

# *HYDROGARDEN*

## Gli aspetti del paesaggio murgico

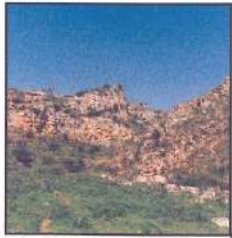




FIG. 1  
I Sassi visti dal fondo della  
Gravina



FIG. 2  
Una cava storica

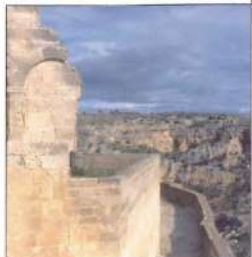


FIG. 3  
Le architetture di tufo



FIG. 4  
I segni dell'estrazione del tufo



FIG. 5  
Una cava in attività

## INTRODUZIONE

Le cave, porta della città antica, rappresentano, forse, la testimonianza più forte della mano dell'uomo sull'altopiano murgico, culla della civiltà e della cultura materana. (figg. 1-5)

Enormi "vuoti" in quella massa di "tufo" che ha consentito e caratterizzato la storia dei Sassi e lo sviluppo urbano successivo dell'intera città. Affrontare un grande tema come questo può servire a ridefinire i confini di un campo d'indagine, e a rimettere in gioco oggetti e problemi poco esplorati, se non del tutto trascurati, permettendo di lavorare con maggiore curiosità in un quadro storico apparentemente "immobile".

L'idea di un progetto insediativo nelle cave, dunque, vuol tendere ad una valorizzazione di tutto il contesto territoriale e dei suoi connotati, nel pieno rispetto dell'ambiente e della storia che lo ha segnato.

In Italia l'attuale quadro sul ripristino delle cave, non è dei migliori. Il ritorno alla condizione precedente a quella dello scavo (fig.6), non è delle più facili ed economiche, per questo il ripristino è spesso effettuato mediante la sistemazione con destinazioni del tutto nuove (sportivo-turistiche, agricole, paesaggistiche ecc.). Le realizzazioni più riuscite in questo campo (in Germania, in Francia, negli Stati Uniti), già attuate da anni, sono state precedute da progetti mirati in cui lo sfruttamento della cava si effettuava secondo un piano paesaggistico ben preciso e definito.

Quindici aree di cave intorno alla città di Monaco di Baviera, sono state destinate a scopi ricreativi e naturalistici con una risistemazione a lago. In Italia un esempio di recupero diversificato è in corso di realizzazione sulla destra del fiume Secchi a Nord della Via Emilia, nei comuni di Campogalliano, Modena e Rubiera: il recupero consiste in spazi ricreativi per sport acquatici, zone di intervento naturalistico, una zona di rispetto ambientale e una di interesse storico-architettonico.

Altri esempi di riutilizzo si ritrovano nella creazione di bacini artificiali per l'irrigazione ed il rimpinguamento delle falde (fig.7), nella creazione di laghi salmastri e per la produzione di energia termica, in terrazzamenti per scopi agricoli, in insediamenti residenziali o industriali, depositi di rifiuti, centrali sotterranee, stoccaggio di sostanze minerarie, aree di difesa militare. Altrove le cave hanno recuperato la loro identità originaria a scopo didattico: per la dimostrazione di tecniche minerarie o come testimonianza di archeologia industriale (figg. 8,9).

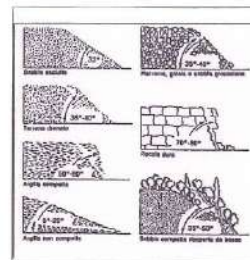


FIG. 6  
Angoli di ripesc di  
diversi materiali di  
coltivazione  
o di copertura di cava.



FIG. 7  
Riqualificazione degli  
acquedotti sotterranei  
attraverso bacini  
sequestranti e  
retentione.

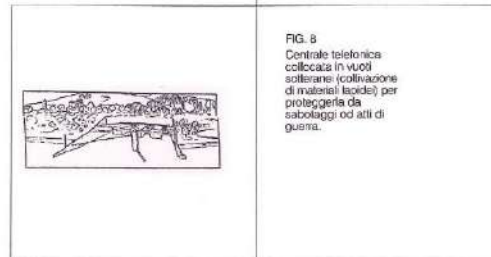


FIG. 8  
Centrale telefonica  
collocata in vuoti  
sotterranei (coltivazione  
di materiali lapidei) per  
proteggerla da  
sabotaggi od atti di  
guerra.



FIG. 9  
Sito di confinamento  
federale di scorie  
nucleari nel New  
Mexico sud-orientale.  
I contenitori sono a una  
profondità di 500 m in  
una formazione di sale.



FIG. 10  
Una cava dismessa

## INTRODUCTION

The quarries, gateways to the old town, represent perhaps, the strongest evidence of man's intervention on the Murgia plateau, the cradle of Matera's culture and heritage. (fig. 1-5)

These huge "empty" spaces created in the "tufo" rock mass have marked and enabled the development of the history of the Sassi and, later, of the entire town. Dealing with an important topic such as this can sometime help to redefine the boundaries of a survey and to reconsider objects and problems previously left unexplored, allowing to work with increasing curiosity in a historical picture which is only apparently "motionless".

The idea of creating a new form of settlement in the quarries, therefore, aims to enhancing the heritage of the whole area and its related features, in full respect of the environmental and historical context that has marked it.

As a result of an ever increasing environmental awareness, plans for quarry reclamation have been devised and applied successfully in several European countries (Germany and France for example) and in the USA over the last years. Interesting recovery projects, involving considerable environmental planning, have been already realized combining the quarries' utilization with a well defined landscape impact assessment. In Italy the current picture on the recovery of quarries is not one of the best. To restore an exploited area to its original state (fig.6) is not usually an easy and cost-effective task, therefore quarry reclamation is often carried out by turning the space to other applications of use (e.g. tourist or sports activities, farming or landscape facilities). This is the case of the quarries around the city of Munich, where the space has been allocated to recreational and nature activities, with 15 areas turned into artificial lakes. Similar activities have been carried out in northern Italy. Water sports, nature reserves, historical and architectonic areas as well as environmental awareness areas have been developed. The allocation of the empty space created by extractive activities to artificial water reservoirs for irrigation and storage purposes is also quite common. Other uses in this context comprise the realization of salt marshes (fig.7) and thermal energy production areas, terracing for farming purposes, residential or industrial estate development, landfill sites, underground plants and mineral resources storage, military defence areas. Elsewhere, the quarries have recovered their original identity for educational demonstrations of extractive technologies and industrial archaeology. (fig. 8-9)



## IL CONTESTO TERRITORIALE

Il paesaggio lucano, nonostante l'esiguità della superficie della regione, appare morfologicamente molto vario.

Nella parte nord-occidentale le propaggini meridionali dell'Appennino formano un'ampia zona montuosa che incomincia tutto l'arco jonico degradando gradualmente verso il mare nella piana metapontina, una pianura di origine alluvionale attraversata dai principali corsi d'acqua della regione. Al margine orientale, verso il confine con la Puglia, affiorano le calcareniti della Murgia materana su cui si apre la "Gravina", un ampio canale dalle sponde appena modellate, scavato dalle acque nel corso dei secoli.

## LA MURGIA

La Murgia materana, posta all'estremità dell'intero altipiano murgico, ne costituisce la parte più aspra. Il rialto, è in complesso la zona meno accidentata, ha una elevazione massima di 520 metri s.l.m. presso la Tempa Rossa. Il paesaggio è brullo ed inciso dalle Gravine, che hanno la funzione di "grondaie naturali" delle alture in cui corrono, e si presentano come burroni a grandi gradinate. La Gravina di Matera nasce nelle vicinanze di Altamura, converge con due rami in prossimità della città, scava una grande ansa, lo "Iurio", e si prolunga verso sud per sfociare infine nel fiume Bradano.

La Murgia è geologicamente formata da un blocco roccioso di calcari dell'era secondaria (con prevalenza del cretaceo superiore) disposti a strati orizzontali o leggermente inclinati, alternati da veli sottilissimi di terra rossa nei calcari più recenti, bruna o nerastra nei calcari più antichi.

Le "vallatelle", incise nel calcare dalle acque e colme di humus asportato dalle piogge, rappresentano le uniche aree fertili sulle quali si sono sviluppate le scarse coltivazioni erbacee. L'intera area murgica è invece ricoperta in gran parte da un manto di tufo composto di sabbioni calcarei più o meno cementati, che, consentendo la penetrazione delle radici, costituiscono un buon supporto per l'arboricoltura. Tale strato, ricco di fosfati per la presenza di fossili marini cementati in esso, assorbe facilmente l'acqua, utilizzata lentamente dalle radici del manto arboreo di superficie.

Pochi i corsi d'acqua superficiali: la roccia calcarea, fessurata e permeabile, dà luogo a modesti ruscellamenti lungo le gravine che si trasformano in torrentelli solo nel caso di precipitazioni tanto violente da non consentire all'acqua di penetrare nella roccia. Le alluvioni, anche se di breve durata, percorrendo le "lame" (solchi incisi nella calcarenite), trascinano via forti quantità di limo causando l'impoverimento



## THE TERRAIN CONTEXT

The county of Basilicata or Lucania displays a landscape with diverse morphological aspects, notwithstanding its small area. In the north-western area, part of the southern ramifications of the Apennines form a wide mountainous zone which frame the whole of the Jonic arch, gradually flattening out towards the sea in the Metapontinum alluvial plain, where the main rivers of the county are found. On the eastern edge, towards the boundary with the county of Puglia, outcrop the calcarenites of the 'Murgia' of Matera through which the Gravina has cut through, thanks to the erosive action of water over centuries, creating a wide channel with banks scarcely moulded.

## THE MURGIA

The 'Murgia of Matera' constitute the most craggy section of the entire Murgia plateau, on whose extreme edge it is located. The ridge is generally even, reaching a maximum height of 520m above sea level near the locality of Tempa Rossa. The landscape is quite barren, marked by the 'Gravine', small-scale canyons which act as natural gutters. The 'Gravina' of Matera starts near Altamura and after splitting in two branches, hollows out a large bend, the 'Iurio', on the outskirts of the town, then continues to flow southward and ultimately into the river Bradano.

The Murgia is geologically formed by a rock horst of limestones of secondary age, with a prevalence of Upper Cretaceous horizontal or slightly dipping strata alternated with very thin layers of red earth in the most recent limestones and dark brown or black layers in the oldest ones.

The "vallatelle", small valleys cut into the limestone by the erosive action of water and successively filled with humus, constitute the only fertile ground for the scant herbaceous vegetation. The area of the 'Murgia' is mainly covered by the calcareous sands of the tufo which, being more or less cemented, have encouraged the cultivation of trees and shrubs by allowing strong roots to develop. As a result, the arboreal vegetation manages to develop on the limestone by feeding on the soil deposits caught within the rock fissures. Besides, the tufo strata is rich in phosphates thanks to the presence of marine fossils cemented within the rock and easily absorbs water which is then slowly taken up by the superficial vegetation cover.

However, due to the nature of the soils, there are very few waterways in the 'Murgia' Park. The limestone, being fissured and permeable, allows minor streams to develop in the deeply incised gravine. These streams become torrents on occasion of the heavy but short lived rains, when the waters will rush through the depressions in the ground ("lame") without being absorbed and removing large quantities of silt, thus impoverishing the soil.



del suolo.

Tuttavia, nonostante la sua asprezza, l'altopiano murgico dispiega una straordinaria ricchezza di paesaggi vegetali, ora aperti sui ripiani calcarei, ora racchiusi fra le impervie gravine.

Questi paesaggi conservano spesso i caratteri di una bellezza primordiale di una suggestiva imponenza che, soprattutto nelle gravine, tocca le punte più alte. L'ambiente rupestre costituisce la sede di autentici "tesori" della flora mediterranea grazie alle sue rigorose condizioni ambientali sopportabili esclusivamente da specie altamente specializzate che qui possono sopravvivere favorite dalla scarsa concorrenza di altre specie ecologicamente più esigenti.

Tra pietre e rocce, dunque, sporgono cespugli di perazzo, rovo, ginestre, ecc., il pascolo roccioso, la principale risorsa dell'intera Murgia. Fra i cespugli il manto erboso (fatto di cardo, asfodelo, trifoglio ed altre erbe mediche, oltre a diverse specie di graminacee), che, nel corso dei tempi, ha rappresentato l'unica difesa all'erosione del sottile strato di terreno parantoctono che le attuali conduzioni agricole stavano distruggendo condannando l'intera area ad una sicura desertificazione.

#### IL TUFO

Geologia e stratigrafia.

I terreni più antichi, che affiorano nella zona di Matera, sono i calcari cretacei. Essi costituiscono il substrato dell'intera regione, affiorano solo sul fondo valle e su buona parte di entrambi i versanti della forra del torrente Gravina. Si tratta di calcari compatti, sub cristallini, a grana generalmente fina, disposti a strati, il cui spessore è variabile. Nello spaccato naturale della Gravina, si può osservare come nelle parti più basse si hanno straterelli dello spessore di pochi millimetri, mentre, man mano che si sale, gli strati divengono più spessi, fino a raggiungere quasi il metro di spessore. Dal punto di vista litostratigrafico questi strati sono riferibili al "Calcarea di Altamura" e, per età al Senoniano-Maastrichtiano.

Lungo i margini della stessa Murgia e, in lembi isolati, anche su questa, il Calcarea di Altamura è coperto in trasgressione da depositi calcarenitici bianco-giallastri, le "Calcareniti di Gravina", per uno spessore residuo assai variabile e in ogni modo non superiore ai 60 metri. L'età di questi depositi dovrebbe essere Calabrian (basso Quaternario). Ovunque, essi poggiano con una leggera discordanza angolare e mediante un conglomerato trasgressivo potente al massimo 2 metri. La trasgressione, che rappresenta un'invasione del mare sulle terre emerse, è chiara con tutti i suoi termini solamente in alcune località,



The 'Murgia' plateau displays a wide variety of floral environments notwithstanding its ruggedness, be it on the open calcareous plains or in the secluded and impervious gravine. These landscapes have retained a primordial beauty which is at its most suggestive in the 'gravine'.

This rocky environment has become a natural heritage as a result of the rigorous geographic conditions that the local Mediterranean flora has to sustain in order to survive, thus becoming highly specialized to the area, to the exclusion of other species ecologically more demanding. Among the rocks poke out wild pear, hawthorn, blackberry bushes, gorse and other shrubs, the main resource for 'rock grazing', which in the past has constituted a considerable economic asset for the entire Murgia area. Over the years, the grass cover has come to represent the only defence against soil erosion and comprises thistle, asphodel, clover, alfalfa as well as several other medicinal herbs and Gramineae. This thin layer of soil had almost been destroyed by the local intensive agricultural practices, which would have thus consigned the entire area to certain desertification.

#### THE TUFO

Geology and Stratigraphy

The oldest rocks outcropping in the area of Matera are Upper Cretaceous limestones. These rocks make up the sub-stratum of the entire region and outcrops only in the valley bottoms and on either side of the Gravina gorge. This limestone is compact, coarsely crystalline, generally fine-grained with bedding varying from a few millimetres to a metre in thickness. The sequence can be observed in the natural cross-section provided by the Gravina incision and, in terms of lithostratigraphy, this formation is locally known as "Altamura Limestone" of Cenomanian to Maastrichtian age.

Along the fringes of the 'Murgia', and in a few isolated strips on the 'Murgia' itself, the "Altamura Limestone" is overlain in transgression by yellowish-white calcarenites, locally known as "Gravina Calcarenites". This formation is also variable in thickness, reaching up to 60m, and has been identified as Calabrian in age (Lower Quaternary). These calcarenites overlay the underlying deposits with a minor unconformity and with a basal conglomerate which can reach 2m in thickness. The conglomerate marks a period of transgression when the sea invaded the emerged landmass and is evident only in a few places, where the calcareous tuff (Matera's tuff) seems to directly overlay the underlying Cretaceous strata almost everywhere.

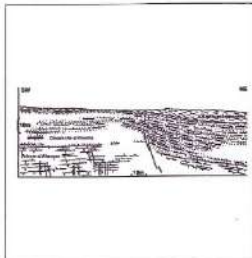


Quadro geologico  
strutturale di  
riferimento

Carta  
geologica



FIG. 3  
Stratigrafia



mentre molto più spesso sembra che il tufo calcareo (tufo materino) poggia quasi direttamente sugli strati cretacei sottostanti.

Il materiale basale della trasgressione è costituito da uno strato di conglomerato debolmente cementato. I ciottoli che lo formano, sono di natura calcarea e provengono esclusivamente dal disfacimento del sottostante substrato cretaceo; sono di varie dimensioni, tuttavia non superano mai i 7-8 centimetri di diametro. Non mostrano una stratificazione evidente e sono legati da un cemento costituito da granuli calcarei.

Nella parte superiore questo conglomerato passa ad una brecciola calcarea, a grana più sottile, molto più tenace anche alla rottura. Il suo colore è giallastro, il più delle volte è compatta ma può presentarsi a volte più o meno cavernosa. Mancano i macrofossili. Senza un brusco passaggio, ma gradualmente, si passa alle vere e proprie calcareniti organogene: il tufo.

Immediatamente sopra i tufi calcarei si riscontrano argille marnose di colore lurchino: sono ascrivibili al Calabrian e non mostrano stratificazioni. Il contatto tra le due formazioni è evidente solamente nelle parti più basse dei burroni scavati dall'erosione, lungo i fianchi delle colline argillose.

#### Tettonica

Un accenno alla tettonica può essere utile per comprendere meglio la morfologia del territorio della Murgia di Matera e Laterza, dove prevalgono per estensione gli affioramenti dei calcari cretacei. L'area è probabilmente emersa subito dopo il cretaceo, si ritiene che il sollevamento non si sia ovunque verificato in una sola fase e che si sia realizzato in tempi lunghi. Sforzi di compressione, lungo la direzione sud-ovest nord-est, hanno piegato i calcari producendo un sistema di faglie, fra le quali le più importanti sono disposte nella direzione opposta sud-est nord-ovest. Nella stessa fase tettonica, serie di faglie trasversali e oblique alle prime hanno contribuito a dare all'intero territorio un complicato assetto a blocchi del tipo "horst" (pilastro). Le tracce delle faglie marginali sono in gran parte oggi sepolte sotto i sedimenti della Fossa, depositi in tempi più recenti; le superfici ripide osservabili ai margini del rilievo sono il prodotto dell'arretramento, per erosione, dei piani di scorrimento di tali faglie.

Altri gruppi di faglie, senza direzione preferenziale, sono riconoscibili nei calcari grazie all'aiuto di foto aeree. Si tratta di faglie a rigetti generalmente piccoli che devono aver contribuito allo sviluppo del carsismo e soprattutto a quello di fenomeni erosivi, come quelli che hanno condizionato la formazione delle Gravine.

*The basal conglomerate is formed by poorly cemented calcareous gravel, reworked from the underlying Cretaceous strata.*

*The calcareous gravel is of varying size but never larger than 7-8cm, does not show signs of bedding and is cemented by calcareous granules. The basal conglomerate is overlain by a finer grained hard breccia, yellowish in colour, generally compact but with occasional cavities.*

*No large fossils are present. There is then a gradual passage to the organogenic calcarenites, the already mentioned tufo which we shall describe later. Immediately above the tufo are unbedded turquoise marls, Calabrian in age. The contact between the two formations is evident only in the lower sections of the gorges and along the slopes of clayey hills.*

#### Tectonic activity

*It might be useful, in order to better understand the morphology of the 'Murgia' landscape around Matera and Laterza, to mention the tectonic activity which has contributed to some features.*

*It is believed that the area emerged soon after the Cretaceous period as a result of an uplifting phase which occurred over a long period of time. Compressive forces along the SW-NE direction warped the limestone formations, producing a fault system with opposite SE and NW trends. During this tectonic phase a series of faults, transversal and oblique to the former, have contributed in giving the entire region a 'horst' arrangement. Traces of secondary faulting have been covered by the more recent sediments of the 'Fossa' while steep surfaces, evident on the edges of the ridge, are the result of erosion along the fault planes. Another fault system, this without a definite orientation, must have contributed to karst processes, in particular to those associated with erosion which have resulted in the forming of the 'Gravine' and are visible only through aerial photographs.*



Il massiccio calcareo è limitato da scarpate erosive originatesi dai piani di faglia; tuttavia l'aspetto della superficie non rivela chiari condizionamenti di tipo litostratigrafico o strutturale e pare più che altro determinato nel tempo da agenti esterni, con parziale sovrapposizione degli effetti. Essenzialmente si riconoscono alcuni gruppi di forme: ripiani, solchi erosivi, nonché depressioni e solcature carsiche. I *ripianti* sono vaste superfici pianeggianti e in genere non corrispondono a facce di strato; sono separati da scarpate per lo più nette, ad andamento irregolare, alte in media qualche decina di metri. Il modellamento a ripiani del rilievo calcareo sembra attribuibile all'azione del mare, per "abrasione".

I *solchi erosivi* incidono la superficie della Murgia. Le "lame" hanno fianchi debolmente inclinati e un ampio fondo piatto, occupato da una copertura di terra rossa. In genere corrono ad ampie curve irregolari.

Le Gravine hanno, come già accennato, pareti molto ripide alte decine di metri, su un fondo angusto, generalmente piatto e spesso corrispondente a facce di strato. La loro sezione trasversale presenta una forma ad "U" leggermente svasata e in alcuni luoghi appare in forma ristretta a "V", per presenza di detriti. Le incisioni si sono sviluppate in periodi a clima più piovoso di quello attuale; oggi l'attività erosiva è in sostanza limitata a rari e brevi periodi di intense precipitazioni atmosferiche.

La Gravina di Matera, come quelle di Laterza e Castellaneta, è stata probabilmente scavata in gran parte da corsi d'acqua sovrainposti: tali corsi avrebbero prima inciso la copertura pleistocenica (il banco calcarenitico) e si sarebbero poi approfonditi nei calcari cretacei.

Il *carsismo* ha un certo sviluppo nei calcari circostanti il territorio materano. Le numerose grotte presenti fanno parte delle *grotte carsiche di frattura*. Si tratta di cavità sotterranee originate da una prolungata azione dinamica delle acque circolanti nel sottosuolo lungo la direzione delle linee di frattura. La rete di grotte che circonda Matera si collega alla grande rete di canali e grotte sotterranee che perforano le Murge.

#### IL TUFO DI MATERA

Litologicamente si tratta di una roccia poco compatta, di colore giallo chiaro-biancastra. Le dimensioni degli elementi sono più o meno molto fini; solo nelle parti inferiori diventano grossolani (1÷3 mm). Le particelle sono costituite da granuli calcarei, tenute assieme da un cemento calcareo polverulento, per questo la roccia si disgrega facilmente. Non esiste alcuna stratificazione evidente, quindi il tufo si presenta



The limestone horst is delineated by erosive slopes developed along fault planes, although the overall morphology of the area seems to be more the result of external agents rather than structural or lithostratigraphic ones. Essentially 3 groups of morphological features have been recognised: terraces, grooves and karst formations such as depressions. The terraces are wide flat areas and generally do not represent a strata surface plane; these are separated by generally well defined yet irregular escarpments, with average heights of a few dozens of metres. The modelling of the terracing on the calcareous ridge is believed to be the result of the erosive action of the sea.

The grooves or "lame" cut the surface of the Murgia plateau with wide irregular bends. They have slightly sloping sides and a wide flat bottom, generally filled with red earth.

The Gravine, as already mentioned, have very steep and high walls, a narrow bottom generally flat and often corresponding to a strata surface plane. In section they present a slightly countersunk "U" profile, and in some places it appears to be more of a "V" shape for the absence of debris. These incisions developed in a more rainy climate than the present one; today the erosive action is restricted to rare and brief periods of intense rainfall.

The Gravina of Matera, as in the case of that of Laterza and Castellaneta, is believed to be the result of the erosive action of several superimposed rivers: these would have first cut through the Pleistocene calcarenitic cover to then work themselves through the Cretaceous limestones.

Karstification has occurred to a certain degree in the limestones surrounding Matera. Caves, widely found in the area, belong to the typology of karst fracture caving processes. These underground cavities were created by the prolonged dynamic action of subsurface circulating waters along fault planes. The network of caves that surrounds Matera is connected to the wider network of channels and underground cave that bore through the Murgie.

#### THE TUFO OF MATERA

The tufo is a rock weakly compacted, yellowish-white in colour. Grain size is more or less very fine, becoming coarser (1÷3mm) at the bottom of the formation. Particles are constituted by calcareous granules, held together by a friable calcareous cement, the reason for the rock being quite brittle. The tufo appears to be compact as no stratification is evident.



Cava della Palomba.

Cava dismessa



Cava in attività

compatto. Lo spessore della formazione varia anche a pochi metri di distanza, ciò fa presupporre che il tufo abbia agito spesso come materiale di riempimento e livellamento del sottostante substrato cretaceo.

I fossili sono numerosi, si rinvenivano principalmente alla base e alla sommità della formazione tufacea; in basso sono molto frammentati mentre in alto se ne possono trovare esempi a un discreto stato di conservazione.

Il tufo è sviluppato in diverse varietà, facilmente riconoscibili nelle principali cave. Nel complesso ha buone caratteristiche fisiche e meccaniche. In linea di massima si può distinguere una varietà tenera e friabile ricca di fossili alla base della formazione e una compatta alla sommità.

Nel dettaglio però queste denunciano un ampio campo di variabilità, in ragione essenzialmente del locale: grado di diagenesi, assortimento granulometrico, grado e tipo di fratturazione tettonica, stato di disaggregazione fisico-chimica.

Facendo riferimento alla roccia non satura, che, in effetti, rappresenta lo stato naturale, le prove condotte in laboratorio su campioni rappresentativi, provenienti dal comprensorio dei Sassi, hanno fornito i seguenti valori:

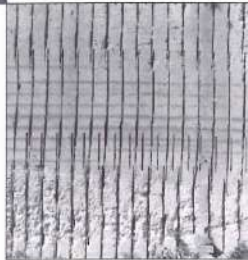
|                                           |                                    |
|-------------------------------------------|------------------------------------|
| peso-volume                               | $1,337 \div 1,784 \text{ gr/cm}^3$ |
| peso specifico reale                      | $2,956 \div 2,708 \text{ gr/cm}^3$ |
| porosità                                  | $32,14 \div 50,54\%$               |
| grado di compattezza                      | $0,428 \div 0,641$                 |
| coefficiente di imbibizione               | $15,83 \div 37,12\%$               |
| resistenza a trazione (metodo brasiliano) | $1,82 \div 5,08 \text{ kg/cm}^2$   |

Il contenuto d'acqua, che generalmente non supera il 9%, influenza sensibilmente le caratteristiche meccaniche. I valori più scadenti sono stati trovati su campioni provenienti dalla parte inferiore della formazione calcarenitica.

Il carico a rottura a compressione semplice, determinato invece su campioni prelevati all'intorno di Gravina di Puglia, è risultato variare nell'intervallo  $30 \div 64,4 \text{ kg/cm}^2$ , mentre i valori estremi del peso del volume sono risultati  $1,340$  e  $1,610 \text{ gr/cm}^3$ . La velocità delle onde elastiche è risultata essere in tal caso circa  $1900 \text{ m/sec}$ .

#### LE CAVE

Negli affioramenti della formazione calcarenitica troviamo un gran numero di cave. Queste sono dislocate in maggioranza nelle zone a sud-est e a nord dell'abitato. Le ultime sono quelle prese in considerazione in questo studio, costeggiate dalla Via Appia (SS n°7). Percorrendo la statale, in uscita



As the thickness of the formation varies even within a few metres it is believed that this material must have often acted as an infilling and levelling out sediment over the underlying Cretaceous substratum. Numerous fossils are found, generally at the base and the top of the formation; at the bottom they are well fragmented whereas at the top well preserved specimens can be found.

Several varieties of tufo rock can be recognised in the main quarries and overall this rock has good physical and mechanical characteristics. On the whole two main varieties can be distinguished: a softer and friable type, rich in fossils, found at the bottom of the formation and a more compact one at the top. However these two main varieties, if observed in detail, reveal a wide range of variations, generally due to local factors such as: degree of diagenesis, grain sorting, grade and type of tectonic faulting, state of physical and chemical disaggregation.

Lab tests carried out on representative samples of unsaturated rock (representing in effect the natural state) derived from the area of the Sassi, have given the following values:

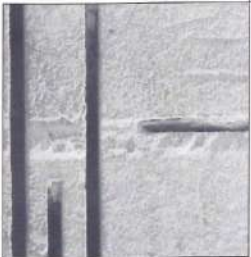
|                                           |                                    |
|-------------------------------------------|------------------------------------|
| Weight-volume                             | $1,337 \div 1,784 \text{ gr/cm}^3$ |
| Real specific weight                      | $2,956 \div 2,708 \text{ gr/cm}^3$ |
| Porosity                                  | $32,14 \div 50,54\%$               |
| Degree of cohesiveness                    | $0,428 \div 0,641$                 |
| Coefficient of absorption                 | $15,83 \div 37,12\%$               |
| Resistance to traction (Brazilian method) | $1,82 \div 5,08 \text{ kg/cm}^2$   |

The rock's water content, which generally does not exceed 9%, influences significantly its mechanical characteristics. The lowest values have been found on samples derived from the lower section of the calcarenitic formation.

The loading to breaking point under simple compression, calculated on samples collected in the vicinity of the Gravina of Puglia, was found instead to fall within the interval  $30 \div 64,4 \text{ kg/cm}^2$ , whereas for the weight-volume calculations, values were found to fall within the  $1,340 \div 1,610 \text{ g/cm}^3$  interval. The speed of elastic waves was found to be in the order of  $1900 \text{ m/sec}$ .

#### THE QUARRIES

A large number of quarries can be found in the area where the calcarenitic formation outcrops. These are mainly distributed in the south-eastern and northern areas of the inhabited centre. The latter are those taken into consideration within this study, with the main road Via Appia (SS n°7) running along them.



da Matera verso Laterza, si offre una lettura "cronologica" in quanto si incontrano dapprima le cave storiche del '700, oltrepassata la Gravina troviamo le cave dismesse degli anni '60-'80, fino all'ultima, l'unica attiva dell'area.

Le cave si sviluppano all'aria aperta ad altezza d'uomo, creano "grandiosi monumenti a divinità sconosciute o mura di antichi templi innalzate da gente laboriosa che per secoli ha spezzato pane e tufo per costruirsi la propria dimora" (E. Paternoster). Queste rocce si estraggono e si lavorano con una certa facilità: da qui il largo impiego come materiale da costruzione. La parte di sfido derivante dalle operazioni di taglio (tufina) è impiegata nella preparazione di malte per intonaci. Il materiale cavato è formato prevalentemente da conci parallelepipedi aventi le dimensioni 48 x 36 (33) x 20cm.

Singolare è il paesaggio ormai "naturalizzato" e notevole è la differenza tipologica che si è generata in relazione ai metodi di estrazione, manuali prima, meccanizzati ora.

Lo spazio della negatività

Il percorrere le strade e i sentieri che portano da Sud-Est alla città di Matera permette di scorgere i luoghi di culto, le grotte delle prime comunità umane e le cave di tufo, grandi spazi che affondano nel terreno con tagli perpendicolari.

Le cave antiche si trovano là dove i giacimenti risultavano profondamente incisi dall'azione erosiva dei corsi d'acqua che mettevano in evidenza le caratteristiche dei materiali. La nascita di queste cave fu determinata nel '700 da un improvviso aumento demografico che spinse la gente a costruire sull'area del Piano, e a procurarsi il materiale non più in loco, come nei Sassi, ma in zone poco distanti e facilmente raggiungibili.

Gli uomini che lavoravano all'interno delle cave venivano chiamati "cavamonti", "u' zuccquator": per loro il lavoro continuava senza sosta, il tempo era segnato dai lontani rintocchi delle campane della Chiesa Madre, le giornate di lavoro erano tutte dure e tutte uguali, dovevano essere sempre pronti a estrarre il materiale, a raccogliere "u' accap'zzoggh" o "stozzi", (frantumi inutilizzabili) e aiutare i trasportatori, detti "vetturali", a caricare sui muli i blocchi di tufo da portare in paese. Il carico consisteva in due tufi su ciascuno dei due lati del basto, più uno trasversale, legati con delle corde. Per quantitativi maggiori si usava il traino e, a seconda del numero degli animali che lo tiravano, si allineavano sul piano del carro, uno o più strati di tufi, tenendo anche conto della pendenza della strada da percorrere fino al paese.



Following this road, from the Matera exit towards the town of Laterza, a "chronological succession" of the quarries can be seen, as one would first meet the historical quarries dating back to the 16<sup>th</sup> century to then reach, after the Gravina, the disused quarries dating back to the 60s and 80s, until the last and only one still in use.

The quarries are open air and at man's height, creating "magnificent monuments to unknown divinities or walls of ancient temples raised by hard working people who, for centuries, have lived on bread and 'tufo' in order to build their own homes" (E. Paternoster).

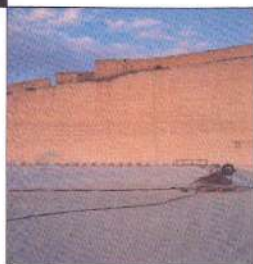
These rocks are extracted and worked with relative ease, hence its wide employment as building material. The powder wasted during the cutting of the blocks (tufina) is utilised in the preparation of mortar and plaster. The material extracted is generally in the form of blocks of 48x36(33)x20cm.

The ensuing landscape, which has by now become "naturalised", is unique and the difference between the various methods of extraction, originally manual and later mechanised, is evident in the typology of the quarries shapes.

The space in negative

Going along the roads and the paths which, from the south-east lead to the town of Matera, one can see the worshipping places, the caves of the early human settlements and the tufo quarries. These are huge, cream coloured perpendicular rock faces which sink in the whitish ground, dotted with shrubs and small wild fig trees.

The old quarries can be found where the strata have been deeply cut by the erosive action of waterways, thus exposing the rock's features. These quarries were first worked in the 18<sup>th</sup> century, in response to a sudden demographic growth which led to the development of new housing on the flat area adjacent to the 'Sassi'. The quarries, being nearby and easily accessible, provided the required building materials. The men who used to work the rock faces were called "cavamonti" or "u'zuccquator" literally 'mountain diggers'. Their long and hard day's work passed without a break, ever the same, punctuated only by the distant toll of the home church bells. The cavamonti, had always to be ready to extract the material, to collect the unusable fragments (called "u' accap'zzoggh" or "stozzi"), helping the carriers (the "vetturali") to load tufo blocks on mules bound for the town. The load consisted of two blocks on either side of the pack-saddle plus one placed across on the top, all secured with ropes. When greater quantities of tufo blocks had to be transported, a wooden cart drawn by one or more mules, would be employed.



I cavamonti studiavano a fondo l'orientamento e la disposizione dello stato di fratturazione naturale (peli) presente nella massa tufacea, sfruttando così al massimo la naturale divisibilità delle rocce lungo piani di discontinuità.

L'operazione di estrazione del tufo avveniva spianando la superficie tufacea e, preparato il banco, si procedeva a segnare le dimensioni dei tufi: poi si tracciavano le "carrasse" (solchi) in senso orizzontale e verticale, infine si scuoteva la pietra battendola ad arte per distaccarla dal piano. Bisognava progettare la forma da cavare dal banco tufaceo per ottenere conci di varie dimensioni. I conci in uso a Matera erano: il quadrello (27x25x50cm), la catena (27x20x50cm), il pezzotto (27x32x50cm), la catena lunga (27x20x60cm) e la pietra d'arco (27x25x60cm). I blocchi venivano cavati uno per volta da un singolo operaio armato di piccone con una punta tagliente da una parte e piatta dall'altra. Altri utensili a disposizione erano cunei, punteruoli (subbie), mazzuoli, pale e zappe. Con i punteruoli era possibile fare tagli o scanalature in modo da delimitare i blocchi secondo le dimensioni prefissate; i mazzuoli servivano per battere i punteruoli, le mazze per battere i cunei. Dall'antichità sino al dopoguerra la tecnica è rimasta sostanzialmente inalterata con l'utilizzo di semplici attrezzi come quelli sopra descritti.

Nelle nuove cave sorte negli anni '50, si tentò di approntare un sistema di estrazione meccanizzato che fosse in grado di tenere il passo con la produttività sempre più incalzante, imposta dalle fabbriche di laterizi e cercando, nel contempo, di offrire il prodotto estratto a prezzi competitivi. Ciò nonostante, la meccanizzazione non portò i benefici sperati, poiché altri fattori subentrati nel mercato, cominciarono a segnare il definitivo abbandono della tradizionale architettura in tufo. Da allora, questo materiale continua ad essere estratto per utilizzazioni edilizie esclusivamente complementari.

Il sistema meccanizzato consiste essenzialmente nell'uso di particolari seghe a motore, differientemente congegnate e costruite a seconda della durezza del tufo da estrarre e della profondità in cui si trova il tetto calcarenitico. Per le calcareniti affioranti sotto un leggero strato di cappellaccio, generalmente composto da sedimenti di nessun pregio e da terreno vegetale, le cave vengono aperte "a giorno", mentre per quelle affioranti sotto un grosso strato, le cave vengono aperte in sotterraneo con un tipo di abbattimento "in galleria", tecnica assimilabile per comparazione alla metodologia costruttiva utilizzata negli antichi rioni Sassi.

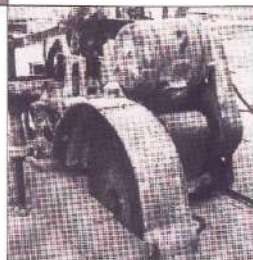
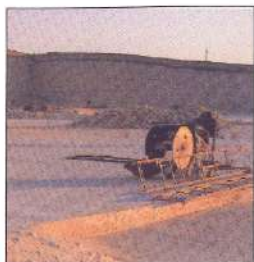
Il primo tipo di abbattimento "a giorno" richiede lo sbancamento dell'area occupata dal "cappellaccio"

The cavamonti would carefully examine the tufo rock face, working out the optimal fracturing points found along natural discontinuity planes (the peli). It was necessary to plan out the extraction process to enable the extraction of variously sized blocks: the quadrello (27x25x50cm), the catena (27x20x50cm), the pezzotto (27x30x50cm), the catena lunga (27x20x60cm) and the pietra d'arco (27x25x60cm).

The blocks would be extracted one at a time by a single worker with a pickaxe and the help of wedges, chisels, mallets, shovels and hoes. Once the rock face had been smoothed out, the dimensions of the block to be extracted would be marked and the vertical and horizontal carasse would be incised in the rock. The block would then be gradually freed from the rock mass by expert and gentle jolts.

The method of extraction of the tufo blocks remained unchanged until after the Second World War, when a new mechanised system was introduced. In the 50s this was considered necessary, as production had to keep up with an increased demand in building materials and at the same time match the competitive prices offered by brickyards. However the new mechanised system didn't bring in the hoped-for benefits, thus leading to the decline of the traditional architecture in 'tufo'. Since then this material has been extracted only for specific building purposes. The mechanised system employed particular sawing machines, individually devised according to the hardness of the 'tufo' to be extracted. Two types of sawing machines would be utilised for extracting the 'tufo' blocks: a carassatrice and a combinata. Both would run on tracks: the former, fitted with two parallel circular saws, would make incisions in the rock face which would then be completed by the combinata, leading to a complete block of standard size to be freed from the rock mass.

The 'tufo' quarries were worked in two ways, depending on the thickness of the superficial sediments overlaying the strata to be worked. If this layer (called cappellaccio) was thin, it was removed and the quarry was gradually worked from the top in a series of open terraces. If, on the other hand, the cappellaccio was too thick to be removed in a cost-effective way, the quarries were worked underground with shafts leading to galleries where a type of sawing machine, the 'mechanic mole', would run on tracks excavating straight tunnels.



(terreno composto da sedimenti di nessun pregio e da organismi vegetali), la rettifica dell'orizzontalità della platea e lavori di approfondimento dell'area, la cui forma di avanzamento procede generalmente a terrazzi degradanti verso valle, con l'utilizzo di particolari seghe a motore denominate "carrassatrice" e "combinata", entrambe scorrevoli su binari. La prima dispone di una coppia di lame a disco, fra loro parallele ad un passo corrispondente alla lunghezza standard del concio di tufo. Questa sega agisce con tagli rigorosamente paralleli predisponendo il piano tufaceo per la successiva operazione di tagli ortogonali che vengono effettuati dalla sega combinata, cosiddetta perché con i suoi tagli combinati determina contemporaneamente lo spessore del concio e la sua altezza. Le dimensioni dei conci sono generalmente standard, in quanto l'unica variazione dimensionale è data dallo spessore, che cambia a seconda del tipo di utilizzo. Nel secondo tipo di abbattimento "in galleria" viene scavato un pozzo di ampio diametro fino al livello corrispondente al tetto della calcarenite e in esso viene calata una particolare sega a motore, localmente denominata "talpa meccanica". Essa scorre su binari e la lama agisce con tagli rigorosamente orizzontali o verticali, scavando così dei tunnel rettilinei e ortogonali fra loro. Questo modo di procedere ha segnato fortemente il territorio, tanto da introdurre delle leggi che disciplinano lo sfruttamento delle cave, la cui ricerca, fino alla fine degli anni '70, veniva condotta su basi quasi esclusivamente empiriche, mediante l'apertura di numerose e minuscole platee, abbandonate se la calcarenite estratta non presentava le caratteristiche sperate.

*This type of extractive procedure deeply marked the landscape, so much so that new laws were introduced to regulate the exploitation of the quarries, as sampling surveys had almost exclusively been empirical until the end of the 70s by openings several small shelves which would be abandoned if the characteristics of the calcareous rock were not suitable.*



ALLEGATO 1  
La vegetazione



La Menta è una pianta molto diffusa e conosciuta per il suo particolare profumo. Le parti utilizzate sono le foglie e le parti fiorite. Queste si raccolgono nel pieno della stagione estiva e si fanno essiccare all'ombra. Questa pianta ha un valore antidolorifico contro il mal di denti e come rinfrescante dell'alito. Il suo uso è diffusissimo per le proprietà stimolanti, antisettiche, antispasmodiche ed analgesiche.

*This very common plant is widely known for its unmistakable scent. Of it both the flowers and the leaves are gathered during the summer season and left to dry in the shade, later to be used for several medical applications.*



L'Origano è una pianta altamente aromatica che per le sue qualità odorose viene principalmente adoperata nella preparazione degli arrostiti. Le parti utilizzate sono le sommità che si raccolgono nel corso della stagione estiva e lasciate ad essiccare all'ombra. Ma la pianta ha anche delle proprietà medicamentose ed è utilizzata come sedativo dei dolori in genere e come antisettico delle vie respiratorie. Unito ad altre essenze, l'origano ha funzioni curative e viene usato sia per via orale che per uso esterno attraverso impacchi.

*Another widespread herb, for its aromatic qualities it is used in cooking and in particular with roast. The utilised parts are the tops, gathered during the summer season and left to dry in the shade. It has several medicinal applications.*

Origano (Origanum vulgare L.)



La Malva è una pianta con stelo sia eretto che sdraiato, foglie lobate, fiori affastellati ascellari e corolle rosee. Molto diffusa, fiorisce da Maggio all'autunno.

Nel campo terapeutico della Malva si utilizzano le foglie prive di piccioli, i fiori e le radici. La raccolta avviene dalla metà di Maggio a Luglio. Le foglie ed i fiori hanno proprietà emollienti, lassative, rinfrescanti, calmanti e diuretiche e sono indicate per qualsiasi processo infiammatorio.

*A widespread plant, it can grow in an upright or lying-down position. It flowers from May to autumn, with dark pink flowers. The leaves and flowers have several therapeutic applications.*

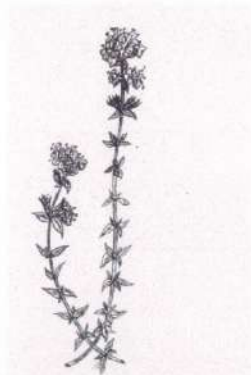


L'Asfodelo è una pianta rara e la si incontra sul territorio murgico un poco ovunque, nei pascoli e lungo i percorsi dei tratturi e delle carrarecce. Predilige terreni a matrice calcarea, è particolarmente diffusa su terreni che forniscono un magro pascolo "vernotico", assumendo un ruolo di vera e incontrastata prevalenza. Nel periodo autunno-primavera, specie nelle aree pascolive, delle ampie distese di un verde cupo nel periodo precedente la fioritura e di un colore biancastro nel periodo in cui le infiorescenze diffondono nell'aria un profumo leggermente acre. L'Asfodelo è costituito da un ciuffo di foglie lanceolate di colore verde intenso e da una infiorescenza costituita da fiori bianchi stelliformi raccolti a pannocchia alla sommità di uno snello scapo florale.

Nella mitologia greca l'asfodelo è spesso ricordato come il fiore del regno dei morti e, secondo Omero, le ombre di questi erravano nell'Ade su prati ricoperti da infiorescenze di Asfodelo.

*A rare plant found pretty much everywhere on the 'Murgia', on pastures and along paths and tracks. It prefers calcareous soils and it is common on scanty pastures where it becomes the prevailing plant. During the period from autumn to spring, it forms dark green pastures which become white during the flowering season, giving off their scent.*

Asfodelo (Asphodelus aestivus Auct.)



Il Timo, dall'aroma forte ed inconfondibile, è una delle piante officinali che contiene il maggiore numero di proprietà terapeutiche. Utilizzato fin dall'antichità come medicamento per gli usi più diversi, dallo stimolante all'espettorante, dall'antisettico al cicatrizzante, lo si trova sparso su tutto l'areale murgico. Misto ad olio di semi, è un ottimo unguento contro le morsicature di serpenti, le punture di insetto e le infezioni della pelle. Validissimi i suffumigi di timo per tosse e raffreddori. Del timo sono utilizzate solo le foglie e le parti estreme fiorite e la raccolta avviene tra la seconda metà di Aprile ed i primi di Luglio.

*This plant, with its strong and unmistakable scent, is found all over the 'Murgia' area. It has been used as an officinal herb with a wide spectrum of applications since ancient times. Only the leaves and the flowered tops are used and their gathering occurs between mid April and the beginning of July.*

L'altopiano murgico dispiega una straordinaria ricchezza di paesaggi vegetali, ora ampiamente aperti sui ripiani calcarei, ora racchiusi in aspre solitudini fra le impervie gravine. Questi paesaggi conservano spesso i caratteri di una bellezza primordiale di una suggestiva imponenza che, soprattutto nelle gravine, tocca le punte più alte.

L'ambiente rupestre costituisce la sede di elezione di autentici "tesori" della flora mediterranea grazie alle sue rigorose condizioni ambientali sopportabili esclusivamente da specie altamente specializzate che qui possono sopravvivere favorite dalla scarsa concorrenza di altre specie ecologicamente più esigenti.

*The 'Murgia' plateau displays a wide variety of floral environments, be it on the open calcareous plains or in the secluded and impervious 'gravine'. These landscapes have retained a primordial beauty which is at its most suggestive in the 'gravine'.*

*This rocky environment has become a natural heritage as a result of the rigorous geographic conditions that the local Mediterranean flora has to sustain in order to survive, thus becoming highly specialized to the area, to the exclusion of other species ecologically more demanding.*



Mediterraneo. Per la vistosità e ornamentalità dei suoi fiori è molto ricercata e per questo motivo la sua diffusione è fortemente minacciata.

*This plant grows in the arid Mediterranean shrub woods. For its ornamental value it is highly sought-after and as a result has become a menaced species.*

Peonia maschio (Paeonia mascula)



Specie endemica che sulla Murgia, formando dei pittoreschi contrasti, dona un colore azzurro cielo alle grigie rupi o ai vecchi muri che la ospitano. E' specie di grande interesse fitogeografico ed appartiene a quel gruppo di piante che in epoche remote dall'originario areale balcanico si diffuse nel territorio murgico.

La caratteristica più appariscente di questa pianta è la magnifica fioritura delle sue corolle foggiate a campana, che dura da giugno a settembre.

*An endemic species to the Murgia where it gives a blue tinge to the grey rocks and walls. It has an important phytogeographical value and it is believed to have originally diffused from the Balkans to the Murgia environment. It flowers from June to September.*

Campanula pugliese (Campanula versicolor)

## I fiori



Scrofularia lucida (Scrophularia lucida)

La Scrofularia lucida è una specie molto rara e in primavera-estate adorna le assolate rupi calcaree di tutta l'area murgica. Vive quasi da eremita in solitario ritiro rifuggendo la promiscuità con altre piante. Vegeta in condizioni di estrema frugalità accontentandosi soltanto di quel poco di umidità e sali minerali che le rupi calcaree sono in grado di offrire.

*A very rare species which, during the spring-summer period, decorates the sunny calcareous rocks of the Murgia area. It grows alone, avoiding other plants and feeding on the little humidity and mineral salts the rocks can supply.*



Eliantemo Jonico (Helianthemum Jonicum)

Pianta solare per eccellenza, questo raro endemismo si caratterizza per la sua fioritura quanto mai fugace, un solo giorno, a conferma della sua etimologia "fiore del sole". L'Eliantemo è una specie tipica dei luoghi aridi, sassosi e sabbiosi e il suo areale preferito è la Murgia. Lo sfoggio delle piccole ma splendide infiorescenze rendono affascinanti luoghi di per sé desolati ed aridi.

*A sun loving plant which is well diffused in the area, yet otherwise extremely rare. It distinguishes itself for the brief flowering period, merely a day long, hence its name 'sun flower'. This is a typical species to arid sandy and rocky environments, thus taking very well to the Murgia area. Its small yet beautiful flowers give charm to spots otherwise desolate..*

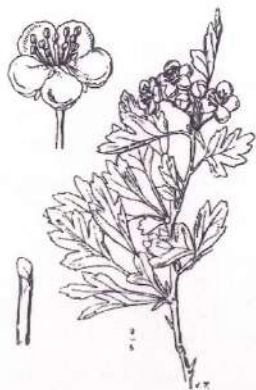


Violaiocca minore (Matthiola froticulosa)

Elegante e rara crucifera che in primavera vivacizza, con i suoi fiori purpurei, l'assolata Murgia. La caratteristica di questa pianta è nella tomentosità argento-biancastra delle foglie e del fusto; una caratteristica che le consente di sopravvivere in un ambiente inospitale come quello murgico. In passato era chiamata violaiocca triste per la caratteristica dei petali che si ripiegano su se stessi, quasi a volersi difendere dalle forti insolazioni.

*An elegant and rare crucifer which, during springtime, embellishes with its purple flowers the sunny Murgia. This plant is characterised by hairy silvery-white leaves and stalks, a feature which allows it to survive in inhospitable environments such as the Murgia one..*

## LE CAVE



Arbusto o piccolo albero spinoso comune nelle macchie e nei boschi aridi e degradati. Presenta foglie caduche con tre-sette lobi, fiori bianchi e frutti rosso porporino.

*A shrub or small tree commonly found in shrub lands and in arid, run-down woodlands. It is a deciduous plant with white flowers and purple-red berries.*



Arbusto o albero alto sino a cinque metri, caducifoglio. Si trova nei boschi radi, nelle boscaglie e su pendii rocciosi ed aridi dell'area mediterranea. Le foglie imparipennate coriacee scure nella parte superiore, grigiastre nell'inferiore. I frutti sono delle drupe verdastre prima, rosso scure dopo.

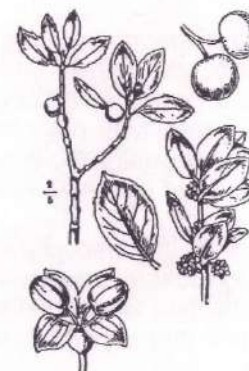
*A deciduous shrub or tree which can grow up to 5m. It is found in thin woodlands, in brush woods and on rocky and arid slopes of the Mediterranean area. It has tough dark leaves, greyish underneath, and green becoming dark red berries.*

Trebino (Pistacia terebinthus L.)



Cespuglio, raramente alberello, alto sino a cinque metri, si trova in luoghi sassosi, aridi della macchia sempre verde della regione mediterranea. E' un'elemento tipico della lecceta. L'Alaterno è un cespuglio sempre verde con foglie alterne verde scuro lucente; fiori verde giallastro. Il frutto è una drupa, prima rossa, poi nerastra.

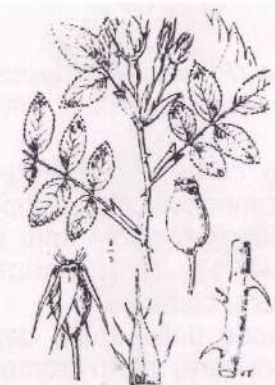
*An evergreen bush which rarely grows into a tree, although it can reach 5m in height. It is found in rocky, arid areas of the evergreen Mediteranean "macchia". It's a typical element of the Holm oak thicket. It has dark green leaves, yellow-green flowers and red to black berries.*



Arbusto piccolo, a volte, albero, sempre verde. Si trova nei boschi sempre verdi della regione mediterranea come costituente della macchia e della lecceta. Foglie piccole e coriacee, verde lucido nella parte superiore. Fiore bianco verdastro e frutto nero azzurrognolo.

*An evergreen shrub which sometimes grows into a tee. It is found in evergreen woodlands of the Mediterranean area as part of the "macchia". It has white flowers and blue-black berries.*

Fillirea (Phillyrea latifolia L.)



Arbusto alto da tre a venti decimetri. Lo si trova in tutto il territorio ed è la più comune delle nostre rose selvatiche. Si rinviene nelle boscaglie degradate con querce caducifoglie, in cespuglieti e siepi. Le foglie sono ellittiche dentate, i fiori sono bianchi con lobi rosei. Il frutto si presenta di colore rosso.

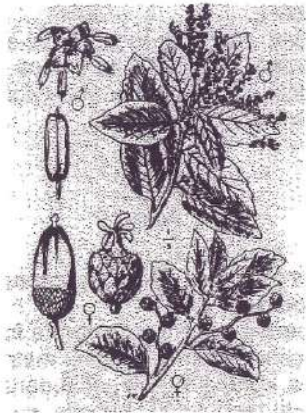
*A small shrub that can grow up to 2m, it is found all over Italy particularly in run-down brush woods with oaks and in thickets and hedges. It has white flowers going pink and red berries.*



Arbusto sempre verde volte alberoso. Si trova come costituente della macchia mediterranea sempre verde su pendii rocciosi aridi e nelle boscaglie. Le foglie paripennate verdi scure, coriacee. I frutti sono delle dupre dapprima rosse, poi nere, molto aromatiche.

*An evergreen shrub, sometimes growing into a tree, found as part of the Mediterranean evergreen "macchia" on arid rocky slopes and in brush woods. It has tough dark green leaves and berries first red, becoming black, which are very aromatic.*

Lentisco (Pistacia lentiscus L.)



Il leccio è un albero diffusissimo in Italia e si trova principalmente in boschi aridi e nelle macchie. E' il principale componente arboreo della macchia mediterranea e si sviluppa preferibilmente su suolo acido. Rientra nella formazione del querceto caducifoglio come pianta secondaria o in habitat rupestre su terreni calcarei. Albero sempre verde, presenta foglie lanceolate di colore bianco, tomentose nella parte inferiore, e verde scuro lucido nella superiore.

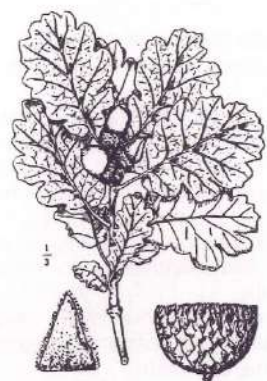
*The Holm oak is an evergreen widely found in Italy, mainly in dry woodlands and in shrublands. It is the most common tree of the Mediterranean scrub, growing on acid soils or rocky habitats with calcareous soils.*



L'Acer minore è un'albero a foglie caduche alto fino a dodici metri. Si trova come specie secondaria in boschi termofili di latifoglie, su colline aride, nelle boscaglie e nei luoghi rocciosi. Le foglie sono semplici con tre lobi, coriacee e lucide nella parte superiore. Il frutto è una samara con ali quasi parallele.

*The Minor Maple is a deciduous tree found as a secondary species in warm woodlands, arid hills and rocky areas. It may reach up to 12m in height.*

Acer minore (Acer monspessulanum L.)



La Roverella è presente nei boschi cespugliosi aridi della zona sub mediterranea su terreni di natura calcarea. E' diffusa su tutto il territorio, ma spesso incrociata con altre specie. E' un'albero a foglie semi-sempre verdi; da giovani si presentano pelose, in seguito diventano lucide e glabre restando bianco-tomentose nella parte inferiore.

*The Downy oak is a semi-evergreen found in the scrub woodlands of the sub-mediterranean area on calcareous soils. It is widespread but often crossbred with other species.*



L'Orniello è un'albero a foglie caduche. Si trova in tutta Italia in boscaglie degradate nell'area sub mediterranea. A volte l'Orniello si presenta sotto forma di cespuglio e nel meridione è spesso localizzato nelle aree montuose. Sulle Murge lo si trova esclusivamente in fresche vallecicole. L' Orniello presenta foglie imparipennate, i frutti sono delle samare ellittiche, spatolate.

*This is a deciduous tree found all over Italy in the sub-mediterranean woodlands. It may grow as a shrub and in southern Italy it is often found in mountainous areas. In the 'Murgia' zone, the Manna ash is found only in cool small valleys.*

Orniello (Fraxinus ornus L.)



Il Fragno lo si rinviene in boschi aridi ed il suo areale è molto limitato trovandosi solo nell'area murgica del Barese, del Materano e del Leccese. E' una pianta a foglie semi-sempre verdi lanceolate con denti sub spinosi. La cupola del frutto ricopre i due terzi della ghianda.

*This tree is mainly found in the dry woodlands of the 'Murgia' area comprising the districts of Bari, Altamura and Lecce.*

Fragno (Quercus trojana Webb.)



ALLEGATO 2  
MICROCLIMA\_L'acqua

## Il microclima

### *L'acqua*

Per capire i movimenti dell'acqua nella zona delle cave, al fine di ipotizzarne le possibili conseguenze, si è partiti dal considerare la già descritta composizione del terreno.

A questo è seguita un'analisi pluviometrica dell'intera zona ed in particolare della cava della Palomba, che ha portato a calcolare l'afflusso idrico all'interno di quest'ultima.

Da un'osservazione delle caratteristiche geomorfologiche del terreno si deduce che la calcarenite che lo compone è in generale compatta e, solo in alcuni casi, mostra discontinuità e fessurazioni: sono queste gli unici punti permeabili. Le scarsissime acque di pioggia, che localmente riescono ad infiltrarsi, hanno poca possibilità di movimento e con il tempo evaporano depositando carbonato di calcio di cui sono ricche, ed occludendo le fessure stesse. Se a questo si aggiunge la pressoché totale assenza di falde idriche, la formazione calcarenitica può essere considerata praticamente impermeabile (foto X3 e X4).

In generale sulla Murgia la distribuzione pluviometrica si presenta più o meno uniforme: le quantità annue risultano quasi ovunque di circa 650 mm ad eccezione della zona centrale ove le medie annue divengono più elevate (circa 750 mm) e sulla fascia costiera ionica ove si scende anche al di sotto dei 500 mm.

Nel condurre l'analisi idrologica della Cava, si sono considerati esclusivamente i volumi idrici meteorici precipitati per gravità all'interno della cava, sono stati esclusi pertanto tutti i contributi di afflusso relativi ad acque di ruscellamento provenienti da zone limitrofe. Tale scelta è stata determinata principalmente dalla posizione piano-altimetrica della cava e dalla presenza di vegetazione che limiterebbe di gran lunga tali afflussi idrici.

Si è calcolato, dunque, il volume di afflusso idrico mensile al quale sono state sottratte le possibili dispersioni dovute all'effetto dei venti, alla naturale evaporazione, all'assorbimento del terreno, alle infiltrazioni per fessurazione.

Le considerazioni scaturite dai risultati ottenuti portano ad affermare che solo nei mesi di Novembre, Dicembre e Gennaio si potrebbe verificare un ristagno d'acqua nella cava, mentre, durante gli altri mesi dell'anno i valori medi sono sempre negativi. Tuttavia valori ed osservazioni vanno considerati tenendo conto delle numerose approssimazioni fatte durante la ricerca ed andrebbero verificati alla luce di dati più precisi e di ipotesi più attendibili.

## Microclimate and Water in the Quarry of Study

*In order to better understand the extent of water movement within the quarries' area, and to draw some conclusions, it has been necessary first to study the soil's composition, then to do a pluviometric analysis of the area, and in particular of the quarry of interest, calculating the water flow within the latter. From the morphological characteristics above mentioned it emerges that the layer of soil in the area of the quarry is calcareous in nature. The local calcarenite is generally compact, showing only in some places discontinuities and fracturing, where the rock becomes effectively permeable. The little rainfall that manages to percolate through the rare gaps within the limestone ends up evaporating and precipitating calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) which fills up the gaps themselves. Furthermore, as there are no aquifers within this calcareous rock, the calcarenitic formation can be considered more or less impermeable.*

*Generally, the rainfall distribution over the "Murge" area is more or less uniform: annual rainfall values have been found to be 650mm pretty much everywhere. Exceptions are the central part of the Murgia, where annual rainfall values were found to be higher (750mm) and on the Ionic coastal area, where values may fall below 500mm.*

*In the hydrological analysis carried out on the Palomba Quarry, we have taken into consideration only the precipitation water volumes fallen within the quarry area thanks to the force of gravity, thus excluding all other contributions due to water flow from adjacent areas. This decision has been dictated by the topographic position of the quarry and the presence of vegetation within it which would by all means constrain water movement.*

*The monthly volume of water influx was calculated from which we have subtracted the potential losses due to wind action, natural evaporation, soil absorption and infiltration through fissures.*

*In conclusion, by observing the results obtained through our analysis, we can deduce that only during the months of November, December and January there may be some water stagnation within the quarry of study. During the remaining months the average rainfall values appear to be negative. These values should be considered within the context of the several hypothesis and approximations made during this research.*

| anno       | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre | totale |
|------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|--------|
| 1921       | 84      | 57       | 1     | 1      | 40     | 111    | 23     | 62     | 67        | 30      | 184      | 99       | 759    |
| 1922       | 47      | 48       | 18    | 13     | 12     | 48     | 1      | 120    | 31        | 39      | 30       | 409      |        |
| 1923       | 64      | 59       | 12    | 51     | 10     | 16     | 6      | 56     | 33        | 12      | 64       | 84       | 479    |
| 1924       | 137     | 58       | 47    | 37     | 11     | 34     | 1      | 38     | 9         | 144     | 152      | 49       | 716    |
| 1925       | 21      | 21       | 53    | 35     | 98     | 21     | 35     | 32     | 131       | 59      | 134      | 18       | 634    |
| 1926       | 19      | 2        | 49    | 31     | 22     | 101    | 42     | 16     | 48        | 80      | 44       | 486      |        |
| 1927       | 57      | 14       | 29    | 4      | 31     | 11     | 30     | 51     | 88        | 67      | 303      | 695      |        |
| 1928       | 45      | 15       | 149   | 63     | 19     | 1      | 28     | 37     | 201       | 24      | 29       | 612      |        |
| 1929       | 27      | 117      | 31    | 20     | 25     | 63     | 54     | 33     | 68        | 85      | 36       | 601      |        |
| 1930       | 92      | 92       | 49    | 40     | 41     | 69     | 11     | 14     | 109       | 177     | 683      |          |        |
| 1931       | 120     | 203      | 53    | 50     | 25     | 48     | 38     | 10     | 33        | 42      | 80       | 16       | 614    |
| 1932       | 89      | 18       | 152   | 51     | 20     | 48     | 29     | 10     | 58        | 29      | 129      | 43       | 653    |
| 1933       | 142     | 56       | 5     | 20     | 27     | 62     | 5      | 32     | 41        | 31      | 111      | 149      | 681    |
| 1934       | 36      | 139      | 85    | 32     | 62     | 15     | 13     | 1      | 68        | 49      | 38       | 48       | 584    |
| 1935       | 22      | 12       | 73    | 4      | 10     | 44     | 33     | 9      | 16        | 38      | 78       | 68       | 408    |
| 1936       | 18      | 23       | 43    | 51     | 84     | 45     | 1      | 28     | 14        | 29      | 55       | 95       | 489    |
| 1937       | 12      | 48       | 24    | 68     | 52     | 38     | 21     | 15     | 161       | 33      | 61       | 51       | 572    |
| 1938       | 69      | 41       | 3     | 62     | 60     | 20     | 29     | 35     | 15        | 23      | 44       | 56       | 454    |
| 1939       | 21      | 48       | 56    | 32     | 106    | 42     | 27     | 9      | 43        | 44      | 28       | 34       | 493    |
| 1940       | 184     | 27       | 10    | 115    | 73     | 67     | 15     | 20     | 5         | 83      | 41       | 53       | 693    |
| 1941       | 42      | 25       | 2     | 68     | 28     | 9      | 8      | 7      | 38        | 40      | 122      | 16       | 403    |
| 1942       | 56      | 80       | 125   | 16     | 20     | 78     | 7      | 32     | 7         | 6       | 67       | 65       | 557    |
| 1943       | 25      | 12       | 136   | 22     | 15     | 18     | 11     | 5      | 6         | 110     | 50       | 34       | 444    |
| 1944       | 19      | 34       | 61    | 28     | 8      | 13     | 7      | 23     | 38        | 100     | 21       | 66       | 456    |
| 1945       | 99      | 12       | 18    | 111    | 2      | 3      | 7      | 24     | 41        | 6       | 92       | 100      | 414    |
| 1946       | 115     | 13       | 42    | 33     | 34     | 7      | 14     | 5      | 73        | 116     | 157      | 587      |        |
| 1947       | 28      | 67       | 10    | 22     | 99     | 5      | 48     | 22     | 23        | 78      | 21       | 73       | 497    |
| 1948       | 30      | 22       | 2     | 67     | 75     | 18     | 47     | 15     | 47        | 43      | 64       | 19       | 447    |
| 1949       | 53      | 8        | 71    | 9      | 18     | 43     | 4      | 4      | 20        | 101     | 99       | 12       | 440    |
| 1950       | 40      | 18       | 37    | 30     | 69     | 14     | 15     | 17     | 29        | 46      | 53       | 59       | 427    |
| 1951       | 119     | 37       | 62    | 29     | 31     | 48     | 65     | 34     | 44        | 125     | 29       | 15       | 636    |
| 1952       | 36      | 21       | 32    | 15     | 30     | 2      | 73     | 1      | 44        | 57      | 84       | 101      | 585    |
| 1953       | 21      | 15       | 5     | 39     | 59     | 70     | 43     | 32     | 22        | 166     | 48       | 13       | 532    |
| 1954       | 67      | 113      | 134   | 25     | 99     | 68     | 1      | 5      | 52        | 177     | 68       | 68       | 828    |
| 1955       | 130     | 33       | 51    | 42     | 9      | 11     | 46     | 45     | 110       | 147     | 21       | 80       | 725    |
| 1956       | 25      | 135      | 84    | 40     | 28     | 101    | 2      | 49     | 10        | 67      | 55       | 576      |        |
| 1957       | 117     | 4        | 65    | 25     | 70     | 7      | 21     | 62     | 104       | 168     | 48       | 13       | 702    |
| 1958       | 47      | 27       | 56    | 63     | 59     | 6      | 16     | 36     | 44        | 253     | 31       | 940      |        |
| 1959       | 30      | 21       | 47    | 64     | 91     | 37     | 23     | 31     | 37        | 28      | 265      | 49       | 742    |
| 1960       | 88      | 81       | 142   | 81     | 30     | 28     | 22     | 17     | 44        | 85      | 98       | 674      |        |
| 1961       | 77      | 29       | 10    | 23     | 56     | 25     | 16     | 37     | 74        | 33      | 26       | 406      |        |
| 1962       | 23      | 41       | 82    | 18     | 28     | 11     | 30     | 22     | 34        | 63      | 58       | 88       | 478    |
| 1963       | 27      | 41       | 47    | 33     | 93     | 48     | 113    | 29     | 63        | 86      | 14       | 51       | 655    |
| 1964       | 38      | 25       | 93    | 19     | 43     | 86     | 47     | 24     | 73        | 63      | 84       | 88       | 653    |
| 1965       | 55      | 37       | 25    | 51     | 5      | 8      | 10     | 78     | 47        | 42      | 36       | 33       | 477    |
| 1966       | 30      | 8        | 49    | 30     | 40     | 19     | 17     | 2      | 50        | 93      | 32       | 46       | 474    |
| 1967       | 40      | 32       | 11    | 60     | 26     | 58     | 40     | 56     | 41        | 31      | 9        | 78       | 480    |
| 1968       | 21      | 58       | 22    | 8      | 41     | 58     | 15     | 42     | 62        | 29      | 101      | 150      | 604    |
| 1969       | 36      | 10       | 111   | 31     | 11     | 33     | 73     | 62     | 102       | 34      | 33       | 98       | 624    |
| 1970       | 29      | 30       | 21    | 8      | 19     | 4      | 50     | 43     | 76        | 69      | 31       | 32       | 412    |
| 1971       | 73      | 38       | 46    | 42     | 54     | 29     | 36     | 1      | 58        | 32      | 42       | 35       | 520    |
| 1972       | 285     | 152      | 53    | 80     | 62     | 2      | 77     | 101    | 99        | 9       | 74       | 1041     |        |
| 1973       | 33      | 17       | 122   | 24     | 25     | 23     | 28     | 48     | 100       | 32      | 34       | 79       | 566    |
| 1974       | 57      | 49       | 53    | 38     | 40     | 35     | 26     | 26     | 45        | 63      | 71       | 63       | 555    |
| 1975       | 57      | 49       | 53    | 38     | 40     | 35     | 26     | 26     | 45        | 63      | 71       | 63       | 555    |
| 1976       | 57      | 49       | 53    | 38     | 40     | 35     | 26     | 26     | 45        | 63      | 71       | 63       | 555    |
| 1977       | 134     | 83       | 138   | 20     | 21     | 30     | 16     | 49     | 29        | 24      | 23       | 55       | 622    |
| 1978       | 49      | 108      | 65    | 106    | 28     | 18     | 9      | 22     | 28        | 61      | 65       | 43       | 618    |
| 1979       | 10      | 95       | 35    | 13     | 48     | 42     | 26     | 19     | 13        | 44      | 90       | 109      | 469    |
| 1980       | 22      | 49       | 36    | 39     | 70     | 95     | 8      | 8      | 6         | 128     | 137      | 94       | 657    |
| 1981       | 40      | 22       | 14    | 34     | 12     | 32     | 9      | 19     | 104       | 26      | 26       | 37       | 375    |
| 1982       | 63      | 41       | 39    | 86     | 63     | 8      | 9      | 19     | 21        | 48      | 12       | 8        | 413    |
| 1983       | 10      | 35       | 70    | 3      | 7      | 22     | 15     | 10     | 15        | 60      | 83       | 50       | 380    |
| 1984       | 10      | 78       | 30    | 77     | 21     | 10     | 5      | 40     | 47        | 65      | 70       | 70       | 521    |
| 1985       | 10      | 60       | 85    | 72     | 21     | 19     | 9      | 7      | 1         | 35      | 70       | 12       | 376    |
| 1986       | 14      | 102      | 62    | 9      | 38     | 27     | 98     | 22     | 17        | 24      | 20       | 9        | 440    |
| 1987       | 38      | 119      | 42    | 3      | 62     | 35     | 11     | 21     | 108       | 57      | 34       | 530      |        |
| media (mm) | 56      | 49       | 53    | 36     | 40     | 35     | 26     | 26     | 45        | 63      | 71       | 63       |        |

Fonte: Servizio Idrografico Nazionale

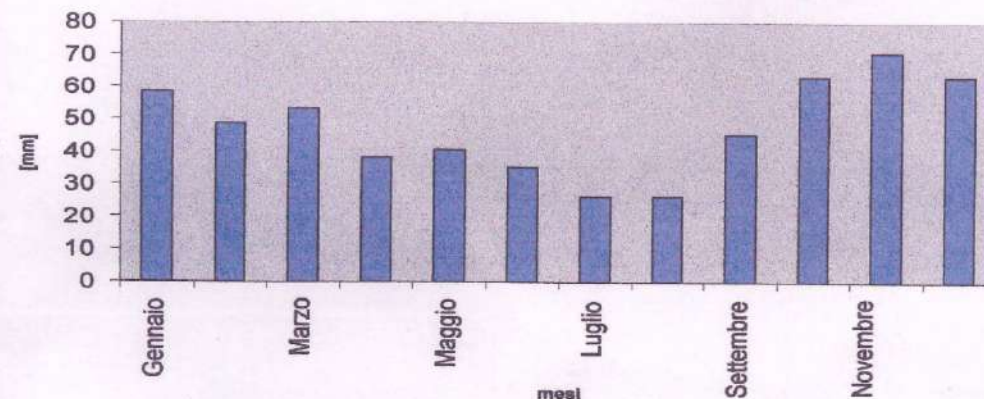
Tabella 1

l'acqua

LE CAVE

Le precipitazioni vedono un minimo in corrispondenza dei mesi estivi dove vi sono diversi valori nulli. L'anno con maggiore precipitazioni è il 1972 con 1042 mm di pioggia, mentre gli anni meno piovosi sono il 1974 e il 1976 con 94 mm. Il mese più piovoso è novembre con un massimo di 285 mm di pioggia nel 1959 e un nullo nel 1930.

## precipitazioni annue

Periodo di osservazione  
1921-1987

## AFFLUSSO IDRICO MENSILE

$$V_{\text{aff}} = h_{\text{aff}} \times S$$

$V_{\text{aff}}$  = volume di afflusso mensile (mm)  
 $h_{\text{aff}}$  = altezza di pioggia media mensile (mm)  
 $S$  = superficie della cava (22.000 mq)

Si è supposto che ogni mese possa affluire nella cava un volume idrico pari al prodotto dell'altezza di pioggia media mensile ottenuta dalla tabella 1 (diminuita delle possibili dispersioni) per la superficie della cava.

## DISPERSIONI PER EFFETTO DEVIATORICO DEI VENTI

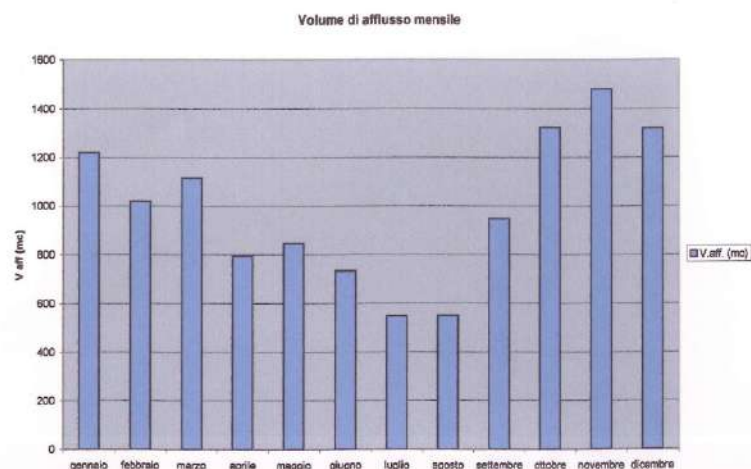
|                        | gennaio | febbraio | marzo  | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|------------------------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{aff}$              | 58      | 49       | 53     | 38     | 40     | 35     | 26     | 26     | 45        | 63      | 71       | 63       |
| $V_{aff} \text{ (mc)}$ | 1219,5  | 1018,9   | 1115,5 | 795,5  | 846,1  | 732,5  | 548,5  | 550,7  | 947,2     | 1323,6  | 1480,3   | 1319,6   |
| $h_{eff}$              | 55,4    | 46,3     | 50,7   | 36,2   | 38,5   | 33,3   | 24,9   | 25,0   | 43,1      | 60,2    | 67,3     | 60,0     |

Tabella 2

$$h_{eff} = V_{aff} \times f / S$$

$h_{eff}$  = altezza di pioggia effettiva  
 $V_{aff}$  = afflusso idrico mensile  
 $f$  = coefficiente di riduzione = 5%  $V_{aff}$   
 $S$  = superficie della cava (22.000 mq)

Per calcolare le dispersioni dovute all'effetto deviatorico dei venti, si è ipotizzato di detrarre dal volume di afflusso un valore approssimativamente pari al 5% del volume di afflusso stesso.



## DISPERSIONI PER EVAPORAZIONE

|                              | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|------------------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{ev} \text{ giornaliera}$ | 1,5     | 2,1      | 3,0   | 4,2    | 6,2    | 8,2    | 9,2    | 7,1    | 5,6       | 3,5     | 1,7      | 1,3      |
| $h_{ev} \text{ mensile}$     | 45      | 63       | 90    | 126    | 186    | 246    | 276    | 213    | 168       | 105     | 51       | 39       |

Da Istituto Sperimentale agronomico di Bari, "Osservazioni agro-climatiche del Metapontino", dicembre 1986.

Tabella 3

|                    | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|--------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{eff} - h_{ev}$ | 53,9    | 44,2     | 47,7  | 32,0   | 32,3   | 25,1   | 15,7   | 17,9   | 37,5      | 56,7    | 65,6     | 58,7     |

Tabella 4

$h_{eff}$  = altezza di pioggia effettiva  
 $h_{ev}$  = altezza di pioggia dispersa per evaporazione

## DISPERSIONE PER ASSORBIMENTO DEL TERRENO

|           | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|-----------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{ass}$ | 5,5     | 4,6      | 5,1   | 3,6    | 3,8    | 3,3    | 2,5    | 2,5    | 4,3       | 6,0     | 6,7      | 6,0      |

Tabella 5

$$h_{ass} = a \times h_{eff}$$

$h_{eff}$  = altezza di pioggia effettiva  
 $h_{ass}$  = altezza di pioggia dispersa per assorbimento  
 $a$  = coefficienti di riduzione = 0,001

## DISPERSIONE PER INFILTRAZIONE NELLE FESSURE

|           | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|-----------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{inf}$ | 2,8     | 2,3      | 2,5   | 1,8    | 1,9    | 1,7    | 1,2    | 1,3    | 2,2       | 3,0     | 3,4      | 3,0      |

Tabella 6

$$h_{inf} = b \times h_{eff}$$

$b$  = coefficiente di riduzione = 0,005  
 $h_{eff}$  = altezza di pioggia effettiva  
 $h_{inf}$  = altezza di pioggia dispersa per infiltrazione

Date le caratteristiche idrogeologiche del terreno, le infiltrazioni per fessurazione possono considerarsi minime. Viene perciò fissato un coefficiente di riduzione pari a 0,005.

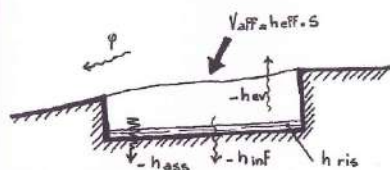
## QUANTITA' DI ACQUA DI RISTAGNO NELLA CAVA

|            | gennaio | febbraio | marzo  | aprile | maggio  | giugno  | luglio  | agosto  | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|------------|---------|----------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| $h_{rist}$ | 2,12    | -23,63   | -46,90 | -95,26 | -153,31 | -217,70 | -254,81 | -191,72 | -131,4    | -53,9   | 6,19     | 12,0     |

Tabella 7

$$h_{rist} = h_{eff} - h_{ev} - h_{ass} - h_{inf}$$

$h_{rist}$  = altezza dell'acqua di ristagno  
 $h_{eff}$  = altezza di pioggia effettiva  
 $h_{ev}$  = altezza di pioggia dispersa per evaporazione  
 $h_{ass}$  = altezza di pioggia dispersa per assorbimento  
 $h_{inf}$  = altezza di pioggia dispersa per infiltrazione



LE CAVE

# *PROJECT*

Terminata l'estrazione dei blocchi di tufo le cave sono state utilizzate essenzialmente come "serre naturali" protette dai venti. Riempita con un po' di terreno vegetale, venivano piantati alberi da frutto e agrumi sì da consentire alle api di avere una riserva di polline sicura e protetta. Questa antica pratica ha indirizzato il lavoro del legislatore che ha imposto oggi, al termine delle concessioni di scavo, una "rinaturalizzazione" del fondo cava con obbligo di mettervi terreno vegetale. Si sono anche avanzati progetti alternativi di riuso delle cave nei lungimiranti piani urbanistici (v. Parco delle Chiese Rupestri del Materano) che hanno auspicato di concentrare le attenzioni su usi compatibili quali centri congressi, servizi al turismo, arene e centri di produzioni culturali.

L'ultimo esempio di successo è la Cava del Sole per Matera Capitale Europea della Cultura 2019, attrezzata per ospitare grandi eventi all'aperto e manifestazioni al chiuso nello spazio polivalente allestito.

Tutte le strutture al chiuso sono state realizzate con moduli completamente amovibile.



Le cave fuori produzione nel territorio mediterraneo sono diverse per forma, dimensione e collocazione. Immaginare il futuro sostenibile è l'impegno che la UE ha preso a carico.  
" lo dobbiamo alle prossime generazioni ".

## **IL PROBLEMA DEL PROSSIMO FUTURO**

– La carenza dei terreni agricoli

Tra il 1950 e il 1980 la superficie coltivabile è cresciuta da circa 600 milioni di ettari a circa 750 milioni di ettari.

Nel 2000 la superficie coltivabile è scesa a circa 650 milioni di ettari con un incremento della popolazione da 2.5 miliardi (nel 1950) a 6.1 miliardi.

L'area coltivabile si è ridotta da 0.23 ettari/pp a 0.11 ettari/pp.

L'80% del terreno della superficie terrestre potenzialmente coltivabile viene già utilizzato , il 20% (160 milioni di ettari) ancora da utilizzare.

L'aumento della popolazione sarà del 50% nei prossimi 40 anni, che nel 2050 sarà di 9 miliardi persone.

Per poter soddisfare le esigenze alimentari di questa popolazione sarà necessario reperire circa 10 miliardi di ettari di terreno coltivabile.

I terreni agricoli diminuiranno a causa di:

- aumento della popolazione mondiale;
- flussi migratori;
- cambiamenti climatici e desertificazione che produce la perdita annuale di 12 milioni di ha coltivabili.

## NEW FARMING

Il progetto è di un grande parco di agricoltura idroponica.

L'agricoltura ha ridisegnato il paesaggio in favore dei campi coltivati ed a scapito degli ecosistemi naturali, riducendo la maggior parte di essi ad unità frammentarie e seni funzionali, eliminandone altri completamente.

L'agricoltura moderna impiega una moltitudine di prodotti chimici.

La sfida consiste nello sviluppare metodi alternativi di produzione alimentare che non compromettano i pochi ecosistemi ancora funzionanti.

Una soluzione possibile può essere la costruzione di “serre idroponiche” in cui gli alimenti sono prodotti per tutto l'arco dell'anno.



Vantaggi e caratteristiche

- possibilità di una più efficiente rotazione delle coltivazioni;
  - incremento della produzione annuale di colture (1 ettaro equivale a 5 ettari all'aperto);
  - maggiore sicurezza dei raccolti che non sarebbero minacciati dalle calamità naturali;
  - prodotti alimentari coltivati senza erbicidi, pesticidi o fertilizzanti;
- possibilità di convertire le acquiescenze e di riciclo in acqua nuovamente disponibile.

## LE COLTURE IDROPONICHE

Per coltivazione idroponica (dal greco antico HIDOR –Acqua + PONOS – Lavoro) si intende una tecnica di coltivazione fuori suolo o senza suolo, dove la terra è sostituita da un substrato inerte, come argilla espansa, fibra di cocco, lana di roccia.

### Agricoltura idroponica - Significato ed etimologia

L'idroponica è la coltivazione delle piante fuori suolo avvero senza terra e grazie all'acqua nella quale vengono sciolte sostanze nutritive adatte a far crescere le piante velocemente e in salute.

Le coltivazioni idroponiche esistono dall'epoca degli Assiri Babilonesi. E' stato riscoperto nel 1930 dall'Università di Berkeley in California e da allora è stato rielaborato in chiave moderna.

L'idroponica, ovvero la coltivazione fuori suolo, prevede due grandi tipologie di coltivazione: quella che impiega il substrato, ovvero miscele di perlite, sabbia, argilla espansa che viene inumidito e irrigato con acqua e sostanze nutritive e la coltivazione idroponica senza substrato dove le radici delle piante sono immerse nel flusso della soluzione nutritiva (acqua + sali).

Il grande vantaggio dell'agricoltura idroponica è senza dubbio la possibilità di coltivare ovunque e consente un controllo della gestione delle risorse idriche e nutrizionali, (risparmio d'acqua dell'80%) , nonché di mantenere sotto controllo il livello di inquinamento (non si usano diserbanti e fitofarmaci).

Le coltivazioni fuori suolo su larga scala, in relazione alla tecnologia che utilizzano, si possono suddividere in High-tech, Medium-tech e Low-tech.



## IL PROGETTO DI ARCHITETTURA

La Cava di tufo determina uno straordinario paesaggio fatto di un grande piano orizzontale di abbagliante luce monocolora, e di alte pareti perimetrali disegnate dalle stratigrafie naturali e dai segni incisi nella roccia calcarenitica dalle seghe a disco. Superfici enormi di ettari di territorio che per anni hanno visto il duro lavoro dei cavamonti che hanno fornito i tufi per costruire i centri storici e le chiese.

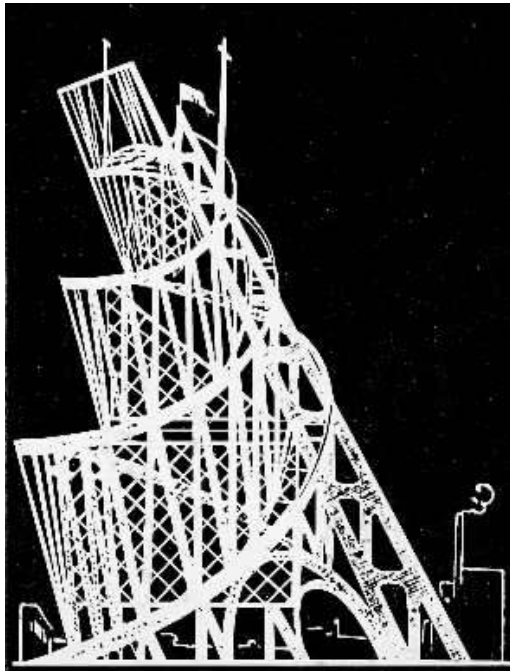
Le cave esaurite sono state poi usate come giardini di agrumi per dare il polline alle api, o, nel peggiore dei casi, come discariche.

Nel territorio materano le cave trovano un loro capitolo nella storia della città Patrimonio UNESCO ed è giusto attenzionarle per progetti proiettati nel futuro prossimo venturo.

Le regole che è bene darsi per una progettazione che sappia rispettare e valorizzare le cave sono subordinate a un concetto base: tutti gli interventi devono avere le caratteristiche della loro amovibilità.

Per ottenere questo le architetture non devono mai essere strutturalmente solidali alle pareti; devono essere costruite con sistemi assemblabili meccanicamente; i materiali usati devono essere riciclabili; devono cercare la migliore sostenibilità energetica.



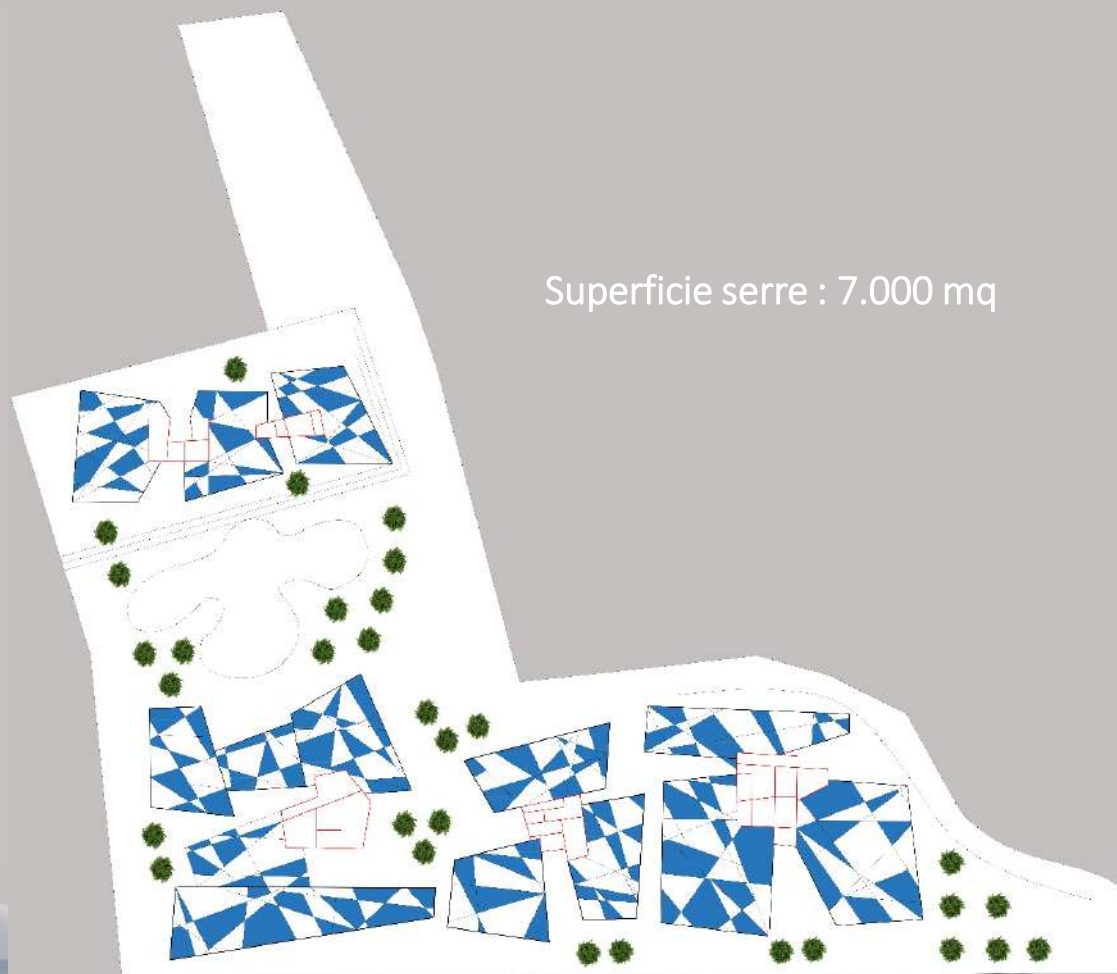


## HYDROGARDEN

Il nome che usiamo identifica il progetto : un grande parco di agricoltura idroponica.



Superficie cava : 20.000 mq



Superficie serre : 7.000 mq

## IL PROGETTO HYDROGARDEN

Il progetto è di un grande parco di agricoltura idroponica.

Le strutture necessarie sono in fondo assimilabili a grandi serre che qui si configurano in forme apparentemente casuali che determinano scenari mai ripetitivi. Si tratta di nuclei aggregati di serre intorno ad un “centro vitale” di accumulo di acqua, di erogazione di nutrienti, di distribuzione dell’energia. Le serre sono immaginate in strutture in legno e metallo, con pannellature laterali in XLAM (legno lamellare), e coperture in ETFE (Tetrafluoro etilene) su strutture metalliche.



I “centri vitali” si presentano con forme che rimandano ai dolmen, i maestosi residui di scavo delle cave ‘770esche, vere sculture del territorio storico.



Si determina una scena ambientale che rimanda ai centri storici del Sud, mai ripetitivi, bensì frammentati in forme inconsuete.



Al centro del sistema serre il grande lago, riserva idrica attiva che, scavata nel banco tufaceo, assume il valore anche di mitigatore ambientale oltre che di recuperatore delle acque meteoritiche.



Grande importanza si dovrà porre alle piantumazioni d'ambiente che qui potranno trovare facile sviluppo grazie alla protezione dai venti che la profondità della cava "naturalmente" garantisce.

Un dimensionamento di massima indica che:

La superficie della cava è di 20.000 mq

di cui: La superficie delle serre è di 7.000 mq.

**HYDROGARDEN** è un complesso di serre di significative dimensioni che integra, in un'unica struttura, l'intera filiera agro-alimentare, partendo dalla produzione indoor, fino alla commercializzazione dei prodotti, alla valorizzazione della cultura e del turismo su territorio, alla promozione del benessere e della salute, divenendo il motore di una catena di valori integrata.



## Principali funzioni di HYDROGARDEN

Produzione: utilizzo di tecniche di coltivazione fuori suolo – idroponica, aeroponica, acquacoltura e agricoltura su suoli artificiali che emulano i comportamenti della coltura in serra.

Commercializzazione: grande distribuzione e commercio al dettaglio.

Terziario avanzato: ristorazione, vendita al dettaglio di prodotti a marchio proprio e di produttori terzi che attuano politiche di sostenibilità aziendale; organizzazione di eventi culturali legati a temi della sostenibilità (conferenze, mostre concerti etc.) educazione alimentare e promozione di stili di vita sani e ampliamento e sviluppo del concetto di alimentazione-salute-ambiente.



## I VANTAGGI

### Zero Emissions

Basandosi sull'integrazione di tecnologia per la produzione di energia da fonti rinnovabili, può soddisfare autonomamente il proprio fabbisogno energetico, riducendo così le emissioni di una quantità almeno pari a quella prodotta per far funzionare l'edificio stesso.

### Zero Waste

Integra i sistemi del Carbon cycle e del ciclo delle acque utilizzando la propria biomassa per la produzione di elettricità e per il riscaldamento di acqua sanitaria. Inoltre i gas di combustione del biogas bruciato sono utilizzati come fertilizzante attraverso l'immissione diretta in serra (arricchimento tramite CO<sub>2</sub>);

progetta, realizza ed utilizza technical packaging per il riuso;

si propone come infrastruttura logistica comune con l'obiettivo di consentire alle piccole-medie aziende di ridurre i costi logistici sfruttando le sinergie di magazzino e di trasporto;

purifica e arricchisce le acque grigie interne, insieme a quelle esterne, con sostanze nutrienti che provengono dal digestore di biomasse usandole per l'irrigazione delle serre. Il vapore delle acque di irrigazione condensato viene raccolto per essere riammesso nel ciclo.

### Zero Distance

Integra l'intera filiera agro-alimentare, dalla produzione alla commercializzazione di prodotti e alla valorizzazione della cultura.

### Zero Pesticides

Per le sue caratteristiche di "sistema chiuso", altamente controllato:

non necessita di prodotti chimici per la coltivazione di piante, con risparmio su grande scala di pesticidi e diserbanti;

assicura il rispetto delle condizioni ecologiche di base, della produzione agricola e della sua trasformazione;

pone le basi per creare le condizioni affinché il concetto di salute sia un obiettivo perseguito come elemento di prevenzione e sicurezza alimentare.

## SERVIZI OFFERTI

Centro per la tracciabilità dei prodotti agro-alimentari

Centro per il trattamento dei rifiuti della filiera alimentare

Centro di formazione professionale e manageriale permanente, con focus specifico sulle tematiche di settore agro-alimentare

Centro technical packaging per la progettazione dei materiali di packaging

Centro innovativo per l'educazione alimentare:

educazione alimentare finalizzata alla salute e alla prevenzione

informazione ed educazione sanitaria in materia di igiene degli alimenti

Centro della salute e del benessere

Ristorazione biologica, valorizzando il rapporto "consumatore-stagionalità-territorio", con menù di stagione e della tradizione locale

## CONSUMI STIMATI

Fabbisogno energetico elettrico annuale **8,5 GWh** - Fabbisogno energetico annuale per riscaldamento + raffreddamento **7,0 GWh**

Energia annuale prodotta

Fotovoltaico: **3,6 GWh** - Pompe di calore geotermiche: **7 GWh** - Biogas: **5,0 GWh**

Risparmio di CO<sub>2</sub> **26,000 t/anno**

Produzione/anno di vegetali: **3.600 tonnellate**

per ogni KG di prodotto corrispondono **7 kg di CO<sub>2</sub> consumata**

Moduli fotovoltaici in vetro strutturale stratificato a totale integrazione architettonica in silicio monocristallino semitrasparente 105Wp/mq (max)

## GEOTERMIA

Pompe di calore ad alimentazione elettrica, con scambiatori del tipo verticale per ottenere, con sonde di 100-169 metri una potenza prelevabile dal terreno compresa tra 20 e 70 w/m

## BIOGAS

Movimentazione, raccolta e riutilizzo energetico dei rifiuti completamente automatizzato.

Uso di biosilos interrati senza emissioni inquinanti e residui gassosi essendo il processo che si svolge al loro interno anerobico.

Considerando che la produzione di rifiuti domestici organici è di circa 450 kg/anno/pp di cui, il 50% utilizzabile per produrre biogas si può valutare, per il quartiere di circa 20.000 abitanti in cui è inserito SKYLAND, una disponibilità di 4.500 t/a di rifiuti solidi organici.

## IL CICLO DELLE ACQUE

Le acque grigie interne, insieme a quelle esterne, vengono depurate e arricchite con sostanze nutritive usate per l'irrigazione delle serre.

Il vapore delle acque di irrigazione condensato viene raccolto per essere riammesso nel ciclo.

L'acqua del sistema serra (40kg/m/anno) proviene dal riciclo delle acque idroponiche che mensilmente vengono arricchite con sali minerali.

Nel processo di riciclo delle acque si aggiungono anche i quantitativi dell'acqua di traspirazione che si ottiene dai processi di produzione vegetale (non inferiore al 10% dell'acqua consumata dalle piante)

I Sistemi Serra Alimentati con Atmosfera Controllata rappresentano l'innovazione più avanzata nel settore delle coltivazioni vegetali in ambiente protetto (colture protette). Questa tecnologia consente di massimizzare sia la produttività e la qualità delle specie alimentari sia il risparmio di energia, di acqua e di CO<sub>2</sub>

**L'HYDROGARDEN** che costituisce una nuova opportunità per l'agricoltura alimentare, prevedono l'impiego dei più avanzati sistemi colturali e la realizzazione di processi vegetali fortemente ottimizzati, per consentire la crescita di piante alimentari in ambienti sostenibili "senza suolo" e con microclima e atmosfera controllati.























Project

Arch. MATTIA ANTONIO ACITO

Graphics

ALESSANDRO SANTORO

Via Ridola, 13  
75100 – Matera – Italy  
tel + 39.0835.24.01.22  
[www.acitoandpartners.it](http://www.acitoandpartners.it)  
[acitoandpartners@acitoandpartners.it](mailto:acitoandpartners@acitoandpartners.it)