

VI SESSIONE
VI SESSION

GEOMORFOLOGIA E PAESAGGIO
GEOMORPHOLOGY AND LANDSCAPE

Chairman: L. KARIS

The geomorphological approach to landscape assessment

Approccio geomorfologico nella valutazione del territorio

PANIZZA M. (*)

RIASSUNTO – Vengono innanzitutto presentati alcuni concetti per la definizione di beni e risorse geomorfologici e degli attributi che conferiscono valore ai beni stessi, con particolare riguardo agli aspetti scientifici.

Sono illustrati i principi metodologici di una ricerca europea riguardante la Geomorfologia e la Valutazione d'Impatto Ambientale, con la precisazione dei diversi tipi di rischio e di impatto derivanti dai rapporti fra la Geomorfologia e un Progetto.

Infine viene sintetizzata una metodologia per la valutazione della qualità di una forma del terreno e della quantificazione degli eventuali impatti.

PAROLE CHIAVE: Geomorfologia, bene geomorfologico, Valutazione d'Impatto Ambientale.

ABSTRACT – First of all some concepts for the definition of geomorphological assets and resources, as well as the attributes which confer value to the assets themselves, are presented laying particular emphasis on the scientific aspects.

The methodological principles of a European research project on Geomorphology and Environmental Impact Assessment are illustrated, by defining the different types of risk and impact derived from the relationship between Geomorphology and a Project.

Finally a methodology for the evaluation of the quality of a landform and the quantification of the possible impacts is briefly discussed.

KEY WORDS: Geomorphology, Geomorphological Asset, Environmental Impact Assessment.

First of all I would like to present some concepts and methodological principles regarding the approach to landscape assessment.

If a landform is valuable it can be called *geomorphological asset* and, therefore, may also be a *geomorphological resource* if and when it is useful to man depending on economic, social and technological circumstances. For instance, a sea beach can acquire value and be considered as a geomorphological resource when utilised as a sea-side resort. Indeed, landforms are among the most widespread and spectacular natural non-biological assets: some of them have aroused interest because of their scenic appeal. However, scenic aspects are not the only attributes that make such landscape elements important, but it is also their cultural and scientific significance (PANIZZA & PIACENTE, 1993).

The attributes that may confer value to a geomorphological asset are: *cultural, socio-economic, scenic and scientific*.

From the cultural viewpoint, a geomorphological asset may belong to the world of art or to a cultural tradition; a geomorphological asset may also acquire socio-economic value if it can be utilised for the purpose of tourism or sports etc.; the scenic element may also be a geomorphological asset both in an intrinsic spectacular sense and because of its appeal to the environmental approach.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Modena - Largo S. Eugenia, 19 - 41100 Modena (Italy).

From a scientific standpoint and in the field of geomorphology, the importance of a natural asset may be considered according to four characters: as a model of geomorphological evolution, as an object used for educational purposes, as a paleogeomorphological example and when it is an ecological support. Each of these characters can assume a higher or lower value owing to its rareness; therefore a different level of interest can be ascribed to each of these: if local or regional or super-regional or world-wide.

The geomorphological approach, however, is based precisely on scientific knowledge of the natural resource, the perception of the laws regulating its evolution and an awareness of its significance for humanity. Therefore, this is a task that can only be performed by well trained geomorphologists who can accurately identify and evaluate those attributes.

According to these principles, I would like to present some main features of a European Union multinational project: "Geomorphology and Environmental Impact Assessment". The basic concepts of the research concern the relationships between *Environment* and *Man* (PANIZZA, 1992; 1996); where two main possibilities can be taken into account (fig. 1):

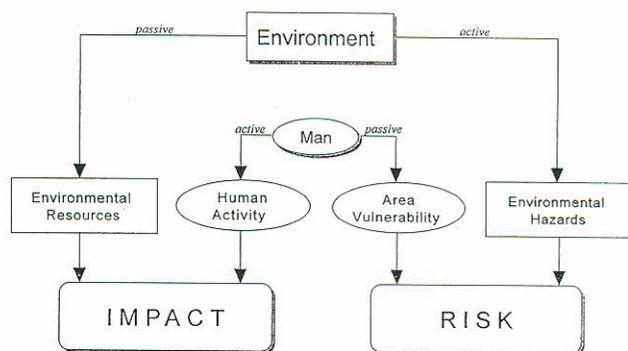


Fig. 1. – Relationships between Environment and Man.

– *Relazione fra Ambiente e Uomo.*

1 – *environmental resources* in relation to *human activity*, where the Geomorphological Environment is regarded as mainly passive in relation to Man (active); we define as *Impact* the consequences;

2 – *environmental hazards* in relation to *area vulnerability*, where the Environment is regarded as mainly active in relation to Man (passive); we can define as *Risk* the consequences.

The interferences of Geomorphology with a Project can be summarised in fig. 2 (CAVALLIN *et alii*, 1994). In particular some hazardous geomorphological processes may produce damage to the project, which is always characterised by specific vulnerability and cost: that is a *risk* for the project. On the contrary the effects on geomorphological assets, deriving from the implementation of the project, make up a *direct impact*. Beside these consequences, a project during its implementation, functioning and decommissioning may produce *induced hazards*, which did not exist in the area before the introduction of the project. These may give rise to three kinds of effects (fig. 2): *direct risk*, that can be delineated as the effect on the project of a hazard induced by the project to itself (reflexive action); *indirect risk*, that consists in a hazard induced by a project which damages the surrounding settlements; *indirect impact*, that refers to the effects of hazards induced by a project on geomorphological assets existing in areas surrounding the same project.

Finally, I would like to present a summary of a simplified methodology to assess quality of landforms and quantification of impacts (RIVAS *et alii*, 1995; PANIZZA *et alii*, 1996).

In order to evaluate direct impacts on landforms, it is necessary to assess the scientific quality of landforms:

$$Q = V \times C$$

where **Q** is scientific quality of each landform, **V** is intrinsic scientific value and **C** condition of preservation.

For each landform we can calculate the intrinsic value:

$$V = Lm \times M + Le \times E + Lp \times P + Ls \times S$$

where **M** (and **m**), **E** (and **e**), **P** (and **p**), **S** (and **s**) are the four characters of the landform (model of geomorphological evolution, etc.); in the equation they are (usually) equal to 1, except if we elect to emphasize one of them (then > 1) or to disregard (then < 1). **L** is the level of interest (considering the rarity of the landform) and particularly with the following weights: worldwide = 1, super-regional = 0.75, regional = 0.5, local = 0.25, no interest = 0.

The condition of preservation (**C**) of a landform is connected to its conditions at the survey moment and can be quantified as $0 < C < 1$.

The degree of damage (**D**) to a landform can be calculated as a consequence of the implementation of a project and its value should be considered in a continuous range between 0 and 1. For example: 0 = cha-

racteristics of the landform destroyed; 0.25 = several human activities which damage characteristics of the landform; 0.5 = deteriorated through some human activities which hide part of the features; 0.75 = some deterioration which loss of some minor elements; 1 = no damage, well preserved.

The *direct impact* on a landform (**I**) can be expressed in terms of reduction of scientific quality, as:

$$I = Q - Q \times D = Q \times (1 - D)$$

The *total direct impact* on landscape can be calculated as the summation of the direct impacts on each landform considered as geomorphological asset in the studied area.

Other relevant parameters to be taken into account are *visibility* and *reversibility*, which are, in the case of landscape, directly related to mitigation procedures.

REFERENCES

CAVALLIN A., MARCHETTI M., PANIZZA M. & SOLDATI M. (1994) - *The role of Geomorphology in Environmental Impact Assessment*. Geomorphology, **9**: 143-153.

PANIZZA M. (1992) - *Geomorfologia*. pp. 397, Pitagora ed., Bologna.

PANIZZA M. (1996) - *Environmental Geomorphology*. pp. 270, Elsevier ed., Amsterdam.

PANIZZA M., MARCHETTI M. & PATRONO A. (1996) - *A proposal for a simplified method for assessing impacts on landforms*. In: PANIZZA et alii (Eds.): *Geomorphological analysis and evaluation in Environmental Impact Assessment*, ITC Journ., **4**: 1995, 324.

PANIZZA M. & PIACENTE S. (1993) - *Geomorphological assets evaluation*. Z. Geomorph. N.F., Suppl., **87**: 13-18.

RIVAS V., RIX K., FRANCES E., CENDRERO A. & BRUNSDEN D. (1995) - *The use of indicators for the assessment of environmental impacts on geomorphological features*. In: MARCHETTI et alii (Eds.): *Geomorphology and Environmental Impact Assessment*. Quad. Geodin. Alp. e Quatern., **3**: 157-180.

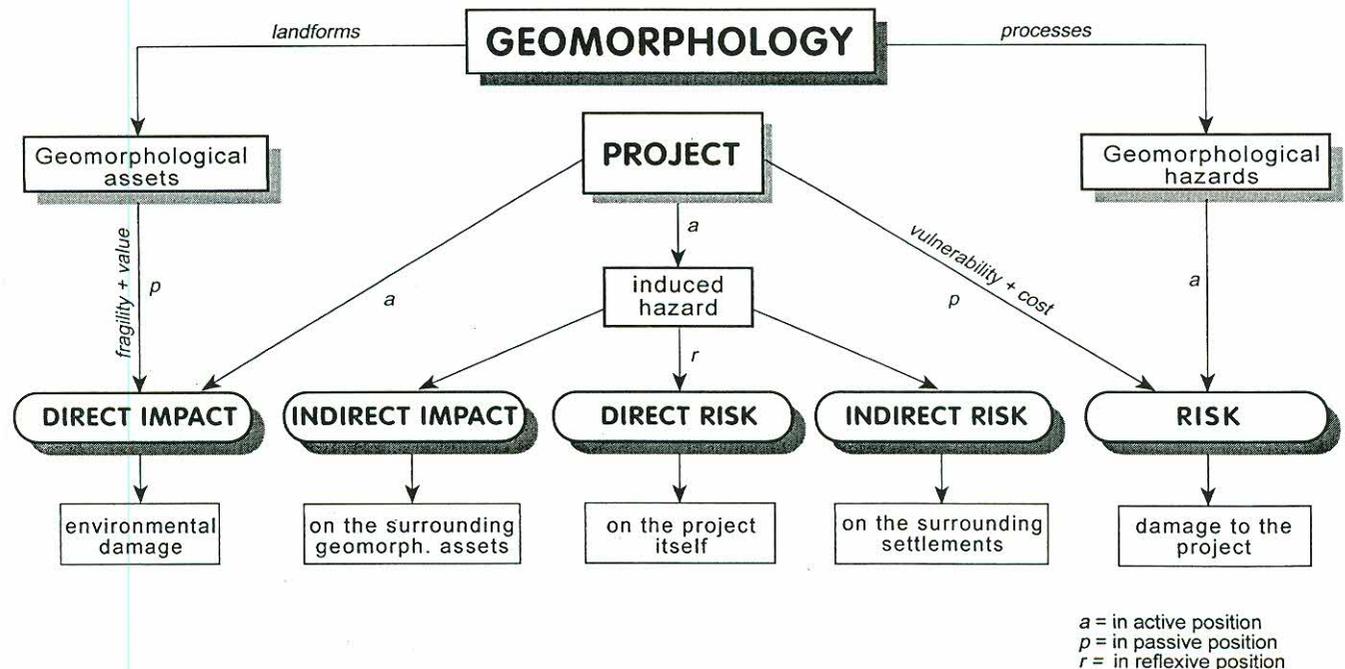


Fig. 2. – Conceptual and methodological scheme regarding the role of Geomorphology (landforms and processes) for the EIA of a project.

– Schema concettuale e metodologico riguardante il ruolo della Geomorfologia (paesaggi e processi) per la VLA di un progetto.

Il gruppo Velino-Ocre-Sirente (Appennino Abruzzese): un geotopo da proteggere

The Velino-Ocre-Sirente group (Abruzzese Appennine): a geological site to protect

CASSOLI A. (*) & RUGGERI A. (**)

RIASSUNTO – Vengono descritti alcuni ed importanti geotopi di origine glaciale e carsica presenti nel Gruppo montuoso Velino-Ocre-Sirente (Appennino Abruzzese): tali geotopi sono rappresentati da circhi glaciali, valli ad U, morene di fondo, laterali e frontali, massi erratici, rocce montonate e, per quanto riguarda la parte carsica, polje, doline, inghiottitoi, grotte. Poichè l'area, nonostante l'istituzione di Parchi e Riserve nazionali e regionali, è sottoposta a forte pressione antropica per la presenza in zona di alcune importanti stazioni sciistiche, che hanno già provocato l'alterazione e la distruzione di alcuni geotopi, sarebbe necessario adottare un programma di valorizzazione, conoscenza e protezione di tali emergenze geomorfologiche.

PAROLE CHIAVE: Glacialismo quaternario, carsismo, Italia centrale, Appennino abruzzese.

ABSTRACT – Some important geological sites of glacial and karst origin found in the Velino-Ocre-Sirente mountainous group are described: these geological beauties are represented by glacial cirques, U-shaped valleys, ground and frontal moraines, erratic boulders, “montonate” rocks and with regard to the karst type, polje, dolines, insurgences, grottoes. In spite of the establishment of national and regional parks and natural reserves, the above described area is under a strong antropic pressure mostly due to the presence in the area of important skiing resorts, which have already altered and destroyed some geological sites. Thus it would be necessary to adopt a plan aimed at improving, rediscovering and protecting such geomorphological emergencies.

KEY WORDS: Quaternary glacialism, karst, Central Italy, Abruzzese Appennine.

(*) Studio Tecnico Guado - Via Mascagni, 1 - 27052 Salice Terme (PV).

(**) Via delle Fossette, 4 - 00040 Rocca Priora - Roma.

1. – INTRODUZIONE

L'importanza di tutelare le bellezze faunistiche, botaniche e paesaggistiche è ormai un fatto acquisito presso la gran parte dell'opinione pubblica, mentre minore importanza viene invece dedicata alla protezione del patrimonio geologico e geomorfologico, anche se esso costituisce una delle principali componenti del paesaggio.

In questa nota si descrivono, appunto, alcuni importanti geotopi esistenti nel gruppo montuoso Velino-Ocre-Sirente (Appennino Abruzzese).

Questi massicci si trovano nella porzione sud occidentale della catena appenninica abruzzese, al confine tra Lazio e Abruzzo, e sono caratterizzati da un intrico di creste, valli, altipiani e cime tra le quali spicca per altitudine il M. Velino, che con i suoi 2487 m è inferiore solamente al Gran Sasso e alla Maiella. Esso costituisce anche il massiccio principale del gruppo, composto da una serie di catene, la principale e più alta delle quali è quella che collega le cime del Sevice, Velino e Cafornia. Altri allineamenti montuosi sono formati dalle Montagne della Duchessa (a NO) e dai Monti della Magnola (a SE).

Verso Nord, due altipiani, il Piano di Pezza e quello di Campo Felice, separano il Gruppo del Velino dal massiccio del Monte d'Ocre, la cui catena è allungata in direzione appenninica. Ad Est c'è il Gruppo del Sirente, separato da quello del Velino dalla lunga faglia, che delimita l'altopiano delle Rocche.

Questo interessante e vasto complesso di rilievi montuosi, di altipiani e di valli è stato interessato nell'era Quaternaria da grandiosi fenomeni glaciali (CREMA, 1919a, 1919b; SUTER, 1935; SEGRE, 1956; FEDERICI, 1979; CASSOLI *et alii*, 1988), le cui testimonianze rimaste meritano di essere considerate dei veri e propri geotopi, e, conseguentemente, di essere protette e valorizzate.

2. – CENNI STRATIGRAFICI

Geologicamente il Gruppo Velino-Ocre-Sirente è caratterizzato dalla predominanza di sedimenti mesozoici carbonatici in facies di piattaforma appartenenti alla serie Laziale Abruzzese: sono praticamente rappresentati tutti i periodi geologici a partire dal Giurassico fino al Quaternario, a parte la lacuna stratigrafica fra Cretacico superiore e Miocene inferiore, caratteristica della regione in esame.

L'area, tra la fine del Cretacico e il Miocene inferiore, emerse lasciando come testimonianza solo degli

orizzonti bauxitici, dando luogo alla nota lacuna stratigrafica della Laziale Abruzzese. La ripresa dell'ingressione marina è caratterizzata da formazioni mioceniche calcaree, anche con macrofossili, che nel Miocene superiore diventano prettamente arenacee, dando vita alle potenti serie molassiche dovute alle correnti di torbida che si manifestavano a causa della progressiva emersione dei rilievi. La serie stratigrafica prosegue con depositi continentali costituiti da breccie plioceniche e termina con i depositi morenici rissiani e wurmiani e gli accumuli fluviali e palustri del Quaternario superiore.

L'abbondante ed estesa presenza di litotipi calcarei ha permesso l'istaurarsi di alcuni processi geomorfici particolari legati al fenomeno del carsismo: conche e piani carsici, doline, inghiottitoi e le altre forme del carsismo, assieme alle forme glaciali, sono, quindi, diffusamente presenti nel massiccio Velino-Ocre-Sirente.

3. – LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE FORME GLACIALI

Per una migliore descrizione delle forme glaciali presenti, l'intero gruppo Velino-Ocre-Sirente è stato suddiviso in una serie di aree geografiche minori, ognuna delle quali con proprie caratteristiche geomorfologiche glaciali (fig. 1). Tratteremo tuttavia solo di quelle che riteniamo più interessanti ovvero sia del Monte Velino con le Valli Majelama e Teve, del Piano della Duchessa e il Vallone del Cieco, del Piano di Campo Felice e la Valle Morretano-Giumenta e del Piano di Pezza e il Campo di Rovere.

3.1. – IL MONTE VELINO CON LE VALLI MAJELAMA E TEVE

Il M. Velino è caratterizzato dalla presenza di due imponenti valloni di Majelama (a SE) e di Teve (a NW) profondamente incisi da ghiacciai; numerosi elementi morfologici, infatti, mostrano chiaramente che queste valli sono state in passato occupate da ghiacciai, come i numerosi circhi glaciali in quella che era la zona d'accumulo e i depositi morenici che arrivano fin oltre lo sbocco delle valli nelle pianure antistanti.

Per quel che riguarda la Valle Majelama, l'alta valle, che fungeva da bacino di raccolta ed alimentazione della lingua glaciale, è dominata dalla presenza di cinque circhi glaciali, di cui due nella zona di Cimata Fossa dei Cavalli (versante esposto a E-NE), altri due sui versanti orientali del M. il Bicchero e di Colle del-

l'Orso, e infine un'altro, appena accennato, in corrispondenza del Colle del Bicchero, tutti a quote comprese tra i 2000 e i 2200 m. Davanti a questi circhi è generalmente ben evidente la soglia glaciale.

Scendendo lungo la Valle Majelama si incontrano tre ben distinti depositi morenici, caratterizzati da clasti calcarei smussati e levigati, di granulometria eterogenea, privi di stratificazione di cui quello più esteso occupa l'area situata di fronte alla soglia dei circhi glaciali, chiusa verso valle da un vallo morenico a forma di ferro di cavallo (1750 m). Il secondo deposito morenico ha la forma di un rilievo allungato (1600 m), mentre il terzo, interpretabile come una morena terminale, si trova principalmente oltre lo sbocco di Valle Majelama (1150 m) ed è costituito da almeno due collinette a dorso di cetaceo allungate N-S, caratterizzate dalla presenza di massi erratici.

Un'altra testimonianza glaciale particolarmente significativa è ubicata nel punto di confluenza tra la Valle Majelama e una valle secondaria, la Valle della Genzana; si rileva tra le due valli un dislivello di circa 100 m, interpretabile come un gradino glaciale che permette di ritenere la Valle della Genzana, la quale a monte ha un grosso bacino di raccolta, come una valle sospesa. Analogamente alla Valle Majelama, anche la Valle di Teve fu occupata da un ghiacciaio come è testimoniato dagli imponenti circhi, dai depositi morenici e dalle rocce montonate presenti e dalla sezione trasversale ad U della valle. Nella parte alta della Valle di Teve si individuano tre grandiosi circhi, ognuno dei quali corrispondente ai versanti NE dei monti Caforina, Velino e Sevice, tra 2300 e 2400 m; particolarmente spettacolare è quello del M. Sevice, con una forma ad arco semicircolare perfetta.

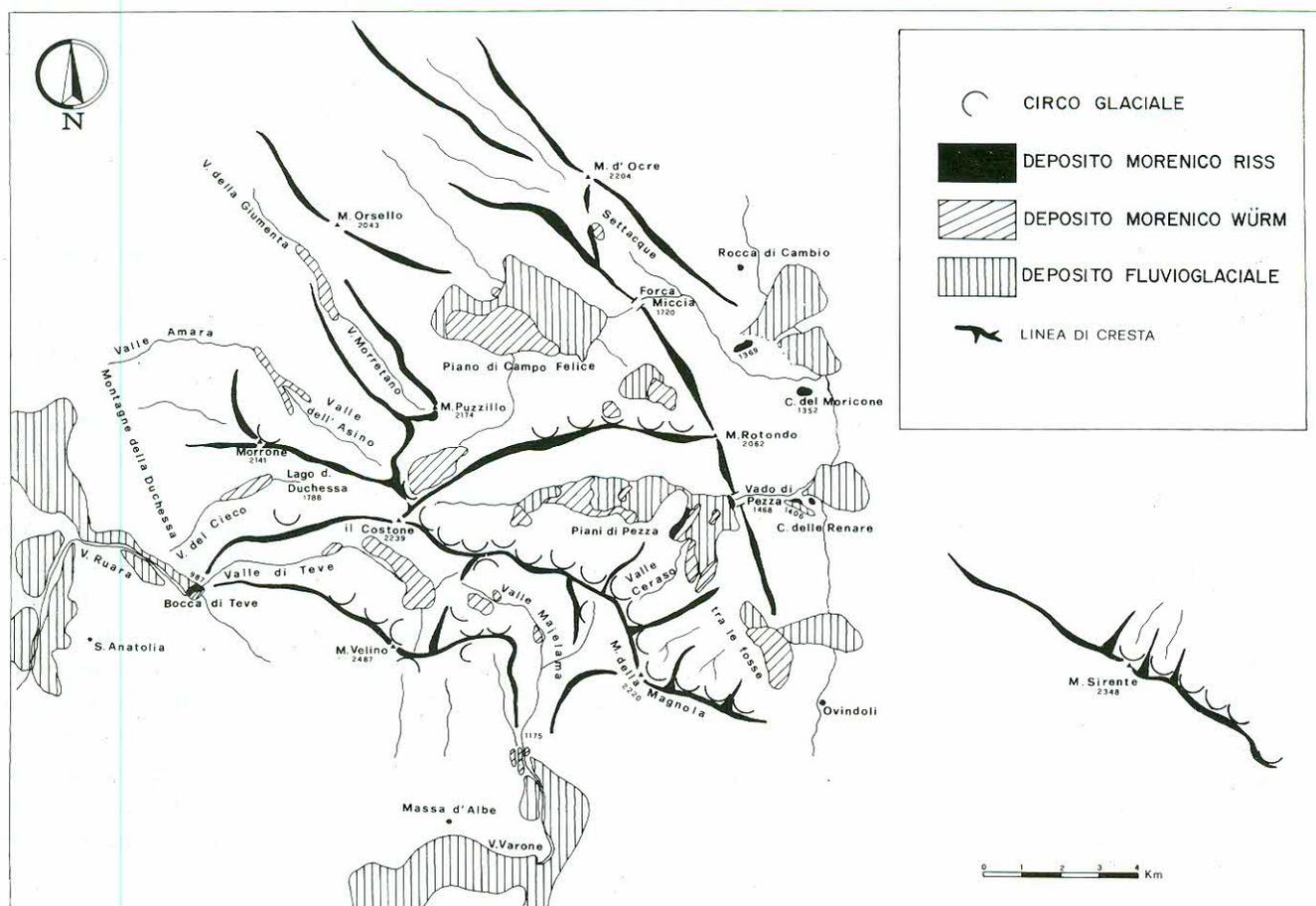


Fig. 1. – Carta dei depositi e della morfologia glaciale nel Gruppo Velino-Ocre-Sirente.

– Map of the glacial sediments and glacial morphology in the Velino-Ocre-Sirente Group.

Sempre nella testata della valle si apre un quarto circo glaciale di minori dimensioni, sul versante W del M. il Bicchero, mentre un quinto ed ultimo circo si colloca sulla parete N del M. Sevice, interessando direttamente la valle e non più la zona di testata. Quest'ultima, nota come Capo di Teve, è caratterizzata da una notevole coltre di depositi morenici, che si presentano sotto forma di collinette arrotondate a dorso di cetaceo, alte fino a 15-20 m, prive di stratificazione o classazione granulometrica. Si tratta di morene di fondo, che dalla base dei circhi arrivano con continuità fino a 1600 m e saltuariamente si spingono nella valle fino a 1450 m.

Altri depositi morenici affiorano a Bocca di Teve (987 m), alla confluenza della Valle di Teve con il Vallone della Ruara; essi costituiscono una collinetta che raggiunge 1017 m di quota, caratterizzata da materiale eterogeneo e caotico con presenza di grossi massi calcarei, probabilmente di origine erratica.

3.2. – IL PIANO DELLA DUCHESSA E IL VALLONE DEL CIECO

Il Piano della Duchessa è un bacino di circa 4 kmq collocato tra il Murolungo e il M. Morrone, caratterizzato dalla presenza del Lago della Duchessa. L'intero Piano della Duchessa fu probabilmente interessato da una glaciazione d'altopiano con accumulo di ghiaccio, ma con scorrimento glaciale nullo o molto ridotto; infatti mentre il Piano non presenta depositi morenici, questi si incontrano invece a valle del lago, in direzione del Vallone del Cieco, che fino a 1550 m è interamente coperto da dossi morenici (morene di fondo) di varie dimensioni, a dorso di cetaceo, parallele alla direzione della valle; sui depositi morenici spiccano massi erratici, che raggiungono anche 2 m di lunghezza.

Nell'area è presente un solo circo, nel versante N del Murolungo, compreso tra 2000 e 2150 m, da cui prendeva origine la lingua glaciale del Vallone del Cieco.

3.3. – IL PIANO DI CAMPO FELICE E LA VALLE MORRETANO-GIUMENTA

Il Piano di Campo Felice è un ampio bacino carsico di circa 10 kmq che separa il gruppo del M. Velino a Sud, dal M. d'Ocre a Nord. Lungo le creste che circondano il Piano si riconoscono almeno sei circhi glaciali: di questi il più evidente è quello indicato come Fossa del Puzillo (a circa 2000 m), sul versante N-NE

del Costone-Vena Stellante. Da qui si originava un'imponente lingua glaciale lunga 7 km, che, percorrendo la Valle del Puzillo - Valle Leona (interamente coperta da dossi morenici disposti caoticamente e da rocce montonate calcaree arrotondate dal passaggio del ghiacciaio), arrivava al Piano di Campo Felice dando luogo ad un'enorme apparato morenico frontale, che si estende ad Ovest fino alla Camardosa; si tratta del più vasto accumulo morenico esistente in tutta l'area Velino-Ocre-Sirente, con una lunghezza di 3,5 km ed una larghezza massima di 1,5 km con disposizione complessiva a semicerchio e concavità a S-SW. I valli morenici, con altezza media di 10-15 m, sono costituiti da ciottoli calcarei smussati con presenza di numerosi massi erratici, anche di grosse dimensioni.

Gli altri circhi glaciali che contribuivano anch'essi a questo notevole accumulo morenico sono tutti esposti a N-NE (Punta dell'Azzocchio, Valle dell'Azzocchio, Valle dei Nibbi, Colle del Nibbio, M. Rotondo) con quote di fondo dei circhi di circa 1700 m.

Situata a Nord della Valle del Puzillo si trova la Valle Morretano-Giumenta, ove è possibile incontrare dei valli morenici allungati longitudinalmente alla valle a partire da 1650 m fino a 1400 m: alla testata della valle non sono presenti circhi, per cui è pensabile che la formazione della lingua glaciale che la ricopriva fosse favorita dall'esposizione e dalla morfologia della valle stessa, stretta e incassata.

3.4. – IL PIANO DI PEZZA E IL CAMPO DI ROVERE

Il Piano di Pezza è un bacino intermontano di 5 kmq, di origine tettonico-carsica, ubicato tra il M. Velino - M. della Magnola e il Piano di Campo Felice. Numerose sono in esso le tracce lasciate dai ghiacciai pleistocenici, sia sotto forma di circhi glaciali che di accumuli morenici.

Per quanto riguarda i primi, l'intero versante Nord del Colle dell'Orso e del Costone della Cerasa è costellato da ben sette circhi, tutti ben delineati e di rilevanti dimensioni. Partendo da Colle dell'Orso, in successione, il primo circo (a circa 2000 m) è sul versante NE del Costone - Vena Stellante - Colle dell'Orso; contigui a questo se ne trovano altri tre, in rapida successione. Tutti questi circhi originavano lingue di ghiaccio che confluivano in un unico bacino di raccolta presso Capo Pezza, cosparso di collinette moreniche disposte irregolarmente.

Gli altri tre circhi glaciali del bacino di Pezza prendono origine dai versanti settentrionali di Capo Pezza (1975 m) e del Costone della Cerasa (ai piedi di questo

bel circo si riconoscono due cordoni morenici concentrici con concavità verso monte) e da quello più orientale dello stesso Costone della Cerasa (si tratta di un circo gradonato alla base del quale si trovano anche qui due valli moreniche simili al precedente).

I depositi morenici affioranti nel Piano di Pezza si presentano come cordoni più o meno isolati con forma allungata oppure hanno l'aspetto di valli arcuate, frontali ai circhi.

Nel tratto terminale del Piano di Pezza confluisce all'interno del bacino una valle secondaria, quella del Ceraso, alla cui testata sono presenti due circhi glaciali, impostatisi sul versante NE dei Monti della Magno-la. La lingua glaciale che occupava la valle ha originato dei depositi morenici, che si riconoscono a partire da 1525 m sotto forma di cordoni morenici, disposti parallelamente alla valle, oltre ad alcune collinette moreniche e alla parte restante dell'arco morenico frontale (lungo circa 800 m), che, a forma di vallo, è rialzato rispetto all'attuale quota del Piano di Pezza di 30/40 m.

Il Piano di Pezza comunica con il Campo di Rovere e più in generale con l'Altopiano delle Rocche, mediante uno stretto valico, indicato come Vado di Pezza (1468 m). In questa zona numerose sono le tracce del passaggio della lingua glaciale: evidenti morene di fondo più o meno cementate e profilo ad U del Vado molto svasato; d'altronde non solo i ghiacciai del Piano di Pezza, ma anche quelli della Valle del Ceraso fuoriuscivano dal Vado, come è testimoniato anche dal deposito morenico del Colle delle Renare. In questo colle affiora un deposito morenico di circa sei metri di spessore, costituito da ciottoli calcarei immersi in un'abbondantissima matrice ghiaioso sabbiosa.

4. – LE FORME CARSICHE

Poiché il gruppo Velino-Ocre-Sirente è essenzialmente costituito da rocce calcaree, numerose sono le morfologie carsiche presenti quali polje, doline, inghiottitoi, campi solcati (PFEFFER, 1967).

Anche se l'attuale configurazione del paesaggio è stata determinata dalle fenomenologie glaciali passate, non si può trascurare l'importanza che hanno rivestito i processi di dissoluzione carsica che si sono successivamente sovrainposti a quelli glaciali e ai quali è peraltro imputabile la cancellazione di alcune tracce glaciali, quali levigature e strie.

Tra le morfologie carsiche più vistose si segnalano in particolare le ampie conche, un tempo sede di antichi laghi, che vengono localmente indicate con il nome

di Piani; si tratta di depressioni più o meno pianeggianti, prive in genere di idrografia superficiale, paragonabili ai polje del Carso. Tra questi Piani si possono citare quelli di Campo Felice, di Pezza, di Ovindoli e l'Altopiano delle Rocche; è molto probabile che all'origine di questi piani abbia contribuito anche la tettonica. Altri geotopi carsici della zona sono la Grotta dell'Oro alla base della parete NE del Murolungo, il Pozzo Caldaio presso Rocca di Cambio (un grosso inghiottitoio nel quale finiscono le acque del Rio Gamberale, che fuoriescono nella Valle dell'Aterno attraverso l'antro di Stiffe) e il Lago della Duchessa, la cui curiosa forma ad otto rende possibile l'ipotesi di un'origine per unione di due doline.

5. – VALORIZZAZIONE DELL'AREA

Le bellezze geologico-morfologiche del gruppo Velino-Ocre-Sirente non sono particolarmente conosciute ed anche le iniziative che sono state intraprese per la salvaguardia generale dell'area hanno, soprattutto, un carattere naturalistico (BORTOLOTTI & PIERANTONI, 1989).

Nel luglio '87 con decreto dell'allora Ministro dell'Ambiente Pavan è stata istituita la Riserva Naturalistica Orientata del M. Velino, che si estende su una superficie di circa 4000 ha (comprendendo interamente il sottogruppo formato dalle maggiori vette del Velino e dalle Valli Majelama e Teve) per proteggere particolari endemismi faunistici e floristici. Successive sono l'istituzione del Parco Naturale Regionale Velino-Sirente da parte della Regione Abruzzo e della Riserva Naturale Regionale delle Montagne della Duchessa su decisione della Regione Lazio. Sempre dal punto di vista naturalistico si segnalano in zona alcuni biotopi quali il Piano di Ovindoli, l'Altopiano delle Rocche, le Gole di Celano e il M. Sirente.

La Legge Galasso (431/85), equiparando i piani paesistici a quelli territoriali con specifica considerazione dei valori paesistici ed ambientali, permette una parziale salvaguardia dei geotopi presenti nella zona, in particolare quando la legge (art. 1) specifica che sono sottoposti a vincolo paesaggistico «le montagne per la parte eccedente i 1200 m slm per la catena appenninica», «i ghiacciai e i circhi glaciali», «i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna di parchi». Questo è sicuramente un notevole passo avanti rispetto alla precedente Legge 1497/39, che prevedeva solamente la salvaguardia delle «cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica».

È da rilevare come nell'area, in particolare nella zona dell'Altopiano delle Rocche, della Magnola-Ovindoli e di Campo Felice, siano presenti attività che certamente hanno alterato e modificato irrimediabilmente il paesaggio. Infatti queste zone sono sedi di alcune tra le più note stazioni sciistiche del Centro-Sud, con impianti di risalita cui si è accompagnato un notevole incremento nell'edificazione di residence, alberghi e seconde case.

La presenza di emergenze geologiche e morfologiche non comuni può permettere all'area in questione un potenziale di sfruttamento turistico, che non sia limitato a quello sportivo invernale o naturalistico; d'altronde nell'area esiste anche un cospicuo patrimonio storico monumentale di notevole rilievo (la chiesa di S. Pietro a Massa d'Albe, l'isolata chiesa di S. Maria in Valle Porclaneta, il Castello di Celano, le rovine romane di Alba Fucens).

Nell'area, dato soprattutto il suo carattere montano, non esistono strutture capaci di valorizzare le singularità geologiche presenti, che rimangono quindi ristrette ai soli conoscitori della materia. Al contrario, una più diffusa conoscenza di tali geotopi permetterebbe di sviluppare un turismo escursionistico stimolato non solo dalle caratteristiche «biologiche», ma anche da quelle «geologiche e geomorfologiche», anche mediante la creazione di percorsi geologici o glacialogici.

È quindi necessario sempre più, ormai, che l'attenzione alla salvaguardia in campo legislativo vada rivolta anche alle emergenze geologiche e geomorfologiche, che testimoniano le origini del paesaggio attuale e che, molte volte, inconsapevolmente, sono le ragioni essenziali della capacità d'attrazione di un luogo.

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare il Prof. ALBERTO MALATESTA, per gli utili consigli e il costante sostegno ricevuto e i colleghi D.ssa M. VITTORIA MOLARONI e Dott. CLAUDIO LODO- LI che hanno contribuito alla raccolta dei dati.

BIBLIOGRAFIA

- BORTOLOTTI L. & PIERANTONI M.A. (1989) - *Il Monte Velino: i massi del Velino e del Sirente*. pp. 180, Ed. Abete, Roma.
- CASSOLI A., CORDA L., LODOLI C., MALATESTA A., MOLARONI M.V. & RUGGERI A. (1988) - *Il glacialismo quaternario del Gruppo Velino-Ocre-Sirente*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, (1986): 855-867, 5 figg., Roma.
- CREMA C. (1919) - *Tracce di vaste glaciazioni nei Monti della Duchessa*. Rend. R. Acc. Lincei, ser. 5, **28**: 235-240, Roma.
- CREMA C. (1919) - *Il glacialismo nel gruppo del monte d'Ocre (Abruzzo aquilano)*. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., fasc. **5-6**: 323-326, Roma.
- FEDERICI P.R. (1979) - *On the Riss glaciation of the Apennines*. Zeitsch Geomorph. N.F., **23**: 111-116.
- PFEFFER K.H. (1967) - *Beiträge zur Geomorphologie der Karstbecken im Bereich des Monte Velino (zentral Apennin)*. Frankfurter Geogr., **42**: pp. 85, Francoforte.
- SEGRE A.G. (1956) - *Massi erratici nel gruppo del Velino*. L'Appennino, **3**: 2-4, Roma.
- SUTER K. (1935) - *Die eiszeitliche Vergletscherung der Apenninen. 4, Velino-Ocre-Sirente*. Zeitschr. Gletscherk., **22**: 142-162.

Problemi di conservazione dell'ambiente geomorfologico ed insediativo in sotterraneo della Cappadocia (Turchia)

Problems about the preservation of geomorphologic environment and underground settlements in Cappadocia (Turkey)

BURRI E. (*), MASSOLI-NOVELLI R. (*), PENSABENE G. (**), & PETITTA M. (*)

RIASSUNTO – Le particolari strutture geologiche naturali e insediative della Cappadocia («Camini delle Fate», ecc.), la cui genesi è connessa alla erodibilità dei depositi ignimbrici che affiorano in tutta la regione per circa 11.000 km², sono soggette ad una rapida degradazione, sia per cause naturali (erosione di acque meteoriche ed eolica, sismicità) che per attività antropiche, principalmente dovute allo smantellamento volontario dei manufatti ipogei e ai rischi derivanti dalla massiccia invasione turistica. Per evitare la scomparsa di tali eccezionali monumenti geologici e insediativi si rende necessario un censimento, con catalogazione e monitoraggio ambientale, teso anche a valutare i limiti per i flussi turistici e le tecniche per il risanamento dei monumenti ipogei in pericolo.

PAROLE CHIAVE: Erosione, manufatti ipogei, Cappadocia.

ABSTRACT – Cappadocia, a wide geographic area of the Anatolic table-land, is characterized by ignimbric deposits extremely widespread (11.000 km²) but easy to be eroded.

This morphologic context is also characteristic of a remarkable variety of underground settlement, probably used as far back as the half of VII century A.D.

We can generally distinguish: wall settlements, cone settlements, underground cities and villages, underground churches. Economic activities, mostly agriculture, have been developed in the bottom valley and regarded four interconnected elements: terraced gardening, drainage of running waters, underground channels collecting groundwater, pigeon-house for guano.

This extraordinary patrimony undergoes remarkable degradation, due to several and different causes, i.e. natural factors and anthropic activities. Therefore, to check the irreversible degradation it is necessary: to start a census of the whole structures; to forbid or control the flow of people in the underground churches; to strengthen the areas which are more at risk, i.e. grouting the most dangerous rock fissures.

KEY WORDS: Erosion, underground settlements, Cappadocia.

(*) Dipartimento di Scienze Ambientali - Università dell'Aquila - Coppito - 67100 L'Aquila.

(**) Museo Civico di Storia Naturale di Lucca - 55100 Lucca.

1. – PREMESSA

La Cappadocia, ampia regione geografica localizzata nella parte centrale dell'Altopiano Anatolico, è caratterizzata da una morfologia tabulare, con altitudine media di circa 1000 m s.l.m., essenzialmente formata da materiali piroclastici di tipo ignimbrítico che coprono un'area estesa circa 11.000 km². La deposizione delle colate ignimbrítiche è comunemente attribuita a due distinte fasi: una neogenica, sviluppatasi in un arco di tempo compreso tra 11,6 e 2,7 Ma, ed una fase quaternaria compresa tra 0,2 e 0,1 Ma. I materiali depositi si presentano prevalentemente caotici, generalmente non saldati. Alternati alle ignimbrítiche si riscontrano sedimenti di tipo pliniano con deposizione ordinata e di *surge*. Il clima è connotato da elementi continentali e subdesertici con precipitazioni, anche nevose, intense nei mesi invernali e primaverili e minime nei mesi estivi; la temperatura, al contrario, cresce gradualmente da un minimo nel mese di gennaio sino ad un massimo del mese di luglio.

In questo contesto ambientale hanno interagito molteplici e diversificate dinamiche: quelle strutturali con i sistemi di faglie e fratture e quelle di degrado meteorico, nelle quali si sommano gli effetti erosivi dovuti alle precipitazioni (pioggia battente e ruscellamento diffuso), quelli corrasivi e quelli più genericamente termoclastici. Dalla concomitanza di questa attività morfologica sul ricordato contesto litologico, è scaturito un singolare paesaggio, in rapida evoluzione, definito da un sistema di valli ramificate e profondamente incise, da basse colline separate da ampi pianori strutturali e soprattutto da eccezionali morfologie da erosione, i ben noti pinnacoli o funghi o «Camini delle Fate» («Fairy Chimney»), tutti plasmati nella tenera roccia ignimbrítica e definibili «siti geologici» di importanza internazionale. L'attività antropica, inoltre, ha marcato tutta l'area con decisione e carattere con la creazione di un sistema insediativo prevalentemente realizzato in ambiente sotterraneo, in una iniziale collocazione storica non ancora ben definita, ma che certamente si sviluppa nella metà del sec. VII d.C.

Questo immenso patrimonio archeologico, artistico e morfologico è da tempo soggetto ad un inarrestabile, e per certi versi irreversibile degrado. L'UNESCO, nel tentativo di arginare il fenomeno ha già dichiarato l'intera regione area d'interesse mondiale, promuovendo, di conseguenza, alcune opportune iniziative con lo scopo di arrestare il deterioramento in atto e restaurare le strutture di maggior valore artistico ed insediativo. Purtroppo in considerazione dell'ampiezza dell'area sarà possibile ottenere, nell'immediato,

solo risultati puntuali. Questa doverosa considerazione non esclude che gli interventi debbano essere comunque incisivi e di rapida attuazione, ma anzi ne rafforza l'importanza.

2. – CENNI GEOLOGICI

La storia geologica dell'area è caratterizzata soprattutto da una prolungata attività vulcanica, iniziata nell'Oligocene e terminata alcune migliaia di anni fa. L'attività esplosiva appare prevalente con emissioni da numerosi vulcani in parte sventrati e poi sepolti. La regione è oggi dominata dal più recente e meglio conservato Erciyes Dag, alto 3.916 m.

L'area d'interesse viene oggi definita «*Cappadocian Volcanic Provinces*» o CVP (TOPRAK *et alii*, 1994) e risulta ubicata all'interno della più vasta provincia vulcanica dell'Anatolia centrale; la regione morfologica corrisponde in gran parte all'antica provincia di Cesarea (Kaiseri), importante centro in età imperiale (17 d.C. - 350 d.C.), anche se nel corso dei secoli tali limiti geografici hanno subito cospicue oscillazioni.

2.1. – I TUFI IGNUMBRITICI

La deposizione delle colate ignimbrítiche è comunemente attribuita a due distinte fasi: una neogenica, sviluppata in un arco di tempo compreso tra 11,6 e 2,7 Ma, ed una quaternaria compresa tra 0,2 e 0,1 Ma (INNOCENTI *et alii*, 1975). Sono presenti molte altre rocce vulcaniche, con lave da medio-basiche ad acide, pomici, livelli cineritici ed altre, ma i tufi ignimbrítici risultano di gran lunga il tipo litoide più abbondante.

Le ignimbrítiche infatti ricoprono un'area di circa 11.000 km² con spessori fino a 400 m. Sono stati individuati otto centri eruttivi neogenici, quasi totalmente sventrati ed erosi; l'unico centro di emissione conservato è quello del Quaternario di Acigol, all'interno di una caldera (TEMEL, 1992; ERCAN *et alii*, 1994; LE PENNEC *et alii*, 1994). I livelli ignimbrítici si presentano di colore generalmente biancastro o rosato su tagli freschi, con patine grigie di Fe-Mn per termoestrazioni di tali elementi, da noi analizzati; si presentano più o meno compatti in funzione delle percentuali di materiale fuso esistente al momento della sedimentazione. Sono state distinte dieci unità stratigrafiche (PASQUARE *et alii*, 1988; SCHUMACHER *et alii*, 1990) ed una composizione chimica che è risultata essere in gran parte riolitica, con percentuali di SiO₂ variabili tra 68 e 76 %.

Le ignimbriti presentano un basso coefficiente di compressibilità (da noi misurato, circa 350 kg/cm²), che si abbassa ulteriormente durante la stagione piovosa a causa della microporosità della roccia.

I pinnacoli debbono la loro origine alla presenza di un livello ignimbrítico più compatto che ricopre livelli meno saldati e più teneri. L'azione erosiva dell'acqua lungo le miriadi di fratture, prodotte dall'intensa tettonica e sismicità, tende a separare e poi ad isolare i singoli pinnacoli, che resistono maggiormente all'erosione perché protetti dal «cappello» di roccia più compatta. Quando il cappello crolla, il cono ignimbrítico tenero è condannato a una erosione in tempi brevi (fig. 1).

Per valutare adeguatamente l'erosione superficiale, estremamente significativa nell'area, sono state da noi installate delle particolari stazioni di misura in grado di consentire l'acquisizione di valori annuali. Ad un primo esame il fenomeno appare abbastanza consistente e quantificabile in 2,5 mm annui. È bene, comunque, considerare ancora questa cifra come puramente indicativa; ulteriori misurazioni, su un campione più vasto di stazioni, permetteranno nell'immediato futuro di assumere valori più significativi.

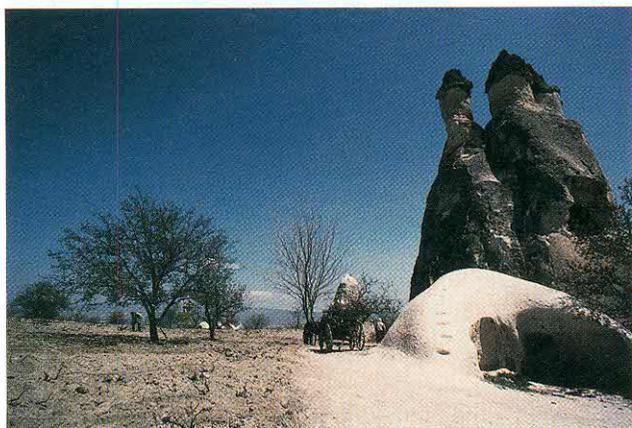


Fig. 1. – Erosional evolution of ignimbrite pinnacles.

– *Evoluzione dei pinnacoli di ignimbrite.*

3. – INSEDIAMENTI

Il paesaggio geografico in Cappadocia può essere assimilato ad un sistema integrato ed interconnesso di molteplici elementi. È però necessario, per entrare nel merito dei problemi legati alla sua conservazione, scomporre forzatamente tale paesaggio in alcune grosse categorie, pur nella consapevolezza dei limiti imposti da questa scelta.

3.1. – STRUTTURE INSEDIATIVE

a) Villaggi a parete (GIOVANNINI, 1971; CUNEO, 1981; BIXIO, 1994): realizzati a scopo abitativo sono caratterizzati da unità indipendenti con vani sovrapposti, contigui e su vari livelli; a volte le unità sono tra loro intercomunicanti per mezzo di cunicoli o gallerie ad alta acclività e scalinate. I vani più esterni sono dotati di modeste aperture che si aprono sulle pareti a strapiombo.

b) Villaggi a cono: sono anche queste strutture insediative complesse realizzate all'interno dei pinnacoli, riuniti in gruppi, e noti come «*Peri Bacalaris*» o «*Camini delle Fate*»; la parte sommitale, morfologicamente più resistente all'erosione, viene impiegata come naturale protezione dei vani sottostanti. Non sono infrequenti vani costruiti all'esterno come integrazione di quelli sotterranei.

c) Coni isolati: non sono infrequenti i nuclei abitativi, di minore estensione e complessità, scavati all'interno dei pinnacoli isolati.

d) Villaggi-castello: sono generalmente considerati varianti del villaggio a parete che utilizzano grandi torrioni naturali. La morfologia insediativa è simile a quella già descritta.

e) Chiese rupestri (DE JERPHANION, 1925-42; JOLIVET-LEVY, 1991): rappresentano forse l'aspetto più noto, e per certi versi vistoso, di tutta la regione. Siamo in presenza di luoghi di culto cristiani, in molti casi splendidamente affrescati, la cui unitarietà è spesso superata dalla presenza di molti nuclei diretti a creare insediamenti complessi, di tipo monastico, la cui organizzazione urbanistica riflette, nella tipologia, i canoni classici dei villaggi già descritti.

f) Città sotterranee: a differenza delle strutture definite «rupestri», le città sotterranee sono state realizzate, a più livelli, al di sotto del piano topografico. Lo schema progettuale ed insediativo è totalmente diverso ed è funzionale per una struttura pensata e realizzata essenzialmente per scopo difensivo. Gli accessi sotterranei sono minimi e ben occultati, i percorsi interni estremamente ramificati e difesi da un sistema di monoliti a sezione circolare denominate «porte macina». Si tratta senza dubbio delle strutture insediative più complesse, e caratterizzanti, della Cappadocia.

g) Villaggi sotterranei: siamo in presenza di strutture minori, scavate nelle ignimbriti di colline isolate e caratterizzate dalla presenza di uno/due livelli, difesi dalle citate «porte macina» ma poco articolati nella presenza ed interconnessione di vani ipogei. Molto frequentemente l'accesso ai vani sotterranei è consentito da una fascia di ambienti di servizio (ad esempio stalle) dalle quali si accede dall'esterno.

3.2. – STRUTTURE DI SERVIZIO

a) Canali di drenaggio (BURRI, 1995): le valli profondamente incise nelle ignimbriti più tenere sono state impiegate, e lo sono ancora, per coltivazioni terrazzate di tipo orticolo. L'elevata erosione dei versanti è controllata dalla creazione di un sistema di canali di drenaggio, essenzialmente realizzati in sotterraneo, ai quali è affidato il compito di convogliare le acque di scorrimento superficiale ed evitare l'abbattimento dei terrazzi. Nei tratti terminali, la portata e la velocità di erosione hanno cancellato completamente la morfologia artificiale originaria.

b) Canali di emunzione: per poter disporre, durante la stagione estiva, di adeguate risorse idriche sono state scavate brevi sezioni cunicolari con il compito di intercettare le falde idriche, anche se di modesta entità.

c) Cisterne: non sono dissimili da quelle in uso in tutta l'area mediterranea ed in più casi molti ambienti sono stati collegati tra loro.

d) Piccionaie ed alveari: la scarsa disponibilità di fertilizzanti nel terreno e la necessità di impiegarli per ottimizzare la resa delle coltivazioni, ha comportato la creazione di ampie strutture sotterranee con lo scopo di consentire l'alloggio e la riproduzione di questi volatili; il loro numero, lungo l'asse delle singole valli è notevole e non sono rari i casi di reimpiego, per questa funzione, di chiese rupestri, magazzini, ecc.

e) Magazzini: anche in questo caso si è in presenza di strutture tipiche e piuttosto comuni, anche quando a questa funzione sono stati adibiti vani sotterranei che in origine avevano altra funzione.

f) Tombe: la loro importanza deriva dai motivi decorativi che le caratterizza. Parecchi di questi siti sono comunque molto antichi e non sempre possono essere relazionati al più vasto e complesso fenomeno insediativo della Cappadocia.

4. – LE CAUSE DEL DEGRADO

La dichiarazione dell'UNESCO viene formulata nel tentativo di arginare il degrado abbastanza avanzato e diffuso in tutta l'area (BOWEN, 1987; 1990). A fronte di un patrimonio vasto e diversificato è stato necessario compiere scelte radicali che hanno privilegiato solo alcuni tra gli insediamenti sacri più rappresentativi. Purtroppo la necessità di rendere turisticamente fruibili questi siti ha inserito una nuova variabile, spesso non controllabile, nell'ampia casistica delle cause del degrado e che possono essere sinteticamente riassunte nel modo seguente.

4.1. – FATTORI NATURALI

Erosione: è responsabile del progressivo crollo di ampie porzioni dei canali di drenaggio e di emunzione; l'erosione tende anche ad interessare le parti più esposte delle chiese rupestri (fig. 2) e degli affreschi ivi contenuti. Sempre per i motivi climatici e litologici, la rapida evoluzione del paesaggio per erosione riguarda anche i versanti vallivi e i fondovalle non drenati. Ne risulta una morfologia in continua trasformazione, con l'erosione che procede da valle verso monte, allargando le valli e formando un fondovalle pianeggiante dove si depositano i materiali erosi dai versanti, in assenza di un'azione continua nel tempo delle acque incanalate. Anche questi fondovalle, dove si sviluppano le pratiche agricole, non sono comunque aree stabili, in quanto le acque dilavanti, concentrate in corsi d'acqua stagionali e effimeri, provvedono alla rimobilizzazione dei depositi.

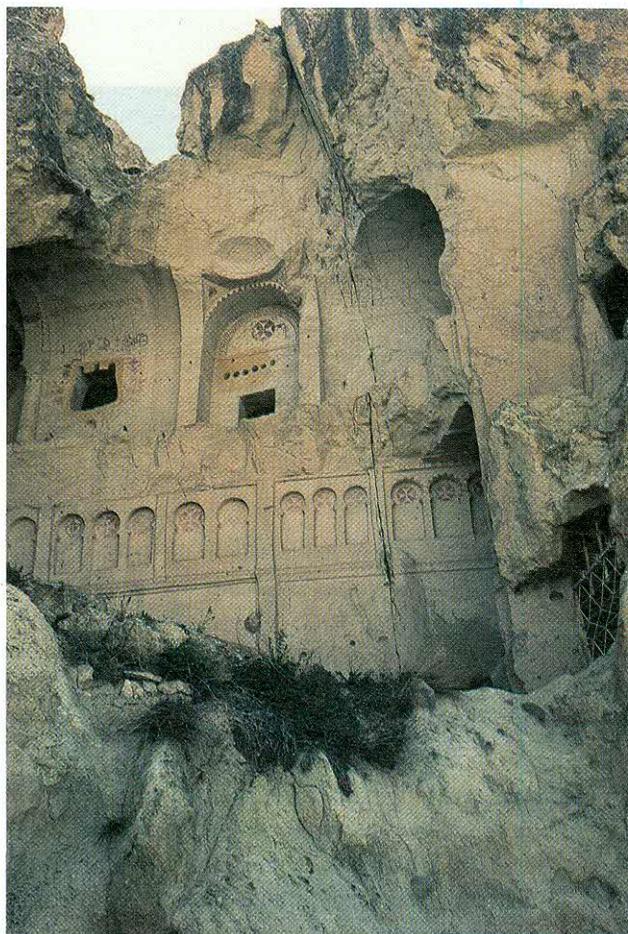


Fig. 2. – Göreme: the exterior of Karanlık ignimbrite Church.

– Göreme: esterno della chiesa di Karanlık.

Al cospicuo trasporto solido, che avviene in contemporanea al passaggio delle acque incanalate, è dovuta una accelerazione negli effetti dinamici ed una progressiva obliterazione del vacuo dei canali.

Cause strutturali, sono essenzialmente di tre tipi:

– le fratture e le faglie appartenenti ai lineamenti tettonici che interessano le intere strutture vallive; tali sistemi sono da considerarsi in parte coevi alla messa in posto delle ignimbriti, in parte connessi alla attività tettonica successiva e anche contemporanea;

– le fratture innescate da cedimenti statici derivanti dallo scavo degli ambienti sotterranei o alla loro parziale demolizione mediante esplosivi; si tratta di sistemi di fratture che caratterizzano in particolare le volte e i passaggi degli ambienti ipogei;

– livelli litologici dotati di scarsa coesione e discontinuità stratigrafiche; lungo questi giunti di stratificazione si sviluppa un'erosione differenziale che contribuisce all'innescare di crolli parziali e inoltre può rappresentare una via preferenziale di scorrimento delle acque di infiltrazione, determinando ulteriori dissesti.

Come effetto di questi fattori, spesso concomitanti, si ha un progressivo crollo, ad iniziare dalle parti più esterne, con coinvolgimento delle aree interne dei manufatti sotterranei (fig. 3).

4.2. – FATTORI ANTROPICI

Demolizione per reimpiego di materiale: la necessità di provvedere al continuo ripristino dei terrazzi agrari per le coltivazioni orticole di fondo valle ha comportato la ricerca di materiali lapidei di idonea consistenza e, possibilmente, già sbozzati. Per questa ragione sono stati preferiti siti ipogei non più utilizzati ed in particolare, vista la differenza di religione, gli insediamenti rupestri cristiani. Così molte chiese sono state demolite, in varia misura, mediante esplosivi.

Utilizzazione diversificata dei siti: anche in questo caso sono state molto utilizzate le chiese rupestri, adibite quindi a piccionaie e magazzini.

Pressione turistica nelle valli: sono gli elementi nuovi del problema poiché una grande parte delle speranze per il progresso economico dell'area trovano riferimento nella valorizzazione turistica dei siti, ma nella fase di progettazione e di esecuzione non sono stati adeguatamente considerati due fattori, quali la scarsa consistenza del litotipo ed il contenimento della fruizione turistica in relazione all'ampiezza del sito. È opportuno ricordare come nello studio delle aree protette, o comunque delle aree da destinare a fruizione turistica, questi parametri siano adeguatamente e preventivamente ben considera-

ti. Nelle valli della Cappadocia, viceversa, ove attualmente vengono convogliate masse sempre maggiori di turisti (a piedi, in bicicletta, a cavallo o con mezzi meccanici), il degrado che si è immediatamente innescato progredisce a ritmi vertiginosi, proprio per le caratteristiche litologiche, che mal sopportano un eccessivo calpestio, unitamente all'impossibilità di controllare adeguatamente i siti di interesse artistico (con degrado di pitture soggette a vandalismo, con asportazione di porzioni anche piuttosto ampie).

Pressione turistica negli ambienti sotterranei: sono questi i tipici problemi già noti nelle analisi di impatto ambientale nella cavità naturali destinate alla fruizione turistica. Non sono diversi infatti i parametri da tenere in considerazione: umidità, temperatura, emissione di CO₂. A questi elementi occorre aggiungere anche il mancato controllo, in alcuni siti, sulle attività dei visitatori che tendono a deteriorare le pitture mediante le scritte, con corrosione dovuta agli annessi cutanei delle dita, sino all'asportazione.

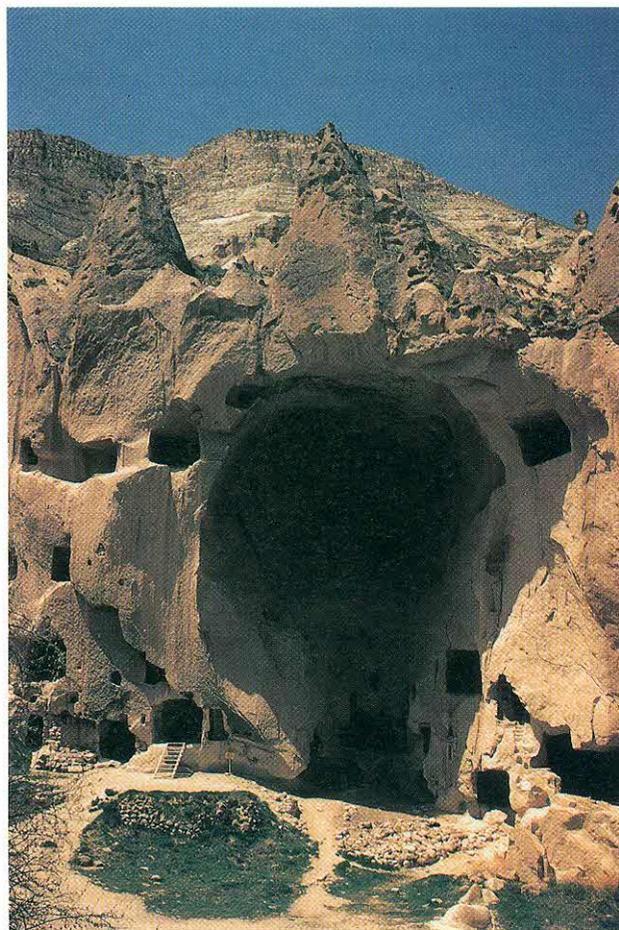


Fig. 3. – Göreme: fall problems in old underground settlements.

– Göreme: fenomeni di crollo negli antichi insediamenti sotterranei.

4. – CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto, in particolare circa la situazione di rischio dei siti geologici più importanti (pinnacoli) e dei preziosi insediamenti, si ritiene che il degrado di tali monumenti geologici ed ipogei della Cappadocia possa essere almeno limitato mediante le seguenti iniziative:

a) censimento e catalogazione dei pinnacoli, degli insediamenti ipogei e delle chiese rupestri;

b) monitoraggio ambientale, di staticità strutturale e calcolo del limite di soglia per gli ambienti ipogei, con particolare riferimento alle chiese rupestri;

c) calcolo del limite di accettabilità dei sentieri ed i percorsi turistici all'interno delle valli ed emanazione di una normativa specifica atta a controllare il transito e le attività dei turisti;

d) programma di dettaglio per cementare, mediante opportuni collanti, le fratture più pericolose esistenti nei monumenti ipogei.

BIBLIOGRAFIA

- BIXIO R. (1994) - *Le città sotterranee della Cappadocia*. Le Scienze, **313**: 34-43, Milano.
- BOWEN R. (1987) - *Geology and Conservation of Antiques Monuments in Turkey*, Environm. Geol., **9**, (2):71-84, New York.
- BOWEN R. (1990) - *The Future of the Past at Goreme in Turkey*, Environm. Geol., **16**, (1): 35-41, New York.
- BURRI E. (1995) - *Canalizzazioni sotterranee per il drenaggio e l'emanazione idrica nelle antiche e recenti attività agricole. Esempi comparati nell'Etruria Meridionale (Italia) ed in Cappadocia (Turchia)*. In: Atti del Conv. Geogr. Intern. «I Valori dell'Agricoltura nel Tempo e nello Spazio» (in stampa).
- CUNEO P. (1981) - *Urbanistica e ambiente architettonico della Cappadocia*. In: FONSECA C.D. (Ed.): «Le aree omogenee della Civiltà Rupestre nell'ambito dell'Impero Bizantino: La Cappadocia», 199-203, Congedo Ed., Galatina.
- DE JERPHANION G. (1925-1942) - *Une nouvelle province de l'art Byzantine. Les églises rupestres de Cappadoce*. Paris.
- ERCAN T., TURKECAN A. & KARAIHYIKOGLU M. (1994) - *Neogene and Quaternary Volcanics of Cappadocia*. Excursion Guide of International Volcanological Congress, IAVCEI Ankara 94, pp. 28. Ankara.
- GIOVANNINI L. (1971) - *Il territorio e gli ambienti rupestri*. In: AA.VV.: «Arte della Cappadocia», Les Editions Nagel, 67-80, Ginevra.
- INNOCENTI F., MAZZUOLI R., PASQUARÈ G., RADICATI DI BROZZO F. & VILLARI L. (1975) - *The Neogene calc-alkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data of Kaisery-Nigde area*. Geol. Mag., **112**: 349-360.
- JOLIVET-LEVY C. (1991) - *Les églises byzantines de Cappadoce*, C.N.R.S., 1991, Paris.
- LE PENNEC J.L., TEMEL A., DRUITT T., FROGER J.L., AYDAR E., BOUR-DIER J.L., CAMUS G. & GUNDOGDU M.N. (1994) - *The Neogene to Quaternary Ignimbritic Field of Cappadocia*. Excursion Guide of International Volcanological Congress, IAVCEI Ankara 94, pp. 29. Ankara.
- PASQUARÈ G., POLI S., VEZZOLI L. & ZANCHI A. (1988) - *Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey*. In: «The origin and evolution of arcs», Tectonophysics, **146**: 217-230.
- SCHUMACHER R., MUES U. & KOBERSKI U. (1992) - *Petrographical and geochemical aspects and K/Ar-dating of ignimbrites in Cappadocia, Turkey*. Abstract of the 6th Cong. of the Geol. Soc., Athens.
- TEMEL A. (1992) - *Kapadokia eksploziv volkanizmasinin: petrolijk ve jeokimyasal ozellikleri*. PhD-thesis, Ankara.
- TOPRAK V., KELLER J. & SCHUMACHER R. (1994) - *Volcano-Tectonic Features of the Cappadocian Volcanic Province*. Excursion Guide of International Volcanological Congress, IAVCEI Ankara 94, pp. 58. Ankara.

Le grotte del tratto sotterraneo del fiume Bussento (Provincia di Salerno)

The caves in the underground stretch of Bussento river (Salerno province)

CERLESI E. (*), CERLESI F. (*), CERLESI L. (*), PIANTEDOSI M. (*)

RIASSUNTO - Tra i comuni montani di Caselle in Pittari e Morigerati, in provincia di Salerno (Campania), si snoda il percorso sotterraneo del Fiume Bussento, in un'area carsica. Nel 1982, a seguito di piogge torrenziali, si verificò una occlusione delle grotte, che, oltre a produrre un allagamento, per rigurgito, delle campagne a monte dell'inghiottitoio carsico, mise in pericolo di crollo la diga in terra dell'ENEL che sbarra il lago artificiale di Sabetta. Le indagini svolte dagli Autori per scoprire il punto di arresto delle acque sotterranee e fare in modo di disostruire il canale sotterraneo portò anche alla scoperta di una serie di grotte di straordinaria bellezza, meritevoli di essere segnalate come geotopo di grande valore scientifico e didattico.

PAROLA CHIAVE: Grotte, geotipi, F. Bussento.

ABSTRACT - Among the mountain Mynicipalites of Caselle in Pittari and Morigerati, within the Province of Salerno (Campania), the subterranean course of the river Bussento, unwind in a Karstic area. In 1982 consequently to torrential rains, an obstruction of the caves occurred, which resulted in the inundation of the countryside uphill of the Karstic sinkhole, as well as endangering the dam on the artificial lake of Sabetta (in the ENEL settleland) of a possible collapse.

The survey carried out to discover the stopping point of the underground waters and attempt to unblock the subterranean river brought to the discovery of several caves of extraordinary interest, deserving to be reported as a geotope of great scientific and didactic value.

KEY WORDS: Caves, geotopes, Bussento River.

1. - INTRODUZIONE

In questa nota ci si riferisce alla galleria percorsa nel suo tratto sotterraneo dallo storico fiume Bussento, lunga 6 Km, sita in provincia montana del Salernitano, tra i Comuni di Caselle in Pittari e Morigerati. Il fiume per questo tratto scorre in un alveo che fa parte di un sistema di grotte carsiche, di cui poco si sapeva prima della ricerca illustrata in questa memoria.

Siamo in un territorio gestito dall'omonima Comunità montana del Bussento e dalla Regione Campania, e per il quale alcune associazioni ambientaliste hanno, di recente, chiesto la protezione, per una larga fascia attorno allo sviluppo sotterraneo del fiume. Nel 1982, a seguito di forti piogge torrenziali, si verificò una occlusione del percorso sotterraneo del fiume; il rigurgito oltre a produrre un allagamento delle campagne a monte dell'inghiottitoio carsico attraverso il quale le acque del Bussento si inabissano nel sottosuolo, mise in pericolo di crollo la diga in terra dell'ENEL, che sbarra il lago artificiale di Sabetta.

Le indagini si sviluppano sia per localizzare la occlusione del percorso sotterraneo del fiume che per conoscere la topografia dello stesso percorso.

Tali indagini furono eseguite con tecniche della geofisica e si conclusero con una perlustrazione delle

(*) Via dell'Annunziatella, 23 - (00147) Roma.

grotte, avviata dai due estremi. In una prima fase si penetrò nel sistema di grotte attraverso l'inghiottitoio ubicato nei pressi di Caselle in Pittari (fig. 1): si riuscì a raggiungere, innanzitutto, mediante un canotto, il punto di occlusione, costituito da uno stretto «lamina-toio», fatto di una lunga fessura tra due strati della roccia calcarea, attorno a cui si ammassavano tronchi, ramaglie, foglie e altro vario materiale leggero, trasportati dalla furia delle acque. Si provvide allora, alla meglio, a liberare un varco che si dimostrò sufficiente per un primo deflusso, cosa che, presto, assecondò l'empito di nuove acque, che completarono, naturalmente, l'opera nostra, producendo un più rapido deflusso.



Fig. 1. – L'inghiottitoio che costituisce, per la corrente del Fiume Bussento, l'ingresso al sistema di grotte carsiche, dalla parte del comune di Caselle in Pittari.

– *The sinkhole forming, for the Bussento river stream, the access to the Karstic cave system, on the Caselle in Pittari side.*

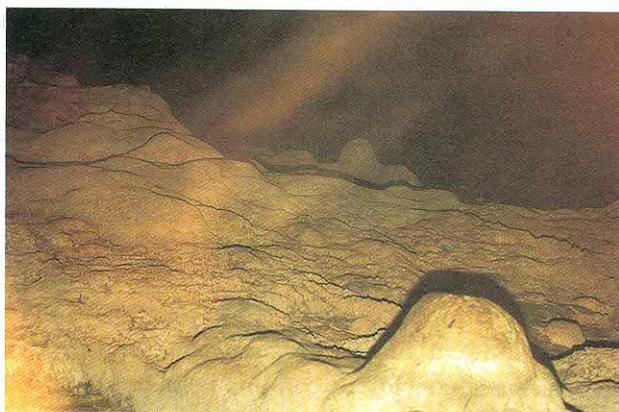


Fig. 2. – Una volta della galleria, nei pressi dell'inghiottitoio dell'immagine precedente

– *One vault of the gallery near the sinkhole of the previous picture*

Superato quest'ostacolo, provvedemmo a far defluire liberamente l'acqua, così da poter seguire, con gli stessi sistemi di prima, il serpeggiamento del fiume nel percorso sotterraneo, cosa che ci mise in condizione di tracciare su cartografia la linea sinuosa del fiume in tutto il suo sviluppo sotterraneo tra Caselle in Pittari e Morigerati.

Una volta risolto il problema dell'occlusione, fu attuata una seconda perlustrazione speleologica, penetrando nel sistema di grotte da valle, sotto l'abitato di Morigerati, per circa 600 metri.

Si accenna qui, a quanto potemmo vedere con i nostri occhi e fotografare durante le perlustrazioni: la grandiosità di fantasmagorici paesaggi interni, la misteriosa e variegata bellezza delle rocce calcaree, scavate dall'acqua di secoli, la presenza di murmuri ruscellamenti che, con cascatelle, terminano in tanti laghetti disposti a varie altezze, gli anfratti dalle configurazioni suggestive, le elevate cattedrali di vuoto, create dalle erosioni, con cento diverse bizzarrie di forme e colori (figg. 2, 3, 4, 5), tanto che è lecito affermare che si tratti di un geotopo meritevole di essere studiato e salvaguardato per i suoi aspetti scientifici e di rarità, oltre che didattici.

Per il terzo punto, si pone il tema culturale e sociale. Il complesso delle molteplici ed interessantissime constatazioni, ci ha fatto riflettere, anche, sull'enorme valore di tante meraviglie, portandoci alla convinzione che è tempo di combattere una forte battaglia, per la rinascita di queste lande di sottosviluppo in progressivo abbandono. E in occasione di questo Simposio potrebbe prendere avvio una prestigiosa e preziosa azione, per far conoscere queste grotte, cui faccia seguito il risanamento ambien-

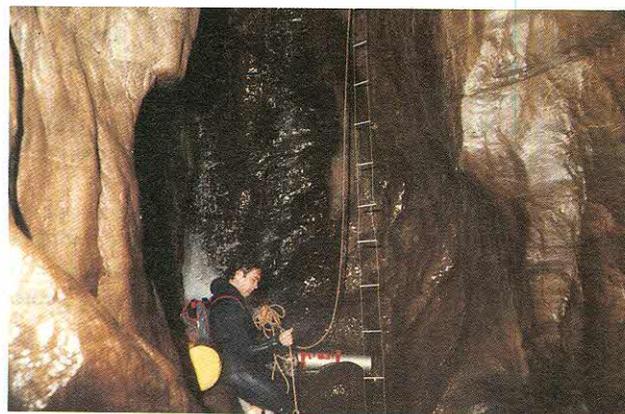


Fig. 3. – I ricercatori subacquei lungo un tratto del percorso sotterraneo del Fiume Bussento

– *The researchers along the subterranean course of the river Bussento*

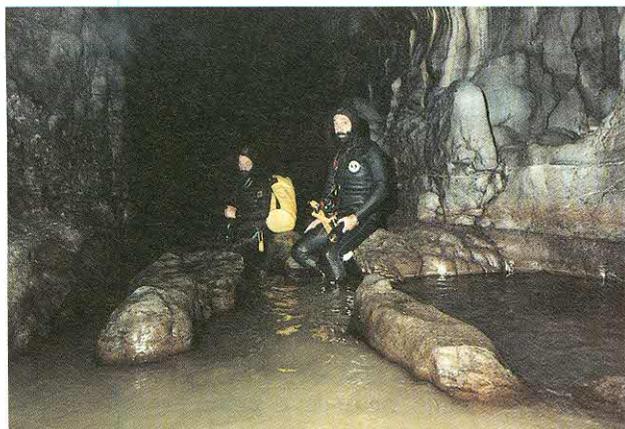


Fig. 4. – Una immagine del fiume sotterraneo, sopra un salto d'acqua
 – *A picture of the subterranean river, above a waterfall*

tale-agricolo da un lato, e culturale-turistico-economico dall'altro.

Promozione essenziale per un territorio, depauperato, compromesso, ma pur sempre dal pittoresco ambiente rupestre, fatto anche di pianori coltivabili.

Un progresso che porterebbe, certamente, a uno sviluppo occupazionale nel terziario, con un processo, sia pure lento e graduale, ma costante a un concreto vantaggio per i giovani, da impiegare nei settori culturali, turistici, in tutte le infrastrutture che si renderanno via via necessarie.

Ne ha fatto seguito, da parte nostra, una indicazione di progetto, dedotta dai risultati della ricerca, per la valorizzazione corretta di questo bene, rimasta a tutto-ora «inevasa».

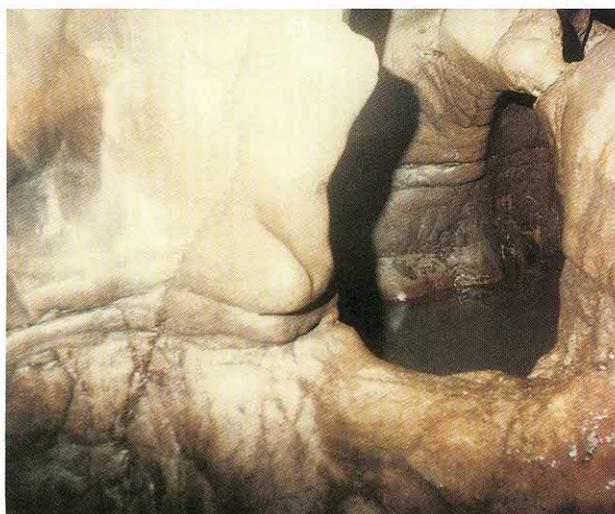
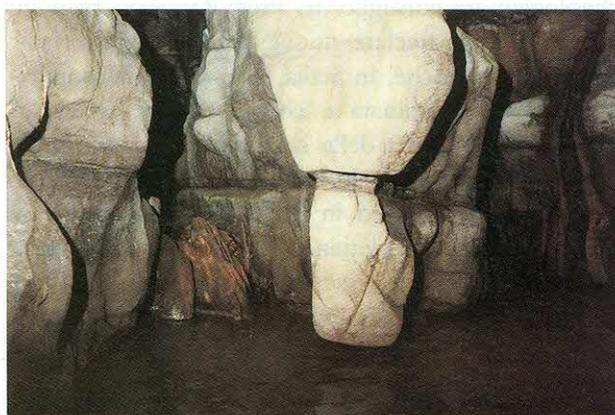
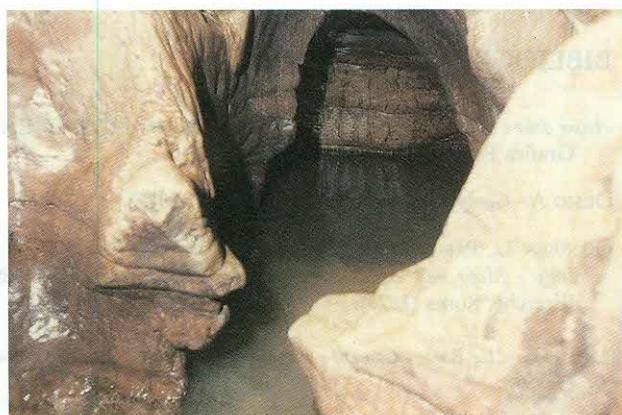


Fig. 5. – Altre immagini del sistema di grotte carsiche lungo il quale si snoda il percorso sotterraneo del fiume Busseto
 – *Other pictures of the Karstic cave system along the unwinding subterranean course of the river Busseto*

Per il quarto punto, ci piace ricordare, infine, la leggenda che riguarda il fiume Bussento del Salernitano, sfociante nel mare di Policastro Bussentino (e non del torrente Busento di Calabria, con immissione nel Crati a Cosenza, come erroneamente si è ritenuto per tanto tempo); leggenda davvero non tanto peregrina che ci dice infatti che in esso, devianone per un po' le acque, venne sepolto Alarico re dei Visigoti, morto per improvvisa malaria. Leggenda rimata in una ballata di A. von Platen (ove viene indicato erroneamente il torrente) e tradotta dal Carducci: «cupi a notte canti suonano - da Cosenza sul Busento».

Ci limiteremo ad alcuni fugaci accenni, per due precise ragioni:

– perché è preminente e urgente porsi, a vantaggio di queste impoverite e desolate zone montane, il compito magnifico di vivificarle ed avvalorarle, affrontando l'elevata questione scientifico-culturale che queste grotte reclamano;

– perché abbiamo seguito, nelle ricerche di tipo archeologico, un consiglio del Prof. Ranuccio Bianchi Bandinelli: «non rivelare nuove conoscenze storico-archeologiche, sinché, in Italia, non verrà affrontato, con decisione illuminata e con la dovuta serietà e modestia, il problema della corretta ed incorruttibile difesa, esposizione e valorizzazione del grandissimo patrimonio culturale, ed in particolare archeologico; privilegio che l'Italia detiene in così grande misura. Dovranno, ad esempio, essere prima portati alla luce le migliaia di reperti dimenticati negli anonimi e polverosi magazzini! Si farebbe un torto ai posteri, dilapidando, oggi, tanta ricchezza celata, che essi, vivendo in giusti tempi, potrebbero ricercare, scoprire e meglio di noi apprezzare».

Crediamo che questo Simposio internazionale, istituito con lo scopo della conservazione del patrimonio geologico e ambientale a scala mondiale, sia la sede, più adatta e risonante, per compiere denunce di questo tipo e rappresenti il consesso, di gran lunga più autorevole per porre ed indicare, ai nostri «distratti» governanti, con la forza delle competenze multi-disciplinari che esso raccoglie ed esprime, i campi dove esercitare, con maggiore impegno e profitto, il loro dovere, di tutela, protezione e valorizzazione (anche per l'aspetto economico che esso sottende) dell'immenso patrimonio naturale e culturale della nostra Italia, di tanta sconfinata ricchezza, che non è, e non va dimenticato, soltanto nostra, ma di tutti i popoli che vivono su madre Terra.

BIBLIOGRAFIA

- Acque dolci e sotterranee* - Inventario dei dati raccolti dall'AGIP-ENI. Grafica Palombi (1972).
- DESIO A. - *Geologia dell'Italia*. Edizioni UTET (1973).
- OGNIBEN L., PAROTTO M. & PRATURLON A. - *Structural Model of Italy - Maps and explanatory notes*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma (1975).
- ARTINI E. - *Le Rocce - Concetti e nozioni di petrografia*. Hoepli Editore (1979).
- NORINELLI A. - *Elementi di Geofisica applicata*. I edizione. Editore Patron Bologna (1981).

Le zone umide, geotopi da salvaguardare di primaria importanza: i casi della Diaccia Botrona e del Tevere Farfa

The wetlands - geotypes of primary importance to protect: the examples of Diaccia Botrona and Tevere Farfa

CONTE M. (*), CAROCCI F. (**), VALPERGA DI MASINO C.E. (***)

RIASSUNTO - Mentre nella storia passata del nostro pianeta le zone umide, ampiamente presenti, hanno rappresentato elementi fondamentali della storia geologica e geomorfologica delle terre emerse, negli ultimi due millenni, in seguito alla continua e crescente pressione antropica, sono state ridotte inesorabilmente ad aree sempre più esigue.

Nonostante ciò, i lembi di zone umide sopravvissuti esercitano egualmente un'influenza determinante sulle dinamiche idrologiche, idrogeologiche, sedimentologiche e geomorfologiche di svariate regioni della terra.

Due casi recentemente studiati in Italia sono quelli della Diaccia Botrona (GR) e del Tevere-Farfa (RM); in entrambe le località si è riscontrato che le pressioni antropiche all'interno delle zone umide e nelle aree limitrofe hanno innescato una serie di disfunzioni sui cicli idrologici, idrogeologici e sedimentologici tali da compromettere l'efficienza delle dinamiche fisiche e chimiche peculiari delle zone umide stesse con ripercussioni sulla flora e la fauna.

PAROLE CHIAVE: Sedimentologia, Geopedologia, Geomorfologia, Idrogeologia.

ABSTRACT - Covering vast portions of the earth, the wetlands, during the remote past of our planet, were a fundamental element in the geological and geomorphological history of the emerging lands.

In the last two millenia, however, following continuous, ever increasing anthropical pressure, they have been inexorable reduced in size.

Nevertheless, the remaining patches of wetlands still have a determining influence on the hydrological, hydrogeological, sedimentological and geomorphological dynamics in many of the earth's regions.

Two examples recently studied in Italy are found in Diaccia Botrona (Grosseto) and Tevere-Farfa (Rome).

In both places, it was discovered that the anthropical pressure in the wetlands and bordering areas set off a malfunctioning of the hydrological, hydrogeological and sedimentological cycles to such an extent as to compromise the efficiency of the physical and chemical dynamics characteristic of the wetlands themselves.

This also had repercussions on the flora and fauna.

KEY WORDS: Sedimentology, Geopedology, Geomorphology, Hydrogeology.

1. - INTRODUZIONE

Il lavoro qui esposto testimonia l'importanza che anche le zone umide possono avere come geotopi. Nel caso specifico si parlerà delle aree della Diaccia Botrona in provincia di Grosseto e del Tevere-Farfa in provincia di Roma. Infatti gli equilibri idraulici peculiari di questi ambienti sono annoverati nel comma 3 dell'art. 1 della L. 394/91 fra gli elementi da sottoporre a tutela e conservare mentre le loro morfologie subaeree e subacquee in continua evoluzione, i loro eterogenei corpi sedimentari e i particolari suoli che si sviluppano sono elementi menzionati nell'elenco delle singolarità geologiche (ARNOLDUS A., GISOTTI G., MASSOLI-NOVELLI R. & ZARLENGA F., 1995). Inoltre i loro sedi-

(*) Località Roccafranca, 3 - C.A.P. 62022 Castelraimondo (MC)

(**) Via Ivano Bonomi, 157 - C.A.P. 00139 Roma

(***) Via Santa Costanza, 32 - C.A.P. 00198 Roma

menti oltre a registrare la passata evoluzione chimica e fisica di questi ambienti, spesso contengono la storia della vita delle terre emerse, della specie umana e delle sue culture. Il drastico aumento della popolazione umana con la conseguente richiesta, sempre crescente, di risorse, avvenuti nell'ultimo millennio, ha causato una drastica riduzione delle aree umide.

Le due aree qui menzionate oltre che costituire ormai una tipologia rara per quanto concerne i processi di formazione, presentano peculiari caratteristiche di rappresentatività ed una buona accessibilità e fruibilità: sono entrambe considerate zone umide di importanza internazionale in quanto inserite nella Shadow list of Ramsar Sites

2. – LA ZONA UMIDA DELLA DIACCIA BOTRONA

2.1. – INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area della Diaccia Botrona copre una superficie di 29 km² nella pianura di Grosseto e si presenta come un ambiente di transizione fra terra ferma e mare. Il perimetro dell'area oggetto di studio è definito dal mare a sud, dal centro abitato di Castiglione della Pescaia e dal fiume Bruna ad ovest, sempre dal fiume Bruna a nord e da un argine detto Argine Affacciato ad est. Detta area è suddivisibile in tre zone, quella prettamente costiera, costituita da una fascia di cordoni litoranei sabbiosi appartenenti al lato destro della cuspide dell'estuario del fiume Ombrone, il Padule di Castiglione, che occupa la porzione ovest della Diaccia Botrona, ed il Padule Aperto, che occupa quella est; entrambe le ultime due hanno una morfologia tipicamente pianeggiante.

L'attuale piana di Grosseto deve la sua origine al riempimento, da parte dei sedimenti portati dai fiumi, di un golfo marino rimasto tale fino al Pleistocene Superiore - Olocene inferiore, riempimento che iniziò con la formazione di barre sommerse che col tempo emersero con allineamento in direzione SE-NW fino a formare un vero e proprio tombolo. Il bacino lagunare subiva nel frattempo un progressivo interrimento da parte dei fiumi che vi sfociavano. Tra questi il fiume Ombrone che, ad un certo punto della sua storia, tagliò il tombolo sfociando così a mare; da quanto risulta dalle testimonianze di Plinio il Vecchio questo fenomeno era già avvenuto nel I secolo d.C.

Il lago-laguna andò progressivamente interrendosi da nord verso sud e da est verso ovest, per cause naturali legate all'apporto dei fiumi finché, intorno al XIV -

XV secolo quando occupava un'area di circa 50 km², fu totalmente riempito mediante successive colmate di bonifica che gli hanno conferito l'aspetto attuale.

Di seguito verranno descritte le singolarità geologiche per le quali la zona umida della Diaccia Botrona è da considerarsi un bene geologico da salvaguardare.

2.2. – IL CORDONE LITORANEO

Quest'area è di facile accesso e fruibilità in quanto attraversata longitudinalmente dalla Strada Statale N. 322. Ciò, in assenza di adeguate misure di salvaguardia, comporta anche un elevato rischio di danneggiamento delle singolarità geologiche presenti.

Il cordone litoraneo è costituito da una fascia di cordoni sabbiosi che separa il Padule di Castiglione ed il Padule Aperto dal mare costituiti, nel tratto interessato allo studio, da sabbia a granulometria media proveniente, per quanto riguarda la zona più interna, dai fiumi che sfociavano nel golfo-laguna, mentre per quella esterna e tutt'ora in avanzamento verso il mare, dal fiume Ombrone. Questi sedimenti sono stati trasportati e rilasciati dalle correnti litoranee e dal moto ondoso, rimossi dal vento e rideposti a formare un deposito di duna continentale a densità media, a tratti parzialmente cementato e con una morfologia rialzata rispetto a quella dei paduli retrostanti.

Dall'analisi effettuata mediante le foto aeree e dal rilevamento di campagna, è risultato un avanzamento verso mare della costa sempre più marcato man mano ci si avvicina alla foce del fiume Ombrone, tranne in un piccolo tratto compreso fra le opere di difesa longitudinali emergenti in prossimità di Castiglione della Pescaia e la località di "Forte delle Marze" dove il litorale subisce un leggero arretramento. Mentre per le paleodune dei cordoni interni gli agenti esogeni e antropici hanno cancellato le testimonianze delle loro modalità di accrescimento ed evoluzione, imponendo una morfologia abbastanza uniforme con un'elevazione media di 2,5 m s.l.m., sulla restante fascia situata tra la Strada Statale N. 322 ed il mare si è osservata una situazione differente. Qui, infatti, sono state riscontrate tracce più evidenti della storia evolutiva delle dune: l'andamento altimetrico medio è di 3,0 m s.l.m. ed è inoltre presente un cordone dunare, subparallelo alla S.S. N. 322, con un'elevazione media di 6,0 m s.l.m. e quote massime di 8,0 m s.l.m. divergente dalla linea di costa procedendo verso SE. Cordoni dunari attivi in crescita verso il mare sono presenti fra quello subparallelo alla S.S. N. 322 ed il mare stesso, costituendo una fascia sabbiosa che si allarga sempre di più avvicini-

mandosi alla foce del fiume Ombrone divergendo da quelle più interne. Perciò la fascia di cordone litoraneo compresa fra la Strada statale N. 322 ed il mare risulta un elemento geomorfologico e sedimentario abbastanza conservato che necessita di essere salvaguardato da possibili interventi antropici distruttivi, purtroppo in parte già avvenuti. Inoltre su questi cordoni dunari sono stati notati suoli particolari a tessitura marcata: sabbiosa, scheletro assente, reazione sub-alkalina tendente a divenire col tempo sub-acida per dilavamento delle basi, una bassa capacità di ritenzione idrica ed una discreta salinità. Sia sulle dune prive o quasi di vegetazione che su quelle colonizzate dalle piante e arbusti il suolo resta ad uno stadio evolutivo iniziale a causa dell'erosione e del trasporto eolico nel primo caso e del ruscellamento nel secondo; quest'ultimo accumula nelle depressioni interdunari materiali argillosi, limo-argillosi e resti vegetali con parziali fenomeni di torbificazione ed una tendenza evolutiva del suolo verso tipi idromorfi.

Da un punto di vista idrogeologico, i depositi sabbiosi in oggetto costituiscono il serbatoio di una falda freatica che presenta continuità idraulica verso terra con quella dei paduli e verso mare con le sabbie marine. L'esistenza di questa falda, alimentata dalle sole acque piovane e galleggiante sulle acque salmastre di provenienza marina, è di vitale importanza per l'ecosistema locale presente sul cordone litoraneo, formato da pineta e da macchia mediterranea. Dall'analisi del bilancio idrogeologico e da quanto rilevato direttamente, le attuali portate emunte non intaccano in maniera significativa la riserva d'acqua dolce della duna anche se nelle aree subito prospicienti le opere di captazione sono visibili fenomeni di degradazione della coltre vegetale. Si consideri inoltre che i vari insediamenti antropici presenti sul cordone litoraneo tendono a diminuire la percentuale di superficie in grado di infiltrare l'acqua piovana. Comunque un'ulteriore accentuazione delle interferenze antropiche rischierebbe di compromettere in maniera irreversibile tale singolare equilibrio idrogeologico.

2.3. – IL PADULE DI CASTIGLIONE

Viene preso in considerazione solamente il Padule di Castiglione in quanto nel Padule Aperto a causa della forte pressione antropica legata all'agricoltura sono assenti le micromorfologie legate alle dinamiche naturali che invece si riscontrano nel Padule di Castiglione. Questa area che copre una superficie di 9 km² si colloca geograficamente fra il cordone litoraneo

a sud-ovest, il fiume Bruna a ovest e a nord e il Padule Aperto, ad est. La stratigrafia ottenuta in base a dati provenienti dalla perforazione di pozzi per la captazione delle acque, da sondaggi e da una campagna geofisica effettuata negli anni 80, evidenzia, procedendo dall'alto verso il basso, la presenza di 4-5 m di sedimenti limo-argillosi e argillosi depositisi con le colmate di bonifica effettuate tra il XVI sec. e la prima metà del XIX sec. sovrastanti uno spessore variabile, a seconda dei punti, dai 30 m e i 75 m di sabbie fini e medie con lenti limo-argillose e corpi di sabbie più grossolane, molto probabilmente isopici con i depositi di conoide posti allo sbocco della piana di Grosseto. Alla base di questo potente corpo sabbio-limoso indagini geofisiche hanno rilevato un basamento con caratteristiche simili a quelle della "Formazione del Macigno".

La superficie del padule, che rappresenta anche il tetto dei sedimenti limo-argillosi originati dalle colmate di bonifica, evidenzia ondulazioni appena percettibili con dislivelli che, a meno di alcune eccezioni, non superano 0,6 m. ed è attraversata da una rete di canali, di cui alcuni arginati e utilizzati in passato per le colmate di bonifica. Attualmente solo uno di questi canali è in grado di immettere acqua dolce nel padule.

Anche se da un punto di vista puramente morfodinamico il Padule di Castiglione è una zona stabile in quanto sia i corsi d'acqua che il mare non sono in grado di innescare processi di evoluzione geomorfologica su media e grande scala, sono da considerare alcune singolarità quali i lenti scorrimenti idrici, originati dagli apporti meteorici stagionali, verso le aree più depresse dove si accumulano le particelle più fini che, insieme alla sostanza organica, innescano processi di torbificazione. Questi accumuli sono visibili facilmente camminando attraverso l'area del Padule. Si consideri che tali processi sono attivi da quando sono terminate le colmate di bonifica e cioè dalla prima metà del XIX secolo ad oggi. Conseguenza di tutto ciò è la formazione di suoli di tipo idromorfo con caratteristiche variabili in base al rapporto fra tempi di imbibizione ed areazione ed alla durata, qualità e quantità degli apporti idrici che possono variare a seconda che prevalga la presenza dell'acqua della falda salmastra o di quella dolce di origine meteorica derivante dalle portate del Canale della Molla o Collettore. Questi suoli presentano un profilo tipo A-B-C con un orizzonte Bg con colorazione variabile da grigio-bluastro a rossastro a seconda della durata dell'imbibizione con presenza più o meno rilevante di torba a seconda che si trovino in zone più o meno rilevate.

Lo studio idrogeologico ha messo in evidenza la presenza di una falda salmastra alimentata sia dagli

apporti dei canali e dei fossi di bonifica che dal mare. Questa falda ha un livello piezometrico medio oscillante fra $-0,7$ m e $+0,5$ m rispetto al livello del mare, con direzione di deflusso ed un debole gradiente verso quest'ultimo; i pompaggi d'acqua, soprattutto in estate, deprimono la piezometrica fino a 13 m di profondità dal piano campagna. Sotto la falda salmastra è stata individuata una falda di acqua dolce confinata nei corpi di sabbie più grossolane e alimentata dalle falde delle conoidi che sboccano nella piana di Grosseto.

2.4. – CONCLUSIONI

Attualmente sono in atto varie misure di salvaguardia della Diaccia Botrona che tutelano gli elementi e le dinamiche geomorfologiche ed idrogeologiche in quanto supporto imprescindibile per la sopravvivenza dei peculiari biotopi vegetali ed animali e non in quanto singolarità morfologiche, morfodinamiche, geopedologiche e idrogeologiche da salvaguardare e valorizzare.

In particolare l'utilizzo eccessivo della risorsa acqua rischia di compromettere in maniera irreversibile il complesso e singolare equilibrio idrogeologico esistente fra gli acquiferi del Padule di Castiglione, quello del cordone litoraneo ed il cuneo di acqua marina.

3. – LA ZONA UMIDA DEL TEVERE-FARFA

3.1. – INQUADRAMENTO DELLA ZONA UMIDA DEL TEVERE-FARFA

Peculiarità di questa zona umida è la sua origine antropica dovuta alla costruzione della diga di Nazzano, effettuata nel 1956 dall' ENEL lungo il corso del fiume Tevere, 1,5 km a valle della foce del torrente Farfa, per la produzione di energia elettrica. Quest'area, costituita dagli specchi d'acqua del bacino di Nazzano, del torrente Farfa e del fiume Tevere, occupa una superficie di 3,5 km², ed è situata nel territorio dei Comuni di Nazzano e Torrita Tiberina, in provincia di Roma. Agli inizi degli anni ottanta è stata istituita dalla Regione Lazio la "Riserva Naturale del Tevere-Farfa" in quanto gli specchi d'acqua erano utilizzati dall'avifauna acquatica come luogo di sosta e nidificazione tanto da farla annoverare fra le zone umide di importanza internazionale. L'area tutt'ora gode di una buona fruibilità interna in quanto sono stati realizzati sentieri, camminamenti e luoghi di sosta.

3.2. – SINGOLARITÀ GEOMORFOLOGICHE E SEDIMENTARIE DELLA ZONA UMIDA

Il motivo per cui questa zona umida viene segnalata per le singolarità geologiche risiede nel fatto che la creazione del bacino in concomitanza con lo sviluppo di attività antropiche lungo l'alveo del torrente Farfa, quali attività di cava e lavaggio di inerti, prelievi e rilasci di acqua da parte dell'ENEL per il funzionamento di due centrali idroelettriche, hanno innescato una serie di processi morfodinamici e sedimentari che nell'arco di pochi decenni hanno provocato un aumento del carico solido del piccolo corso d'acqua; ciò ha portato ad un progressivo interrimento di alcune zone del bacino, una generale diminuzione della profondità dei fondali, formazione di isole, barre, delta e pianure alluvionali.

Si consideri che nel tempo intercorso fra la costituzione del bacino di Nazzano e lo studio dell'area effettuato dal sottoscritto nel 1993, si sono depositati, in una parte delle aree invase dalle acque in seguito all'innalzamento del livello del Tevere, da 1.500.000 a 2.000.000 di metri cubi di sedimenti di natura limo-sabbiosa. Questi fini materiali clastici si sono concentrati principalmente in due grandi corpi sedimentari, uno davanti alla foce del torrente Farfa, arretrata di circa 1 km in seguito alla costituzione del bacino di Nazzano, l'altro subito a valle di questa, sui bassi fondali presenti sulla sinistra orografica dell'antico alveo del fiume Tevere.

Nel primo caso si tratta di un delta che è progredito nel tempo, lasciandosi alle spalle una piccola pianura alluvionale ormai di circa 1 km di lunghezza, sulla quale il torrente Farfa tutt'ora divaga durante le piene rilasciando i sedimenti più fini. Percorrendo questa pianura alluvionale non antropizzata e su cui si sta instaurando un bosco igrofilo, si possono notare tutte le morfologie tipiche di questo ambiente di sedimentazione: canali e ventagli di rotta, canali di deflusso totalmente o parzialmente abbandonati riattivati a volte in concomitanza di piene eccezionali con relative barre e cordoni, piccoli acquitrini, ripples originati dalle acque di tracimazione, piccole plaghe di materiali organici e limo-argillosi in cui sono attivi processi di torbificazione.

Nel secondo caso mentre la foce del Farfa si avvicinava sempre di più all'alveo sommerso del fiume Tevere precedente alla creazione del bacino, le sue acque cariche di sedimenti venivano deviate verso valle dal flusso della corrente proveniente dal Tevere ed erano costrette a rilasciare il loro carico solido sui fondali di recente sommersione situati in sponda sinistra

del bacino di Nazzano; a ciò contribuiva la leggera curvatura verso sinistra dell'alveo del Tevere subito a monte della confluenza col Farfa. Il risultato di questo fenomeno nel tempo è stato l'emersione di isole, con forma allungata in direzione del flusso del Tevere, disposte a metà della larghezza del bacino. Queste sono lambite, in riva destra, dall'alveo profondo del Tevere e collegate da uno specchio d'acqua profondo non più di 20 cm alla sponda sinistra del bacino ed alla nuova foce del Farfa. Questo basso fondale è solcato da alcuni canali con profondità non superiore al 1,4 m; uno collega l'attuale foce emersa del Farfa con il vecchio alveo sommerso del Tevere, un secondo si diparte dalla metà di quest'ultimo e si unisce alla foce di un alveo semiabbandonato del Farfa mentre un terzo attraversa longitudinalmente il basso fondale fra le isole e la sponda sinistra del bacino. Attualmente i canali risultano in fase erosiva. Infatti durante lo studio dell'area si è analizzato anche lo stato delle attività antropiche lungo l'alveo del Farfa e si è notato che le cave non lavavano più gli inertI nelle acque del torrente da 3-4 anni mentre gli emungimenti erano stati dimezzati. Ciò aveva instaurato un prevalente regime erosivo sui corpi sedimentari, parzialmente rilevabile anche sulle morfologie della piana alluvionale. Di tutta questa massa sedimentaria in continua evoluzione delle relative morfologie che la delimitano, sono direttamente visibili isole e isolotti e, da alcuni punti di osservazione situati su sponde alte prospicienti lo specchio d'acqua tipo il "Casale della Mola", si intravedono alcuni dei canali che solcano la superficie sommersa del corpo sedimentario. Ma una visione più ampia e interessante si riesce ad avere in concomitanza dell'abbassamento di alcuni metri del livello del lago di Nazzano in seguito a interventi di mantenimento della diga a valle: sono così visibili molte morfologie solitamente sommerse quali barre, canali, ripples da corrente mentre lungo le sponde in erosione, normalmente sommerse, affiorano sezioni di strutture sedimentarie quali laminazioni da corrente.

3.3. – CONCLUSIONI

Da quanto detto emerge come l'uomo, anche se involontariamente, abbia creato una sorta di grande laboratorio in cui sono attivi processi geomorfologici e sedimentari che evolvono in tempi molto rapidi per cui ricadenti in un periodo di osservazione rientrante nell'arco della vita media di un individuo. La presenza di infrastrutture per il pubblico legate al fruimento della zona umida in quanto luogo di sosta e nidificazione di molte specie dell'avifauna acquatica consente un'osservazione ravvicinata anche dei fenomeni sopra descritti.

Purtroppo a livello gestionale non si è ancora valorizzato questo aspetto naturale dell'area. Anzi ultimamente i fenomeni sopra descritti sono stati portati sul banco degli imputati in quanto ritenuti responsabili del mutamento di alcune situazioni naturali, esistenti appena costituito il bacino di Nazzano, ritenute favorevoli per la conservazione del potenziale faunistico dell'area.

BIBLIOGRAFIA

- A.R.D.E.A. (1991) - *Studio per la valorizzazione della Riserva Naturale Tevere-Farfa*. ENEL.
- ARNOLDUS A., GISOTTI G., MASSOLI-NOVELLI R. & ZARLENGA F. (1995) - *I beni culturali a carattere geologico: i geotopi. Un approccio culturale al problema*. Geol. tec. & amb., 4: 35-47, Roma.
- AA.VV. (1978) - *Indagini sull'inquinamento del Fiume Tevere*. Istituto di Ricerca sulle Acque, CNR, Quaderno 27.
- AA.VV. (anni 75-82) - *Le zone umide dei comprensori di bonifica della Toscana, Lazio, Umbria e Sardegna*. Ist. Tecnica e propaganda agraria.
- BARTOLINI C. (1982) - *Studi di geomorfologia costiera: VII-dinamica evolutiva del litorale di Castiglion della Pescaia*. Boll. Soc. Geo. It., 101, pagg 173-210.
- BARTOLINI C., PRANZINI E., LUPA PALMIERI E & CAPUTO C. (1977) - *Studi di geomorfologia costiera: IV-l'erosione del litorale di Follonica*. Boll. Soc. Geo. It., 96, (1): 87-116.
- BONELLI (1987) - *Riserva naturale di Nazzano Tevere-Farfa*. Univ. degli studi di Pavia.
- CASTO L. & ZARLENGA F. (a cura di) (1992) - *I beni culturali a carattere geologico nella media valle del Tevere*. ENEA-Regione Lazio.
- FERRARI G. A., MAGALDI D. & RASPI A. (1970) - *Osservazioni micromorfologiche e sedimentologiche su alcuni paleosuoli nei dintorni di Grosseto*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Serie A., 77: 231-259.
- GE.T.A.S. S.r.l. (1983) - *Studio di fattibilità di un impianto di itticoltura a Padule Diaccia-Rapporto geologico*. Comune di Grosseto.
- GE.T.A.S. S.r.l. (1984) - *Studio di fattibilità di un impianto di itticoltura a Padule Diaccia-Valutazione idrogeologica della pianura grossetana per l'approvvigionamento idrico dell'impianto*. Comune di Grosseto.
- GISOTTI G. & TINELLI A. (1983) - *Zone umide, un patrimonio scientifico, economico, sociale*. Gen.rur., 12: 19-34.
- MAZZANTI R. (1983) - *Il punto sul quaternario della fascia costiera e dell'arcipelago di Toscana*. Boll. Soc. Geo. It., 102: 419-556.
- MAXIA (1947) - *Un singolare fenomeno di erosione nella Sabina Occidentale, il Ponte Sfondato sul Torrente Farfa*.

The natural laboratory of the Calderone Glacier in the Gran Sasso d'Italia Mountain group: a geosite to know, to protect and to manage

Il laboratorio naturale del Ghiacciaio del Calderone nel gruppo montuoso del Gran Sasso d'Italia: un geotopo da conoscere, proteggere e valorizzare

D'OREFICE M. (*), GRAZIANI R. (**), PECCI M. (**), SILVESTRI F. (**), SMIRAGLIA C. (***)

ABSTRACT – The Calderone Glacier represents not only a “case study” but also a “geo-site”, interesting as a model of geomorphological evolution, as a didactic example, as a palaeoenvironmental and palaeoglaciological evidence. So the aim of the research activities is the knowledge of the glacier and the interaction with human activities and, at the same time, its better valorization in the new “Gran Sasso and Laga National Park”: authors think that a good way could be the realization of a glaciological route and a center of information, if possible at Franchetti Hut of Alpine Club of Italy, like many already realized in the Alps.

KEY WORDS: Rarity and scientific value, glaciology, Calderone Glacier, Central Apennine.

RIASSUNTO – Il ghiacciaio del Calderone nel Gruppo montuoso del Gran Sasso d'Italia rappresenta già al momento attuale un bene protetto dalla legge italiana 8 Agosto 1985 n. 431, art. 1, come ogni ghiacciaio e circo glaciale in Italia. Il Calderone rappresenta anche un elemento unico, centrale, rappresentativo ed estremamente labile nell'ambiente mediterraneo. La sua singolarità non è solo dal punto di vista scientifico ed ambientale, ma anche storico, culturale ed alpinistico. Infatti negli ultimi anni l'interesse per l'attuale fase di riduzione («totale» a detta delle prime pagine dei giornali locali) è stato maggiore nei ricercatori stranieri - specialmente Inglesi, Giapponesi e Svedesi - che non Italiani. Per tutte queste ragioni e soprattutto per l'alto valore scientifico e per le possibili ricadute applicative, il DIPIA (Dipartimento Insediamenti Produttivi e Impatto Ambientale) dell'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) promuove a partire dal 1996, dopo una fase speri-

mentale iniziata nel 1995, un insieme di ricerche multidisciplinari, finalizzate alla conoscenza del «laboratorio naturale del Ghiacciaio del Calderone» e alla valutazione degli effetti delle attività antropiche sui cambiamenti locali e globali. Infatti un piccolo ghiacciaio al centro dell'area mediterranea rappresenta un potente, sensibile ed accurato indicatore degli effetti dell'inquinamento industriale e di origine antropica in generale e delle variazioni climatiche collegate. Sono state sino ad ora e verranno ancora utilizzate molte risorse economiche ed umane (in collaborazione con il Servizio Geologico del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, il Comitato Glaciologico Italiano, le Università di Milano e Pescara) per lo studio del Calderone, l'unico apparato rimasto in attività negli Appennini dopo le glaciazioni quaternarie ed il più meridionale d'Europa (42°28'15" latitudine Nord). Il Calderone rappresenta quindi non solo un «caso di studio», ma anche un «geotopo», interessante come modello di evoluzione geomorfologica, come esempio didattico, come evidenza paleoambientale e paleoglaciologica. In questa prospettiva gli obiettivi finali delle attività di ricerca sono rappresentati dalla conoscenza del ghiacciaio e delle sue interazioni con le attività umane, e, allo stesso tempo, la sua migliore valorizzazione nel «Parco nazionale del Gran Sasso e della Laga» di recente istituzione. Gli autori ritengono che una «via sostenibile» possa essere rappresentata dalla realizzazione di un sentiero glaciologico e dalla creazione di un centro di informazione scientifico-divulgativa, se possibile presso il Rifugio Franchetti del Club Alpino Italiano, a somiglianza di molti realizzati nelle Alpi.

PAROLE CHIAVE: rarità e valore scientifico, glaciologia, Ghiacciaio del Calderone, Appennino Centrale.

(*) National Geological Survey - Via Curtatone, 3 - 00187 Rome (Italy).

(**) ISPESL - DIPIA (Department of Industrial Settlements and Environmental Impact) - Via Urbana, 167 - 00184 Rome (Italy).

(***) University of Milan - Department of Earth Sciences - Via Mangiagalli, 34 - 20133 Milano (Italy).

1. – INTRODUCTION

The Calderone Glacier in the Gran Sasso d'Italia Mountain Group, Abruzzo – Central Italy – (fig. 1) represents, nowadays, already a property bound for the landscape by the Italian law 8 August 1985 n. 431, art. 1, like every glacier and glacial cirque of Italy. In figure 2 temporary Sofia lake is shown, it represents a rarity in the unicity of the Glacier: the lake is generated (TONINI, 1963) by the big amount of water rich in sediments, coming from melted snow, only in the beginning of the summer. The Calderone also represents an unique element, central, representative and extremely failing in the Mediterranean environment. Its singleness is not only from the environmental and scientific point of view, but by the historical, mountaineering-cultural too. In fact in last years the interest for the actual reduction phase (“total” in 1990, according to the first page of local newspapers) is more in foreigner researcher – especially English, Japanese and Swedish – than in Italian ones. For all these reasons and above all for the high scientific value and for the possible applications, the Department of Industrial Settlements and Environmental Impact of ISPESL promote, starting from 1996, after a training phase during 1995, a set of multidisciplinary

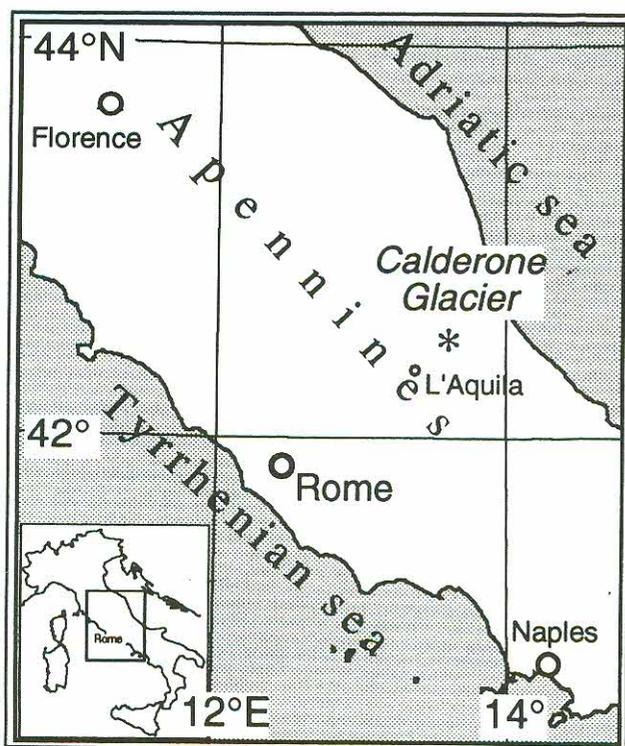


Fig. 1. – Localization of the Calderone Glacier.

– Ubicazione del Ghiacciaio del Calderone.



Fig. 2. – Lower part of Calderone Glacier with Sofia Lake (June 1994).

– Settore inferiore del Ghiacciaio del Calderone con il laghetto Sofia (Giugno 1994).

disciplinary researches, aiming at the knowledge of «the natural laboratory of Calderone Glacier» and to the assessment of the effects of human pollution on local and global change. In fact a little glacier in center-Mediterranean area is a powerful, sensitive and accurate indicator of the human and industrial pollution effects and related climatic variations. Many economic and human resources, in co-operation with Geological Survey of Italy (Department for National Technical Surveys), Italian Glaciological Committee and Universities of Milan and Pescara, will be taken up for the study of Calderone, the only residual apparatus from quaternary glaciation in Apennines and the southern in Europe ($42^{\circ}28'15''$ latitude North).

2. – STATE OF THE ART IN THE KNOWLEDGE OF THE CALDERONE GLACIER

In figure 3 a synthesis of the past and present activities is pointed out. One of the most important aim of the research is the realization of thematic inventories of available data (above all historic and photographs), of historic series of meteorological data (DI FILIPPO *et alii*, *in press*) and the management of georeferable data on a dedicated GIS. To have a general view of the content of data collection in figure 4 a trend of the monthly average rainfall in the last century in Teramo (one of the more than fifteen meteorological data point studied in the area) is shown. In figures 5 e 6 some of the many available reports of data elaboration in GIS environment are drawn: they

respectively represent a distribution of altitude classes along the Calderone and a calculated difference in snow surveyed thickness between June 1995 and June 1994 (D'OREFICE *et alii*, 1995).

In conclusion a remark about geophysical data; until 1994 a VES – Vertical Electrical Sounding – (SMIRAGLIA & VEGGETTI, 1992) and a Georadar Test (FIUCCI *et alii*, in press) were carried out in the lower part of the Glacier to survey the total thickness of debris covered ice, ranging between about 10 meters (SMIRAGLIA & VEGGETTI, 1992) and about 20 meters (FIUCCI *et alii*, in press).

3. – DEVELOPMENT OF PLANNED ACTIVITIES

The program of future activities is summarized in the flow chart of figure 7, also including Scientific institution involved: about this topic Authors may anticipate that in the end of spring 1996 glaciologic and geomorphologic monitoring started, as well as the

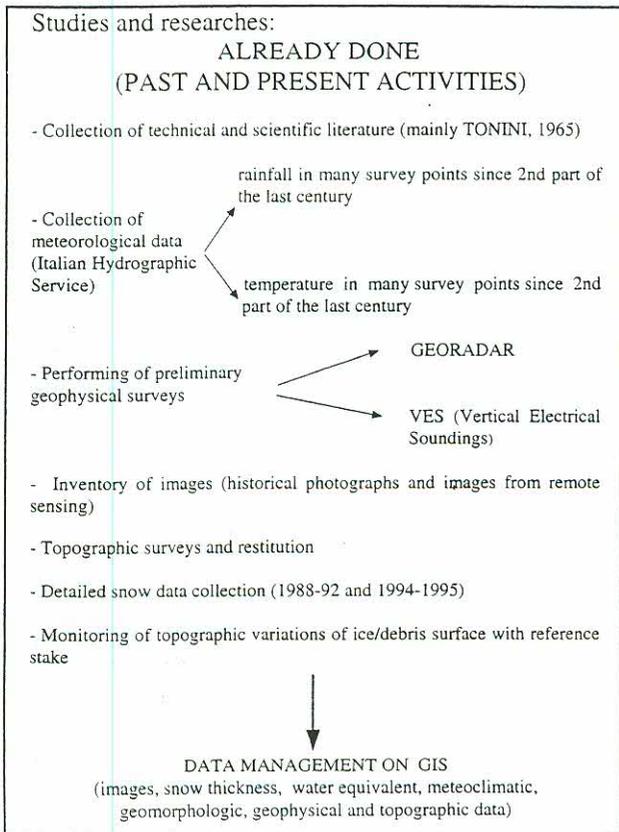


Fig. 3. – Synthesis of past and present activities carried out in “Calderone area”.

– Sintesi delle attività passate ed attuali svolte nell'area del Calderone.

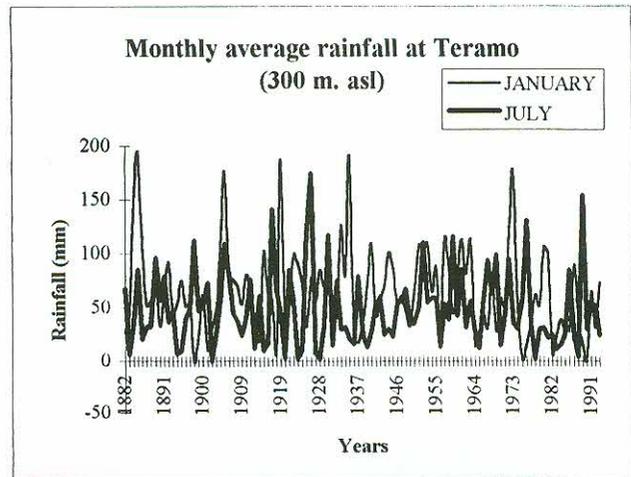


Fig. 4. – An example of report of rainfall data elaboration showing the monthly average rainfall in the last century at Teramo.

– Un esempio di restituzione delle elaborazioni sui dati di piovosità che mostra le piogge medie mensili nell'ultimo secolo a Teramo.

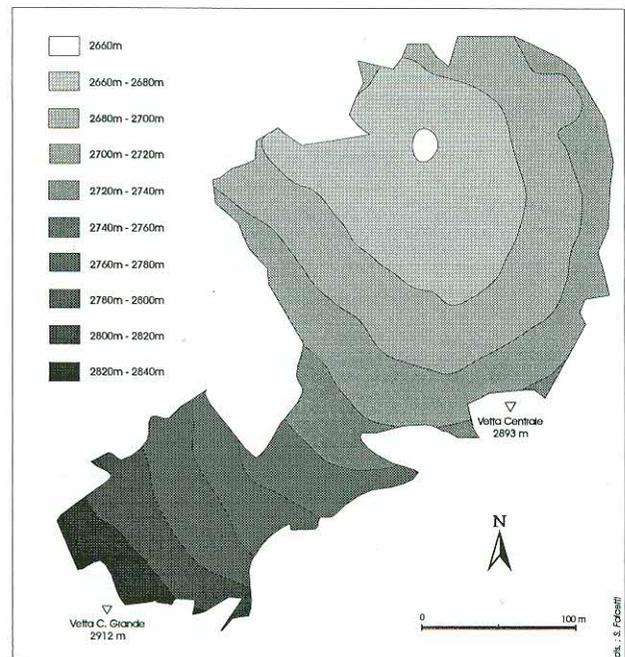


Fig. 5. – Distribution of altitude classes along the Calderone Glacier.

– Distribuzione delle fasce altimetriche della superficie del Ghiacciaio del Calderone.

reconstruction of historic series of meteoclimatic parameters and data collection, elaboration and management on GIS continued.

Starting from the end of summer 1996 chemical (water/ice and atmosphere) monitoring together with remote sensing analysis would be carried out, while

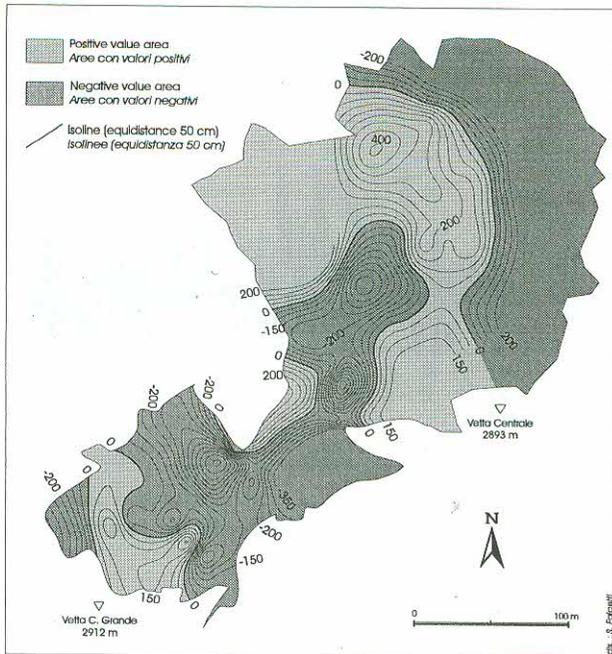


Fig. 6. – Calculated difference in snow surveyed thickness (in cm) between June 1994 and June 1995.

– Differenze degli spessori di neve (in cm) rilevati in Giugno 1994 e Giugno 1995, calcolati ed interpolati su GIS.

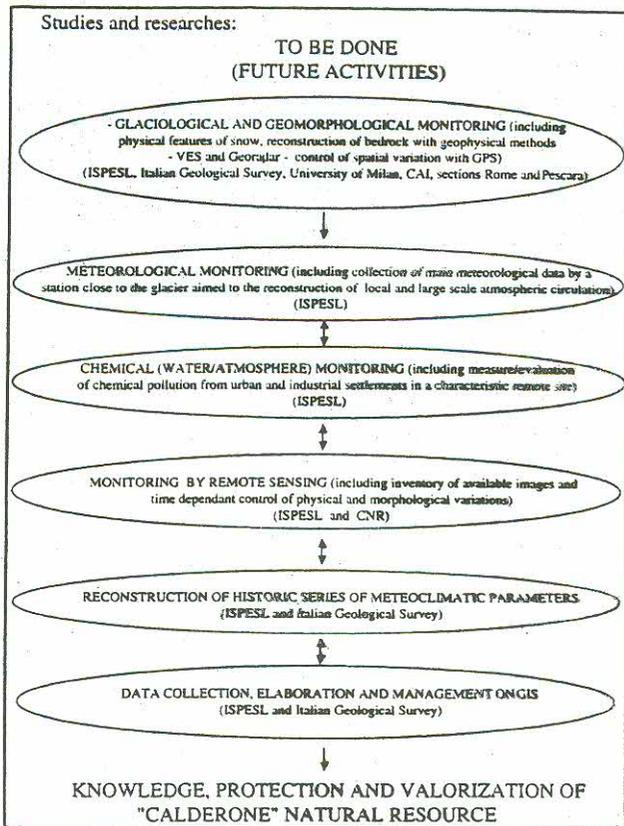


Fig. 7. – Flow chart showing the program of future activities.

– Diagramma di flusso riguardante lo sviluppo delle attività future.

starting from summer 1997 meteorological monitoring would be performed, depending on the installation of a complete data point probably at «C. Franchetti Hut», close to the Glacier.

4. – THE PROPOSED PROJECT FOR THE VALORIZATION OF CALDERONE GLACIER NATURAL RESOURCE INTO GRAN SASSO AND LAGA NATIONAL PARK

The development of the project could follow the steps summarized in figure 8.

The collection of scientific, cultural and didactic material started many years ago and it is nowadays keeping on, aimed at the creation of an «information center», if possible at «C. Franchetti hut» of Italian Alpine Club.

An hypothesis of «glaciologic and geomorphologic route» is drawn in figure 9; the track could reach the

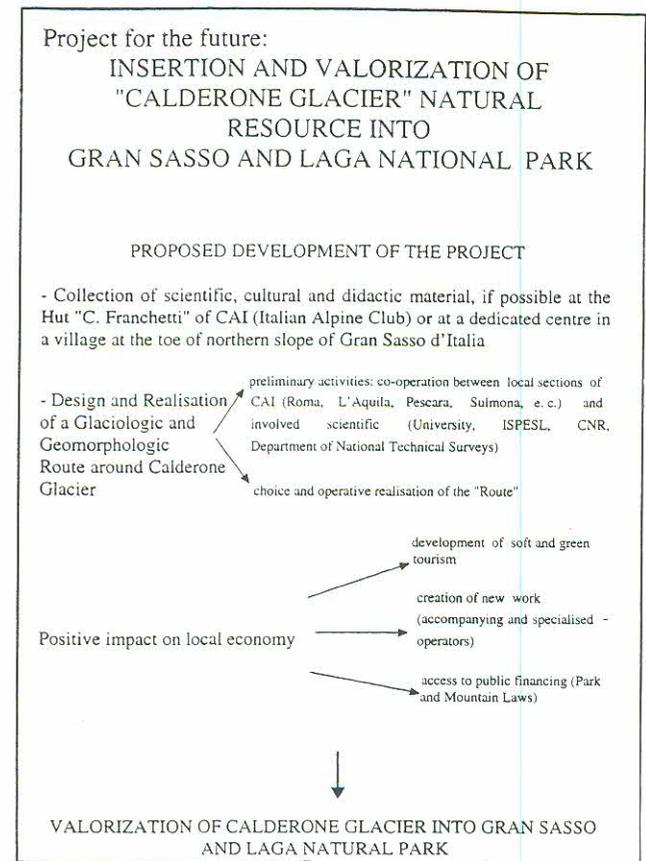


Fig. 8. – Development of the proposed Project of valorization of the Calderone Glacier.

– Articolazione della proposta di Progetto per la valorizzazione del Ghiacciaio del Calderone.

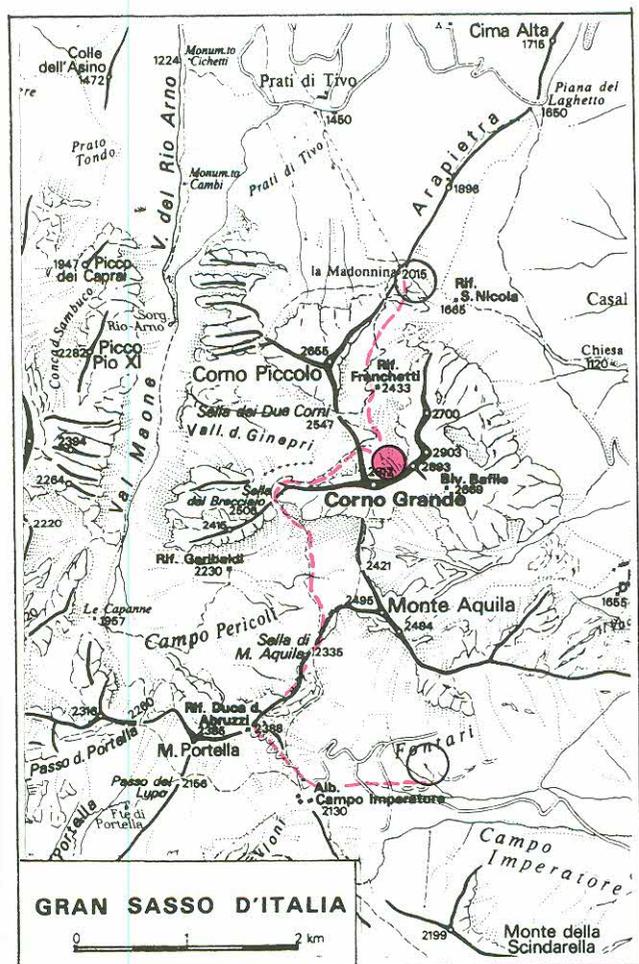


Fig. 9. – The proposal of “glaciologic and geomorphologic route” (redrawn from GRAZZINI & ABBATE, 1992).

– Proposta di « sentiero glaciologico e geomorfologico (ridisegnato da GRAZZINI & ABBATE, 1992).

most significant morpho-evidences of past, recent and present glacial and periglacial activity, realizing an unique north-south crossing into the mountain group. In particular the track could start from the upper station of the chair-lift, crossing the «Vallone delle Cornacchie» with its fall and moraine deposits as far as «Sella dei due corni» with clear evidences of paleo glacial morfostructures. After a stop at «CAI C. Franchetti hut» (about two hours from the starting point), proposed as an information point, the track could carry on to reach the Calderone Glacier, to have a visit on active and past glacial and periglacial morphology (about three hours). After the most important visit the track could continue to have a general view of the area passing through «Passo del Cannone-Conca degli invalidi» (interesting from active periglacial and gravitative phenomena), reaching Campo Pericoli (interesting for glacial morphology), stopping at “CAI Duca degli Abruzzi hut” (interesting for the view and for the presence

of gravitative phenomena) and ending at Campo Imperatore (interesting above all for glacial and tectonic activity). The whole route could be covered in about eight hours, with no particular alpinistic difficulties, but with mountaineering equipment (shoes and clothes).

Authors think that such an operation could induce positive effects on local economy, as synthetically described in the last step of figure 8.

BIBLIOGRAPHY

- DI FILIPPO G., D'OREFICE M., GRAZIANI R., PECCI M., SILVESTRI F. & SMIRAGLIA C. - *Il ghiacciaio del Calderone del Gran Sasso d'Italia: contributo alla conoscenza, alla gestione ed alla conservazione del sistema naturale*. VII Congresso Nazionale Società Italiana di Ecologia, Napoli 11-14 Settembre 1996, 2 figg. (in press).
- D'OREFICE M., LEDONNE L., PECCI M., SMIRAGLIA C. & VENTURA R. - *Nuovi dati sull'alimentazione nevosa del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia - Appennino Centrale)*. Atti Conv. «Cento anni di ricerca glaciologica in Italia», Torino 19-20 ottobre 1995, Geogr. Fis. e Din. Quat., **18**, (1): 1 fig., 2 tabb. (in press).
- FIUCCI A., GIGANTE B., ROSSI C., SMIRAGLIA C. & VEGGETTI O. - *Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia). Determinazione dello spessore e della morfologia del substrato mediante radio-echo sounding*. Geogr. Fis. e Din. Quat. (in press).
- GELLATLY A. F., SMIRAGLIA C., GROVE J. M. & LATHAM R. (1994) - *Recent variations of Ghiacciaio del Calderone, Abruzzi, Italy*. Jour. of Glaciol., **40**, (136): 486-490, 3 figg., 1 tab.
- GRAZZINI L. & ABBATE P. (1992) - *Gran Sasso d'Italia*. Guida dei Monti d'Italia, Club Alpino Italiano e Touring Club Italiano, Milano.
- IAHS-UNEP-UNESCO (1993). *Fluctuations of Glaciers 1985-1990*. World Glacier Monitoring Service, **6**, Zurich.
- TONINI D. (1963) - *Il Ghiacciaio del Calderone del Gran Sasso d'Italia*. Boll. Com. Glac. It., ser. 2, **10**, (1963): 71-135, 32 figg., 10 tabb., Torino.