

RICERCHE ITALIANE E SCAVI IN EGITTO

# RISE VII

2018



A CURA DI GIUSEPPINA CAPRIOTTI VITTOZZI

CENTRO ARCHEOLOGICO ITALIANO - ISTITUTO ITALIANO DI CULTURA  
ACCADEMIA FIORENTINA DI PAPIROLOGIA E DI STUDI SUL MONDO ANTICO

# RICERCHE ITALIANE E SCAVI IN EGITTO

## RISE

## VII

A CURA DI GIUSEPPINA CAPRIOTTI VITTOZZI

**CENTRO ARCHEOLOGICO ITALIANO - ISTITUTO ITALIANO DI CULTURA  
ACCADEMIA FIORENTINA DI PAPIROLOGIA E DI STUDI SUL MONDO ANTICO**



RICERCHE ITALIANE E SCAVI IN EGITTO – RISE VII  
ISBN 978-88-908752-4-3

Centro Archeologico Italiano – Istituto Italiano di Cultura, Il Cairo  
14, Champollion Street  
Cairo  
Egypt

In collaborazione con  
Accademia Fiorentina di Papirologia e di Studi sul Mondo Antico  
Borgo SS. Apostoli, 22  
50123 Firenze  
Italy

Publicato online su [https://iiccairo.esteri.it/iic\\_ilcairo/it/istituto/centro-archeologico/rise](https://iiccairo.esteri.it/iic_ilcairo/it/istituto/centro-archeologico/rise)

A cura di  
Giuseppina Capriotti Vittozzi

Responsabile di redazione  
Daniele Salvoldi

Segretaria di redazione  
Cecile Safwat

In copertina:

Modello di tempio, rinvenuto a Soknopaiou Nesos dalla Missione Archeologica del Centro di Studi Papirologici dell'Università degli Studi del Salento, Lecce

All rights reserved. Copy or reproduction of parts of text or illustrations is strictly forbidden without the explicit written permission given by Centro Archeologico Italiano – Istituto Italiano di Cultura, Il Cairo

## INDICE

Prefazione <i>Paolo Sabbatini</i>	III
Introduzione <i>Giuseppina Capriotti Vittozzi</i>	V
Ricerche archeologiche nella regione tra Assuan e Kom Ombo (Università di Bologna, Università di Yale): rapporto sulle campagne 2012-2016 <i>Maria Carmela Gatto, Antonio Curci, Serena Nicolini</i>	1
Il Tempio di Milioni di Anni di Amenhotep II a Luxor – West Bank. Risultati preliminari delle campagne di scavo 2012-2017 <i>Angelo Sesana, Anna Consonni, Tommaso Quirino</i>	11
Progetto KAY <i>Giacomo Cavillier</i>	29
La Mappatura Geofisica Completa della Vale dei Re: risultati preliminari del primo anno di attività (2016-2017) <i>Francesco Porcelli, Gianluca Catanzariti, Filippo Barsuglia, Federico Fishanger, Gianfranco Morelli, Luigi Sambuelli, Cesare Comina, Giuseppina Capriotti Vittozzi, Ahmed Ellaithy</i>	33
La Missione Italo-Egiziana nel monastero di Abba Nefer a Manqabad: risultati delle prime quattro stagioni <i>Rosanna Pirelli</i>	57
Informazioni preliminari sulle campagne di scavo ad Antinoupolis (El Sheikh 'Abada – Minya) 2013, 2014, 2015 e 2017. Istituto Papirologico «G. Vitelli» - Firenze <i>Diletta Minutoli</i>	75
Umm-el-Breigât (Tebtynis): campagne di scavo 2012-2015 <i>Claudio Gallazzi</i>	137

Soknopaiou Nesos Project. Missione Archeologica del Centro di Studi Papirologici dell'Università degli Studi del Salento, Lecce, a Soknopaiou Nesos/Dime (El-Fayyum - Egitto) Tredicesima Campagna, Ottobre-Dicembre 2016 <i>Paola Davoli, Mario Capasso, Salima Ikram, Louise Bertini</i>	181
Gli scavi nel sito di Kôm Umm el-Athl/Bakchias (Fayyum): un bilancio alla luce delle ultime stagioni di scavo e delle più recenti riflessioni su dati e materiali <i>Sergio Pernigotti</i>	197
CIERA 2011-20161. Madrasa Sunqur Sa'di - Takiyya Mevlevi - Palazzo Yashbak <i>Giuseppe Fanfoni</i>	211
Le prime tre campagne archeologiche a Tell el-Maskhuta (2015/2016) <i>Giuseppina Capriotti Vittozzi, Andrea Angelini, Annalinda Iacoviello</i>	221
Kom Al-Ahmer I. Campagne di scavo 2014-2016 <i>Cristina Mondin, Michele Asolati, Mohamed Kenawi</i>	233

## PREFAZIONE

Il settore dell'archeologia costituisce parte essenziale e fondamentale del lavoro dell'Istituto Italiano di Cultura in Egitto anche nella qualità di Centro di Coordinamento dell'area MENA. La relazione periodica delle attività condotte è non solo il doveroso omaggio agli sforzi fatti dalle missioni archeologiche italiane, in condizioni spesso difficili, ma anche un utile strumento per i seguiti operativi dei lavori.

La presenza al Cairo di un esperto archeologico del Ministero degli Affari Esteri italiano, nella persona della professoressa Giuseppina Capriotti Vittozzi, ha dato un notevole impulso al settore e alle attività dopo un periodo di eclissi.

Da manager della cultura, mi è d'obbligo sottolineare che, al di là delle grandi scoperte e degli scoop mediatici, esiste un cospicuo lavoro amministrativo, burocratico e pratico che sfortunatamente sfugge alle luci dei riflettori ma che è la condizione essenziale perché le attività possano avere corso.

Essendo fin troppo facile suonare la chiarina della fama per i grandi successi conseguiti, voglio dedicare questa mia piccola prefazione al lavoro capillare, paziente e spesso ingrato di coloro che, malgrado tutto, continuano ad eseguire l'Opera al Nero.

Paolo Sabbatini

Direttore dell'Istituto Italiano di Cultura, Cairo  
Coordinatore d'Area  
Consigliere Culturale dell'Ambasciata d'Italia  
in Egitto



## INTRODUZIONE

Finalmente, dopo alcuni anni di intervallo, RISE vede di nuovo la luce sotto una nuova forma: pubblicato online, in modo da rendere sempre più visibile il lavoro delle missioni italiane in Egitto e di rendere disponibili – in maniera illimitata - i risultati del loro lavoro all’ambiente della ricerca. Un dialogo sempre più ampio nella cerchia internazionale degli studi e, al tempo stesso, la possibilità di una divulgazione al di là di questa, sono gli obiettivi primari di questa scelta. Il volume, normalizzato con ISBN, è dunque disponibile in un unico pdf sul sito istituzionale dell’Istituto Italiano di Cultura – Centro Archeologico Italiano al Cairo.

L’egittologia italiana ha una lunga e gloriosa tradizione, e la sua presenza sul campo nasce dalla prima spedizione egittologica della storia, quella Franco-Toscana, che vide protagonisti il Decifratore Jean-François Champollion e il Pisano Ippolito Rosellini. Negli anni recenti, nonostante le crescenti difficoltà, da un lato nel reperimento dei fondi per l’archeologia, dall’altro per la situazione regionale e le procedure locali, le missioni italiane non sono diminuite di numero e continuano a lavorare con una determinazione e uno spirito di sacrificio difficili da descrivere.

Nei due anni che ho trascorso al Centro Archeologico, ho affrontato molti problemi insieme ai colleghi che lavorano in Egitto, e più e più volte mi sono sentita orgogliosa di rappresentare non solo tanta professionalità scientifica, ma anche tanta volontà ed energia, tanta capacità di affrontare le difficoltà con creativa risoluzione.

Le missioni che attualmente sono impegnate in Egitto sono ventidue e lavorano dall’estremo sud fino al Mediterraneo, coprendo tutti i periodi della lunga storia antica nella Terra del Nilo, dalla Preistoria al periodo copto e islamico. Negli ultimi decenni, l’egittologia italiana ha aggiornato i propri metodi di indagine a passo veloce, seguendo le più avanzate tendenze scientifiche, nelle quali spesso la ricerca italiana ha introdotto metodologie innovative. Le missioni italiane sono composte da gruppi di ricerca multidisciplinari, ricche di svariate professionalità e competenze scientifiche e tecnologiche: oltre che da archeologi, esse sono composte da antropologi, fisici, chimici, biologi, geologi, ecc. Le tecnologie per la documentazione sono sempre più raffinate e non di rado il lavoro sul campo è anche occasione di ricerca e sperimentazione metodologica, in ambito scientifico e tecnologico. Tali multidisciplinarietà e interdisciplinarietà investono anche l’impegno formativo che le missioni portano avanti.

Questo nuovo volume vuole essere un nuovo inizio! Dopo la faticosa messa a punto di un nuovo sistema di pubblicazione, spero veramente che RISE possa essere pubblicato con una cadenza regolare.



Mi sta a cuore far presente che questo nuovo inizio è stato possibile grazie ad alcune persone: il Direttore IIC Paolo Sabbatini, che indefessamente sostiene l'archeologia; Rosario Pintaudi, grazie alla disponibilità del quale abbiamo ottenuto la normalizzazione del volume, pubblicato in collaborazione con l'Accademia Fiorentina di Papirologia e Studi sul Mondo Antico; Daniele Salvoldi, che ha curato la redazione con grande attenzione professionale e disponibilità; Cecile Safwat, che operosa e paziente ha seguito tutto il processo di realizzazione. Infine, il riconoscimento va ai colleghi che hanno contribuito, anche per la loro pazienza, con la quale hanno seguito il lungo percorso.

Giuseppina Capriotti Vittozzi

**LA MAPPATURA GEOFISICA COMPLETA  
DELLA VALLE DEI RE: RISULTATI PRELIMINARI DEL PRIMO ANNO DI ATTIVITÀ  
(2016-2017)<sup>37 38</sup>**

*Francesco Porcelli<sup>1,2</sup>, Gianluca Catanzariti<sup>3</sup>,  
Filippo Barsuglia<sup>4</sup>, Federico Fishanger<sup>4</sup>, Gianfranco Morelli<sup>4</sup>, Luigi Sambuelli<sup>5</sup>, Cesare  
Comina<sup>6</sup>, Giuseppina Capriotti Vittozzi,<sup>2,7</sup> and Ahmed Ellaithy<sup>8</sup>*

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino

<sup>2</sup>Istituto di Studi sul Mediterraneo Antico, CNR, Roma

<sup>3</sup>3DGeoimaging, Torino, Italy

<sup>4</sup>Geostudi Astier s.r.l., Livorno, Italy

<sup>5</sup>Dipartimento Ambiente, Territorio e Infrastrutture, Politecnico di Torino

<sup>6</sup>Dipartimento di Scienza della Terra, Università di Torino

<sup>7</sup>Centro Archeologico Italiano, Il Cairo, Egitto

<sup>8</sup>Ministero delle Antichità, Il Cairo, Egitto

*ABSTRACT*

The main results of the project “The complete geophysical survey of the Valley of the Kings (VOK)” obtained during the first season of work (January-July 2017) are presented in this article. Two sites of particular interest have been surveyed: (1) the Western Valley, also named Valley of the Monkeys, in an area previously excavated by an Egyptian archaeological mission directed by Zahi Hawass, here referred to as “Area Z”, and (2) the area surrounding KV62, here referred to as “TUT Area”. Additional preliminary results obtained in other area of interest in the Central VOK are also discussed.

The following geophysical methodologies were adopted: Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Ground Penetrating Radar (GPR). The surveyed areas were georeferenced by means of a robotic total station, which was also used to reconstruct the topography of the area. The use of two methods (ERT and GPR) allowed us to increase our level of confidence regarding the interpretation of anomalies of possible anthropic origin.

---

<sup>37</sup> For an English translation of this article, please send a message to francesco.porcelli@polito.it.

<sup>38</sup> Quest’articolo è dedicato alla memoria di Ayman Ibrahim, Direttore della Valle dei Re, venuto improvvisamente a mancare all’affetto dei suoi cari e dei suoi colleghi il 17 gennaio 2018 mentre svolgeva il suo lavoro. Saremo sempre grati ad Ayman per aver facilitato il nostro lavoro, per la sua dedizione, professionalità, buon umore e amicizia. In aggiunta ad Ayman Ibrahim, questo progetto ha notevolmente beneficiato dell’amichevole ed entusiasta collaborazione dei nostri partner egiziani. In particolare, desideriamo ringraziare il Dr Zahi Hawass per aver indicato le aree di interesse nella Valle delle Scimmie, Dr Mahmoud Afifi e Dr Mostafa Waziri per aver seguito con interesse il nostro lavoro e per aver facilitato le nostre attività. Vorremmo ringraziare anche i due ispettori, Medhat Ramadan Mahmoud e ElAzab Regab Ahmed, che hanno seguito il nostro lavoro rispettivamente nei periodi febbraio-marzo e maggio 2017. Vorremmo inoltre ringraziare S.E. Dr Khaled El Anany, Ministro delle Antichità, il Dr. Mostafa Amin, Segretario Generale del Consiglio Supremo di Antichità (fino al settembre 2017), il Dr Mohamed Ismail, Responsabile del Dipartimento Missioni Estere e i Membri del Comitato Permanente per aver motivato, autorizzato e agevolato il nostro lavoro alla Valle dei Re. Infine, vorremmo ringraziare il Dr Nicholas Reeves, il Dr Kent Weeks e il Dr Glen Dash per discussioni archeologiche, e Brando Quilici per l’entusiasmo con il quale ha seguito il nostro lavoro. Questo lavoro è stato sponsorizzato dal Politecnico di Torino, da Geostudi Astier s.r.l. e da 3DGeoimaging con contributi anche da parte della Fondazione Novara Sviluppo.

We summarize in the following our main conclusions:

In Area Z, an interesting conductive anomaly (i.e., with values of electrical resistivity lower than the surrounding) was found 2-3 meters below foundation deposits. If of anthropic origin, this anomaly may be related with back-filling activities carried out in ancient times, although we cannot exclude the intriguing possibility that it may be due to a chamber, or perhaps a corridor, filled with debris (owing to its conductive character).

Also in Area Z, another interesting anomaly was found in a spot across the valley floor opposite to the foundation deposits. This second anomaly appears in both the GPR and the ERT data. This corner of Area Z was affected by previous excavation activity, and so its interpretation requires very careful consideration of the extent and nature of this past activity.

In the TUT area, two resistive anomalies of potential interest located in the proximity of KV62 have been identified. If of anthropic origin, they may indicate void areas not necessarily connected with KV62. However, a GPR scan of the North, West and East walls of the KV62 funerary chamber would add essential information, allowing us to reach a more definite conclusion about the nature of these anomalies and whether they may represent a continuation of KV62 itself.

Finally, preliminary GRP and ERT data collected in front of KV2 are very promising in terms of their potential archaeological relevance.

#### نبذة مختصرة

النتائج الرئيسية لمشروع "المسح الجيوفيزيائي الكامل لوادي الملوك (VOK)" التي تم القيام بها خلال الموسم الأول من العمل (يناير ويوليو 2017) وتم عرضها في هذه المقالة. تم مسح موقعين لهما أهمية خاصة: (1) الوادي الغربي، المعروف باسم وادي القرو، في منطقة قامت بحفرها من قبل بعثة أثرية مصرية بإدارة زاهي حواس، ويشار إليها هنا باسم "المنطقة Z"، و (2) المنطقة المحيطة بـ KV62، والتي يشار إليها هنا باسم "منطقة TUT". بالإضافة إلى النتائج الأولية التي تم الحصول عليها في منطقة أخرى مهمة في وسط VOK وتم مناقشتها أيضاً. تم اعتماد المنهجيات الجيوفيزيائية التالية: المقاومة الكهربائية للاشعة المقطعية (رسم سطحي) (ERT) والرادار المخترق الأرضي (GPR). والمناطق التي شملها عملية المسح وتمت بواسطة الروبوت لمحطة توتال. والتي كانت تستخدم أيضاً لإعادة تصور بناء تضاريس المنطقة. وباستخدام طريقتين (ERT و GPR) سمح لنا بزيادة الثقة فيما يتعلق بتأكيد قراءة المفارقات الغربية الشاذة وترجع لأصل منشاء الإنسان. تلخص الاستنتاجات الرئيسية التالية:

1. في المنطقة Z، تم العثور موصل (مادة موصلة لعنصر المقاومة المتغير) غريب وشاذ مثير للاهتمام (مع قيم المقاومة الكهربائية أقل من المناطق المحيطة) وجد على بعد 2-3 متر تحت رواسب الأساس. إذا كان من أصل منشاء الإنسان، قد يكون هذه المفارقة الشاذة مرتبطة بالتراكبات القديمة التي حدثت في عصور قديمة، على الرغم أننا لانستطيع استبعاد الاحتمال المثير للفضول الذي يحتمل ان يكون ناتج عن تجويف، أو ربما ممراً، ممتلئ اطلال او انقاض (لها صفات موصلة للمقاومة).
2. أيضاً في المنطقة Z، تم العثور على مفارقة شاذة أخرى مثيرة للاهتمام في بقعة عبر قاع الوادي مخالفة لاساس الطبقة الروسبية. هذه المفارقات الشاذة يظهر في كلا من GPR وبيانات ERT. تأثرت هذه الزاوية من المنطقة Z بالنشاط السابق للتنقيب، ولذلك يحتاج تفسيرها عمل دراسة متأنية للغاية لمدي طبيعة هذا النشاط السابق لعمليات التنقيب.
3. في منطقة TUT، تم تحديد مقاومين غريب وشاذ طاقة جهد عالي مساهمة كائنة بالقرب من KV62 وتم تحديدها. ربما لأصل منشاء الكون، قد يشير إلى مناطق ليس بالضروري ان تكون مرتبطة بـ KV62. ومع ذلك، فإن مسح GPR للجدران الشمالية والغربية والشرقية للتجويف (للغرفة) الجنائزية KV62 سيضيف معلومات أساسية، مما يسمح لنا بالوصول إلى استنتاج أكثر تحديداً حول طبيعة هذه الحالات الشاذة وستوضح اذا ماكانت تستمر في موقع KV62 نفسة.
- 4 - وأخيراً، فإن البيانات الأولية من (GRP) و ERT التي تم جمعها أمام KV2 بتكون مباشرة جدا من حيث صلتها الاثرية المحتملة.

## SEZIONE 1. INTRODUZIONE

In questo articolo sono esposti i principali risultati della prima stagione (gennaio-luglio 2017) del progetto “La Mappatura Geofisica Completa della Valle dei Re” (VdR). Due aree d’interesse sono trattate con particolare attenzione: (1) la Valle Occidentale, o Valle delle Scimmie, presso un sito scavato in precedenza da una missione archeologica egiziana diretta da Zahi Hawass, denominata “Area Z” nel seguito, vedi Fig. 1 e HAWASS ET AL 2010; (2) l’area che circonda la tomba KV62, denominata “Area TUT” nel seguito, vedi Fig. 2. Sono inoltre brevemente presentati i risultati preliminari ottenuti in ulteriori settori investigati nel ramo centrale della VdR.

Questo articolo è organizzato nel modo seguente: la Sezione 2 presenta l’interpretazione preliminare dei dati raccolti nell’Area Z; la sezione 3 presenta i risultati del nostro lavoro nella zona TUT; la Sezione 4 descrive brevemente altre aree della VdR dove dati ERT e GPR sono stati raccolti nel corso della Prima Stagione e fornisce un’indicazione preliminare dei principali risultati ivi conseguiti. La Sezione 5 presenta le nostre conclusioni e raccomandazioni.

Le metodologie utilizzate nel corso della prima stagione sono: la Tomografia della Resistività Elettrica del sottosuolo (in inglese, *Electrical Resistivity Tomography*, abbreviato con ERT) e il Georadar-3D (in inglese, *3D Ground-Penetrating Radar*, abbreviato con 3D-GPR) (NOVO ET AL 2013; VIERO ET AL 2015; STRUTT ET AL 2017). Le aree investigate sono state ubicate nello spazio attraverso misure topografiche eseguite con una stazione totale robotizzata, con cui sono stati contestualmente rilevati i principali elementi topografici presenti attorno ad esse.

La metodologia ERT consente l’esplorazione di siti d’interesse aventi morfologia complessa, potendo facilmente raggiungere profondità d’indagine di 10-15 m al di sotto della superficie del suolo, sufficienti a rilevare la maggior parte delle tombe nella VdR. Per ragioni di carattere pratico, il metodo GPR-3D è indicato per superfici pseudo-pianeggianti poco accidentate ed è stato dunque impiegato in modo estensivo sui percorsi turistici della Valle dei Re e sul fondovalle dell’Area Z, al fine di eseguire la mappatura di dettaglio dei primi 3-4 m di sottosuolo. L’impiego incrociato delle due tecniche è volto ad ottenere livelli di confidenza superiori in merito all’interpretazione di anomalie di possibile origine antropica.

Il metodo ERT permette di ricostruire la resistività elettrica del sottosuolo per mezzo di misure del potenziale elettrico generato da correnti immesse nel sottosuolo. Una serie di picchetti metallici (elettrodi), infissi nel terreno lungo uno stendimento e connessi con un cavo multi-conduttore ad un georesistivimetro (vedi Fig. 3-a), vengono alternativamente utilizzati per l’immissione della corrente e per la lettura di potenziale. La risoluzione spaziale e la profondità dell’indagine ERT è condizionata dalla geometria dello stendimento, dalla sua lunghezza e dalla spaziatura tra gli elettrodi.

In una situazione ideale, i materiali di cui è composto il sottosuolo possiedono valori specifici di resistività elettrica, mentre le strutture di origine antropica possono dare luogo ad anomalie a resistività variabile che si discostano dai primi. Ad esempio una cavità sotterranea può apparire come un volume, o anomalia, con aumentata resistività, per l’impossibilità della corrente elettrica di circolare nel vuoto. D’altra parte, una tomba colmata da detriti di origine alluvionale ubicata all’interno di materiali ad alta resistività si presenta come un volume, o anomalia, di resistività elettrica minore, poiché la presenza di sedimenti a granulometria fine, generalmente con un certo grado seppur ridotto di umidità, favorisce la circolazione della corrente.

Il metodo GPR si basa sull'invio di brevi impulsi elettromagnetici nel sottosuolo e sulla registrazione dell'energia riflessa dalle discontinuità fisiche incontrate lungo il percorso di propagazione. Le frequenze operative vanno da 50 MHz a 2 GHz, con una relazione di proporzionalità diretta tra frequenza di lavoro e risoluzione spaziale, e di proporzionalità inversa tra frequenza e profondità d'indagine.

Nel caso del presente studio è stata impiegata un'innovativa apparecchiatura GPR (IDS *Stream-X 200 MHz, Subsurface Tomographic Radar Equipment for Asset Mapping*) (fig. 3-b) in grado di acquisire multipli profili GPR (radargrammi) con un singolo passaggio sulla superficie del suolo. Il sistema in questione integra, in una singola scatola, una schiera di 7 dipoli polarizzati verticalmente, distanziati tra loro di 12 cm. I dati grezzi sono stati elaborati con il software GPR-SLICE sviluppato dal *Geophysical Archaeometry Laboratory* di Los Angeles (CA, USA).

I rilievi GPR eseguiti hanno previsto la copertura totale delle aree d'indagine mediante l'esecuzione di strisciate affiancate, parzialmente sovrapposte, laddove la loro ubicazione spaziale è stata tracciata in tempo reale mediante una Stazione Totale robotizzata Leica GS15 interfacciata con il GPR.

I risultati delle indagini radar sono principalmente costituiti da una sequenza di mappe radar ad alta definizione, anche dette *GPR Time-Slices*, che mostrano, per livelli di profondità crescente, l'organizzazione geometrica delle anomalie rilevate, unitamente all'energia delle riflessioni ad esse associate. Sulla base di evidenze geometriche e dimensionali, le mappe radar da noi elaborate sono in grado di rilevare le capanne degli operai utilizzate dagli antichi egizi, così come tracce di scavi archeologici eseguiti nel passato, oltre ad un numero sorprendente di tubazioni che attraversa la porzione centrale della VdR.

Nei dati acquisiti sono visibili, in via preliminare, anomalie di potenziale interesse in termini di possibili nuove scoperte archeologiche. Tuttavia, la ricchezza dei dati GPR accumulati deve essere confrontata con le informazioni archeologiche disponibili al fine di ottenere una corretta interpretazione delle anomalie identificate.

Nella presente ricerca per la ERT i dati sono stati acquisiti con un georesistivimetro SYSCAL-PRO a 72 canali ed elaborati con il software ERT-lab sviluppato da Geostudi Asier s.r.l.

Per quanto riguarda il metodo ERT, la situazione nella VdR è ben lungi dall'essere ideale, essendo caratterizzata da una notevole variabilità elettrostratigrafica, certamente superiore alle attese. È stata infatti determinata una complessa distribuzione della resistività elettrica, con forti variazioni nello spazio di pochi metri. I dati raccolti mostrano condizioni geologiche variabili in termini di litologia, permeabilità e fratturazione per le quali il sottosuolo non appare come una regione uniforme all'interno della quale anomalie di chiara origine antropica possano essere facilmente distinte dall'ambiente circostante. Tuttavia, le misurazioni ERT sono state calibrate su strutture archeologiche note (tombe ben documentate), valutando e suffragando in questo modo la sensibilità del metodo ERT e le sue potenzialità in merito alla scoperta di nuove tombe. Data la complessa situazione geologica e il gran numero di interventi archeologici eseguiti in tempi antichi e recenti, l'interpretazione dei dati è stata molto più impegnativa e ha comportato considerevolmente più tempo di quanto previsto. Anche così, al fine di fornire una solida interpretazione delle anomalie più promettenti, sono auspicabili sia una comparazione dei dati raccolti con le informazioni archeologiche esistenti circa gli scavi condotti nella VdR, sia un'approfondita indagine geologico-strutturale dell'area. Questi due approfondimenti di indagine costituiscono due delle principali raccomandazioni al termine della prima stagione del nostro lavoro.

## SEZIONE 2: RISULTATI PRELIMINARE NELL'AREA Z

Siamo stati motivati da Zahi Hawass a condurre ricerche approfondite nell'area della Valle Occidentale (Valle delle Scimmie), da noi denominata Area Z. La ragione è che quattro depositi di fondazione intatti e capanne di lavoro sono stati scoperti nella medesima zona da un team di archeologi egiziani diretto dallo stesso Hawass (HAWASS ET AL 2010 e AFIFI-DASH 2015), suggerendo che in quella zona vi possa essere un'antica tomba. In figura 4 sono riportate fotografie dell'Area Z che mostrano l'ubicazione dei depositi di fondazione.

Sulla base di tale teoria, durante la nostra prima missione a Luxor nel febbraio-marzo 2017, abbiamo investigato l'area di interesse eseguendo una serie di profili ERT 2D e 3D con una distanza tra elettrodi contigui (passo elettrodico) di 2 m. Le configurazioni elettrodiche adottate hanno avuto come obiettivo la ricerca di nuove sepolture ubicate ad una profondità massima di circa 15 m dal piano campagna (p.c.). Contestualmente, è stato eseguito un rilievo GPR-3D finalizzato alla mappatura di dettaglio primi 3-4 metri di sottosuolo, in corrispondenza del fondovalle e dei piedi delle pendici in cui sono ubicate alcune delle capanne degli operai.

Successivamente all'analisi dei dati acquisiti nel corso della prima campagna di misure, è stato deciso di intensificare le misure ERT nella Valle delle Scimmie, riducendo il passo elettrodico ad 1 m al fine di incrementarne la risoluzione spaziale nei primi 5 metri di profondità, nell'ottica di localizzare una tomba o la sua struttura d'accesso. In totale, l'area è stata sondata con più di 750 elettrodi distribuiti come illustra la Figura 5a, dove i punti in colore rosso rappresentano le posizioni degli elettrodi utilizzati per l'indagine ERT.

### *Risultati delle misure di Tomografia della Resistività Elettrica (ERT)*

Le Fig. 6 (parte a e b) mostrano una mappa orizzontale di resistività elettrica (a circa -7,5 m dal piano dei depositi di fondazione, corrispondente a circa -4 m dalla quota del fondovalle) insieme ad una sezione elettro-stratigrafica che attraversa in direzione sud-ovest nord-est l'area da essi definita.

Un'anomalia elettricamente conduttiva, che appare in Fig. 6 come una zona blu caratterizzata da forma compatta e valori di resistività di un ordine di grandezza inferiori rispetto a quelli dei materiali circostanti, è stata rilevata appena sotto il piano dei depositi di fondazione, a circa 2,5 m di profondità dalla superficie. Bassi valori di resistività sono stati inoltre rilevati nel sottosuolo del fondovalle e sono stati ascritti a depositi alluvionali contenenti sedimenti a granulometria fine. Tuttavia, l'anomalia rilevata in prossimità dei depositi di fondazione presenta una forma peculiare e una posizione confinata che potrebbe suggerirne un'origine legata ad attività antropiche.

Se di origine antropica, si potrebbero formulare due possibili ipotesi intorno al suo significato. La prima fa riferimento alle opere che gli antichi egizi avrebbero potuto eseguire nella zona, come accennato da AFIFI - DASH 2015. Citando da quell'articolo e con particolare riferimento alla Fig. 1.2 in esso riportata:

*All'inizio del lavoro in questa parte della valle occidentale, il team localizzò una molteplicità di capanne degli operai. Sotto le capanne, in una zona designata come Regione J, fu ritrovato il primo deposito. Il team in seguito ripulì l'area circostante fino al fondale, ritrovando un totale di quattro foundation deposits intorno ad una capanna centrale, designata J12. Come mostrato nella sezione in Fig. 1.2, la capanna J12 è stata*

*costruita su due strati di terreno, ognuno composto da argilla, silice e sabbia, con incisioni di calcare e chert. Lo strato inferiore (Livello 1) è più scuro e irregolare in elevazione. Lo strato 1 può essere stato il prodotto di processi naturali, **mentre lo strato 2 può essere stato formato deliberatamente dagli antichi Egizi per spianare la superficie e facilitare in questo modo la costruzione delle capanne in questa zona (grassetto nostro).***

In effetti, la conseguenza d'interventi condotti dagli antichi Egizi su questa porzione di terra, vale a dire il riempimento di spazi vuoti ed il livellamento del terreno in modo da ottenere un basamento stabile per la costruzione delle capanne degli operai situate sopra, potrebbe apparire nei dati ERT sotto forma di una regione a ridotta resistività elettrica, analogamente all'anomalia rilevata dalle nostre strumentazioni appena sotto i citati depositi di fondazione.

Questa prima ipotesi, tuttavia, è messa in discussione dalla distribuzione estremamente localizzata dell'anomalia in questione, per altro esattamente coincidente con l'ubicazione dei depositi di fondazione.

Pertanto, non si può escludere una seconda possibilità più intrigante, cioè che l'anomalia rilevata possa indicare la presenza di una struttura cava colmata di detriti quale una camera, un pozzo o un corridoio. Simili strutture ricolmate determinerebbero infatti anomalie compatte a bassa resistività elettrica, analoghe a quella rilevata.

Va anche rilevato che i dati ERT acquisiti nella Valle delle Scimmie mostrano una tendenza generale caratterizzata da una riduzione dei valori di resistività nelle porzioni di sottosuolo più profonde, a cui si aggiungono anomalie basso-resistive più isolate ubicate in livelli stratigrafici più superficiali. Il primo effetto è spiegabile con la presenza di livelli gessosi e litologie argillose (*Esna shale*) a bassa resistività elettrica, ubicati alla base del calcare tebano. Il secondo è del tutto compatibile con depositi alluvionali di fondovalle la cui distribuzione è dettata dalla morfologia del sottostante substrato roccioso.

Pertanto, data la complessa struttura geologica dell'area Z, è richiesta un'approfondita valutazione geologica che permetta di ridurre l'indeterminazione inerente all'interpretazione delle anomalie rilevate.

La Fig. 6 mostra anche un settore sul lato ovest del fondovalle a ridosso della pendice rocciosa in cui sono stati determinati valori di resistività elettrica molto elevati, potenzialmente indicativi di un substrato roccioso altamente fratturato. Come mostrato in figura 5-b, la presenza di possibili "tagli" nella roccia in questo stesso settore è anche stata sottolineata da AFIFI – DASH 2015.

### *Risultati dell'indagine Georadar 3D (3D-GPR)*

In aggiunta all'anomalia riscontrata dai dati ERT sotto ai depositi di fondazione, l'indagine GPR-3D ha messo in evidenza due aree interessanti indicate come "Area GPR1" e "Area GPR2" nelle Fig. 7 e 8.

L'Area GPR1 si trova nel settore NW della zona di rilevazione, dove l'indagine ERT ha determinato valori alto-resistivi considerati indicativi di un substrato calcareo fratturato. L'indagine GPR ha permesso di caratterizzare la struttura interna dei depositi che ricoprono il basamento attraverso l'elaborazione di mappe radar ad alta definizione, che mostrano la presenza di riflettori lineari che descrivono geometrie quadrate, talvolta rettangolari. Queste potenziali strutture compaiono nei primi 80 cm di profondità e sono chiaramente visibili in Fig. 7, dove appaiono con dimensioni e forma compatibili con

quelle delle capanne degli operai. L'analisi dei dati radar relativi ai livelli più profondi conferma inoltre l'esistenza di un substrato altamente fratturato su cui poggiano i depositi di cui sopra.

L'Area GPR2 è ubicata in un settore in precedenza scavato dalla missione egiziana diretta da Hawass. Questo settore può essere chiaramente riconosciuto nei dati GPR poiché definisce una regione a minore riflettività, indotta dal successivo riempimento dello scavo, che interrompe l'originale configurazione del sottosuolo. Appare inoltre particolarmente interessante l'anomalia illustrata nelle Figg. 8 (Area GPR 2) e 9, identificata a profondità compresa tra 1,6 m e 2,5 m dal p.c. La sua interpretazione richiede informazioni di dettaglio circa gli scavi archeologici eseguiti in passato in questa settore, poiché sembra ragionevole supporre possa costituire l'effetto della messa a nudo della superficie del basamento.

Tuttavia, i segnali GPR provenienti da profondità superiori a quelle raggiunte dai passati scavi indicano in maniera chiara la presenza di fratture naturali o tagli antropici di potenziale grande interesse.

### *SEZIONE 3: RISULTATI PRELIMINARI NELL'AREA TUT*

La teoria avanzata da Nicholas Reeves, secondo la quale la KV62 potrebbe essere parte di una tomba più grande appartenuta alla regina Nefertiti (REEVES 2015), ha motivato a studiare attentamente l'area che circonda la tomba di Tutankhamon (KV62).

Nel corso della prima missione nel febbraio-marzo 2017, è stata utilizzata strumentazione GPR-3D per eseguire la mappatura completa della zona pianeggiante situata davanti alla KV62 (Fig. 2 e 3b) e sono state condotte misure ERT sulla collina che sovrasta la medesima tomba (più precisamente, sono stati eseguiti tre profili ERT-3D costituiti da stendimenti a 72 elettrodi con passo 2 m che avvolgono parzialmente la collina lungo tre livelli topografici ubicati in cima, a metà altezza ed al piede della stessa (ERT1, punti blu in Fig. 2).

In seguito all'analisi dei risultati ottenuti, si è deciso di condurre nuove misure adottando una strategia mirata alla regolarizzazione delle geometrie d'acquisizione e all'incremento della risoluzione spaziale del dato. Nel corso della campagna geofisica di maggio 2017 sono dunque stati acquisiti cinque profili ERT paralleli che attraversano la collina in direzione est-ovest e proseguono nel fondovalle antistante fino a raggiungere l'area coperta di riposo ubicata sul fianco opposto della VdR.

Sono inoltre state acquisite tre ulteriori linee tomografiche che attraversano la collina in direzione nord-sud, una delle quali a passo 2 m e le altre due a passo 1 m. L'ubicazione topografica di ciascuno degli elettrodi utilizzati è stata rilevata con precisione centimetrica mediante Stazione Totale robotizzata ed inserita in un unico modello tridimensionale costituito da una griglia comprendente tutte le misure di resistività eseguite nell'Area TUT durante le due campagne geofisiche (punti colorati in Fig. 2 costituenti i profili ERT1, ERT4, ERT8-13, ERT26-27).

#### *Risultati delle misure di Tomografia della Resistività Elettrica (ERT)*

La Fig. 10 mostra l'effetto indotto dalla tomba KV62 sulle misure di resistività elettrica, attraverso una sezione ERT ad alto contrasto sovrapposta in trasparenza ad una vista prospettica dell'Area TUT. Essa dimostra la capacità della tecnica ERT di rilevare spazi vuoti sotterranei.



Valori di resistività elevati compresi tra 5.000 e 10.000 Ohm, tipicamente indotti da strutture cave, sono rilevabili in corrispondenza dei vani interrati della KV62. Essi definiscono una regione anomala su una resistività di fondo di 2.000-3.000 Ohm, corrispondente alla roccia calcarea costituente il substrato. Il principale volume anomalo giallo/rosso presente in primo piano in Fig. 10 avvolge la KV62 mostrando un picco di resistività centrato sulla camera funeraria; quest'ultima, essendo la zona di vuoto di maggiori dimensioni, fornisce la risposta elettrica più marcata.

Tuttavia, altre interessanti anomalie ad alta resistività appaiono nella stessa immagine alla destra di KV62. Queste anomalie sono descritte in dettaglio in seguito con l'ausilio delle Figg. 11 e 12.

La Fig. 11 mostra due mappe di resistività elettrica che intercettano l'Area TUT a livello del pavimento della camera funeraria della KV62 e appena sopra il soffitto della stessa. Due anomalie alto-resistive che suggeriscono la presenza di possibili cavità sono etichettate come Anomalia 1 e Anomalia 2. La loro posizione è indicata in modo più chiaro nelle sezioni verticali di Fig. 12 dove la sezione AB descrive la distribuzione della resistività elettrica al di sotto delle linee ERT11-12, e la CD al di sotto del profilo ERT13 (Fig. 2).

L'anomalia 1 si trova ad una quota più elevata rispetto alla KV62, a circa 12-13 metri in direzione nord nord-ovest dalla camera funeraria della KV62, tra le quote 165 e 170 m s.l.m; in altre parole, il livello più basso di questa anomalia corrisponde approssimativamente alla quota del soffitto della camera funeraria della KV62, mentre il livello superiore è di circa 4 m più elevato. L'anomalia 1 è inoltre chiaramente visibile nella Figura 12-c, dove è attraversata in direzione nord-sud da una sezione verticale che intercetta anche la camera funeraria della KV62.

L'Anomalia 2 si trova nell'area pianeggiante tra il piede della collina sovrastante la KV62 e l'attuale ingresso della stessa. Essa è chiaramente visibile in Figura 12-b, che mostra una sezione verticale che intercetta in direzione est-ovest sia la KV62 che la stessa Anomalia 2.

Nell'ipotesi di un'origine antropica, l'aumentata resistività elettrica delle due anomalie indicherebbe l'esistenza di cavità, con implicazioni potenzialmente rilevanti dal punto di vista archeologico. Queste anomalie sono prossime alla KV62, ma non appaiono come una sua diretta prosecuzione. Pertanto, la teoria di Reeves non appare direttamente supportata dai nostri dati.

Tuttavia, le linee di isoresistività che avvolgono l'Anomalia 1 descrivono un'apparente connessione con la KV62, come indicato dalle linee rosse tratteggiate in fig. 11-a. Nel caso si tratti di un corridoio, esso risalirebbe dalla KV62 verso la Anomalia 1, ubicata a quota superiore.

Benché in questa fase non possiamo escludere che il motivo grafico osservato sia il prodotto di un artificio causato dal processo d'inversione dei dati ERT, è interessante osservare che, se reale, la struttura si svilupperebbe in parte al di sotto del pavimento del corridoio d'accesso della KV9, a 3-4 m di profondità.

Riteniamo pertanto che l'esecuzione di misure GPR all'interno della KV9 apporterebbe elementi utili a stabilire l'effettivo significato di quanto descritto sopra.

Di particolare interesse è l'Anomalia 2. Essa si trova a nord-est della camera funeraria della KV62 e si estende di poco oltre la collina verso il fondovalle pianeggiante della VdR, tra l'attuale ingresso della KV62 e la tettoia per il riparo dal sole. Anche in questo caso si tratta di un'anomalia alto-resistiva compatibile con la presenza di una struttura cava.

Così come per l'interpretazione dei dati raccolti nella Valle delle Scimmie e discussi nella sezione precedente, anche nel caso dell'Area TUT è necessario adottare la stessa cautela,

sia per lo spinto rimaneggiamento di cui è stata oggetto l'area attorno alla KV62 come conseguenza dei numerosi scavi archeologici condotti nel passato, sia per la presenza di un sorprendente numero di sottoservizi che attraversano la VdR. In tale contesto, il riconoscimento di anomalie di potenziale interesse archeologico e la distinzione da quelle indotte dalle alterazioni subite dal sottosuolo per cause diverse, è un compito particolarmente impegnativo ma necessario.

Pertanto, va rilevato che può essere difficile giungere a una conclusione definitiva sull'origine delle anomalie rilevate sulla sola base delle misure ERT. Nondimeno, i dati ERT acquisiti saranno estremamente utili se confrontati e correlati con i dati GPR che, con l'accordo dei nostri partner egiziani, si intende raccogliere dall'interno della tomba di Tutankhamon e dal corridoio d'ingresso della KV9 nel prossimo futuro.

In conclusione, una scansione GPR delle pareti nord, ovest ed est della camera funeraria KV62 aggiungerà informazioni rilevanti e permetterà di raggiungere una conclusione più precisa circa la possibile presenza di vani sconosciuti e strutture adiacenti alla KV62, nonché sulla natura delle interessanti anomalie resistive rilevate ad una certa distanza da KV62 e sopra discusse.

#### *Risultati dell'indagine 3D-GPR eseguiti dall'esterno della KV62*

La mappa radar mostrata in Fig. 13 fornisce una visione completa delle discontinuità rilevate dall'indagine GPR a profondità fino a 2,5 m sotto il livello della superficie. I colori bruno-giallo rappresentano le ampiezze assolute medio-basse del segnale radar corrispondenti al background, mentre i toni grigio-neri identificano ampiezze medio-alte indotte da discontinuità e materiali presenti nel sottosuolo. I riflettori lineari sono indotti dal significativo numero di utenze sotterranee che attraversano il fondovalle, tra cui tubi metallici che provocano forti eco sul segnale radar, disturbando la risposta della parte di terreno sottostante.

Le aree interessate da recenti scavi archeologici sono riconoscibili in quanto caratterizzate da segnali più marcati rispetto ai materiali circostanti, nonostante la risposta specifica vari da area ad area in quanto dipendente dai materiali di riempimento utilizzati. Questi effetti sono ben visibili nella zona compresa tra la *rest area* e l'ingresso della KV62, vicino all'entrata della KV9, sul percorso turistico occidentale che porta alla KV9 e nella zona tra la KV6 e la KV7, dove sono anche visibili tracce di attività recenti.

Ulteriori anomalie molto marcate si trovano vicino all'angolo nord-ovest dell'ingresso della KV62 e alle pendici della collina lungo il percorso turistico adiacente alla KV8. Nella Fig. 14 sono mostrati segnali radar sia positivi sia negativi provenienti dall'angolo sopra menzionato vicino alla KV62. Strutture di chiara origine antropica sono evidenziate dai segnali georadar a circa 1 m di profondità. Queste strutture hanno forme geometriche molto squadrate ed evidenti all'interno della regione marcata dal cerchio giallo in Fig. 14. Esse potrebbero rappresentare recenti installazioni sotterranee, come sembra suggerito dalla loro bassa profondità, ma un'eventuale rilevanza di interesse archeologico non può essere esclusa a priori, anche tenendo conto della marcata anomalia resistiva rilevata dall'ERT ed indicata come Anomalia 2 nelle pagine precedenti.

Abbiamo rilevato ulteriori anomalie GPR in diversi settori della VdR che richiedono un esame approfondito. In un contesto così complesso, per evitare interpretazioni erranee, diventa di cruciale importanza correlare le forme emergenti dai dati GPR con le informazioni archeologiche disponibili. Un esempio di quest'approccio è mostrato nella Fig. 15 in cui, sovrapposti ai dati GPR, sono posizionati gli scavi eseguiti in epoca storica e recente nella parte centrale della VdR.

#### SEZIONE 4: ALTRE AREE INVESTIGATE NEL CORSO DELLA PRIMA STAGIONE

La Fig. 16 illustra l'intero settore coperto dall'indagine 3D-GPR e dà un'idea del potenziale della tecnica di indagine 3D-GPR in termini di produttività, considerando che l'acquisizione dei dati è stata eseguita in meno di una settimana di lavoro sul campo. Diverse anomalie diffuse su tutta l'area oggetto dell'indagine possono essere riconosciute nella mappa radar, nonostante l'ampia scala dell'immagine. Ogni singola anomalia dovrà essere controllata e confrontata con le informazioni archeologiche disponibili e con i risultati forniti da precedenti indagini geofisiche condotte nella VdR. Tuttavia, una visione più dettagliata delle immagini GPR ci permette di riconoscere le singole caratteristiche geofisiche che rispecchiano chiaramente la presenza di strutture antropiche di interesse archeologico, dimostrando la potenza della tecnica 3D-GPR in termini di risoluzione rispetto ad altre tecniche geofisiche.

Di particolare interesse, nelle aree antistanti le tombe KV10 e KV11, le immagini radar offrono una chiara visione delle capanne degli operai a circa 2 m dalla superficie del suolo, insieme ad altre anomalie locali di probabile origine antropica (Fig. 17). Tali strutture sono state inoltre documentate dagli studi condotti nell'ambito dell'*Amarna Royal Tomb Project* (REEVES 2002). Tuttavia, in questo settore è necessaria un'indagine continua, in quanto vi sono molti esempi di tombe nella VdR (KV62 e KV63, tra le altre), i cui ingressi sono stati occultati sotto simili strutture.

Altri dati GPR raccolti nello spiazzo antistante l'ingresso della KV2 paiono molto interessanti, non solo perché peculiari in termini di nitidezza del segnale rispetto a quelli acquisiti in altre aree, ma anche perché rivelano l'esistenza di anomalie interpretabili come depositi archeologici, unitamente ad un sottostante basamento che appare alterato da attività antropiche. Conclusioni simili sono state raggiunte da CROSS 2014 e possono essere trovate nei diari di scavo di DAVIS - AYRTON 2001.

I dati GPR preliminari raccolti nell'area antistante alla KV2 sono molto promettenti e suggeriscono che sarà di grande interesse tornare in questa zona con pertinenti strumentazioni geofisiche che permettano di giungere a potenzialmente rilevanti ritrovamenti archeologici.

Infine, un'altra area interessante che abbiamo sottoposto ad analisi ERT è la zona circostante alla grande roccia chiamata "Userhat Rock", che si erge all'inizio del canale d'acqua a ovest e sopra la KV8 (tomba di Merenptah). L'analisi dei dati ERT raccolti in quest'area è ancora in fase preliminare e i risultati saranno discussi in un successivo rapporto.

#### SEZIONE 5: CONCLUSIONI AND RACCOMANDAZIONI AL TERMINE DELLA PRIMA STAGIONE

Le principali conclusioni al termine della prima stagione del progetto *Indagine Geofisica Completa della Valle dei Re* sono riassunte qui di seguito.

1. La Valle dei Re (VdR) ha una struttura geologica complessa e una storia di scavi archeologici e altre forme di attività umane, che rende l'interpretazione dei dati ERT e GPR acquisiti molto impegnativa. Le conclusioni preliminari presentate in questo articolo trarrebbero sicuramente grande beneficio da un'indagine geologico-strutturale strettamente correlata all'indagine geofisica.

2. Nell'Area Z (Valle delle Scimmie), un'interessante anomalia conduttiva si trova a 2-3 m di profondità dai depositi di fondazione. Se l'origine antropica di quest'anomalia fosse confermata, potrebbe essere causata da interventi di riempimento o livellamento eseguiti nei tempi antichi, o costituire una cavità (forse un corridoio) colmata di detriti (per via del suo carattere conduttivo).
3. Sempre nell'Area Z, un'interessante anomalia appare in entrambi i dati GPR e ERT sul lato sinistro del fondovalle, addossato alla pendice rocciosa. Questo settore dell'Area Z è stato interessato da recenti attività di scavo, e quindi la sua interpretazione richiede un'attenta considerazione della portata e della natura di tali attività.
4. Nell'Area TUT, sono state individuate due anomalie ERT resistive di potenziale interesse archeologico situate in prossimità della KV62. Se di origine antropica, esse possono indicare cavità non necessariamente connesse con la KV62. Tuttavia, una scansione GPR delle pareti nord, ovest e est della camera funeraria della KV62 aggiungerebbe informazioni essenziali, consentendoci di giungere a una conclusione più chiara sulla natura di tali anomalie e se esse rappresentino o meno una continuazione della stessa KV62.
5. I dati preliminari raccolti nella zona antistante alla KV2 sono molto promettenti in termini della loro potenziale rilevanza archeologica.

Le principali raccomandazioni al termine della prima stagione sono le seguenti:

1. Un'accurata indagine geologico-strutturale dell'Area Z prima di procedere con scavi archeologici tradizionali nella Valle delle Scimmie.
2. La raccomandazione (i) è effettivamente valida anche per le altre aree della VdR, data la sua complessa struttura geologica.
3. Si proceda senza esitazione con la terza indagine GPR dall'interno della KV62 per stabilire se le anomalie rilevate dai dati ERT (indicate nella Sez. 3 come Anomalie 1 e 2) sono collegate alla KV62, e pertanto suggeriscono una possibile continuazione della tomba di Tutankhamon. A tal fine, una scansione GPR dall'interno della KV9 appare anch'essa particolarmente utile.
4. Eseguire una completa ricostruzione topografica della VdR mediante scansioni laser 3D per facilitare l'interfaccia dei dati GPR / ERT con le informazioni topografiche e disporre di un modello digitale del terreno (DTM) georiferito, da integrare nella restituzione tridimensionale dei dati geofisici. Questo compito è particolarmente rilevante in quanto i dati topografici originali raccolti dal *Theban Mapping Project* negli anni '80 (WEEKS 2003) appaiono in parte mancanti, incompleti o imprecisi. In questo contesto, sarebbe estremamente utile eseguire scansioni laser 3D dall'alto mediante l'utilizzo di droni.
5. Proseguire con le indagini geofisiche e topografiche delle altre aree di interesse potenziale, descritte nella Sezione 4, e in particolare l'area antistante alla KV2, dove sono stati raccolti dati preliminari molto promettenti. Più in generale,

estendere l'indagine geofisica a tutta la VdR nel corso della seconda stagione del progetto contemplando l'impiego di frequenze GPR più basse.

6. Sviluppare nuove tecniche per estendere l'uso del GPR su terreni non livellato e sconnessi, caratteristici della VdR.

#### BIBLIOGRAFIA

##### AFIFI – DASH 2015

A.R. AFIFI – G. DASH, *Discovery of Intact Foundation Deposits in the Western Valley of the Valley of the Kings*, in M.S. PINARELLO et al. (eds), *Current Research in Egyptology. Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium*, London and Philadelphia 2015, pp. 1-10.

##### CROSS 2014

S.W. CROSS, *The Workmen's Huts and Stratigraphy in the Valley of the Kings*, JEA 100 (2014) pp. 133-150.

##### DAVIS – AYRTON 2001

T.M. DAVIS – E.R. AYRTON, *The Excavations During the Winters of 1905-1906*, in T.M. DAVIS (ed), *The Tomb of Siptah: The Monkey Tomb and the Gold Tomb*, London, 2001 (reprint), pp. 6-7.

##### HAWASS ET AL 2010

Z. HAWASS – S. ABDEL-MONAEM – A. R. AFIFI *Preliminary Report of the Supreme Council of Antiquities (SCA) Excavation in the Valley of the Kings (2007-2008)*, in Z. HAWASS – S. IKRAM (eds), *Thebes and Beyond: Studies in Honor of Kent B. Weeks*, Cairo 2010, pp. 57-84.

##### NOVO ET AL 2013

A. NOVO – J. LECKEBUSCH – D. GOODMAN – G. MORELLI – S. PIRO – G. CATANZARITI, *Advances in GPR Imaging with Multi-channel Radar Systems*, "Journal of Surveying and Mapping Engineering" 1 (2013), pp. 1-6.

##### REEVES 2002

N. REEVES, *Newsletter of the Valley of the Kings Foundation*, Special Issue 1: The Amarna Royal Tombs Project (2002).

##### REEVES 2015

N. Reeves, *The Burial of Neferiti?*, Tucson 2015.

##### STRUTT ET AL 2017

K. STRUTT – S. CAMPANA – J. OGDEN – G. CATANZARITI – G. MORELLI, *Geophysical Survey at Çatalhöyük: Results of Combined Magnetometer and Ground Penetrating Radar*, 2017.

##### VIERO ET AL 2015

A. VIERO – A. GALGARO – G. MORELLI – A. BREDI – R. FRANCESE, *Investigations on the Structural Setting of a Landslide-prone Slope by Means of Three-dimensional Electrical Resistivity Tomography*, "Natural Hazards" 78 (2015), pp. 1369-1385.

WEEKS 2003

K. WEEKS, *Atlas of the Valley of the Kings*, Cairo-New York 2003.

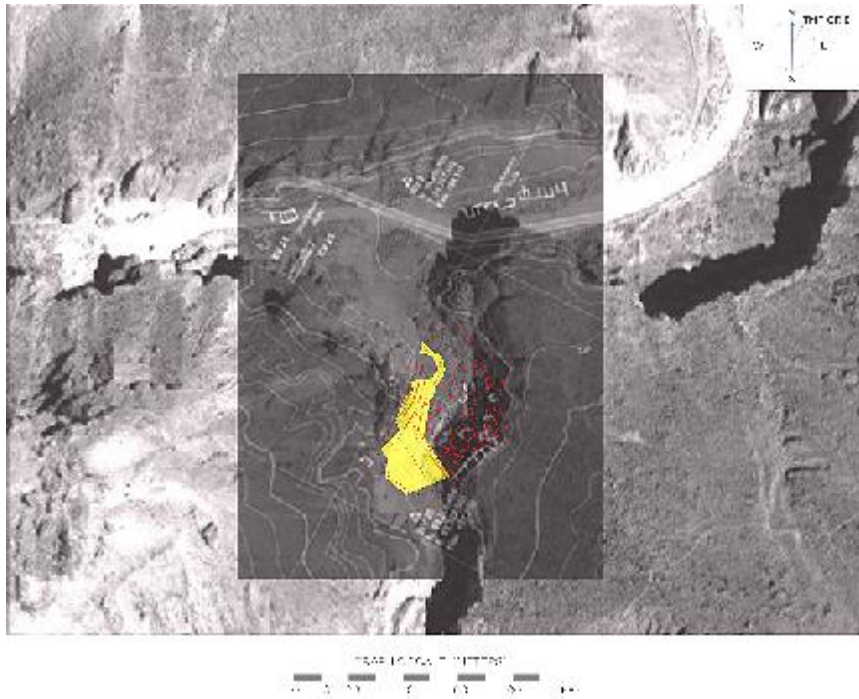


Fig. 1. Veduta aerea dell'Area Z situata nel ramo meridionale della Valle delle Scimmie. In giallo, la superficie coperta dall'indagine Georadar-3D; i puntini rossi rappresentano le posizioni degli elettrodi utilizzati per le misure di resistività elettrica (ERT). L'indicazione della direzione TMP GRID, in questa e nelle successive figure, si riferisce all'orientamento del TMP ossia del Theban Mapping Project (<http://www.thebanmappingproject.com/>) visitato l'08/11/2017

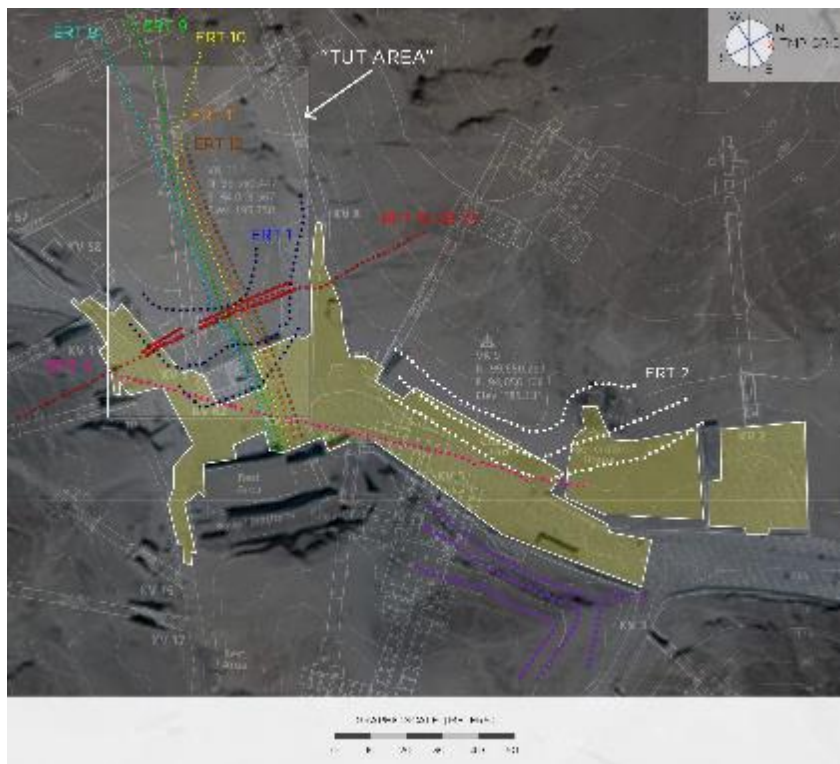
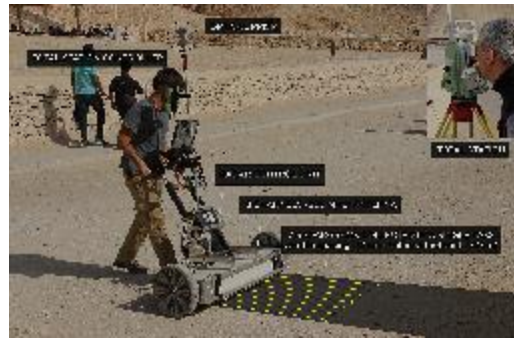


Fig. 2. Veduta aerea della parte centrale della Valle dei Re, che mostra la distribuzione degli elettrodi ERT (punti colorati) insieme ai settori coperti dall'indagine 3D-GPR (retinature in giallo). L'Area TUT è indicata nella parte superiore sinistra di questa figura



(a)



(b)

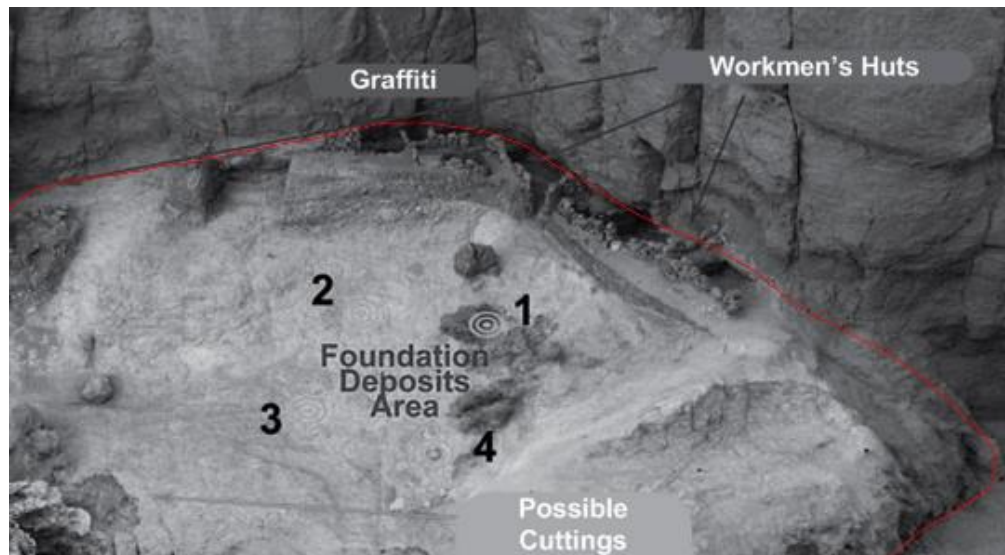
Fig. 3. (a) Fotografia che mostra un particolare stendimento ERT acquisito nell'area della KV62. (b) Georadar tomografico IDS Stream-X 200 MHz, interfacciato ad una Stazione Totale robotizzata



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. (a) Fotografia del ramo meridionale della Valle delle Scimmie. Il perimetro rosso comprende la parte di terreno che ospita le capanne degli operai e i depositi di fondazione; b) Veduta aerea (Google Earth) del ramo meridionale della Valle delle Scimmie; (c) Parte dell'area Z che illustra la posizione dei depositi di fondazione unitamente alle capanne degli operai. La superficie bianca corrisponde al livello raggiunto dagli scavi di Zahi Hawass (immagine rielaborata a partire da AFIFI - DASH 2015)



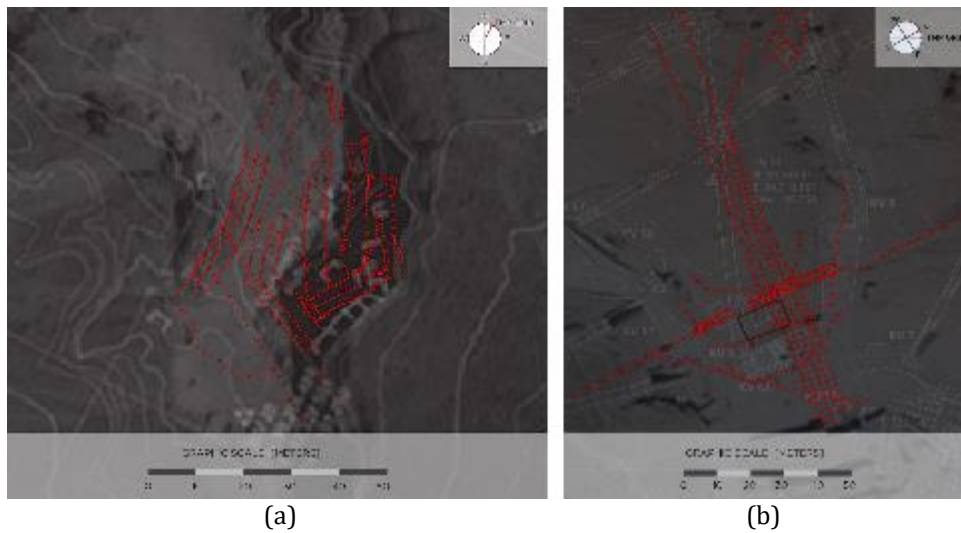


Fig. 5. Distribuzione degli elettrodi (punti rossi) utilizzati nella Valle delle Scimmie (a) e nella parte centrale della VdR (b) per le misure ERT

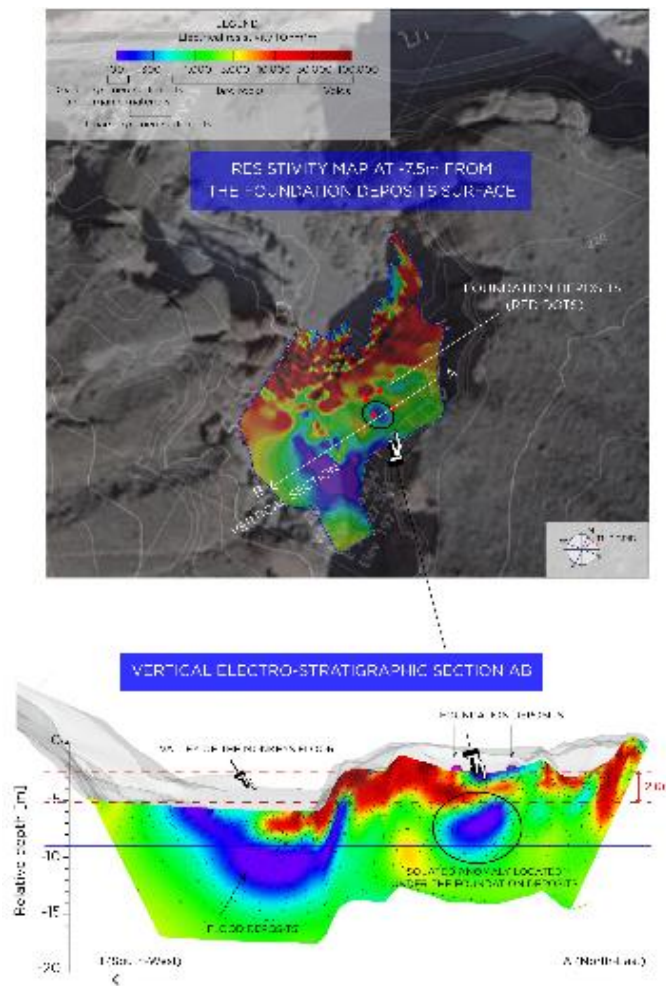


Fig. 6. (sopra) Mappa di resistività elettrica corrispondente ad una profondità di circa 7,5 m sotto il piano dei depositi di fondazione; (sotto) sezione elettro-stratigrafica sotto il profilo A-B. Dati ERT elaborati con il software ERT-Lab

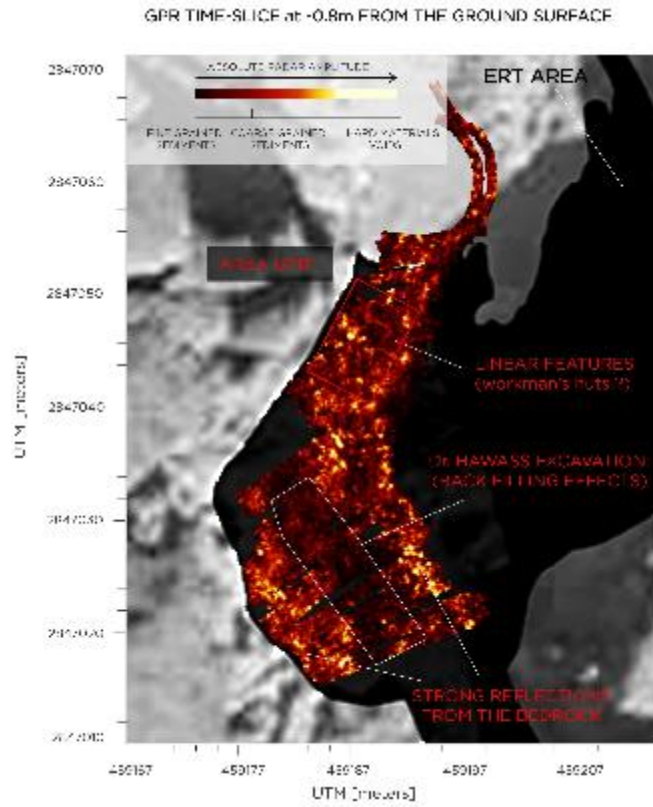


Fig. 7. Mappa georadar (200 MHz) a -0,8 m dal p.c.

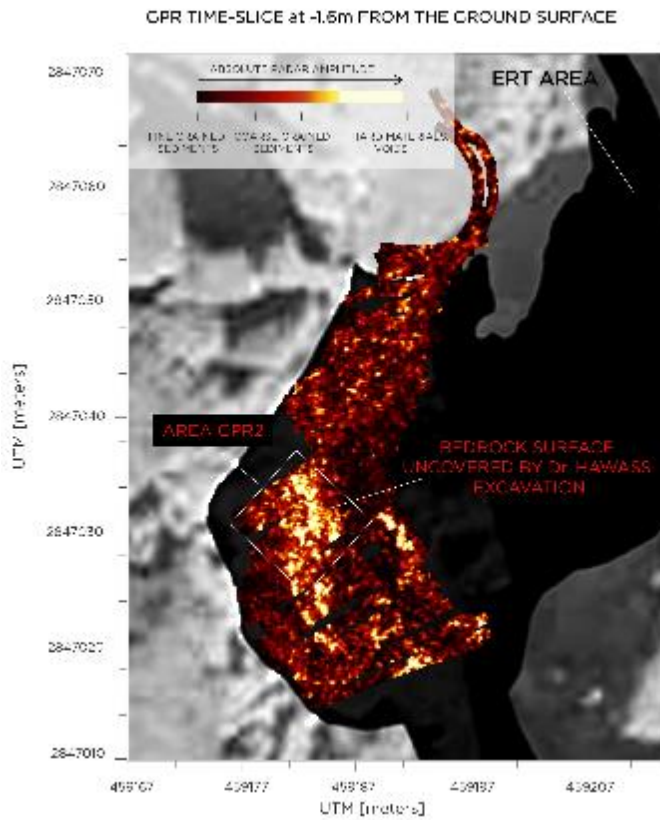


Fig. 8. Mappa georadar (200 MHz) a -1,6 m dal p.c. È mostrata la posizione dell'area GPR2, considerata d'interesse

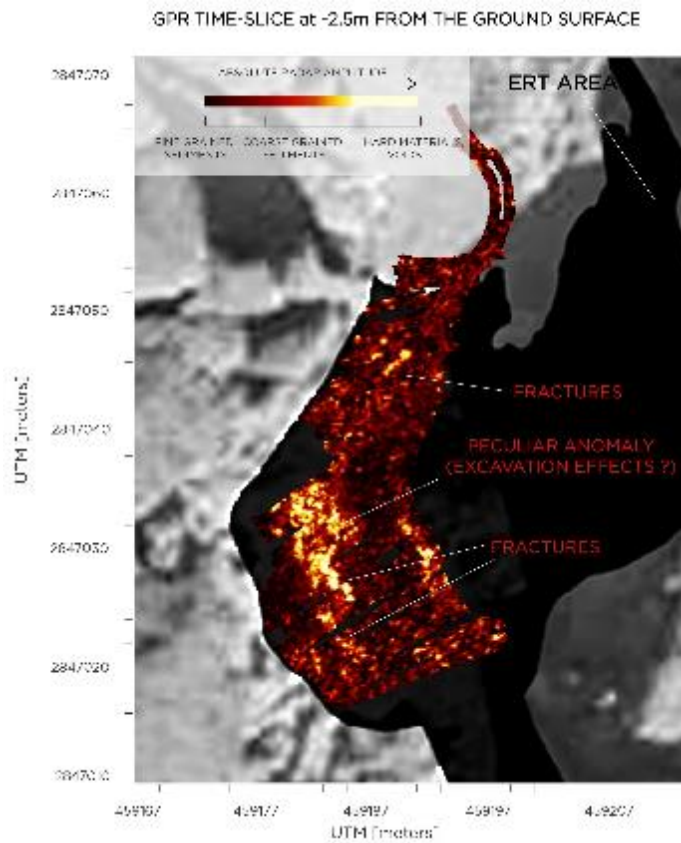


Fig. 9. Mappa georadar (200 MHz) a -2,5 m dal p.c.

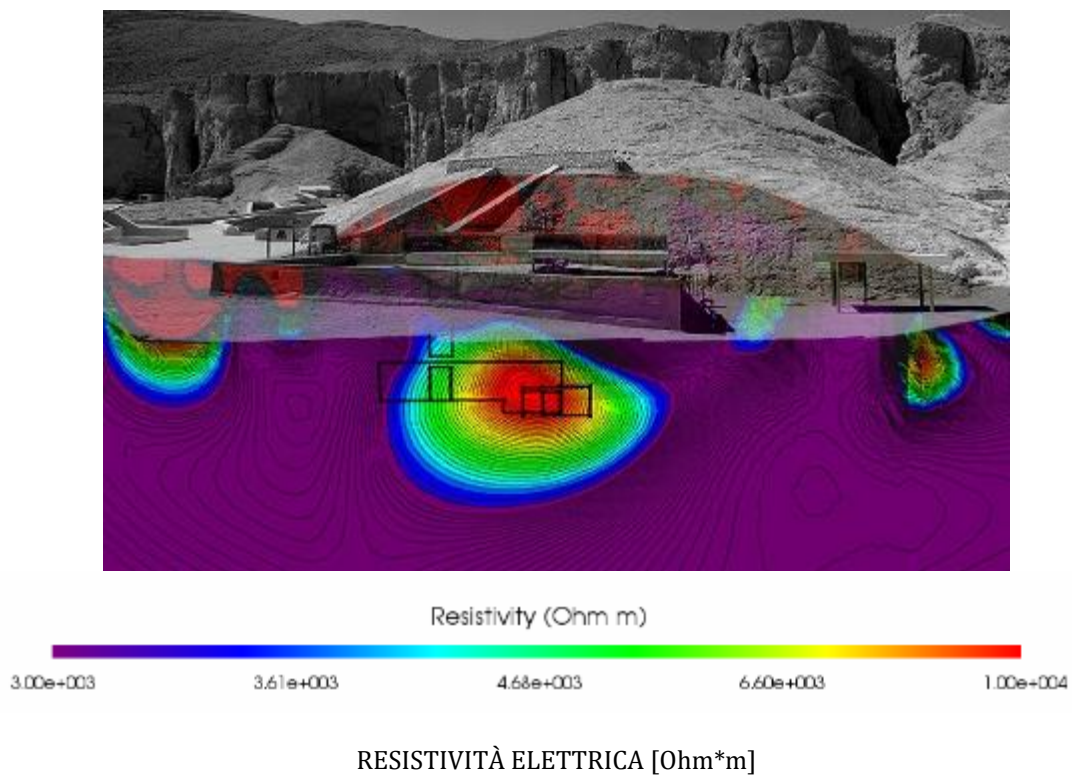


Fig. 10. Sezione verticale ERT che attraversa la camera di sepoltura KV62 in direzione nord-sud. L'anomalia in primo piano (in rosso) corrisponde alla KV62. Di particolare interesse sono le due anomalie resistive alla destra di KV62, indicate nel testo come Anomalie 1 e 2

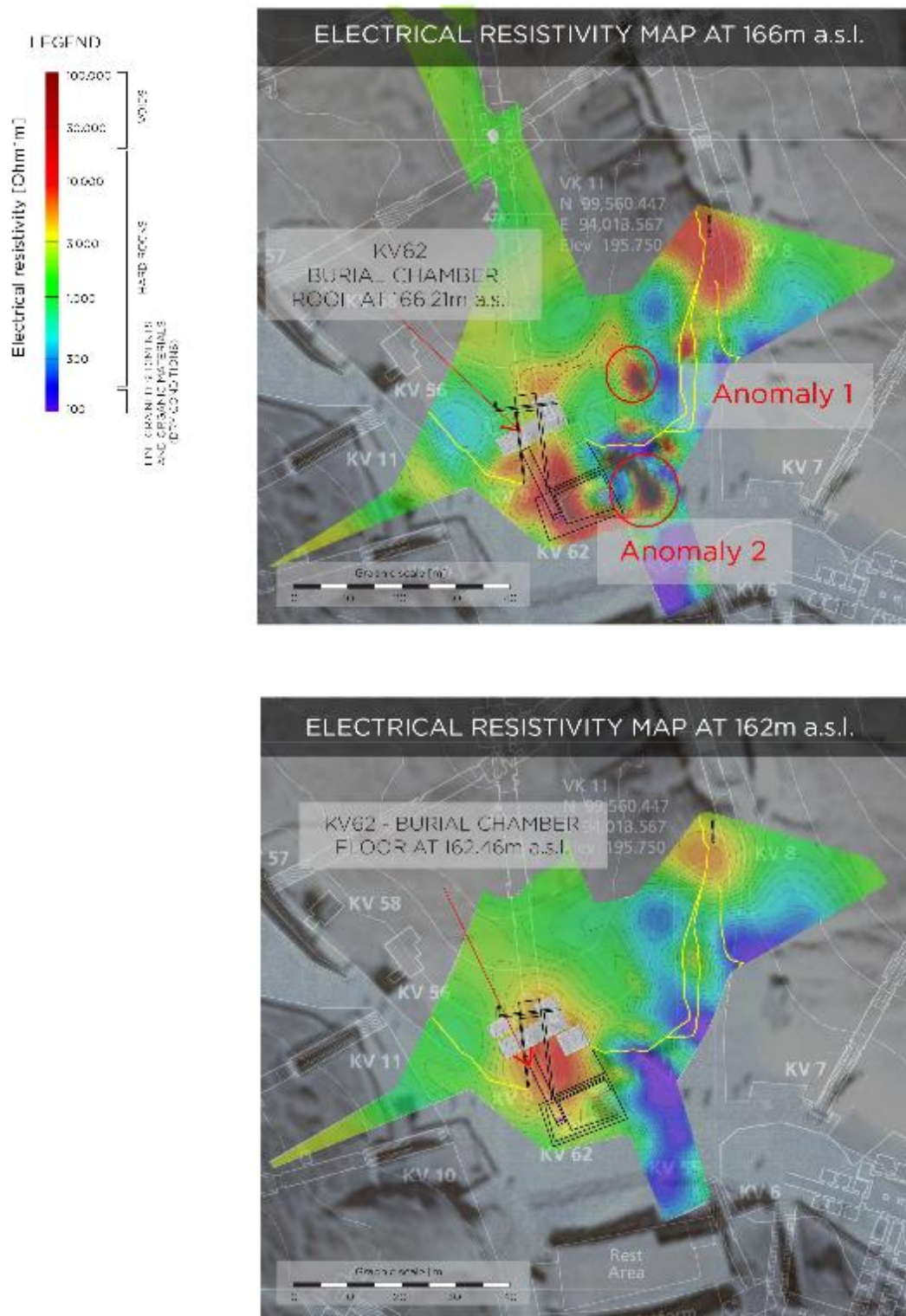


Fig. 11. Mappe orizzontali di resistività elettrica che intercettano l'Area TUT poco al di sopra del soffitto della camera funeraria della KV62 (in alto) e a livello del pavimento della stessa (in basso). Si noti che le Anomalie 1 and 2 sono visibili solamente alle quote superiori poiché giacciono al di sopra della KV62

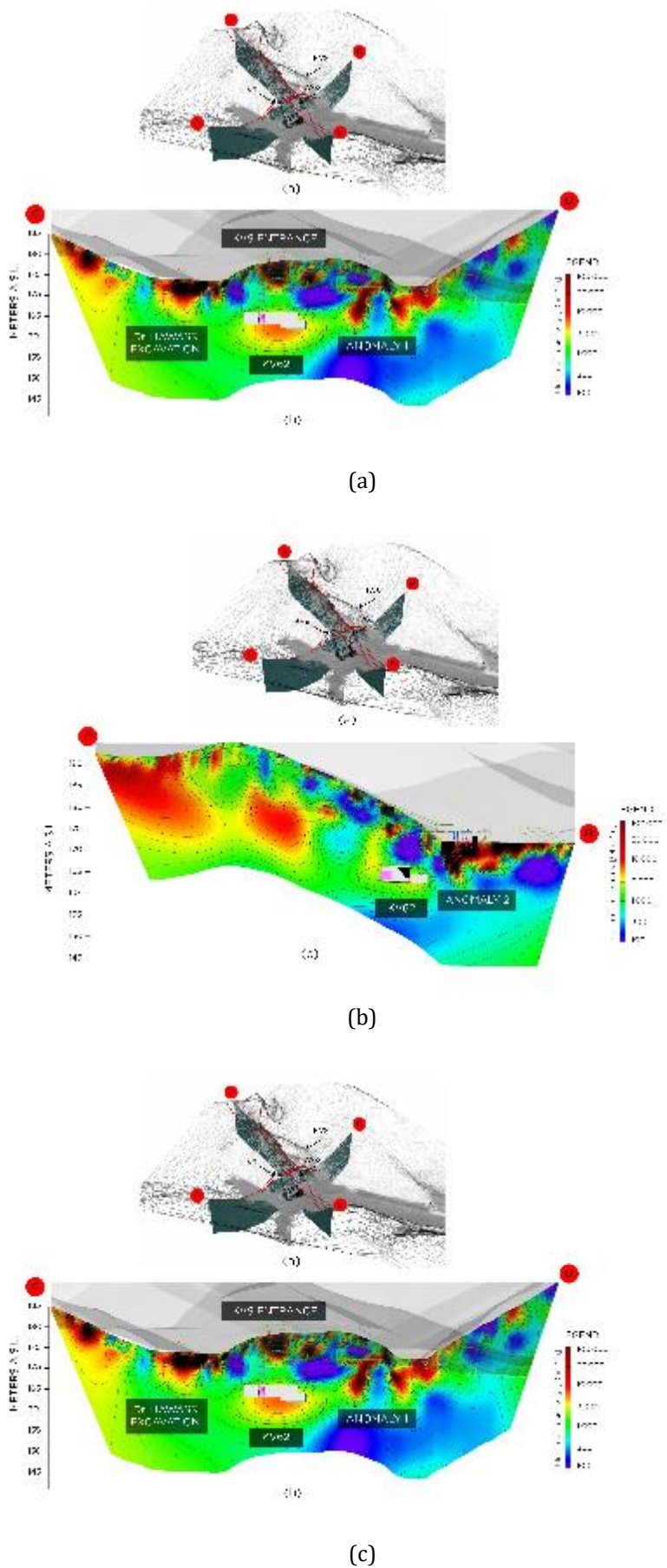


Fig. 12. Sezioni elettrostratigrafiche. (a) Grafico della posizione delle sottostanti sezioni; (b) Sezione verticale est-ovest che intercetta la camera funeraria della KV62 e l'Anomalia 2. (c) Sezione verticale nord-sud che intercetta la camera di sepoltura KV62 e l'Anomalia 1. Dati ERT elaborati con il software ERT-Lab



Fig. 13. Mappa GPR rappresentativa (200 MHz) ottenuta proiettando sullo stesso piano tutti i segnali radar riflessi entro 2,5 m di profondità dal p.c. (*overlay GPR analysis technique*). Il cerchio giallo identifica la potenziale area d'interesse rilevata dalle misure GPR, approssimativamente corrispondente alla posizione dell'Anomalia 1. Parametro rappresentato: *Absolute Reflection Amplitude*

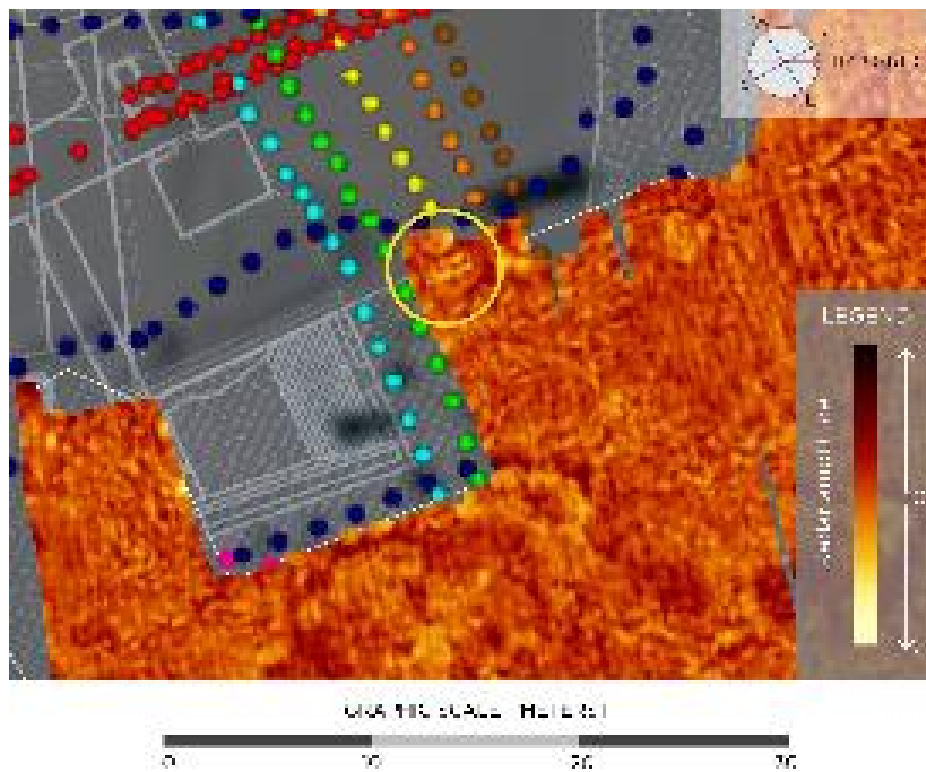


Fig. 14. Mappa GPR rappresentativa, corrispondente a circa 0,8 m di profondità dal p.c. Parametro rappresentato: *Reflection Amplitude*. All'interno del cerchio giallo è visibile un'anomalia rettangolare possibilmente di origine antropica

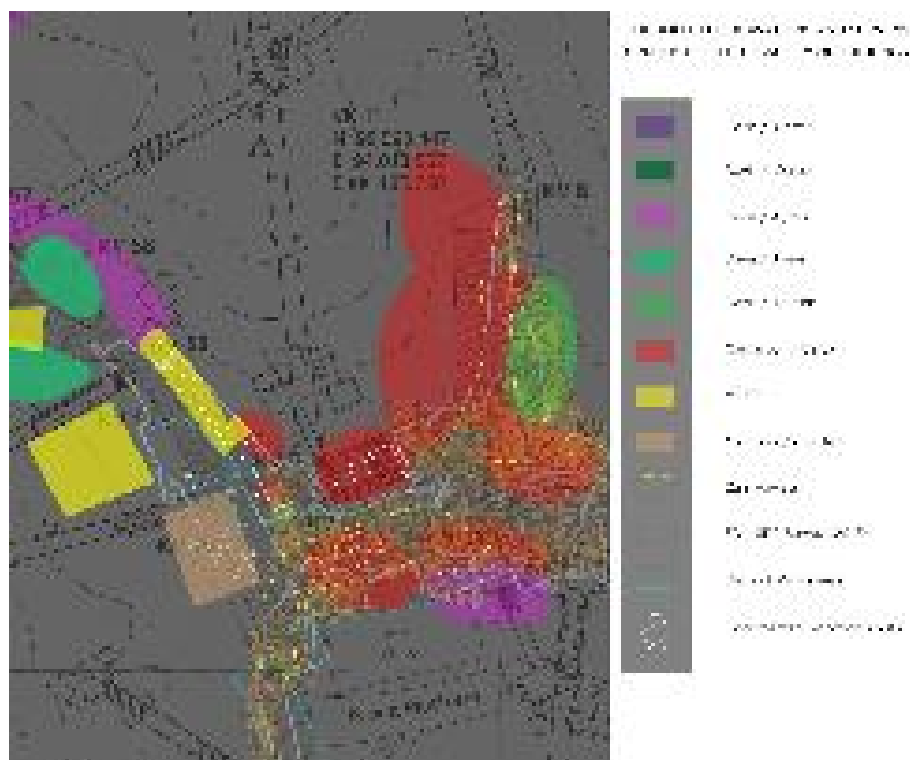


Fig. 15. Scavi storici e moderni documentati e dati GPR da noi raccolti nella parte centrale della VdR, il tutto rappresentato su una mappa di riferimento del *Theban Mapping Project* (WEEKS 2003). È inoltre sovrapposta in trasparenza una mappa GPR



Fig. 16. Mappa radar rappresentativa che mostra la copertura dall'indagine GPR-3D durante la stagione 2017, nell'ambito del progetto di mappatura geofisica completa della Valle dei Re

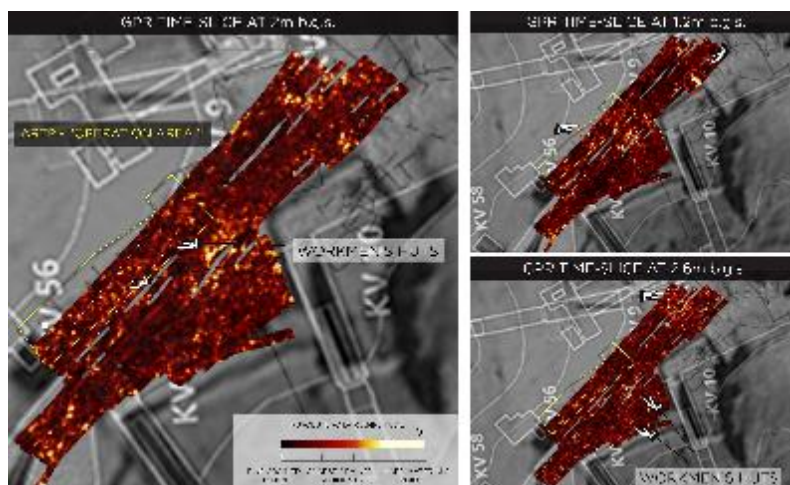


Fig. 17. Mappe GPR (200 MHz) dell'area tra KV10 e KV11 fino a KV56 e KV9. Parametro rappresentato: *Absolute Reflection Amplitude*. I riflettori lineari indotti dalle capanne degli operai sono visibili a profondità di 2 m nel settore denominato "Area Operativa 1" (a sinistra) nell'ambito del progetto Amarna Royal Tomb. Sono visibili diversi e interessanti segnali GPR caratteristici a 1,2 m (in alto a destra) e 2,6 m di profondità (in basso a destra). Alcuni di essi sono evidenziati da cerchi rossi



