

SERGIO GINESU (\*), MARIA CHIARA SATTÀ (\*\*) & STEFANIA SIAS (\*)

## EVIDENCE PALÉOSISMIQUE EN SARDAIGNE SEPTENTRIONALE: LE SITE ARCHÉOLOGIQUE DE «SOS FURRIGHESOS» (ANELA, GOCEANO)

**ABSTRACT:** GINESU S., SATTÀ M.C. & SIAS S., *Paleoseismic evidences in the northern Sardinia (Italy): the archaeological site of Sos Furrighesos (Anela, Goceano)*. (IT ISSN 0391-9838, 1996).

Based on geomorphological and archeological studies, it has come possible to determinate the age of a landslide by an weak hearthquake shock during the first occupation of Sos Furrighesos necropolis (late Neolithic, 3.500-2.500 b.c.). For the first time the authors have pointed out a definite date in the paleosismicity of Sardinia, a territory without catastrophic seismic events.

**KEY WORDS:** Palaeosismicity, Paleo-landslide, Late Neolithic, Sardinia, Italy.

**SOMMAIRE:** GINESU S., SATTÀ M.C. & SIAS S., *Evidence paléosismique en Sardaigne (Italie) septentrionale: le site archéologique de «Sos Furrighesos» (Anela, Goceano)*. (IT ISSN 0391-9838, 1996).

L'étude comparée des observations géomorphologiques et archéologiques sur un vaste site préhistorique a permis de déterminer la date d'un éboulement produit par une activité sismique de faible envergure après la première implantation de la nécropole de Sos Furrighesos (Néolithique final, 3.500-2.500 av J.C.). Pour la première fois, les auteurs rapportent des données précises sur la paléosismicité de la Sardaigne, territoire exempt de secousses sismiques catastrophiques.

**MOTS CLÉS:** Paléosismicité, Paleo-glisserment de terre, Néolithique Final, Sardaigne, Italie.

**RIASSUNTO:** GINESU S., SATTÀ M.C. & SIAS S., *Evidenze di paleosismicità nella Sardegna settentrionale: il sito archeologico di «Sos Furrighesos» (Anela, Goceano)*. (IT ISSN 0391-9838, 1996).

L'analisi di confronto tra le evidenze geomorfologiche ed archeologiche in un vasto sito preistorico ha permesso di determinare l'età di un movimento di frana legata ad un sisma di debole intensità verificatosi do-

po la prima fase di colonizzazione della necropoli di Sos Furrighesos (Neolitico recente, 3.500-2.500 a.C.). Gli autori propongono, per la prima volta, dei precisi dati sulla paleosismicità della Sardegna, territorio ritenuto da sempre immune da catastrofi sismiche.

**TERMINI CHIAVE:** Paleosismicità, Paleofrane, Neolitico tardo, Sardegna.

### INTRODUCTION

Depuis quelques années, l'Istituto di Scienze Geologico Mineralogiche de l'Università de Sassari a entrepris des recherches dans le domaine des éboulements dans la partie centro-septentrionale de la Sardaigne. Ces études ont abouti à l'identification de nombreux types de mouvements de gravité d'origine actuelle ou récente, qui se sont manifestés sur des zones restreintes (FEDERICI & GINESU, 1991; GINESU & COSSU, 1992). Elles ont porté également sur des mouvements plus anciens, de plus forte amplitude, concentrés sur les versants et qui sont la résultante de déformations profondes (*deep-seated gravitational slope deformations*); ces mouvements, qui ont été repérés dans diverses localités sur tout le territoire insulaire, ont été répertoriés au cours d'un Congrès (FEDERICI & GINESU, 1988 inédit) et, par la suite, repris dans une autre publication (GINESU & COSSU, 1992).

C'est principalement en relation avec ces derniers types de mouvements que des événements de nature sismique ont pu être identifiés comme un des processus principaux liés aux éruptions volcaniques du Plio-Pléistocène, qui se sont produites périodiquement en Sardaigne au cours des quatre derniers millions d'années. L'étude de quelques-unes de ces déformations profondes a permis de localiser la cause de leur genèse sur le territoire de Logudoro, au nord de l'île: il s'agit des dernières phases d'activité du massif volcanique de Sos Pianos, qui sont datées, selon la méthode K/Ar, de 140.000 ans B.P. (GINESU, 1991).

Les connaissances acquises et la collaboration constante

(\*) Istituto di Scienze Geologico Mineralogiche, Università di Sassari, Corso Angioi 10, 07100 Sassari (Italia).

(\*\*) Soprintendenza Archeologica per le Provincie di Sassari e Nuoro.

Travail effectué avec la contribution de C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Linea «Previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio», Pubbl. n. 1058, U.O. 13 (Resp. Prof. P.R. Federici).

Les auteurs tiennent a remercier Monsieur R. Badià, du Dipartimento di Scienze del Territorio de l'Università de Cagliari pour sa précieuse collaboration dans la recherche des sources et Monsieur J.M. Cordy, de l'Université de Liege, pour la lecture critique du text.

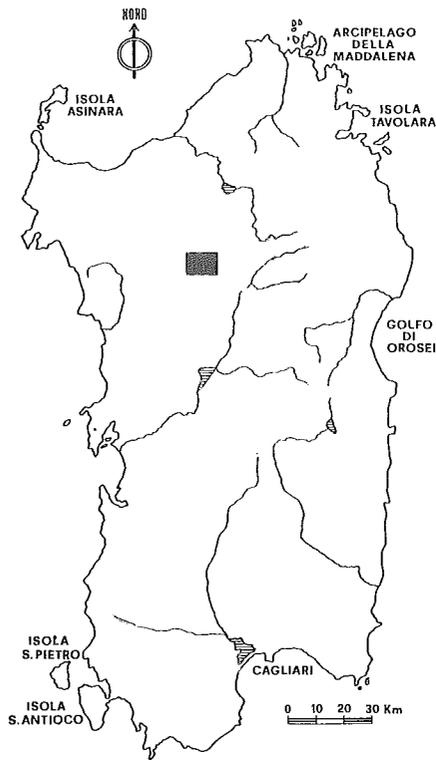


Fig. 1 - Localisation du site.

Fig. 1 - Study area

avec la Soprintendenza Archeologica per le Provincie di Sassari e di Nuoro ont permis de localiser dans un important site archéologique des manifestations géomorphologiques qui prouvent, pour la première fois, la continuité des secousses sismiques depuis les premières phases du Pléistocène supérieur jusqu'aux périodes préhistoriques de l'Holocène, pour aboutir enfin, de façon plus documentée, aux dernières secousses enregistrées au cours du siècle dernier.

Bien que l'île soit renommée pour sa stabilité et pour son absence de sismicité, elle a pourtant connu, au cours des siècles, des séismes de faible amplitude, qui ont parfois laissé des traces dans les périodes historiques. Récemment (1977), des activités sismiques de faible intensité ont été enregistrées par sismographe dans la zone de Cagliari. Dans la zone urbaine, le mouvement a atteint une valeur de IV degrés sur l'échelle modifiée de Mercalli; toutefois, sur l'île de San Pietro à l'ouest de Cagliari, le mouvement a été encore plus évident et a atteint une valeur approximative de VI degrés sur l'échelle modifiée de Mercalli. Quelques années plus tard (11 Janvier 1981), un phénomène sismique a été perçu dans la plaine de Coghinas (II degrés sur l'échelle modifiée de Mercalli).

Mais le peu d'intérêt que l'on accorde à la Sardaigne pour l'étude des tremblements de terre, dans une nation qui est affligée par ces calamités en d'autres points de son territoire, a contribué au fait que l'on trouve très peu de publications sur ce sujet. D'ailleurs, l'île n'est ni mention-

née, ni prise en considération dans l'étude récente sur la paléosismicité de la Mer Méditerranée (GUIDOBONI, 1989). De même, dans le récent Programme Spécialisé du C.N.R. intitulé «Géodynamica», l'intérêt porté à la Sardaigne est dépourvu de documentation sérieuse.

Dans une étude seulement, celle de BARATTA (1901), le chapitre XXIV présente une bref histoire des activités sismiques, qui ont parfois atteint une intensité certaine (Carloforte et Sant'Antioco en 1771). Dans la zone sud-occidentale, où les tremblements de terre et les faibles secousses ont été davantage relevés, l'auteur mentionne en effet de nombreuses dates (1615, 1771, 1835, 1855, 1856); en 1898, une secousse sismique est même signalée dans la zone orientale, près du village de San Vito. En Juin 1870, un séisme s'est produit près de Ittireddu et aurait «ébranlé fortement» le village; l'auteur en attribue ensuite la cause au petit volcan du Monte Lisir, qui se trouve à proximité. Enfin, en 23 Février 1887, une secousse s'est fait sentir à Sassari en concomitance avec le tremblement de terre qui frappa la Ligurie occidentale.

## DÉLIMITATION DE LA ZONE ÉTUDIÉE

La zone étudiée est située sur un territoire plutôt accidenté qui correspond à la bande de terrain au pied du pilier tectonique du Monte Rasu séparant le Logudoro, au nord, de la plaine du Goceano sur le versant sud (fig. 1). Toute la zone environnante est caractérisée par la présence de roches d'origine éruptive, qui appartiennent au cycle magmatique calc-alcalin du Tertiaire, en liaison avec l'activité tectonique de la chaîne du Goceano. Dans le cas présent, ces roches sont constituées principalement par des éléments pyroclastiques, avec surtout des coulées ignimbritiques et d'importants horizons de tuffs cinéritiques (fig. 2). Vers la partie occidentale du site se trouve le plateau du Pranu Mannu, caractérisé par une coulée de nature basaltique et d'âge plio-pléistocène; il s'agit d'une variation morphologique et pétrographique du complexe éruptif présent autour de la zone de Sos Furrighesos.

Le site qui fait l'objet de notre enquête se trouve près du hameau de Case de Pianu Oschiri, sur la paroi rocheuse de l'escarpement abrupt qui délimite une surface située au niveau des cinérites du Tertiaire. Au pied du plateau, dans une petite vallée, coulent le Rio Tavo e Carros et le minuscule Rio Mannu, qui confluent près de la paroi terminale de l'escarpement du Pranu Oschiri. L'ensemble de la petite vallée est connu sous le nom de «Sos Furrighesos», dénomination due au fait de la présence sur la paroi rocheuse d'un certain nombre de sépultures hypogées; le mot lui-même signifie en langue sarde «les petits trous».

Géomorphologiquement, la zone est caractérisée par un relief de collines à sommet plat, en relation avec la structure des roches éruptives. En effet, les roches sont fréquemment interrompues et creusées par de petits cours d'eau à régime torrentiel provenant des versants septentrionaux de la chaîne montagneuse du Monte Rasu. En conséquence, les formes liées au ruissellement d'eaux torrentielles sont prédominantes; de même, les gorges et les

FIG. 2 - Vue panoramique de la paroi rocheuse de «Sos Furrighesos» dans les cinérites du Tertiaire.

FIG. 2 - View of the rocky wall of «Sos Furrighesos» in the Tertiary ash tuffs.



canyons sont également fréquents. La petite vallée de Sos Furrighesos, elle-même, enfermée entre les escarpements du Pianu Oschiri et la plaine de Simulantes, peut être considérée comme étant née d'une gorge creusée dans les cinérites pyroclastiques très compactes du Tertiaire, qui sont d'une coloration claire sur fond gris blanc. Bien que compacts, ces niveaux présentent de nombreuses fractures sur leurs parois exposées en affleurement. En particulier, des failles orientées nord-sud et est-ouest ont marqué les escarpements rocheux du Pianu Oschiri, déterminant ainsi le cours géométrique du Rio Mannu et rabaissant le col où est implanté le hameau de Case de Piano Oschiri.

Ces failles ont provoqué sur les parois où se trouvent les hypogées une cassure très nette dans la partie centrale (fig. 3). Il paraît évident qu'au cours des périodes préhistoriques, une excavation anthropique n'a pas pu être possible dans ce secteur de la paroi, étant donné que les conditions du versant étaient déjà précaires à l'origine. La fracture doit être attribuée à l'activité tectonique sur les vulcanites à la fin du Tertiaire (FEDERICI & GINESU, 1991 b).

## DESCRIPTION ARCHÉOLOGIQUE DU SITE

La nécropole de Sos Furrighesos comprend dix-huit «domus de janas» creusées dans la roche, qui ont été explorées archéologiquement, et trois autres tombes hypogées presque totalement souterraines. A la limite de l'arête rocheuse, on peut observer les restes d'un nuraghe (tour en forme de cône tronqué) et du village associé, constitué d'habitations circulaires. Non loin, sur le plateau, un atelier lithique a également été localisé.

Les tombes présentent des plans variés, simples ou pluricellulaires avec un minimum de quatre cella (12 tombes sur 18). Trois types de topographies ont été observées: la domus monocellulaire, suivant un plan trapézoïdal ou ellipsoïdal; la domus bicellulaire, en demi-cercles opposés, ou avec une antecella semi-circulaire; la domus en «I» avec antecella, avec cour ou avec pavillon, ou bien sans antecella, ni cour, ni pavillon. Les accès aux tombes, disposées se-

lon trois lignes horizontales parallèles, sont surélevées dans 12 cas, avec des portes d'accès situées à une hauteur variant de 20 cm à 3 mètres par rapport au sol actuel. Des entailles et des marches creusées dans la roche facilitaient l'accès aux domus. De petites rigoles creusées dans la roche sur les côtés de l'entrée évacuaient les eaux de pluie vers le bas.

L'intention de recréer l'habitation des vivants est manifeste, non seulement dans l'organisation de l'hypogée, mais aussi dans les détails de son architecture décorative: socles et bandes en relief horizontalement et verticalement sur le plafond (cinq types différents), colonnes et piliers, pilastres, cloisons, lits funéraires, foyers et stèles. Dans 8 hypogées, on observe des protômes bovins pétroglyphes. Le motif sculpté sur la tombe XII a été interprété comme étant un foyer. Six tombes sont peintes, dans l'antecella et dans la cella principale, de couleur rouge, symbole de vie et de renaissance. Les représentations de cornes et de protômes bovins sculptés dans les tombes VI-VIII-II fournissent une indication chronologique relativement sûre: Néolithique récent (Culture de Ozieri, 3.500-2.700 av. J.C.) au Bronze ancien (Culture de Bonnanaro, 1.800-1.600 av. J.C.). La tombe IX, dite Tombe du chef, présente, en façade, un motif architectural décoratif, une grande «stèle», qui a été sculptée postérieurement au creusement de l'hypogée et juste avant le creusement des trois cavités qui contiennent trois petits piliers bétyles qui couronnent la façade de façon à être visibles de loin. Les piliers bétyles et la stèle sont considérés comme contemporains. Sur le problème de la datation de la façade «à stèles», la position des chercheurs est variable. De nombreuses considérations et précisions, corrigées par les découvertes et les études plus récentes, permettent de l'attribuer à l'âge du Bronze ancien à moyen (1.800-1.300 av. J.C.).

En résumé, l'étude archéologique de la nécropole, si l'on tient compte également des pièces découvertes à l'occasion des fouilles, met en évidence une utilisation des lieux à l'époque préhistorique (Néolithique final au Bronze ancien à moyen) et même à l'époque de la Rome impériale. Chose étrange cependant, les matériaux attribuables à l'âge du Bronze final (c'est-à-dire postérieures à 1.300 ans av.

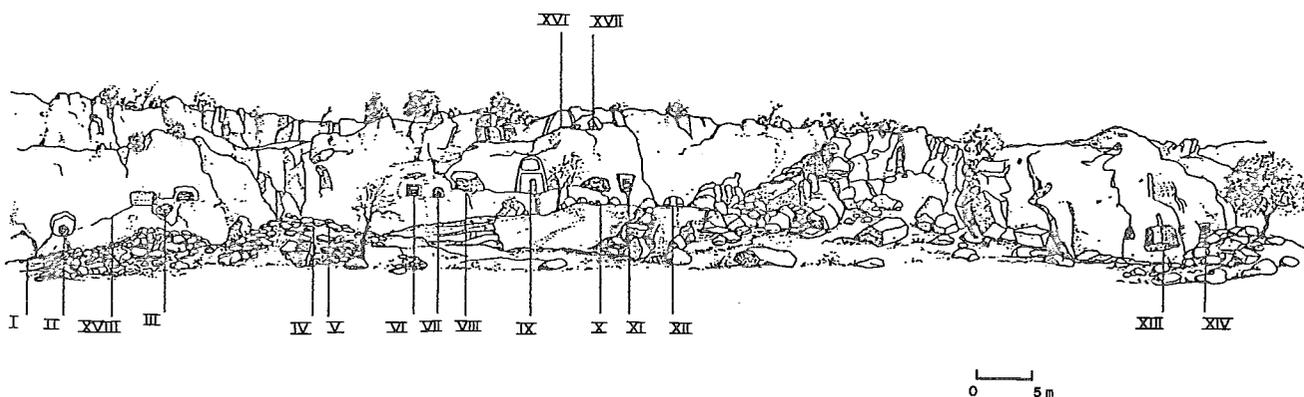


FIG. 3 - Vue générale de la nécropole avec la numération des sépultures.

FIG. 3 - View of the necropolis with the numeration of the burials.

J.C.) sont absents. La séquence chronologique est, de toute façon, très large.

#### LE SITE ET SES ASPECTS GÉOMORPHOLOGIQUES

Les caractéristiques géomorphologiques de la zone ont permis de mettre en évidence, de façon très nette, un mouvement de gravité caractérisé par un écroulement généralisé de blocs de rochers sur presque toute la paroi. Aussi bien l'escarpement sur lequel est située la nécropole, que les miroirs de faille en de nombreux points de la paroi rocheuse (fig. 4) et que les éboulis au pied de celle-ci sont autant de morphologies évidentes de l'amorce d'un processus d'éboulement. Le niveau supérieur de la paroi, qui est marqué par un grand nombre de fractures, a fourni la plus grande quantité des éboulis, qui ont formé, en quelques points, de véritables cônes de déjection. On pouvait présumer que l'évolution du versant avait été liée à des processus anciens, par ailleurs déjà connus dans d'autres parties de l'île et datés du Pléistocène supérieur (DIENI & MASSARI, 1971; FEDERICI & GINESU, 1991). Cependant, l'étude archéologique de la zone a fourni les éléments déterminants pour fixer une date précise à cet éboulement.

Après avoir examiné les résultats des recherches archéologiques déjà effectuées sur la nécropole (TANDA, 1984), nous avons pu constater qu'une partie des édifices funéraires étaient «incomplets», c'est-à-dire qu'ils étaient privés de «niche d'entrée». Mme Tanda a expliqué cette particularité par une possible remaniement des sépultures au cours d'une période ultérieure, aux environs de 1.500 ans av. J.C. (tombe IX), donc environ 1.500 ans après la première édification répertoriée (tombe VI, VII, XIV) (fig. 3).

Les observations de terrain que nous avons effectuées ultérieurement ont permis de mettre en évidence le rapport spatial existant entre les traces géomorphologiques de l'éboulement et l'état des sépultures qui s'avèrent «tronquées», c'est-à-dire privées de la niche d'entrée. En outre, aux endroits où l'éboulement n'a pas modifié la paroi, les

tombeaux sont encore intacts, présentant le plan complet de la sépulture (tombe VI, VII, XIV) (fig. 3). Cette coïncidence est encore plus évidente à la lecture du plan topographique que nous avons élaboré, à une échelle approximative, sur base des plans des diverses sépultures de la paroi explorée par Mme Tanda (GINESU & SIAS, 1993).

Ce fait a permis d'attribuer au mouvement de gravité une date bien précise et beaucoup plus récente que celle que pouvaient fournir les seuls éléments géomorphologiques. En effet, sur la base des documents archéologiques que nous possédons et au travers des études de Mme Tanda, nous pouvons déduire qu'un grand éboulement a touché tout le versant du Piano Oschiri précisément pendant la première installation préhistorique, c'est-à-dire pendant la première moitié du III<sup>e</sup> millénaire av. J. C. (3.000-2.700 av. J.C.). La réutilisation de quelques tombes au cours des périodes ultérieures confirmerait ce fait. En effet, les sépultures réutilisées sont celles qui ont conservé, après l'éboulement, des dimensions encore vastes. De modestes interventions extérieures ont suffi pour les réadapter et ces modifications ont dû elles-mêmes s'adapter à de nouvelles exigences esthétiques, ce qui explique la présence de motifs architectoniques connus seulement dans une phase plus tardive. Les tombes restées intactes n'ont pas été modifiées dans leur aspect d'origine, alors que celles qui avaient été fortement endommagées par l'éboulement ont été complètement abandonnées.

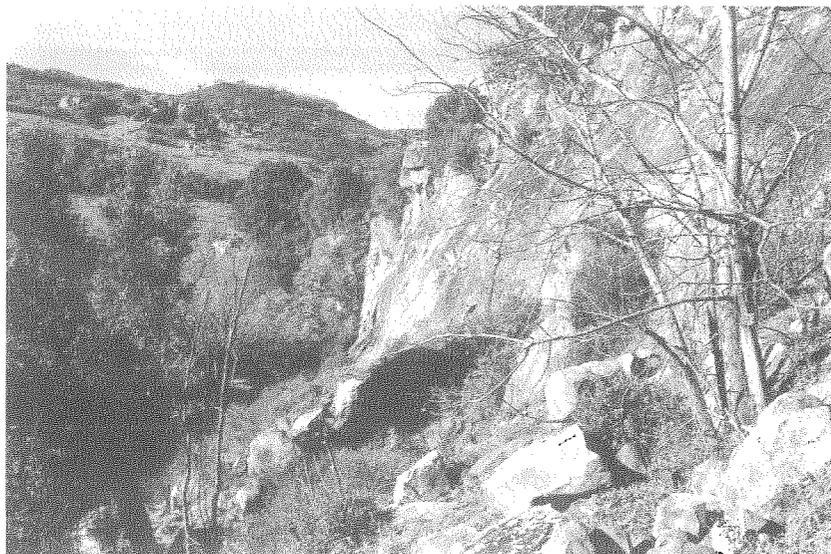
Un intervalle de temps assez long a conditionné la reprise de la fréquentation du lieu. Ceci confirmerait l'hypothèse qu'un tel éboulement ait été nécessairement lié à une activité sismique, qui aurait mis en mouvement simultanément toutes les parties instables du versant, contribuant à rendre la zone inhospitalière pendant longtemps.

#### CONCLUSION

Sur la base des éléments issus de l'enquête géomorphologique, des évidences archéologiques et des confrontations effectuées, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

FIG. 4 - Miroir de faille sur la paroi rocheuse.

FIG. 4 - Slickenside on the rocky slope.



- Les particularités géographiques originelles de la vallée, idéales lors de la première implantation préhistorique grâce à la présence de cours d'eau, à la configuration du site (un ravin clos et caché) et à la malléabilité optimale en même temps qu'à la résistance de la roche, ont été altérées à la suite de l'éboulement, ce qui provoqua un abandon du site pendant un certain temps.

- Le mouvement de gravité a frappé presque tout le versant, provoquant des éboulements et des écroulements de blocs de roche le long de toute la paroi exposée en affleurement, fait qu'on ne peut attribuer à la seule érosion de la base par le modeste cours d'eau de lieu. Ainsi, la pente présente des éboulis sur une longueur d'environ 300 mètres, alors que la hauteur de la paroi est d'environ 8 à 10 mètres. Ces éléments nous induisent à penser que le mouvement doit être mis en relation avec une activité sismique de faible amplitude qui a déclenché l'écroulement des parties instables de la paroi rocheuse.

- Le fait significatif est qu'un tel phénomène a pu être daté avec une certaine précision grâce à l'apport des études archéologiques; il se situerait dans une tranche de temps comprise entre 3.500 et 2.700 ans av. J.C.

- En se basant sur les éléments précédents, nous pouvons également supposer qu'il existe des sépultures postérieures au pied de l'escarpement aujourd'hui recouvert par les débris de l'éboulement.

- Enfin, à l'exemple de cette étude interdisciplinaire, il serait possible de revisiter et de réviser d'autres localités

dans lesquelles la présence de monuments archéologiques pourrait apporter d'utiles renseignements pour expliquer ou préciser des activités sismiques qui se seraient produites dans l'île à l'époque historique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BARATTA M. (1901) - *I Terremoti d'Italia*. Forni, Bologna.
- DIENI I. & MASSARI (1971) - *Scivolamenti gravitativi ed accumuli di frana nel quadro della morfogenesi plioquaternaria della Sardegna centro orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 10, 313-345.
- FEDERICI P.R. & GINESU S. (1991 a) - *I fenomeni di instabilità dei versanti con centri abitati della Sardegna centro settentrionale*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 28, 1-8.
- FEDERICI P.R. & GINESU S. (1991 b) - *Lineamenti geomorfologici dell'Alta Valle del Tirso (Goceano, Sardegna)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14, 123-130.
- GINESU S. (1991) - *The Coloru lava flow and its implications in the landscape evolution during the cold stages in the Pleistocene*. INQUA XIII Int. Cong., Beijing, Scala 1:25.000, Gallizzi, Sassari.
- GINESU S. & COSSU A. (1991) - *I fenomeni di instabilità nella Sardegna settentrionale: il caso dell'abitato di Tivialzu*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 29, 23-32.
- GINESU S. & SIAS S. (1993) - *Paleosismicity in the zone of Goceano (Sardinia, Italy), archeological indicators in the Sos Furrighesos site. The fourth Millennium b.C.*, Int. Symp. (1992), Nessebur, Bulgaria.
- GUIDOBONI E. (1989) - *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea*. Ist. Naz. Geofisica, Bologna, 1-768.
- TANDA G. (1975) - *Cronaca della Sardegna*. Riv. Sc. Preist., 30, 399-406.
- TANDA G. (1984) - *Arte e religione della Sardegna preistorica nella necropoli di Sos Furrighesos*. Chiarella, Sassari.