso della grotta del dragone di Scala (Fig. 11b).

La comparazione delle misure e degli angoli rispetto al Nord offre una similitudine sorprendente. L'angolo è però invertito rispetto agli elementi (l'argomento sarà affrontato successivamente).



Figura 11 – Comparazione dei rapporti spaziali tra il presunto portale del Tempio di Gerusalemme e la Sorgente di Gihon (a) e tra il portale del Duomo di Ravello e l'accesso alla grotta di Scala (b) (da Google earth 2024).

¹³ Cfr tra l'altro: <https://www.bible.ca/archeology/bible-archeology-jerusalem-temple-mount-dome-of-rock.htm>. Anche se, addirittura, alcune teorie vogliono che il Tempio fosse ubicato proprio sulla sorgente di Gihon, l'ipotesi attualmente maggiormente accreditata è che effettivamente si trovasse ove oggi è il Tempio della roccia seppur in posizione e con orientamento lievemente diversi.

IL PORTALE DEL DUOMO DI RAVELLO E IL MOSAICO DI OTRANTO.

In questo discorso si inseriscono altri elementi “suggestivi”. Un’attenta analisi del portale del Duomo di Ravello sembra rafforzare la tesi. In premessa va detto che il simbolo maggiormente caratterizzante l’edificio sacro è proprio una pistrice che ingoia e vomita Giona (il Sacro che viene celato ma non può essere distrutto) (Fig. 12).



Figura 12 - Duomo di Ravello: ambone dell’epistola (1130)(da <https://www.ravello.com>).

Il Duomo, edificato nel 1086/87 si spingeva nella piazza con un portico non giunto fino ai giorni nostri. Ma ciò che conta, in analogia al Tempio di Gerusalemme, è l’accesso principale interno, ovvero il portale.

Una seconda osservazione è che la facciata anteriore e, quindi, il portale sono perfettamente orientati in direzione della Grotta di Scala (Fig. 13).

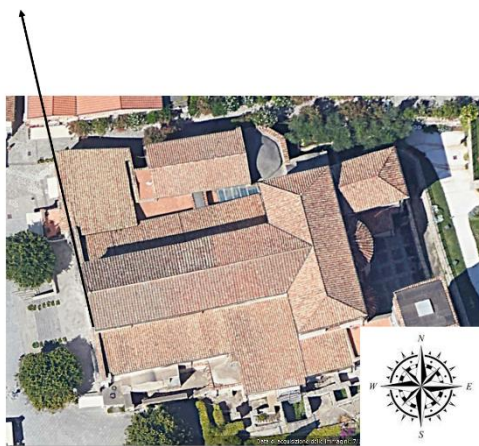


Figura 13 - Duomo di Ravello. Vista aerea. La freccia nera indica l’orientamento del portale che punta verso l’accesso alla Grotta del dragone di Scala (da Google earth 2024).

La terza osservazione deriva dall’analisi delle formelle del medesimo portale bronzeo del Duomo. Questo fu realizzato da Barisano da Trani nel 1179. Il Melczer¹⁴ fa notare diverse similitudini con alcune immagini rappresentate nel mosaico pavimentale della Cattedrale di Otranto (1163-65). In particolare, il cosiddetto “gioco delle mazze” (Fig. 14)

¹⁴ Melczer W.: La porta di bronzo di Barisano da Trani a Ravello. Iconografia e stile. De Rosa & Memoli ed. Cava de’ Tirreni, 1984

e “l’arciere” (Fig. 15). Su quest’ultima figura l’immagine del mosaico di Otranto raffigura, secondo la mia interpretazione una Maddalena-Diana e non già un’amazzone come asserito da molti. Infatti, l’elemento che si nota sotto al braccio destro non è una lacerazione della veste per mostrare un’avvenuta mastectomia utile all’uso dell’arco, bensì la pisside caratteristica dell’iconografia della Santa. Tale ipotesi è avvalorata dai capelli lunghi ed organizzati in lunghe trecce che presentano una colorazione che va dal nero delle punte al bianco delle radici come capelli mai tagliati con gli apici dei colori giovanili e le basi di quelli senili.



Figura 14 – Il *gioco delle mazze* nel mosaico di Otranto (a sinistra) (da <https://www.mosaicodiotranto.com>) e sul portale del Duomo di Ravello (a destra) (da <https://catalogo.beniculturali.it>)

Figura 15 – La Maddalena-Diana del mosaico di Otranto (da <https://www.mosaicodiotranto.com>) e gli arcieri sul portale del Duomo di Ravello (da <https://catalogo.beniculturali.it>)



Va anche notato che il mosaico di Otranto fu realizzato da un certo Pantaleone, nome molto comune nell’area amalfitana nel XII sec. e il cognome di una delle famiglie più importanti del Ducato, perché il miracoloso sangue di San Pantaleone era custodito nel Duomo già da qualche secolo.

Sul portale del Duomo vi sono ben tre arcieri: due che puntano lievemente in alto e uno che punta lievemente in basso. Proprio quest’ultimo è orientato verso la grotta.

Tutti questi soggetti sono ravvicinati sia nel mosaico di Otranto che sul portale di Ravello (Fig.16)



Figura 16 – A sinistra: la Maddalena-Diana e il gioco delle mazze del mosaico di Otranto (da <https://www.mosaicodiotranto.com>). Sotto: la terza fila di formelle a partire dal basso del portale del Duomo di Ravello. Nell'ordine: arciere che punta in alto a destra, scritta relativa alla fattura e alla donazione, gioco delle mazze, arciere che punta in alto a destra, gioco delle mazze, arciere che punta in basso a sinistra, verso la grotta di Scala (da <https://catalogo.beniculturali.it>)



Ulteriore suggestione viene dal fatto che la Maddalena-Diana del mosaico di Otranto sta puntando la freccia in direzione di una scacchiera. Si ricorda che la scacchiera rappresenta simbolicamente il pavimento del Tempio di Gerusalemme (Fig. 17).

Nella vignetta, oltre alla Maddalena (simbolo del nuovo patto con Dio) e la scacchiera (simbolo dell'antico patto con Dio) si vede un centauro disarmato e un cervo trafitto da una freccia. Questo è un riferimento ad altri elementi del mosaico dove si vede il centauro scoccare la freccia verso il cervo già trafitto. Sarebbe lungo e fuorviante trattare anche questo argomento. Solo va notato in basso un felino che presenta due stivali (definito da alcuni come "il gatto con gli stivali"). Probabilmente questo sta ad indicare l'inibizione di quella energia letale discussa nell'iconografia di Re Artù e rappresentata in Fig.1.



Figura 17 – A sinistra: la Maddalena-Diana che punta la freccia verso la scacchiera. In basso a destra si può notare il "gatto con gli stivali" (da <https://www.mosaicodiotranto.com>).

SCALA?

Un altro particolare del mosaico di Otranto che raffigura una Torre in corso di costruzione con alcune scale che sovrasta il dragone cannibale e la Maddalena-Diana (Fig. 18)



Figura 18– La Torre (Scala?) con sotto le immagini indicative la grotta del dragone (da <https://www.mosaicodiotranto.com>).

In coerenza con quanto supposto, potrebbe trattarsi di un riferimento alla stessa Scala che in epoca medievale era detta *Scalae*, ovvero Scale, al plurale.

IL LEONE QUADRICORPOREO E ALCUNI PARTICOLARI DELLA GROTTA DI SCALA.

Uno degli elementi caratterizzanti il mosaico di Otranto è il Leone con una testa e quattro corpi a formare una sorta di svastica. Una simile raffigurazione non è del tutto unica essendovene (poche) altre relativamente simili realizzate sempre in quel periodo. Tuttavia, ciò che la rende singolare è l'aspetto solare (Fig.19). Due sono le ipotesi formulate in coerenza col discorso sviluppato:

1. potrebbe trattarsi di una rappresentazione trionfale;
2. potrebbe essere, in analogia a quanto detto per il drago, una ulteriore mappa topografica di cavità sotterranee;
3. potrebbe essere un riferimento iconografico ad altri elementi ignoti o non considerati.

Ho cercato di trovare riscontro alla seconda ipotesi mediante una esplorazione, in compagnia dei geologi Raffaele Viola e Mauro La Manna, coordinati dal Prof. Maurizio Fedi, della grotta di Scala per vedere se vi sono elementi che possano avvalorare l'ipotesi di nuovi ambienti collegati con la grotta. In tal senso si è riscontrata l'effettiva possibilità dell'esistenza di tunnel insabbiati proprio in corrispondenza topografica delle tre zampe del leone che si sovrappongono al drago. Potrebbe trattarsi di tunnel inaccessibili dalla grotta che continuano dietro e più in basso rispetto agli ambienti esplorati per unirsi ad un più vasto sistema di cavità probabilmente prodotte da attività idrica e sepolte da sabbia, fanghi e detriti consolidati. Resta da capire se l'eventuale accesso a questi ambienti possa essere laddove sono rappresentate le zampe del leone a distanza ravvicinata (ma non sovrapposta) rispetto al drago come nel caso delle orecchie del drago.



Figura 19– Il leone quadricorporeo del mosaico di Otranto e le sue relazioni con il drago cannibale
(da <https://www.mosaicodiotranto.com>).

Appendice: L'EVOLUZIONE DELLA LEGGENDA DI RE ARTÚ¹⁵ E

LA RICERCA DEL GRAAL.

Green (2008), in un complesso lavoro di sintesi, dimostra l'inattendibilità di Artù quale personaggio storico.

Tuttavia, secondo altri autori Arthurus potrebbe essere un personaggio realmente esistito nell'antica Britannia, in particolare, nel Galles tra la fine del V sec. e l'inizio del VI sec. aC.¹⁶

La fonte più antica (ma dall'attendibilità tutta da dimostrare) che accennerebbe a lui quale abile condottiero sarebbe *Y Gododdin*¹⁷.

Un'altra opera, *De Excidio et Conquestu Britanniae*, considerata anche più antica, si limita a citare personaggi che saranno inseriti nel ciclo arturiano da autori molto postumi ma non nomina mai Artù¹⁸.

Forse il testo più basilare contenente fatti storici riferiti alle vicende arturiane può essere considerato *Annales Cambriae*¹⁹ dove, oltre a citazioni esplicite ad Arthur, si fa riferimento anche ad altri personaggi e luoghi variamente ripresi nelle successive

¹⁵ Tra i nomi più ricorrenti della saga che si è sviluppata soprattutto in Britannia e in Francia: Rex Arturus, Rex Arthurus, Brenin Arthur, Arthur Gernow, Roue Arzhur, King Arthur, Roi Arthur, Arthur Pendragon. Una utile fonte di informazioni su tutta la materia è il sito <http://www.arthuriana.co.uk>. Per le fonti antiche, pre-galfridiane vedi: Coe, J.B. and Young, S.: *The Celtic Sources for the Arthurian Legend*. Llanerch Press, 1995.

¹⁶ Potrebbe essere ispirato da personaggi storici tra i quali sono stati individuati: Lucius Artorius Castus, Ambrosius Aurelianus, Riothamus, Owain Ddantgwyn, Artuir mac Áedán, Athrwys ap Meurig, Enniaun Girt o Urien, o Maxen Wledig (Flavius Magnus Maximus). Secondo altre ipotesi la fonte sarebbe da ricercarsi nella mitologia. In particolare, in Batraz, Fionn o al poema Kat Godeu.

¹⁷ Poema di età incerta attribuita al bardo *Aneirin* (o *Aneurin*) del VII sec. (Jackson K. H., 1969: *The Gododdin: The Oldest Scottish Poem*. Edinburgh University Press.). Secondo alcuni studi linguistici, sarebbe databile intorno al IX-X sec. (Evans D. S., 1982: *Llafar a Llyfr yn yr Hen Gyfnod: Darlith Goffa G. J. Williams Gwasg Prifysgol Cymru*). Tuttavia, la copia più antica pervenuta è del XIII sec. nel *Book of Aneirin* (in National Library of Wales. Consultabile online al sito <https://www.library.wales/discover-learn/digital-exhibitions/manuscripts/the-middle-ages/book-of-aneirin#?c=&m=&s=&cv=&xywh=-99%2C-478%2C4453%2C3786>). Al sito <https://www.maryjones.us/ctexts/a01w.html> vi è il testo in lingua originale e in una delle due traduzioni inglesi offerte: <https://www.maryjones.us/ctexts/a01b.html> è possibile leggere il riferimento al verso CII:

CII
*He thrust beyond three hundred, most bold,
He cut down the centre and far wing.
He proved worthy, leading noble men;
He gave from his herd steeds for winter.
He brought black crows to a fort's
Wall, though he was not Arthur.
He made his strength a refuge,
The front line's bulwark, Gwawrddur.*

Ma persino l'attendibilità di questo verso all'interno dell'opera originale del XIII sec. è messa in discussione in quanto scritta in maniera postuma (Scribe B). Nell'opera, però viene citato più volte Arth col significato di orso.

¹⁸ L'opera fu scritta dal monaco inglese Gildas probabilmente nel VI sec. Una sua biografia molto postuma (*Life of Gildas*, forse scritta tra il 1130 e il 1150, da Caradog o Lancarfan autore del XII sec. e corrispondente di Geoffrey of Monmouth, autore della *Historia Regum Britanniae*) e considerata falsa poneva Gildas, addirittura, quale suddito di Re Artù. Per tali motivi, questo testo non può essere considerato fonte primaria della leggenda arturiana se non per i pochi dati successivamente utilizzati da altri.

¹⁹ L'edizione farebbe riferimento a manoscritti della seconda metà del X sec., ma la versione più antica a noi giunta risale al XII sec. cfr: https://codecs.vanhamel.nl/Annales_Cambriae CII:

narrative²⁰. L'attendibilità delle citazioni di Artù, quello che gli dà una credibilità storica, deriva dal fatto che tutti gli altri personaggi descritti nell'opera sono realmente esistiti.

Nella *Historia Brittonum* di Nennio²¹ Arthur ha un ruolo importante come *dux bellorum* e non viene mai definito Re²².

Nessun'altra cronaca storica cita fatti riferibili ad Artù²³ e, visto che i testi tramandati potrebbero essere stati manipolati (se non addirittura creati ex novo), secondo molti studiosi, il personaggio potrebbe essere stato solo un parto di fantasia²⁴ o fondato su

²⁰ Da: *Rerum Britannicarum Medii Aevi Scriptores: or, Chronicles and Memorials of Great Britain and Ireland during the Middle Ages*, 1860:

516. LXXII. Annus. Bellum Badonis in quo Arthur portavit crucem Domini nostri Jesu Christi tribus diebus et tribus noctibus in humeros suos, et Britones victores fuerunt.

....

537. XCIII. Annus. Gueith Camlann, in qua Arthur et Medraut corruere; et mortalitas in Britania et in Hibernia fuit.

...

573. CXXIX. Annus. Bellum Armterid [inter filio Elifer et Guendoleu filium Keidiau; in quo bello Guendoleu cecidit; Merlinus insanus effectus est.]

²¹ Comunemente attribuita a *Nennius* anche se non vi è concordanza assoluta. L'opera fu scritta intorno all'830 (le varie attribuzioni si scostano poco da questa data). Tuttavia, le versioni giunte fino a noi risalgono al XII sec. L'opera conterrebbe fatti reali frammisti a storie di fantasia che ne minano l'attendibilità di fonte storica.

²² Dalla edizione curata da Theodor Mommsen (1894-98):

56 In illo tempore Saxones invalescebant in multitudine et crescebant in Britania. mortuo autem Hengisto Octha filius eius transivit de sinistrali parte Britanniae ad regnum Cantorum et de ipso orti sunt reges Cantorum. Tunc Arthur pugnabat contra illos in illis diebus cum regibus Brittonum, sed ipse erat dux bellorum. primum bellum fuit in ostium fluminis quod dicitur Glein. secundum et tertium et quartum et quintum super aliud flumen, quod dicitur Dubglas et est in regione Linnuis. sextum bellum super flumen, quod vocatur Bassas. septimum fuit bellum in silva Celidonis, id est Cat Coit Celidon. octavum fuit bellum in castello Guinnion, in quo Arthur portavit imaginem sanctae Mariae perpetuae virginis super humeros suos et pagani versi sunt in fugam in illo die et caedes magna fuit super illos per virtutem domini nostri Iesu Christi et per virtutem sanctae Mariae genetricis eius. nonum bellum gestum est in urbe Legionis. decimum gessit bellum in litore fluminis, quod vocatur Tribruit. undecimum factum est bellum in monte, qui dicitur Agned. duodecimum fuit bellum in monte Badonis, in quo corruerunt in uno die nongenti sexaginta viri de uno impetu Arthur; et nemo prostravit eos nisi ipse solus, et in omnibus bellis victor extitit. et ipsi, dum in omnibus bellis prosternerentur, auxilium a Germania petebant et augebantur multipliciter sine intermissione et reges a Germania deducebant, ut regnarent super illos in Britania usque ad tempus quo Ida regnavit, qui fuit Eobba filius. ipse fuit primus rex in Beornica.

...

De mirabilibus Britanniae.

73. Est aliud mirabile in regione qui dicitur Buelt. Est ibi cumulus lapidum, et unus lapis superpositus super congestum, cum vestigio canis in eo. Quando venatus est porcum Troynt, impressit Cabal, qui erat canis Arthuri militis, vestigium in lapide, et Arthur postea congregavit congestum lapidum sub lapide in quo erat vestigium canis sui, et vocatur Carn Cabal. Et veniunt homines et tollunt lapidem in manibus suis per spacium diei et noctis, et in crastino die invenitur super congestum suum.

Est aliud miraculum in regione quae vocatur Ercing. Habetur ibi sepulchrum juxta fontem qui cognominatur Licat Anir, et viri nomen, qui sepultus est in tumulo, sic vocabatur. Anir filius Arthuri militis erat, et ipse occidit eum ibidem, et sepelivit. Et veniunt homines ad mensurandum tumulum; in longitudine aliquando sex pedes, aliquando novem, aliquando quindecim. In qua mensura metieris eum in ista vice, iterum non invenies eum in una mensura; et ego solus probavi.

²³ Secondo alcuni Autori sarebbero da considerare anche le opere di Taliesin: *Kadeir Teyrnon*, *Preiddeu Annwn* e *Marwnat vthyr pen* o la non ben attribuita *Pa gur yv y porthaur*.

²⁴ Cfr: Myres, J. N. L.: *The English Settlements*. Oxford: Oxford University Press, 1986.

una labile e indefinita traccia storica²⁵. Ma potrebbe anche derivare da fonti manoscritte andate perdute o da tradizioni orali bardiche.

A definire la saga arturiana fu Galfridus Monemutensis (Geoffrey of Monmouth) nei libri VII-XII della *Historia Regum Britanniae*²⁶. Da questo momento, Artù verrà rappresentato come Re.

Sia nel caso che Artù fosse solo un personaggio mitologico o una figura storica che è cresciuta nell'immaginario, solo intorno all'829/30 abbiamo una sua collocazione storiografica²⁷ (Green, 2008)

Ma sarà solo a partire dal *Perceval ou le Conte du Graal* (1182-1190) di Chrétien de Troyes che il leggendario sovrano verrà associato alla ricerca del Sacro Graal²⁸. Successivamente, con Robert de Boron²⁹ e Wolfram von Eschenbach³⁰ il Graal verrà identificato in una coppa contenente il sangue di Cristo.

IL GRAAL, LA MANNA³¹ E LA PISSIDE

Il mitico Graal descritto da Chrétien ha molteplici caratteristiche che vengono arricchite, dalle successive narrazioni. In tutte le descrizioni assume forme differenti. Uno dei principali attributi della reliquia è quello di fonte inesauribile di nutrimento. In tal senso, esso è comparabile al vaso nel quale fu raccolta la manna per poi essere conservato nell'Arca dell'Alleanza³². Quindi, verosimilmente somigliante morfologicamente alla pisside della Maddalena.

Se, dunque, il Graal corrisponde al vaso della manna, esso corrisponde anche all'Arca dell'Alleanza.

LA RICERCA DEL GRAAL. UN MITO CHE NASCE DALL'ITALIA NORMANNA?

La raffigurazione allegorica di Re Artù nel mosaico di Otranto (1163-1165), nell'interpretazione più sopra enunciata, assocerebbe, per la prima volta, il leggendario re al rinvenimento dell'Arca dell'Alleanza.

²⁵ Cfr: Charles-Edwards, T. M.: *The Arthur of history*, in: Rachel Bromwich, A. O. H. Jarman, and Brynley F. Roberts (eds): *The Arthur of the Welsh. The Arthurian legend in medieval Welsh literature*, 1, Cardiff: University of Wales Press, 15–32. 1991.

²⁶ La massima parte degli studiosi è concorde che l'opera (forse originariamente titolata *De gestis Britonum*) fu scritta intorno al 1136. Controversa è la questione se le storie narrate siano state o ispirate da testi andati poi perduti o siano un parto della fantasia dell'autore.

²⁷ The best we can therefore honestly say is that in the *Historia Brittonum*, a source of very dubious historical value (which can be shown to portray mythical figures as genuinely historical), we have evidence for the idea that Arthur was a historical figure being current by A.D. 829/30 at the latest (Green, 2008)

²⁸ L'Opera di Chrétien de Troyes, rimasta incompiuta, è stata integrata da: Wauchier de Denain o pseudo-Wauchier e altri autori non certificabili.

²⁹ Robert de Boron: *Joseph d'Armathie ou Estoire dou Graal*. 1190-1199

³⁰ Wolfram von Eschenbach: *Parzival*. 1200-1210

³¹ La natura della manna, nelle narrazioni bibliche, ha una caratterizzazione non univoca. Tuttavia non deve essere confusa con la cosiddetta manna con cui vengono anche indicati, dall'epoca paleocristiana a quella medievale fino ai nostri giorni, miracolosi eventi di produzione di sostanze acquose, oleose, gelatinose, solide ecc. da parte di reliquie di Santi presenti nel territorio dell'Italia meridionale come quelle di San Nicola a Bari, di Sant'Andrea ad Amalfi, di San Felice e dei Santi Martiri a Cimitile e in tanti altri luoghi.

³² Cfr già citati Es 16,33-34 e Eb 9,4

Filippo d'Alsazia, di rientro dalla sua missione crociata (1177-1178)³³ commissiona a Chrétien de Troyes la composizione dell'opera *Perceval ou le Conte du Graal* (1182-1190) dove per la prima volta la rappresentazione letteraria di Re Artù è collegata alla ricerca del misterioso Graal³⁴. Lo stesso poeta afferma che l'opera è fondata su un manoscritto fornitogli da Filippo d'Alsazia³⁵.

D'altra parte, tutta la cosiddetta *Materia di Bretagna* (o *ciclo bretone*) è di ispirazione normanna e deriverebbe dall'esigenza della creazione di un mito nazionale unificante a seguito della conquista dell'Inghilterra da parte di Guglielmo il conquistatore.

³³ Cfr: de Smet J.-J.: *Mémoire historique et critique sur Philippe d'Alsace, comte de Flandre et de Vermandois (1157-1191)*. Mémoires de l'Académie royale de Belgique 21 pp. 1-42. 1848.

³⁴ L'opera, rimasta incompiuta, è stata successivamente completata ed integrata da: Wauchier de Denain (o pseudo-Wauchier) e altri autori non certificabili come Manessir.

³⁵ *Donc avra bien sauve sa peinne / Crestiens, qui antant et peinne / a rimoier le meillor conte, / par le comandement le conte, / qui soit contez an cort real. / Ce est li contes del graal, / don li cuens li baille le livre, / s'orroiz comant il s'an delivre.* (361b.41: 59-66)

https://fr.wikisource.org/wiki/Perceval_ou_le_contes_du_Graal trad. fr.mod.:

https://books.google.it/books?id=abXIDAAAQBAJ&pg=PA4&hl=it&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false

INDAGINI GEOFISICHE CON METODOLOGIA ELETTROMAGENTICA AD ALTA FREQUENZA (GROUND PENETRATING RADAR - GPR) ESEGUITE NELLA GROTTA DEL DRAGONE NEL COMUNE DI SCALA (SA)

Maurizio Fedi³⁶, Mauro La Manna³⁶, Raffaele Viola³⁶

PREMESSA

Nell'ambito di una collaborazione scientifica tra il Prof. Angelo Genovese, afferente al Dipartimento Di Biologia dell'Università di Napoli Federico II è stata realizzata una campagna di indagini geofisiche con metodologia indiretta *Ground Penetrating Radar* (GPR) in alcuni settori della Grotta del Dragone, ubicata nel Comune di Scala (SA). Le attività di campo con l'acquisizione dei dati si sono svolte in due sessioni: nel mese di novembre 2023 e in quello di febbraio 2024.

Le attività sono state preliminarmente concordate con il Prof. Angelo Genovese, il quale aveva necessità di assumere informazioni riguardo alcune ipotesi relative al substrato dell'ipogeo relative alla possibile presenza di eventuali strutture di interesse storico-archeologico sepolte e/o di eventuali indicazioni di tipo geologico stratigrafico.

Nelle due giornate di attività sono stati investigati alcuni settori dell'area in studio.

In particolare, in Figura 1, sono riportate in maniera schematica le aree oggetto di esplorazione.

³⁶ DISTAR – Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse. Università degli Studi di Napoli Federico II.

Federazione Speleologica Campana
Catasto delle Grotte della Campania
Cp 190 - Grotta di Scala
Scala (SA)
Quota ingresso: 315 metri slm
Sviluppo planimetrico: 260 metri
Profondità: - 42 metri
Rilievo: Brancaccio, Romano (1971) Lo Iacono, Meriano, Terranova (1978)
Gruppo Speleologico CAI Napoli
1971-1978

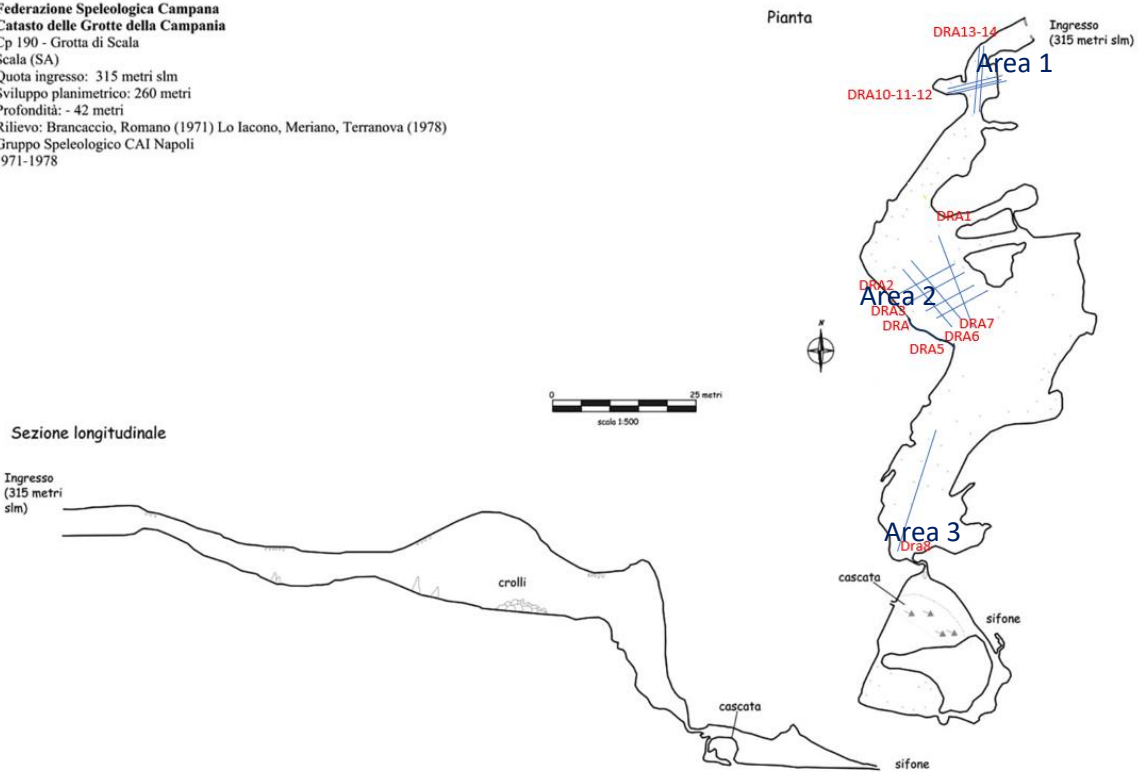


Figura 19 - Schema dello sviluppo della Grotta del Dragone. In blu sono indicati i profili GPR eseguiti nelle zone esaminate.

CENNI SUI METODI GPR

Il GPR è uno strumento che immette pacchetti di onde elettromagnetiche ad alta frequenza (10 – 2.000 MHz) nel mezzo indagato. La metodologia consiste nel registrare ed analizzare lungo un determinato percorso i tempi di emissione del pacchetto di onde EM parte da un'antenna trasmittente Tx, e i tempi di ricezione delle eventuali riflessioni all'interno del mezzo indagato da parte di un'antenna ricevente Rx. Sul monitor del sistema di acquisizione vengono visualizzati e registrati i segnali in un grafico tempo/distanza: tali segnali vengono detti radargrammi. Le due antenne possono essere molto vicine nello stesso contenitore: in questo caso si parla di acquisizione monostatica. Se l'antenna Tx e l'antenna Rx sono separate da un offset non trascurabile, si parla di acquisizione bistatica. L'elaborazione del segnale è complessa e dipende da molti fattori, il primo dei quali è proprio il tipo di acquisizione.

Le caratteristiche fisiche del mezzo indagato che condizionano la trasmissione dei segnali nel mezzo sono essenzialmente la permeabilità dielettrica ϵ e la permeabilità magnetica μ . Se indichiamo con ϵ_0 la permeabilità dielettrica del vuoto e con μ_0 la permeabilità magnetica del vuoto, il rapporto ϵ/ϵ_0 prende il nome di costante dielettrica relativa ϵ_r mentre il rapporto μ/μ_0 prende il nome di permeabilità magnetica relativa

μ_r . La **permittività elettrica** è una grandezza fisica che quantifica la tendenza del materiale a contrastare l'intensità del campo elettrico presente al suo interno. Descrive quindi il comportamento di un materiale in presenza di un campo elettrico. Viene anche comunemente chiamata **costante dielettrica**.

La permeabilità magnetica relativa è un parametro che indica la propensione di un mezzo a magnetizzarsi quando è immerso in un campo magnetico. La conoscenza di questi due parametri può essere importante per conoscere la profondità di investigazione e quindi la profondità alla quale sono situate le eventuali discontinuità evidenziate dall'indagine GPR. Infatti, la velocità delle onde elettromagnetiche è legata ai due parametri secondo la relazione:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

dove c è la velocità della luce nel vuoto (30 cm/ns). Poiché nella maggioranza dei mezzi investigati il parametro μ_r è circa pari a 1, la relazione precedente può essere approssimata:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

I valori di ϵ_r sono noti per molti mezzi geologici.

La stima del valore di velocità delle onde elettromagnetiche può essere maggiormente attendibile, nel caso in cui sia possibile effettuare delle misure dirette e se il mezzo è relativamente omogeneo. Ad esempio, considerando la riflessione dovuta ad un oggetto di cui sia nota la profondità, oppure, come nel caso di oggetti noti, quando sia possibile misurare lo spessore del mezzo indagato e identificare la riflessione dovuta all'interfaccia mezzo/aria, dove esiste un contrasto di ϵ rispetto all'aria. In questo caso, conoscendo a priori il valore della velocità, è possibile stimare il valore di ϵ_r . Più il contrasto tra i valori della costante dielettrica relativa è elevato, più aumentano le ampiezze delle riflessioni.

Acquisendo dati lungo profili, è importante stabilire a priori quale debba essere la distanza (offset) tra un profilo e l'altro. Un offset troppo grande potrebbe indurre degli errori nella valutazione delle dimensioni orizzontali del target eventualmente individuato. L'antenna utilizzata, in configurazione monostatica, è caratterizzata da una frequenza centrale di 400 MHz. Secondo lo spettro proprio essa è capace, nel vuoto, di acquisire i contributi in frequenza in un intervallo compreso tra 130 MHz e 800 MHz.

È da sottolineare, tuttavia, che le considerazioni fin qui fatte valgono esclusivamente nel vuoto. Nella realtà, lo spettro di frequenza di un'antenna GPR è caratterizzato da un sostanziale spostamento del picco massimo a frequenze più basse. L'entità di tale spostamento è funzione delle caratteristiche dielettriche del mezzo indagato (Sharma, 1997).

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le indagini Georadar, come accennato in premessa, sono state condotte mediante l'utilizzo di un sistema GPR mod. SIR-3000 della GSSI, corredato da un'antenna di frequenza centrale pari a 400 MHz (Tabella 1):

GSSI SIR-3000	
Canali	1
Data Storage	Memoria interna: 2 GB Flash memory card, porta Compact Flash, porta USB, porta Ethernet:
Display	Enhanced 8.4: TFT, risoluzione 800x600, 64K colori
Esempi di scan rate	220 scans/sec a 256 samples/scan, 16 bit; 120 scans/sec a 512 samples
Scan interval	Selezionabile dall'operatore
Samples per scan	256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192
Modalità operativa	Free run, survey wheel, point mode
Time Range	0-8,000 nanosecondi full scale, selezionabile dall'operatore Gain: Manuale o automatico, 1-5 punti (-20 a +80 dB)
Filtri	Verticali: Passa – basso e passa- alto IIR e FIR Horizontal: Stacking, Background Removal

Tabella 1: principali caratteristiche del SIR-3000 GSSI

Sono stati acquisiti segnali con un "trace increment" di 0.025 metri, tra una traccia e l'altra, e con una lunghezza temporale della finestra di acquisizione pari a circa 60 ns, lungo direzioni lineari e con lunghezze diverse date le difficoltà logistiche e di operabilità. Solo nell'area, posta poco dopo l'ingresso dell'ipogeo e indicata in Figura 1, con la denominazione di AREA 1, sono stati realizzati profili in un grid regolare con equidistanza di 0.5 metri e lungo direzioni tra esse ortogonali. Le misure effettuate sono state interpolate in fase di elaborazione, impostando un campionamento pari a 1 traccia ogni 1.25 cm. In questo modo è possibile, teoricamente, risolvere oggetti le cui dimensioni lineari siano inferiori o pari a 8 – 10 cm lungo il verso di acquisizione dei dati, dimensioni sufficienti a identificare piccole strutture.

In Figura 2 sono mostrati alcuni momenti della fase di acquisizione del dato.

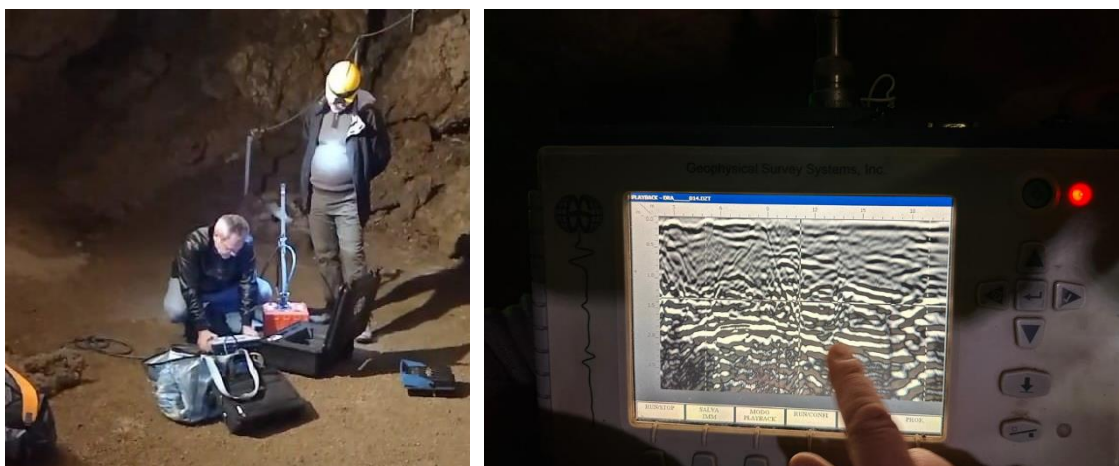


Figura 2: georadar SIR3000. Alcuni momenti della fase di acquisizione del dato EM

ACQUISIZIONE DEI DATI

La progettazione del rilievo è stata stabilita valutando sia le ipotesi relative al target da individuare, dopo averne discusso con il collega Angelo Genovese, sia considerando le condizioni logistiche del sito che hanno in un qualche modo condizionato la pianificazione. Infatti, non è frequente lavorare con un sistema GPR all'interno di un ipogeo tra cunicoli stretti e aree a morfologia complessa, talvolta con dislivelli particolarmente bruschi, e zone ad alto contenuto di umidità. A partire da queste considerazioni iniziali, è stata messa a punto una attività di campo su più giorni all'interno delle aree mostrate in Figura 1.

Solo nell'area 1, in prossimità dell'ingresso dell'ipogeo, è stato possibile eseguire un rilievo 3D su di un grid regolare di dimensioni pari a 4,5 m e 6,5 m acquisendo dati in continuo lungo profili, rispettivamente in direzione x e y, ed equispaziati tra essi di 0,5 metri. Il numero totale dei profili GPR acquisiti nell'area 1 è pari a 19 e sono stati denominati con l'acronimo DR seguito dal numero del profilo corrispondente (1 _ 19).

Nelle aree, invece, più interne dell'ipogeo, denominate Area 2 e Area 3, sono stati eseguiti singoli profili di lunghezza differente; così come mostrato graficamente in Figura 3. I profili GPR eseguiti nelle aree interne sono in totale n. 8 e caratterizzati da lunghezze differenti e denominati con l'acronimo DRA seguito dal numero del profilo corrispondente (1 _ 8).

Il profilo DRA1 ha una lunghezza di 12 m ed è stato eseguito in direzione N-S, i profili DRA2 -3- 4 e 5, di lunghezza pari a 6 m, sono stati realizzati in direzione O-E. I profili

DRA6 e DRA7, di lunghezza pari a 7 m, sono stati acquisiti in direzione S-N. Infine, il profilo GPR DRA8 è stato realizzato nella parte più interna della cavità carsica, Area 3, ed è stato acquisito in direzione S-N per una lunghezza di 8 metri lineari.

Per le ubicazioni si veda in dettaglio la Figura 3 a.

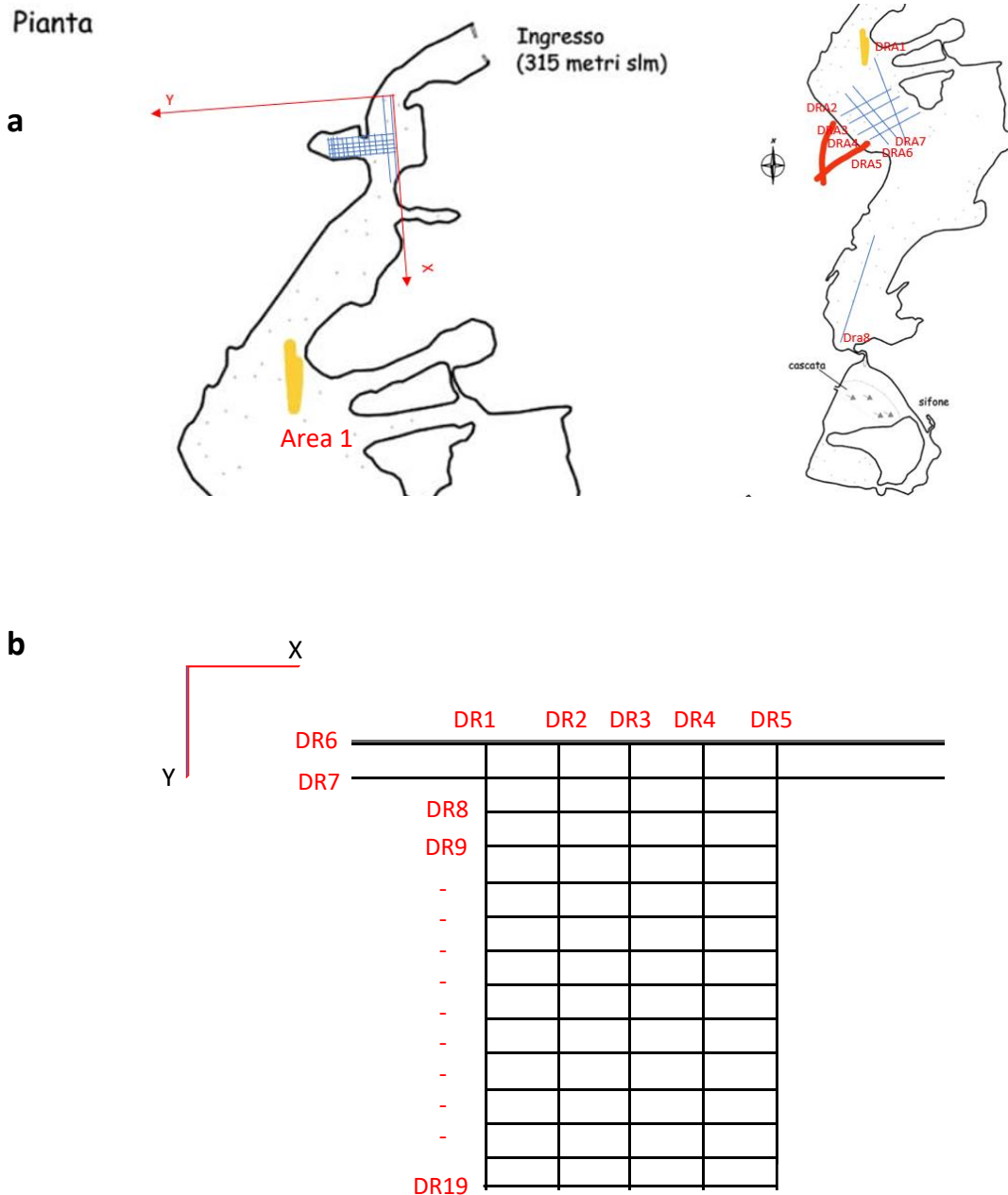


Figura 3: Mappa Schematica dei profili GPR eseguiti nell'Area 1 (rilievo GPR 3D). In blu gli altri profili GPR realizzati nelle altre aree dell'ipogeo investigate (a). In basso è riportato uno schema dettagliato dell'area 1 con i profili GPR acquisiti dal DR1 al Dr19 lungo le direzioni X e Y (b).

ELABORAZIONE DATI

Le **misure GPR** sono state elaborate eseguendo i passi sotto riportati:

- Applicazione geometria di acquisizione;
- Correzione Statica: consiste nel riportare la prima riflessione ad una profondità pari a 0 metri, in maniera tale da correlare l'intero segnale acquisito all'effettivo spessore di sottosuolo indagato;
- Filtro 2D (Background Removal): rimozione del contatto tra antenna e suolo;
- Applicazione di un AGC (Automatic Gain Control-Energy Decay) per migliorare l'equalizzazione dei segnali acquisiti;
- Time-depth Conversion con velocità media dell'onda Em nel mezzo definita pari a 0.1 m/ns

Nell'area 1 in cui è stato realizzato il rilievo con profili ortogonali tra essi è stato possibile eseguire una ulteriore elaborazione 3D del dato mediante interpolazione e costruzione di "time slices". Tale tecnica consente di ricostruire il principale allineamento delle anomalie individuate su una mappa bidimensionale. Infatti, le "time slices", che diventano "depth slices" se è nota la velocità nel mezzo, rappresentano una risposta in profondità ai segnali Em che attraversano il mezzo investigato.

In definitiva, sono state ottenute diverse rappresentazioni 2D ("depth slices"), utilizzando un intervallo temporale pari a 6 ns, raggiungendo profondità superiori ai 2 metri da p.c.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E DELLE MAPPE OTTENUTE E CONCLUSIONI

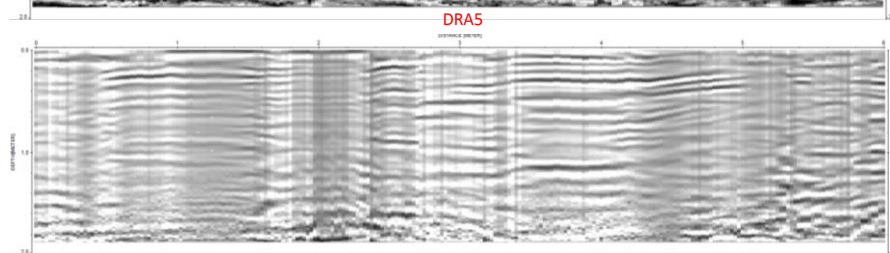
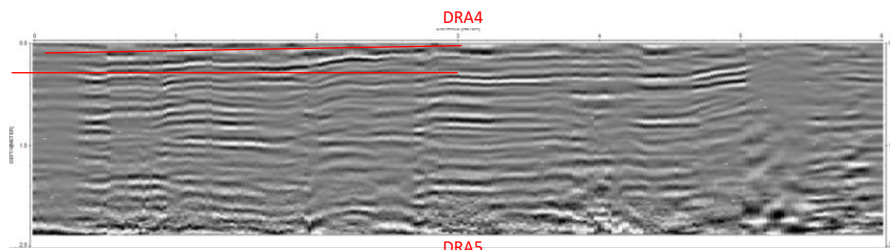
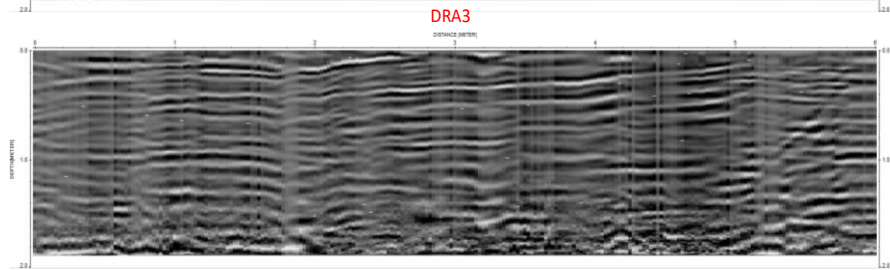
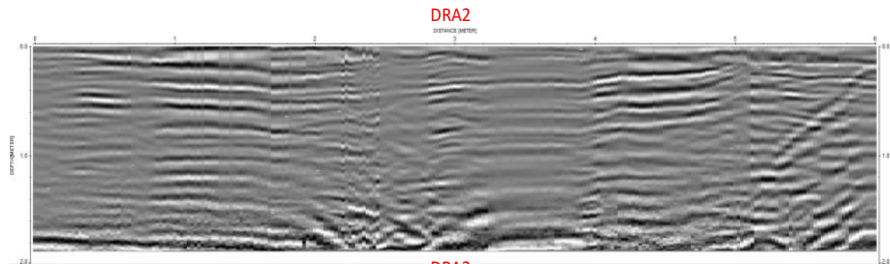
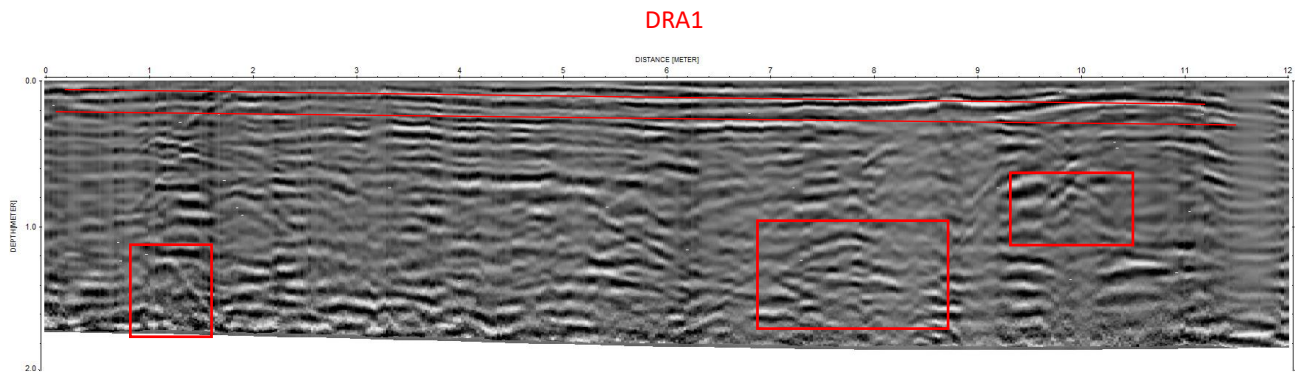
Nella parte interna dell'ipogeo, come detto in precedenza, sono stati realizzati n.8 profili GPR. I risultati ottenuti sono mostrati in Figura 4.

In generale, osservando con attenzione i radargrammi mostrati si nota come il sottosuolo dell'ipogeo sia costituito per una buona parte da materiali geologici (sabbie e limi) per lo più destrutturati e talvolta in alcuni punti stratificati, soprattutto nella parte superficiale che risulta essere maggiormente compattata (si veda linee rosse continue).

Solo in alcuni radargrammi ed in particolare quello relativo al profilo DRA_1, DRA_7 e DRA_8 si riconoscono alcune anomalie GPR legate a fenomeni di riflessione e/o diffrazione del segnale EM, indicate con dei rettangoli di colore rosso, ascrivibili alla presenza a quelle profondità investigate di corpi sepolti, molto probabilmente ascrivibili al substrato roccioso carbonatico o a residui di esso.

In linea generale i radargrammi eseguiti all'interno dell'ipogeo non mostrano anomalie elettromagnetiche significative ed evidenti.

Ipotesi sulla grotta del drago di Scala e indagini preliminari



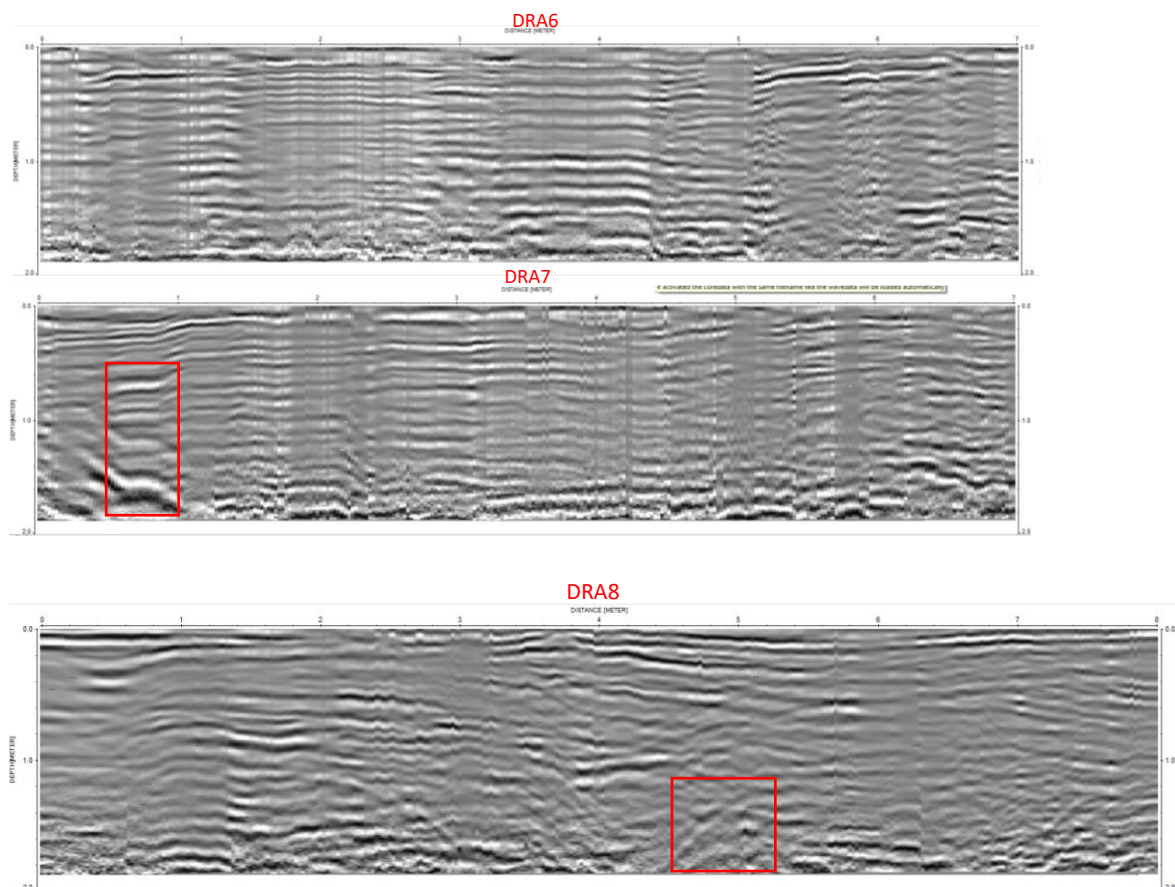


Figura 4. radargrammi con le principali diffrazioni e/o riflessioni evidenziate dai rettangoli in colore rosso ascrivibili a sorgenti presenti nel sottosuolo, probabilmente riconducibili al substrato roccioso dell'ipogeo.

Come detto, i profili GPR eseguiti lungo un grid geometrico di 4,5 m x 6,5 m ha consentito di ottenere, dopo una elaborazione dei dati 3D, una visualizzazione del sottosuolo dell'area in "depth slices". I risultati sono mostrati in Figura 5. Qui si mostrano le 8 "depth slices" ottenute dall'elaborazione dei dati acquisiti corrispondenti a specifiche ed interessanti profondità (6ns con una velocità media pari a 0,1 m/ns) in cui sono state identificate anomalie em ascrivibili alla probabile presenza di strutture sepolte. Nel settore sud- est della maglia realizzata è evidente che le sorgenti nel sottosuolo siano caratterizzate da un forte contrasto di permittività elettrica rispetto al materiale al contorno.

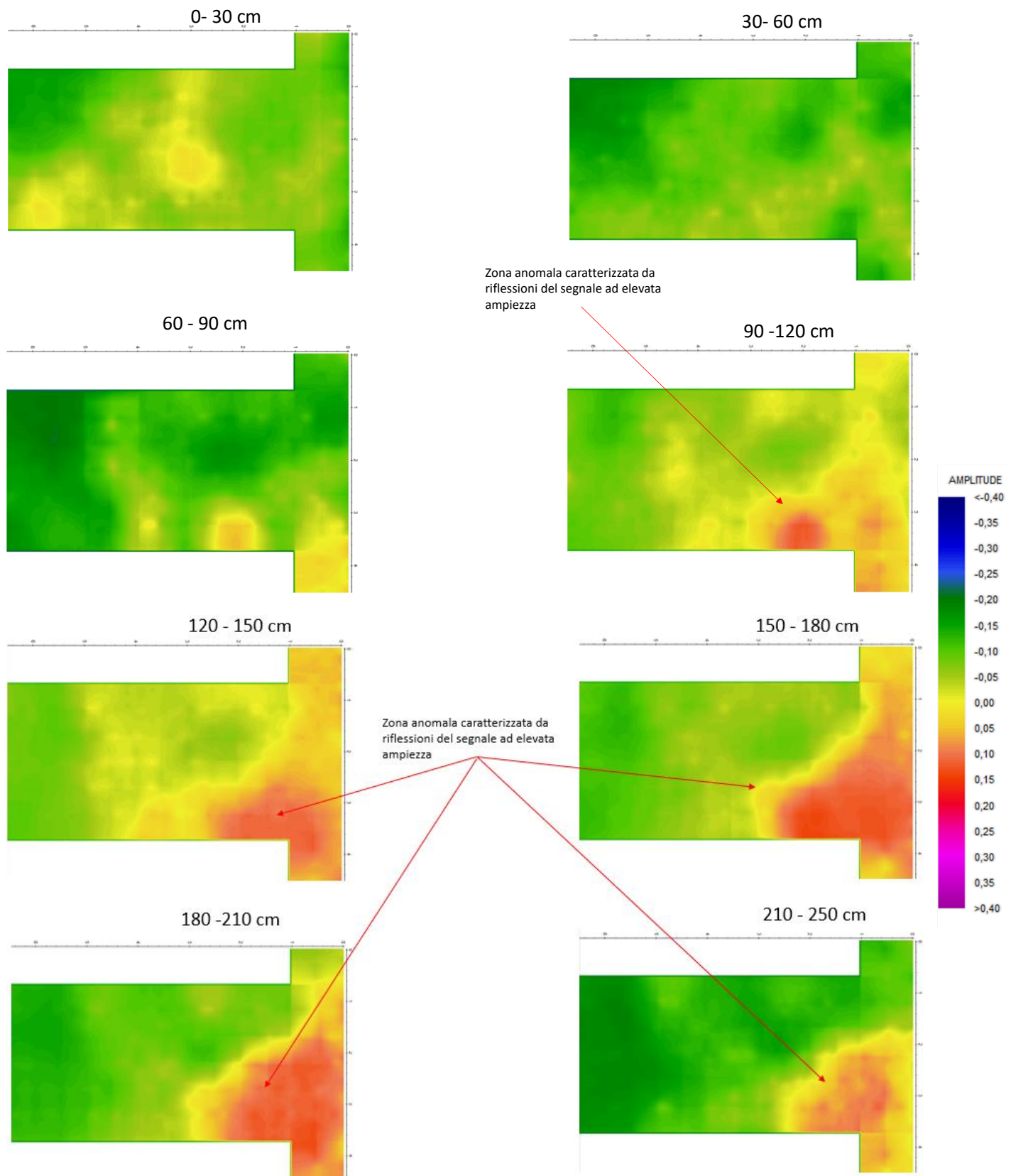


Figura 5. "Depth slices" per intervalli di profondità. Le frecce indicano le zone anomale che potrebbero essere ascritte alla presenza di sorgenti di riflessione e/o diffrazioni ad elevata ampiezza nel sottosuolo.

Per meglio evidenziare le anomalie individuate nelle “depth slices” in Figura 6 si riportano i radargrammi non migrati di alcuni profili GPR che intercettano il settore sud-est dell’area investigata. In particolare, sono mostrati i profili GPR denominati DR3, DR4 e DR5 acquisiti in direzione N-S e i profili DR6 e DR7, di lunghezza pari a 4,5 m, misurati in direzione E-O. Si veda Figura 3b per meglio visualizzare la griglia di acquisizione eseguita in campo.

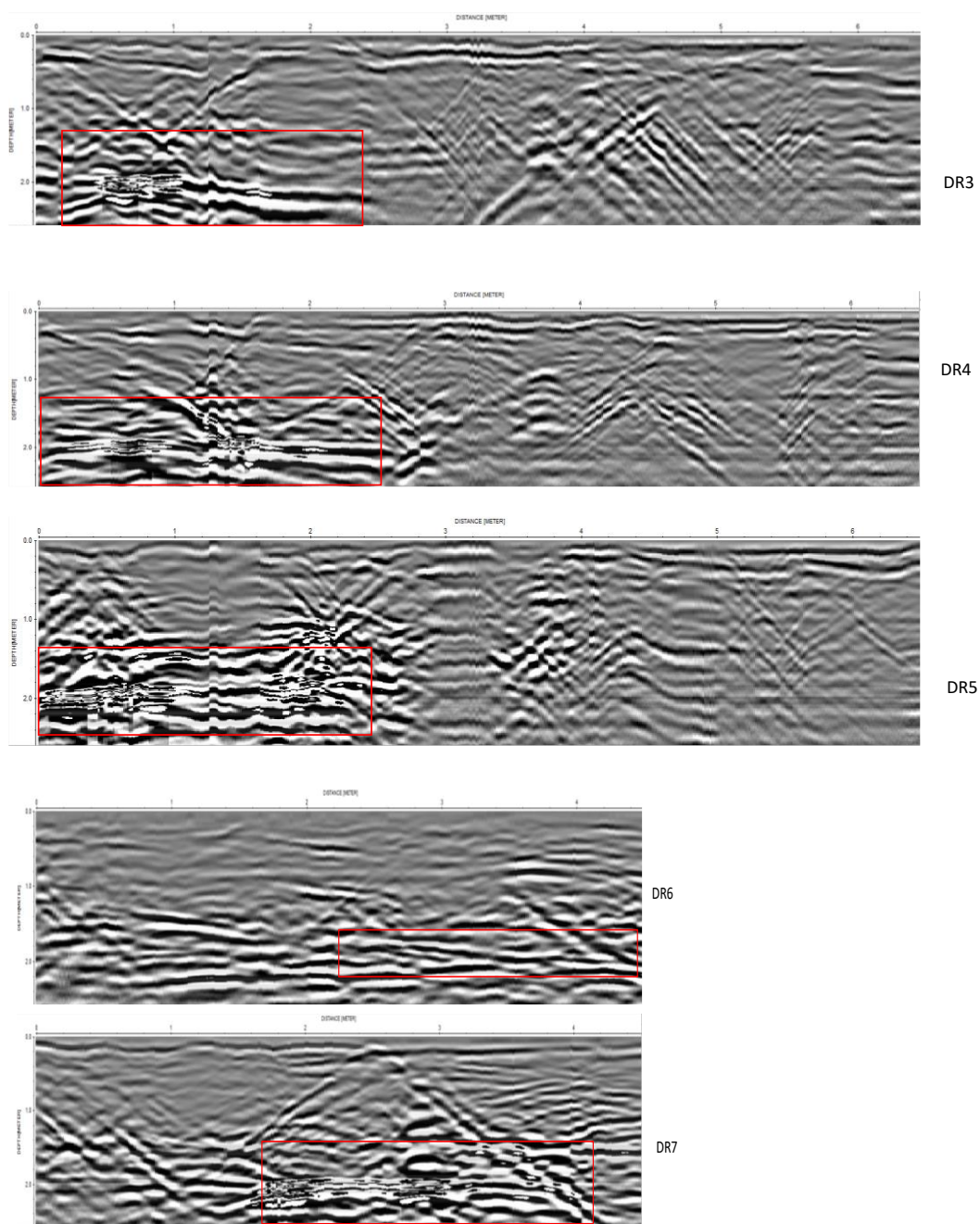


Figura 6. Radargrammi dei profili GPR eseguiti in maniera incrociata secondo lo schema riportato in Figura 3b. I rettangoli rossi mostrano le aree anomale individuate che concorrono a formare l’anomalia GPR ad elevata ampiezza di riflessione mostrata nelle depth slices.

I profili GPR mostrati in Figura 6 evidenziano la presenza a circa 1,20 e 1,30 metri dal suolo di calpestio di una anomalia em costituita da un elevato contrasto di permittività elettrica ascrivibile nel sottosuolo, da questa profondità in poi e sino alla massima profondità investigata, ad una struttura che genera intense riflessioni e/o diffrazioni del segnale.

In conclusione, si può affermare che le indagini geofisiche eseguite con metodologia EM ad altissima frequenza (Georadar) riescono a fornire utili e valide indicazioni sulla presenza di eventuali strutture e/o sorgenti sepolte e non meglio identificate. Di qui sarà utile programmare ulteriori campagne di scavo, al fine di poter verificare le zone anomale che sono state indicate nelle mappe mostrate nelle immagini a corredo del testo.

BIBLIOGRAFIA

- Alan E. Musset M. Aftab Khan, (2006): "ESPLORAZIONE DEL SOTTOSUOLO: un'introduzione alla geofisica applicata", edizione Zanichelli.
- Reynolds J. (1997): "An introduction to Applied and Environmental Geophysics". Wiley and Sons.
- Sharma (1997): "Environmental and engineering geophysics".

Arcasistema Srl

Stampato in proprio

Torre Annunziata, marzo 2024

Copia a distribuzione gratuita

