

## I DEPOSITI ALLUVIONALI OLOCENICI DI CAMPO IMPERATORE (MASSICCIO DEL GRAN SASSO – ABRUZZO)

Carlo Giraudi

ENEA C.R. Casaccia, C.P. 2400, 00100 Roma A.D.

### RIASSUNTO

Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio eseguito sui sedimenti e sui terrazzi alluvionali di Campo Imperatore ha permesso di distinguere varie fasi di sedimentazione risalenti all'Olocene. La scansione cronologica dell'attività alluvionale, ottenuta per mezzo di datazioni radiocarbonio su paleosuoli e sedimenti lacustri, dimostra come il trasporto solido nei corsi d'acqua sia avvenuto, seppure con diversa energia e con brevi fasi di interruzione, lungo gran parte dell'Olocene.

La fase di sedimentazione alluvionale olocenica che forma il primo terrazzo è avvenuta tra  $12.100 \pm 100$  BP ( $14.410 \div 13.770$  Cal BP) e un periodo successivo a  $7060 \pm 70$  BP ( $8120 \div 7910$  Cal BP) e precedente a  $5420 \pm 80$  BP ( $6400 \div 5950$  Cal BP). La sedimentazione del corpo alluvionale che forma il secondo terrazzo si è verificata tra  $7060 \pm 70$  BP ( $8120 \div 7910$  Cal BP) e  $4070 \pm 70$  BP ( $4830 \div 4410$  Cal BP). Le alluvioni che formano il terzo terrazzo si sono deposte in un periodo compreso tra  $4070 \pm 70$  BP ( $4830 \div 4410$  Cal BP) e un momento successivo a  $2130 \pm 50$  BP ( $2190 \div 1990$  Cal BP) e precedente a  $1410 \pm 40$  BP ( $580 \div 689$  AD).

La sedimentazione delle alluvioni che formano il quarto terrazzo è avvenuta tra  $1410 \pm 40$  BP ( $580 \div 689$  AD) ed un periodo più recente degli anni  $1440 \div 1640$  AD. Il quinto terrazzo è stato formato dall'attività alluvionale recentissima.

Appare poi evidente la correlazione tra fasi di sedimentazione alluvionale individuate a Campo Imperatore e quelle riconosciute in altre località dell'Appennino Centrale e Settentrionale; inoltre vi è una notevole coincidenza cronologica anche con le fasi di espansione del Ghiacciaio del Calderone e di alcuni ghiacciai alpini.

### ABSTRACT

*The Campo Imperatore Holocene alluvial sediments (Gran Sasso Massif – Central Italy)*

*The detailed geological and geomorphological survey carried out on Campo Imperatore alluvial sediments and terraces enabled some Holocene depositional phases to be recognised. The chronological framework has been obtained through radiocarbon datings on palaeosols and lacustrine sediments and shows that alluvial deposition took place, even if with some interruptions, during most of the Holocene period.*

*The deposition of the alluvial unit forming the first terrace took place between  $12.100 \pm 100$  BP ( $14.410 \div 13.770$  Cal BP) and a period more recent than  $7060 \pm 70$  BP ( $8120 \div 7910$  Cal BP) and older than  $5420 \pm 80$  BP ( $6400 \div 5950$  Cal BP). The second terrace alluvial sequence has been dated between  $7060 \pm 70$  BP ( $8120 \div 7910$  Cal BP) and  $4070 \pm 70$  BP ( $4830 \div 4410$  Cal BP). The deposition of the alluvial sediments forming the third terrace occurred between  $4070 \pm 70$  BP ( $4830 \div 4410$  Cal BP) and a period following  $2130 \pm 50$  BP ( $2190 \div 1990$  Cal BP) and preceding  $1410 \pm 40$  BP ( $580 \div 689$  Cal AD).*

*The alluvial sediments forming the fourth terrace were deposited between  $1410 \pm 40$  BP ( $580 \div 689$  Cal AD) and a period following  $1440 \div 1640$  Cal AD. The fifth terrace has been formed by very recent alluvial activity.*

*Thanks to the dating of the sediments one can observe a correlation between alluvial sedimentation at Campo Imperatore and in other Central and Northern Apennine sites, and between the start of the alluvial phases and the advance of the Calderone Glaciers (on the Gran Sasso Massif) and some Alpine glaciers.*

*The Campo Imperatore alluvial sedimentation appears strongly linked to the environmental impact produced by climatic oscillations, which affected both Mediterranean and Alpine areas, also affecting glaciers that cannot be changed by human activity. Even if there is proof of fires that developed during prehistoric times, the data available show that the human impact was not able to produce any instability of the slopes and alluvial sedimentation phases not linked to the climatic variations.*

*The large, thick alluvial units outcropping at Campo Imperatore seem strongly linked also to the presence of cataclastic rocks on the slope surrounding the northern boundary of the plain; the gullies affecting the cataclastics were inactive only during short periods, when morphological stability prevailed and soils developed.*

*The considerable detail regarding phases of sedimentation and pedogenesis preserved on the deposits (younger than the VI-VII centuries AD) forming the IV terrace seems due to the morphology of the site: the place is very flat and the water in the streams loses its energy, the sediments are mainly thin and between them lie gentle erosion surfaces.*

*The same detail was not found in the older alluvial units lying in different places where the streams flowed with greater energy, the grain size was larger and erosional phases stronger.*

Parole chiave: Olocene, fasi alluvionali, variazioni climatiche, Gran Sasso, Appennini.

Keywords: : Holocene, alluvial phases, climatic variations, Gran Sasso Massif, Apennines.

### 1. INTRODUZIONE

Campo Imperatore è un altopiano, lungo circa 18 km, largo da 1 a 4 km, che occupa il fondo di una conca chiusa tettonico-carsica posta a quote comprese tra 1850 e 1450 m. Il drenaggio superficiale presente sull'altopiano termina negli inghiottitoi presenti nella porzione sud-orientale dell'area. Tuttavia solo una piccola parte della rete di drenaggio appare attiva attualmente:

si tratta di corsi d'acqua stagionali che defluiscono quasi esclusivamente nelle porzioni terminali delle valli poste ai margini della piana ove affiora il substrato. Quando l'acqua raggiunge gli apici dei conoidi alluvionali viene infatti assorbita dai sedimenti grossolani. Lo scorrimento di acqua negli alvei presenti sui conoidi avviene generalmente, insieme ad un notevole trasporto solido, in occasione di eventi piovosi eccezionali o nel corso di rapide fasi di scioglimento delle nevi dopo inverni molto

nevosi. Tuttavia a giudicare dall'inerbimento della depressione che circonda gli inghiottitoi carsici e dall'assenza di alvei ben identificabili, si può arguire che attualmente l'acqua può arrivare agli inghiottitoi solo in rare occasioni, con bassa energia e senza carico solido.

Scopo del presente lavoro è lo studio e la datazione dei sedimenti alluvionali di Campo Imperatore per ottenere informazioni di carattere climatico-ambientale necessarie al completamento della ricostruzione dell'evoluzione paleoclimatica dell'area.

I sedimenti alluvionali, rappresentati schematicamente sul Foglio Teramo della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 (Servizio Geologico d'Italia, 1963) e in Demangeot (1965) sono stati in parte datati con metodi radiometrici per la prima volta da Frezzotti & Giraudi (1990), cartografati con maggiore dettaglio da Frezzotti & Giraudi (in Ghisetti & Vezzani, 1990) e descritti da Giraudi (1994).

Ulteriori datazioni interessanti per l'inquadramento cronologico dei sedimenti alluvionali e fluvioglaciali di Campo Imperatore sono riportati in Giraudi & Frezzotti (1997) ed in Giraudi (1998; 2001)

Nel presente lavoro verrà discusso l'inquadramento cronologico di alcuni depositi alluvionali utilizzando dati tratti dalla letteratura e nuove datazioni radiocarbonio.

## 2. I SEDIMENTI ALLUVIONALI DI CAMPO IMPERATORE

I sedimenti alluvionali occupano buona parte della porzione centrale ed orientale di Campo Imperatore, e formano alvei di corsi d'acqua stagionali, conoidi alluvionali e varie spianate terrazzate. Gli estesi conoidi alluvionali, in particolare, rappresentano una componente assai evidente del paesaggio dell'altopiano. Essi si trovano quasi esclusivamente al suo margine settentrionale: anche se spesso i conoidi si trovano allo sbocco di bacini idrografici poco estesi, hanno dimensioni rilevanti sicuramente a causa della presenza, sui versanti, di un'ampia fascia di cataclasti facilmente erodibili.

Ghisetti & Vezzani (1986;1990) e Giraudi (1994) hanno evidenziato che le superfici dei conoidi si sono formate in varie fasi: nella porzione centro-orientale di Campo Imperatore si sarebbero formate in cinque fasi, mentre nella porzione occidentale, occupata da un esteso ghiacciaio nel corso dell'ultimo massimo glaciale, si sarebbero sviluppate in quattro fasi. I conoidi sono formati da varie parti incassate una nell'altra, caratterizzate da suoli con diverso grado di sviluppo e, in certi casi, da un diverso sviluppo della copertura vegetale.

In base alle datazioni radiometriche riportate da Frezzotti & Giraudi (1990) e Giraudi & Frezzotti (1997) appare evidente che le più antiche superfici dei conoidi presenti nella porzione intermedia ed orientale di Campo Imperatore sono da attribuire all'Ultimo Massimo Glaciale e quindi le fasi successive debbono essere avvenute nel Tardiglaciale e nell'Olocene.

La ricostruzione dell'evoluzione morfologica dei conoidi alluvionali e delle fasi di sedimentazione post-glaciali è stata resa possibile dal rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio, dal rinvenimento di parecchi affioramenti e dalla datazione di molti campioni di paleosuolo effettuata col metodo del  $^{14}\text{C}$ .

Di seguito vengono riportate le descrizioni dei siti e delle successioni alluvionali che hanno permesso di datare le fasi di sedimentazione oloceniche di Campo Imperatore.

### 2.1. Il conoide di Valle Fornaca

Allo sbocco della Valle Fornaca, (2A in Fig. 1) tra i Monti Prena e Camicia, è presente un conoide terrazzato, la superficie del quale si è formata in cinque diverse fasi: il corpo principale del conoide (Ia fase) è costituito (Frezzotti & Giraudi, 1990; Giraudi & Frezzotti, 1997) da alternanze di ghiaie sabbiose e sabbie con intercalazione di suoli (Fig. 2A) datati rispettivamente  $31.500 \pm 550$  BP e  $17.840 \pm 200$  BP; al tetto giacciono sedimenti fluvioglaciali trasportati dall'acqua di fusione di un piccolo apparato dell'Ultimo Massimo Glaciale presente sul versante occidentale del M. Camicia (Giraudi & Frezzotti, 1997). Nella porzione sommitale della serie compare una fessura parzialmente riempita da carboni e ceneri, formatasi per scivolamento gravitativo di un blocco di sedimenti nel corso di una notevole fase di incisione che ha interessato il conoide. I carboni, datati con il metodo del  $^{14}\text{C}$  (Giraudi, 1999), hanno fornito una data di  $5720 \pm 120$  BP ( $6840 \div 6280$  Cal BP: calibrazione due sigma, come tutte le date successive).

I conoidi della II, III, IV e V fase sono incassati rispettivamente di 2-4 m, 12, 14 e 15 m rispetto alla superficie della I fase.

La destabilizzazione della parte sommitale della successione sedimentaria deve essere avvenuta mentre era in corso un'erosione successiva alla superficie del conoide della II fase.

La sedimentazione della IIa fase del conoide è quindi precedente alla data di  $5720 \pm 120$  BP ( $6840 \div 6280$  Cal BP) mentre la sedimentazione dei conoidi delle fasi successive deve essere più recente.

### 2.2. Le alluvioni di Fonte della Macina

Presso Fonte della Macina (2B in Fig. 1) affiora una serie di sedimenti alluvionali che formano tre distinti terrazzi.

Il primo terrazzo è formato (Fig. 2B) da una serie di alluvioni prevalentemente ghiaioso sabbiose, nelle quali si intercalano suoli e livelli di alluvioni sabbiose limose, potenti circa 10 m; il tetto della serie è formato da sedimenti alluvionali, eteropici con i depositi fluvioglaciali che formano il conoide della I fase di Valle Fornaca precedentemente descritto; le alluvioni coprono un paleosuolo datato  $21.450 \pm 250$  BP (Giraudi & Frezzotti, 1997); al di sotto del paleosuolo i sedimenti si presentano con vario grado di cementazione e affiorano in banchi compatti.

Il secondo terrazzo, incassato di circa 8-10 m nel precedente, è formato da un deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso alla base e sabbioso al tetto; tra le sabbie è intercalato un paleosuolo organico datato  $5420 \pm 80$  BP (BO-253;  $6400 \div 5950$  Cal BP).

Il terzo terrazzo, incassato di circa 1 m nel precedente e sospeso di circa 1,5 m sul fondovalle attuale, è costituito prevalentemente da sabbie limose e limi e contiene, intercalato, un paleosuolo poco sviluppato.

### 2.3. Le alluvioni di Piano dell'Ospedale

Nella zona di Piano dell'Ospedale, ai margini della depressione di Prati di Cretarola ove sono presenti gli

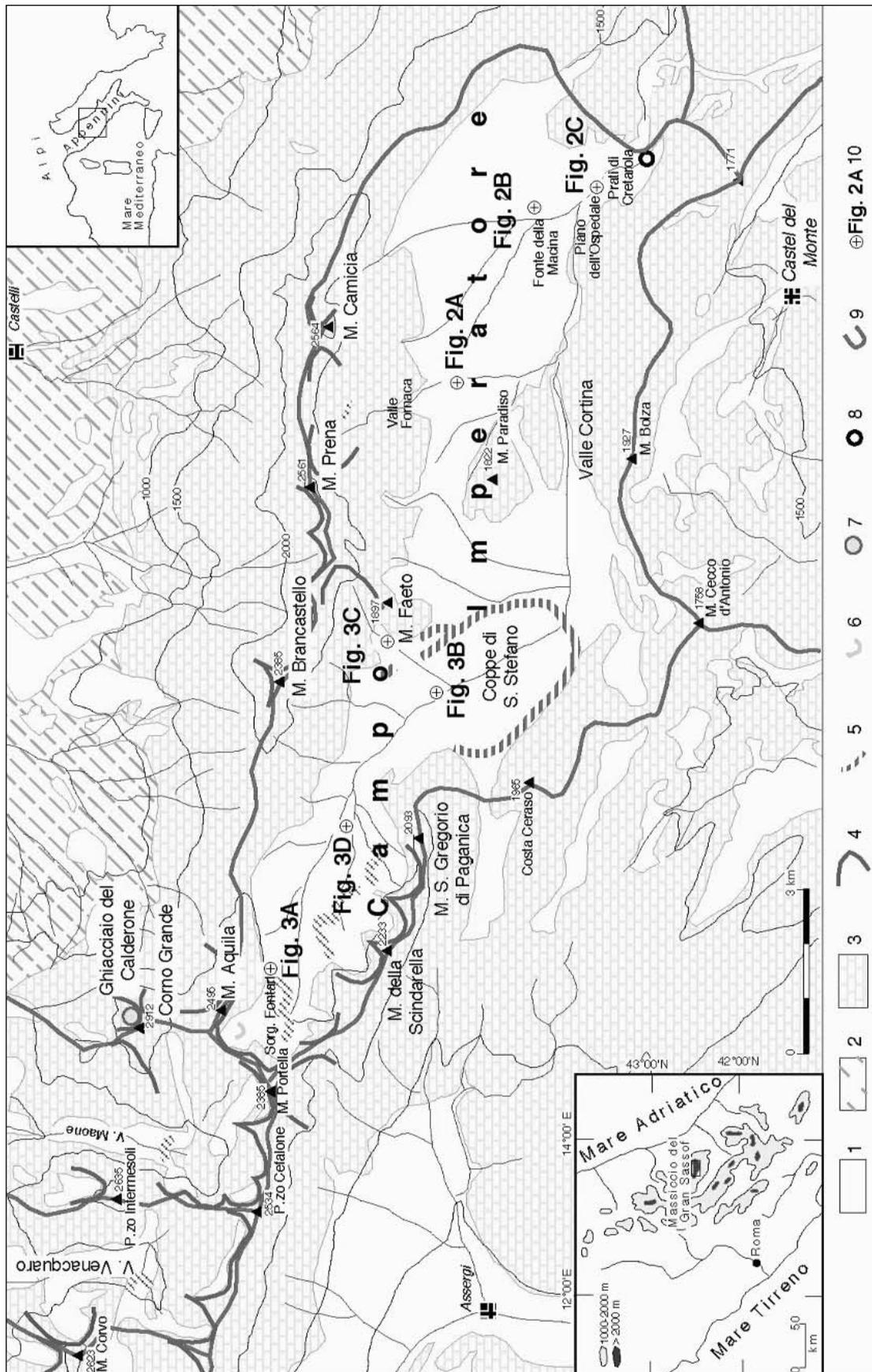


Fig.1 – Carta geologica schematica di Campo Imperatore e delle aree circostanti  
 Legenda: 1- sedimenti quaternari; 2- sedimenti terrigeni cenozoici; 3- rocce carbonatiche meso-cenozoiche; 4- circhi glaciali; 5- morene frontali dell'Ultimo Massimo Glaciale; 6- morene stadiali; 7- Ghiacciaio del Calderone; 8- inghiottitoi carsici; 9- spartiacque principali; 10- ubicazioni delle sezioni rappresentate nelle Fig. 2 e 3.  
 Geological sketch map of Campo Imperatore and neighbouring areas.  
 Legend: 1- Quaternary sediments; 2- Cenozoic terrigenous sediments; 3- Meso-Cenozoic carbonate rocks; 4- glacial cirques; 5- Last Glacial Maximum frontal moraine; 6- stadial moraines; 7- Calderone Glacier; 8- ponors (swallow-holes); 9- main divides; 10- site of the stratigraphic section represented in Fig. 2 and 3.

Fig. 2 – Sezioni stratigrafiche schematiche dei sedimenti alluvionali studiati nella porzione orientale di Campo Imperatore.

Legenda Fig. 2A: 1- sedimenti alluvionali attuali e del conoide della V fase; 2- sedimenti alluvionali del conoide della IV fase; 3- sedimenti alluvionali del conoide della III fase; 4- sedimenti alluvionali del conoide della II fase; 5- sedimenti fluvioglaciali, 6- sedimenti alluvionali; 7- paleosuoli.

Legenda Fig. 2B: 1- sedimenti alluvionali attuali; 2- alluvioni prevalentemente sabbiose del terrazzo inferiore; 3- alluvioni prevalentemente sabbiose del terrazzo intermedio; 4- alluvioni ghiaioso-sabbiose del terrazzo intermedio; 5- alluvioni ghiaiose del terrazzo più elevato; 6- alluvioni sabbiose-ghiaiose; 7- alluvioni sabbioso-limose; 8- alluvioni ghiaioso-sabbiose cementate; 9- paleosuoli.

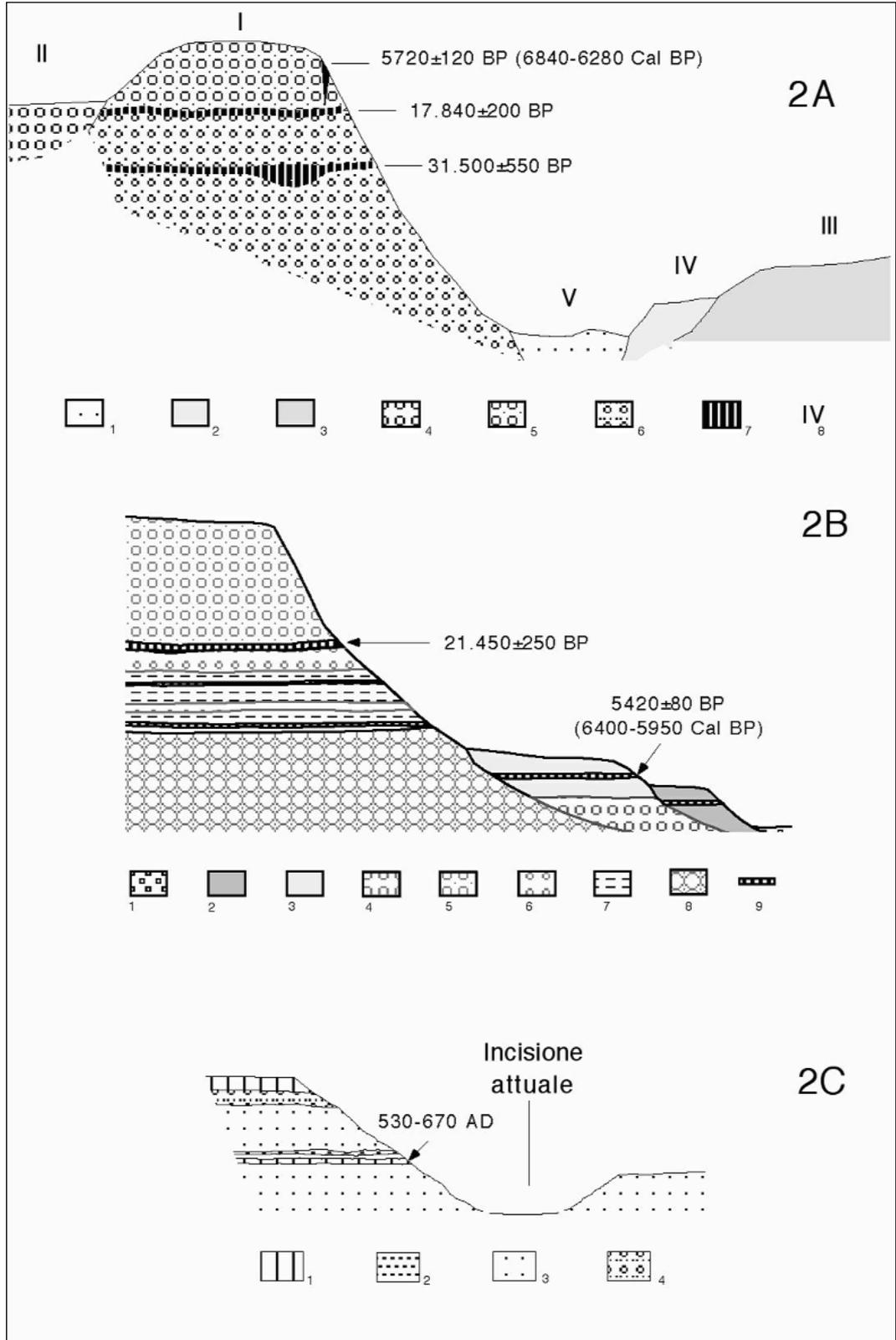
Legenda Fig. 2C: 1- suolo attuale e paleosuolo intercalato ai sedimenti alluvionali; 2- alluvioni limose; 3- alluvioni prevalentemente sabbiose; 4- alluvioni sabbioso-ghiaiose.

*Stratigraphic sketches through the alluvial sediments in eastern Campo Imperatore.*

Legend Fig. 2A: 1- present and phase V alluvial fan sediments; 2- alluvial fan sediments of phase IV; 3- alluvial fan sediments of phase III; 4- alluvial fan sediments of phase II; 5- fluvio-glacial sediments; 6- alluvial sediments; 7- palaeosols.

Legend Fig. 2B: 1- present-day alluvial sediments; 2- alluvial sediments, mainly sandy, forming the lower terrace; 3- alluvial sediments, mainly sandy, forming the intermediate terrace; 4- gravelly-sandy alluvial sediments; 5- gravelly-sandy alluvial sediments forming the higher terrace; 6- gravelly-sandy alluvial sediments; 7- silty sandy alluvial sediments; 8- cemented gravelly-sandy alluvial sediments; 9- palaeosols.

Legend Fig. 2C: 1- present-day soil and palaeosol interbedded between the alluvial sediments; 2- silty alluvial sediments; 3- sandy alluvial sediments; 4- sandy-gravelly alluvial sediments.



inghiottitoi carsici, allo sbocco della valle che raccoglie la maggior parte del drenaggio di Campo Imperatore (2C in Fig. 1), vi sono sedimenti alluvionali che formano un terrazzo sospeso di circa due metri sul fondovalle attuale. Tale terrazzo, che corrisponde al più basso di Fonte della Macina, è costituito prevalentemente da sabbie e sabbie limose, che diventano sabbie ghiaiose verso il tetto (Fig.2C). Intercalato nella porzione medio-bassa delle sabbie vi è un paleosuolo che è stato datato 1450±50 BP (Beta-162900; 530÷670 Cal AD).

#### 2.4. Le alluvioni ed i conoidi alluvionali di Fontari

Nella zona occidentale di Campo Imperatore, in zona Fontari (3A in Fig. 1) una serie di piccoli conoidi si sono sviluppati allo sbocco di alcune modeste incisioni che tagliano prevalentemente i depositi del versante meridionale del M. Aquila. Tra i depositi incisi vi sono cordoni di un antico *rock glacier* (Giraudi & Frezzotti, 1997), coperti da sedimenti lacustri ed alluvionali depositi nella depressione compresa tra i cordoni frontali del *rock glacier* e la base del versante. I sedimenti lacustri coprono un paleosuolo (Giraudi, 1998) datato 3440±60 BP (3770÷3430 Cal BP). Alle spalle del *rock glacier* c'è stata quindi sedimentazione alluvionale posteriore a tale data, mentre la fase di incisione di tali sedimenti, che ha dato luogo allo sviluppo dei piccoli conoidi alluvionali posti al piede del versante, appare ancora successiva.

#### 2.5. Il conoide del M. Faeto

Il conoide alimentato dalla valle compresa tra il versante settentrionale del M. Faeto ed il M. Brancastello (Fig. 1) ha fornito varie indicazioni utili per ricostruire l'evoluzione della sedimentazione alluvionale a Campo Imperatore. Tale conoide, sviluppatosi dopo il ritiro dei ghiacciai sia dal suo bacino di alimentazione che dall'apparato morenico di Coppe di Santo Stefano (Giraudi & Frezzotti, 1997), ha invaso la vallecchia che, tagliando gli apparati morenici dell'Ultimo Massimo Glaciale e delle sue fasi di ritiro, permetteva il drenaggio verso Est delle acque della estrema porzione occidentale di Campo Imperatore (3B in Fig. 1; Fig. 3B). Nelle fasi iniziali, i sedimenti alluvionali hanno prodotto la copertura di un paleosuolo datato 12.100±100 BP (14.410÷13.770 Cal BP) ed hanno sbarrato la vallecchia; allorché il clima diventò più umido, lo sbarramento provocò la formazione di un lago stretto ed allungato ad Ovest del conoide (Giraudi, 1998;2001). I sedimenti lacustri basali sono stati datati 6090±70 BP (7190÷6770 Cal BP), mentre quelli della parte intermedia sono stati datati 5640±60 BP (6630÷6290 Cal BP). In seguito il lago si svuotò a causa dell'erosione della soglia e si produsse un'incisione nei sedimenti lacustri che venne riempita da altri sedimenti alluvionali. A valle della zona ove avvenne lo sbarramento della valle (Fig. 3b), vi è un secondo corpo alluvionale che copre un paleosuolo sviluppatosi su una superficie di erosione: il paleosuolo è stato datato 4070±70 BP (Beta-168676; 4830÷4410 Cal BP).

Un terzo corpo alluvionale copre un paleosuolo che si sviluppa su una blanda superficie di erosione presente al tetto delle alluvioni precedenti; il paleosuolo è stato datato 2130±50 BP (Beta-168677; 2190÷1990 Cal BP).

Nella zona apicale dello stesso conoide (3C in Fig. 1), il deposito alluvionale che forma il terrazzo più anti-

co, corrispondente a quello che copre il paleosuolo datato 12.100±100 BP (14.410÷13.770 Cal BP), è costituito da ghiaie sabbiose nella parte bassa e da massi e ghiaia in matrice sabbiosa nella parte alta; intercalato ai sedimenti alluvionali è presente un paleosuolo (Giraudi & Frezzotti, 1997), datato 7060±70 BP (8120÷7910 Cal BP).

Un secondo deposito alluvionale appare incassato nel primo: è costituito da ghiaie e ghiaietto in abbondante matrice sabbiosa e copre un paleosuolo sviluppatosi sulla superficie di erosione che incide i sedimenti alluvionali più antichi. Il paleosuolo è stato datato 5200±60 BP (BO-285; 6170÷5750 Cal. BP).

#### 2.6. Zona a Nord-Ovest del M. San Gregorio di Paganica

In una porzione molto piatta di Campo Imperatore (3D in Fig. 1), alle spalle dei depositi morenici, a Nord Ovest del Monte San Gregorio di Paganica, è stata rinvenuta una alternanza di sedimenti alluvionali prevalentemente sabbiosi, con intercalazioni ghiaioso-sabbiose al tetto, e paleosuoli (Fig. 3D):

- il primo paleosuolo è datato 1410±40 BP (Cal. 580÷689 AD - Beta-164916);

- il secondo, che appoggia su una superficie inclinata, è stato coperto in momenti diversi dai sedimenti alluvionali; le datazioni hanno indicato età di 1140±50 BP (Cal. 780÷1000 AD- Beta-162902) per la parte topograficamente più bassa della sua area di affioramento, e di 720±50 BP (Cal. 1230÷1390 AD - Beta-162901) per quella a quota più elevata; vi è inoltre un ulteriore paleosuolo intercalato alle alluvioni che ha fornito una età di 800±50 BP (Cal. 1160÷1290 AD - Beta-162903);

- l'ultimo paleosuolo è stato datato 380±40 anni BP (Cal. 1440÷1640 AD - Beta-164915) ed è coperto dalle alluvioni più grossolane presenti nella sezione.

Dopo la sedimentazione delle alluvioni che coprono il paleosuolo più recente, vi è stata una fase erosiva, la deposizione di un piccolo corpo alluvionale e quindi una nuova fase di incisione ancora in corso.

Nella stessa zona, ma su un conoide posto poco a Nord-Ovest, un paleosuolo coperto da depositi alluvionali è stato datato 250±40 anni BP (Beta-168678; Cal AD 1520÷1800)

Nel complesso, a Campo Imperatore sono state individuate varie unità alluvionali oloceniche che danno luogo ad una serie di 5 terrazzi sospesi sul fondovalle attuale (Fig. 4) e che trovano riscontro in varie zone appenniniche.

Il primo terrazzo alluvionale è costituito da alluvioni prevalentemente ghiaioso sabbiose, successive ad un paleosuolo datato 12.100±100 BP (14.410÷13.770 Cal BP), e contenenti intercalato un paleosuolo datato 7060±70 BP (8120÷7910 Cal BP). Al Piano Aremogna, presso Roccaraso (Abruzzo), a quote simili a quelle di Campo Imperatore, Frezzotti & Giraudi (1989) segnalano la presenza di un sedimento alluvionale databile tra circa 10.000 e 7000 anni fa.

Il secondo terrazzo alluvionale, incassato nel precedente, è costituito da alluvioni prevalentemente sabbiose o formate da sabbia con ghiaietto, che contengono intercalato un paleosuolo datato rispettivamente 5200±60 BP (6170÷5750 Cal. BP) e 5420±80 BP (6400÷5950 Cal BP).

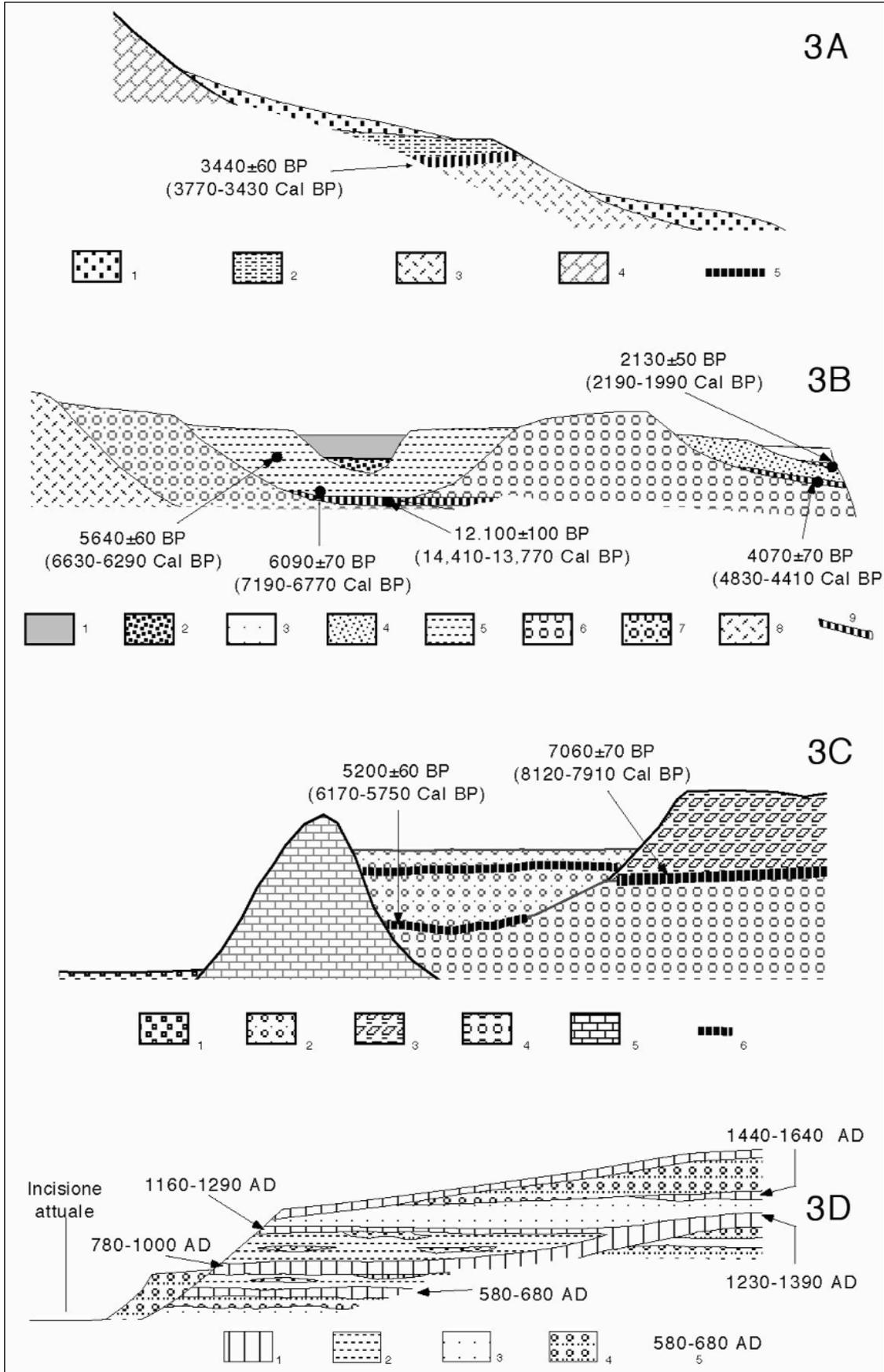


Fig. 3 – Sezioni geologiche schematiche dei sedimenti alluvionali studiati nella porzione occidentale di Campo Imperatore.

Legenda Fig. 3A: 1- sedimenti alluvionali; 2- sedimenti lacustri; 3- accumulo di *rock glacier*; 4- substrato carbonatico meso-cenozoico; 5- paleosuolo.

Legenda Fig. 3B: 1- sedimenti alluvionali sabbioso-limosi; 2- sedimenti alluvionali sabbioso-ghiaiosi; 3- sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi della terza fase del conoide; 4- sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi della seconda fase del conoide; 5- sedimenti sabbiosi e limosi lacustri; 6- sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi della prima fase del conoide; 7- sedimenti ghiaioso-sabbiosi fluvioglaciali; 8- depositi morenici; 9- paleosuoli.

Legenda Fig. 3C: 1- sedimenti dell'alveo attuale; 2- sedimenti alluvionali sabbioso-ghiaiosi; 3- ghiaie sabbiose con blocchi; 4- ghiaie sabbiose della prima fase del conoide; 5- substrato carbonatico meso-cenozoico; 6- paleosuoli.

Legenda Fig. 3D: 1- suolo attuale e paleosuoli intercalati; 2- sedimenti alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi; 3- sedimenti alluvionali sabbiosi; 4- sedimenti alluvionali sabbioso-ghiaiosi.

*Stratigraphic sketch through the alluvial sediments in western Campo Imperatore.*

Legend Fig. 3A: 1- alluvial sediments; 2- lacustrine sediments; 3- debris forming the body of the rock glacier; 4- bedrock; 5- palaeosol.

Legend Fig. 3B: 1- silty-sandy alluvial sediments; 2- sandy-gravelly alluvial sediments; 3- gravelly-sandy alluvial fan sediments of phase III; 4- gravelly-sandy alluvial fan sediments of phase II; 5- sandy-silty lacustrine sediments; 6- gravelly-sandy alluvial fan sediments of phase I; 7- gravelly-sandy fluvioglacial sediments; 8- till; 9- palaeosols.

Legend Fig. 3C: 1- alluvial sediments in presentday stream bed; 2- sandy-gravelly alluvial sediments; 3- sandy gravels with boulders; 4- gravelly sandy alluvial fan sediments of the phase I; 5- bedrock; 6- palaeosols,

Legend Fig. 3D: 1- presentday soil and palaeosols interbedded between the alluvial sediments; 2- silty-sandy alluvial sediments; 3- sandy alluvial sediments; 4- sandy-gravelly alluvial sediments.

Al Piano Aremogna, presso Roccaraso (Abruzzo), Frezzotti & Giraudi (1989) segnalano la presenza di un paleosuolo datato  $5060 \pm 150$  BP ( $6020 \div 5650$  Cal BP), intercalato a sedimenti alluvionali.

Il terzo terrazzo alluvionale è costituito da alluvioni ghiaioso-sabbiose che coprono un paleosuolo datato  $4070 \pm 70$  BP ( $4830 \div 4410$  Cal BP) e che inglobano un paleosuolo datato  $2130 \pm 50$  BP ( $2190 \div 1990$  Cal BP). Sulle sponde del Lago Ballano (Appennino Reggiano, quota 1550 m s.l.m.m.) ricerche in corso hanno evidenziato la presenza di sedimenti alluvionali che coprono torbe datate  $4060 \pm 60$  anni BP ( $4810 \div 4420$  Cal BP – Beta-154565).

Il quarto terrazzo alluvionale appare costituito da un'alternanza di depositi prevalentemente fini e di suoli intercalati, datati  $1410 \pm 40$  BP ( $580 \div 689$  AD),  $1140 \pm 50$  BP ( $780 \div 1000$  AD);  $720 \pm 50$  BP ( $1230 \div 1390$  AD),  $800 \pm 50$  BP ( $1160 \div 1290$  AD) e  $380 \pm 40$  anni BP ( $1440 \div 1640$  AD). Nella Valle Parma di Budignana, a quota 1530 m s.l.m.m. presso il Lago Scuro, ricerche in corso hanno evidenziato che un sedimento alluvionale

contiene un tronco fluitato datato  $1310 \pm 60$  BP ( $640 \div 870$  Cal. AD – Beta-154566)

L'ultimo terrazzo appare in via di colonizzazione ad opera della vegetazione e, come dimostra lo sviluppo successivo ad eventi deposizionali, erosivi e pedogenetici più recenti dei secoli XV-XVII, il suo modellamento deve essere avvenuto in tempi molto recenti.

### 3. DISCUSSIONE

I depositi alluvionali di Campo Imperatore si sono sedimentati in vari periodi dell'Olocene, ma la loro granulometria indica che l'energia dei corsi d'acqua che li ha depositati era molto diversa. Nel corso della sedimentazione del corpo alluvionale che costituisce il primo terrazzo, avvenuta in un periodo compreso tra  $12.100 \pm 100$  BP ( $14.410 \div 13.770$  Cal BP) e  $5420 \pm 80$  BP ( $6400 \div 5950$  Cal BP) la forte energia dei corsi d'acqua evidenzia una situazione di resistasia, e quindi di instabilità dei versanti, anche se attorno a  $7060 \pm 70$  BP ( $8120 \div 7910$  Cal BP)

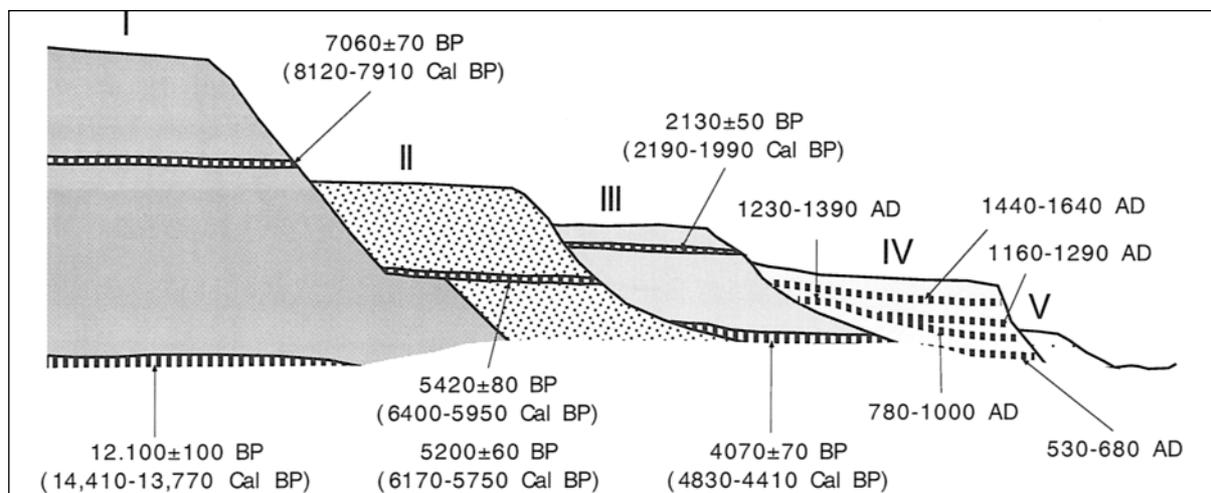


Fig. 4 – Schema dei rapporti stratigrafici tra i sedimenti alluvionali olocenici di Campo Imperatore.

*Stratigraphic sketch through the Holocene Campo Imperatore alluvial sediments.*

deve esserci stato un episodio di durata non ben definibile di biostasia, durante il quale, grazie alla stabilità morfologica, si è sviluppato un suolo.

Nel corso della sedimentazione del corpo alluvionale che forma il secondo terrazzo, datato tra 7060±70 BP (8120÷7910 Cal BP) e 4070±70 BP (4830÷4410 Cal BP), la granulometria dei sedimenti, piuttosto fine, sembra testimoniare una fase di limitata resistasia; lo sviluppo di suoli datati attorno a 5200±60 BP (6170÷5750 Cal. BP) e 5420±80 BP (6400÷5950 Cal BP) testimoniano il verificarsi di un periodo di biostasia e di stabilità morfologica.

Tra la sedimentazione di questo corpo alluvionale ed il successivo, attorno a circa 4070±70 BP (4830÷4410 Cal BP) deve essersi verificata una fase di biostasia che ha prodotto lo sviluppo del suolo di tale età.

Nel corso della sedimentazione del corpo alluvionale che forma il terzo terrazzo, costituito da sedimenti piuttosto grossolani, datato tra 4070±70 BP (4830÷4410 Cal BP) e un periodo successivo a 2130±50 BP (2190÷1990 Cal BP) e precedente a 1410±40 BP (580÷689 AD), deve essersi verificata una fase di resistasia e di instabilità dei versanti, interrotta da una breve fase di biostasia attorno a 2130±50 BP (2190÷1990 Cal BP), allorché si sviluppò un suolo.

La sedimentazione delle alluvioni che formano il quarto terrazzo deve essere avvenuta sotto condizioni ambientali variabili caratterizzate da moderata resistasia, data la granulometria prevalentemente fine dei sedimenti, e da vari periodi di biostasia nel corso dei quali si sviluppavano i suoli. Solo dopo lo sviluppo del suolo datato 1440÷1640 AD aumentò l'energia dei corsi d'acqua e quindi si instaurò una fase di resistasia più marcata.

Poiché le fasi alluvionali registrate a Campo Imperatore sono state anche riconosciute in altre località dell'Appennino Settentrionale e Centrale, a quote simili a quelle dell'area oggetto del presente studio, si assume che siano state innescate da variazioni ambientali risentite almeno nell'Italia peninsulare.

Le fasi alluvionali descritte sono ben correlabili con le espansioni del ghiacciaio del Calderone posto sul versante nord-orientale del Corno Grande (Fig. 1), sul Gran Sasso, segnalate da Giraudi (2000; 2002).

Il ghiacciaio si riformò e si espanse dopo lo sviluppo di un suolo datato 3895±65 anni BP (4520÷4110 Cal. BP), un momento molto vicino all'inizio della sedimentazione delle alluvioni che formano il terzo terrazzo.

Una ulteriore espansione glaciale provocò la copertura di un suolo datato 1450±40 BP (Cal. 540÷660 AD); è quindi contemporanea alla copertura di suoli ad opera delle alluvioni basali del complesso di sedimenti che forma il quarto terrazzo.

Una nuova espansione glaciale ebbe luogo tra 1450±40 BP (Cal. 540÷660 AD) e 670±40 anni BP (Cal. 1270÷1400 AD), contemporaneamente alla sedimentazione della porzione intermedia dei sedimenti che formano il quarto terrazzo.

Il Ghiacciaio del Calderone raggiunse la sua massima espansione tardo-olocenica nel corso di un'avanzata successiva a 670±40 anni BP (Cal. 1270÷1400 AD), quindi nel corso della cosiddetta Piccola Età

Glaciale, quando si formava la porzione sommitale, più grossolana, dei sedimenti alluvionali del quarto terrazzo di Campo Imperatore.

Oltre alle correlazioni con le fasi di avanzata del Ghiacciaio del Calderone, possiamo osservare altri elementi di correlazione tra la sedimentazione alluvionale a Campo Imperatore e le fasi di avanzata glaciale registrate in altre aree. La fase di sedimentazione alluvionale che forma il secondo terrazzo, successiva ai suoli datati attorno a 5000 anni BP (date non calibrate), coincide con l'inizio della cosiddetta Neoglaciazione (Orombelli & Ravazzi, 1996).

La copertura del paleosuolo, datato 780÷1000 AD, ad opera del complesso di sedimenti alluvionali che costituiscono il quarto terrazzo, coincide con una fase di avanzata glaciale registrata sulle Alpi. Infatti le morene del Ghiacciaio della Brenva (M. Bianco) in fase di avanzata hanno coperto un albero datato 1170±75 <sup>14</sup>C years BP (760÷980 Cal. AD: Orombelli & Porter, 1982), mentre le morene di una fase di avanzata del Ghiacciaio del Lys, sul Massiccio del M. Rosa, coprono un paleosuolo datato 1185±80 <sup>14</sup>C years BP (734÷980 Cal. AD; Strumia, 1997).

#### 4. CONCLUSIONI

Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio eseguito sui sedimenti e sui terrazzi alluvionali di Campo Imperatore ha permesso di distinguere varie fasi di sedimentazione oloceniche. La scansione cronologica dell'attività alluvionale, ottenuta per mezzo di datazioni radiocarbonio su paleosuoli e sedimenti lacustri, dimostra come il trasporto solido nei corsi d'acqua sia avvenuto, seppure con diversa energia e con brevi fasi di interruzione, lungo gran parte dell'Olocene.

Appare poi evidente la correlazione tra fasi di sedimentazione alluvionale a Campo Imperatore e quelle riconosciute in altre località dell'Appennino Centrale e Settentrionale, ma anche con le fasi di espansione del Ghiacciaio del Calderone e di alcuni ghiacciai alpini.

Le fasi alluvionali di Campo Imperatore sono quindi strettamente legate all'impatto sull'ambiente prodotto da variazioni climatiche risentite sia in area mediterranea che alpina, evidenziate anche da *proxy-data*, quali i ghiacciai, che non possono essere influenzati dall'intervento dell'uomo.

Anche se si hanno indizi di incendi preistorici di origine antropica (Giraudi, 1999), i dati sembrano dimostrare che l'impatto umano non è stato in grado di produrre una destabilizzazione dei versanti e di dare luogo a fasi di sedimentazione alluvionale indipendenti da quelle prodotte dalle variazioni climatiche.

La presenza di molti ed estesi corpi sedimentari di origine alluvionale appare strettamente legata alla esistenza di vaste fasce di cataclasi presso la base del versante che borda la porzione settentrionale di Campo Imperatore; i molti *gullies* incisi in questa zona si sono stabilizzati solo rare volte, forse in coincidenza con le maggiori fasi di stabilità morfologica, mentre per gran parte dell'Olocene l'erosione è stata attiva ed ha fornito materiale clastico per il trasporto solido nell'alveo dei corsi d'acqua.

Il notevole dettaglio di fasi di sedimentazione e di pedogenesi registrate nei sedimenti che formano il quar-

to terrazzo (di età storica) appare sostanzialmente legato al fatto che il sito studiato si trova in un'area molto piatta: in tali zone i corsi d'acqua perdono energia, la sedimentazione è prevalentemente fine e le superfici di erosione sono assai blande. In alcune aree pianeggianti della porzione occidentale di Campo Imperatore si verificano quindi le condizioni adatte alla preservazione dei sedimenti deposti dalle fasi alluvionali secondarie che, nel loro complesso, hanno formato il quarto terrazzo. Un dettaglio simile non è stato però trovato nei depositi alluvionali più antichi, rilevati in zone ove i corsi d'acqua avevano maggiore energia e dove la sedimentazione era più grossolana e le fasi di erosione assai più intense.

## RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato condotto coi contributi finanziari del Ministero per l'Ambiente nell'ambito dell'Accordo di Programma ENEA – Ministero dell'Ambiente, Progetto 2,4 – Variazioni Climatiche, e del Parco Nazionale Gran Sasso-Monti della Laga.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Demangeot J. (1965) – *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Mem. Et Doc. , C.N.R.S., 403 pp.
- Frezzotti M. & Giraudi C. (1989) - *Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del Piano di Aremogna (Roccaraso - Abruzzo): implicazioni climatiche e tettoniche*. Mem. Soc. Geol. It., **42**, 5-19.
- Frezzotti M. & Giraudi C. (1990) – *Sedimenti eolici tardo-pleistocenici ed olocenici nell'Appennino Centrale*. Mem.Soc.Geol.It., **45**, 883-886.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1986) – *Carta geologica del Gran Sasso d'Italia (da Vado di Corno a Passo delle Capannelle)*. S.E.L.C.A., Firenze.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1990) – *Carta geologica del Gruppo del M. Siella-M. Camicia-M. Prena- M. Brancastello (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo). Caratteri stratigrafici e strutturali del settore orientale della catena del Gran Sasso*. S.E.L.C.A., Firenze.
- Giraudi C. (1994) - *Elementi di geologia del Quaternario della Piana di Campo Imperatore (Massiccio del Gran Sasso - Italia Centrale)*. In Atti Tic. Sc. Terra (Serie speciale), **2**, 137-143.
- Giraudi C. (1998) - *I laghi effimeri tardo-pleistocenici ed olocenici di Campo Imperatore e del Massiccio del Gran Sasso d'Italia (Abruzzo - Italia Centrale)*. Il Quaternario, **11** (2), 217-225.
- Giraudi C. (1999) - *Incendi di età pleistocenica superiore e olocenica sulle montagne dell'Appennino Centrale*. Il Quaternario, **12**(2), 143-146.
- Giraudi C. (2000) - *Le oscillazioni oloceniche del ghiacciaio del Calderone, Gran Sasso d'Italia (Abruzzo - Italia)*. Il Quaternario, **13**(1/2), 31-38.
- Giraudi C. (2001) - *The Late Pleistocene and Holocene temporary lakes in the Abruzzo Parks and the Central Apennine*. In Visconti G., Beniston M., Iannorelli E. & Barba D. Eds: *Global Change and protected areas. Advances in Global Changes Research*, **9**, 445-458.
- Giraudi C. (2002) – *Le oscillazioni del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo – Italia Centrale) e le variazioni climatiche degli ultimi 3000 anni*. Il Quaternario, **15**(2), 145-150.
- Giraudi C. & Frezzotti M. (1997) - *Late Pleistocene glacial events in the Central Apennine, Italy*. Quaternary Research, **48** (3),280-290.
- Orombelli G. & Porter S.C. (1982) - *Late Holocene fluctuations of Brenva Glacier*. Geogr. Fis. Dinam. Quat. **5**,13-37.
- Orombelli G. & Ravazzi C. (1996) – *The Late Glacial and Early Holocene chronology and paleoclimate*. Il Quaternario, **9**(2), 439-444.
- Servizio Geologico d'Italia (1963) - *Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, F. 140, Teramo*. II Edizione.
- Strumia G. (1997) - *Oscillazioni glaciali precedenti la piccola età glaciale documentate da un suolo sepolto in una morena del Ghiacciaio del Lys*. Il Quaternario, **10**(2), 153-158.

Ms. ricevuto il 13 maggio 2003  
 Testo definitivo ricevuto il 10 giugno 2003

Ms. received: May 13, 2003  
 Final text received: June 10, 2003