

II. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

Le acque sotterranee in Puglia.

Nota del socio prof. CARMELO COLAMONICO

Scopo della presente nota. — Lo studio dell'idrografia sotterranea in Puglia diventa di giorno in giorno sempre più interessante. In questi ultimi anni — in cui tale studio ha assunto un indirizzo più razionale — l'interesse si è fatto più intenso a causa della scarsezza delle acque meteoriche, che ha mantenuto sempre in più o meno viva preoccupazione gli abitanti di Puglia. Dopo la prolungata siccità degli anni 1907-1908, le precipitazioni atmosferiche, nella maggior parte della regione, non sono cadute quasi mai in quantità superiore alla media annuale del trentennio precedente, e nello scorso anno 1912 la siccità si è ripresentata in proporzioni non meno allarmanti di quella del 1908. Nei terreni neogenici, oramai riconosciuti tutt'altro che trascurabili nella regione pugliese, non si è pertanto ricostituita, nell'ultimo quinquennio, quella preziosa riserva d'acqua, di cui prima del 1907 essi erano sufficientemente dotati.

Queste continue e invero giustificate preoccupazioni hanno appassionato maggiormente i Pugliesi alla sorte del grandioso acquedotto rigeneratore, ma nello stesso tempo hanno fatto sentire loro più vivo il bisogno di non disinteressarsi dei problemi riguardanti l'idrografia sotterranea locale, da cui si è finalmente inteso che può anche dipendere una parte non trascurabile dello sviluppo agricolo della regione. Gli studi quindi sull'irrigazione sono stati solo in questi ultimi anni iniziati in Puglia con metodi più sicuri, ed è da augurarsi che alla loro diffusione siano diretti,

con le premure delle persone colte, gl'incoraggiamenti degli enti locali.

Se non che, con i tentativi di sfruttamento delle acque sotterranee a scopo d'irrigazione non può essere confuso lo studio più vasto dell'idrografia profonda in Puglia, studio interessante ovunque, e più interessante in una regione fondamentalmente costituita da terreni calcarei. Questo studio, trattato molto superficialmente nel secolo scorso, subì un arresto quasi assoluto dal 1895 al 1904, nel periodo in cui con maggiori insistenze si domandò e si ottenne l'approvazione del progetto di derivazione delle acque potabili dal Sele; si riprese, con una certa intensità, subito dopo il 1904, nell'intento di fare arrestare l'opera dello Stato nei primi più difficili atti diretti ad avviare l'esecuzione dell'impresa romanamente grandiosa; e fu messo, dopo il 1908, al servizio degli studi più pratici per l'irrigazione delle meglio utilizzabili terre di Puglia.

Finora, pertanto, nessun lavoro sintetico e preciso possediamo sull'idrografia sotterranea della regione, come del resto ne difettano moltissimi altri paesi d'Italia, mentre anche per questo come per vari altri problemi d'indole scientifica non è affatto trascurabile il materiale analitico raccolto dallo Stato nelle sue pubblicazioni ufficiali. Il volume 32° della Carta Idrografica del Regno contiene, infatti, i primi elementi per uno studio organico sulle acque del sottosuolo nella regione pugliese, e si può dire, senza tema di cadere in esagerazioni, che il primo lavoro di una certa originalità e di indole scientifica sull'idrografia del Gargano, delle Murge e della penisola salentina sia proprio quello del Perrone, inserito nel volume suddetto della Carta Idrografica, sui « corsi d'acqua dell'Appennino meridionale e dell'Antiappennino adriatico a sud del Sele e del Sangro ».

Un notevole contributo alla raccolta di dati interessanti le acque sotterranee della penisola salentina ci è fornito da vari scritti di Cosimo De Giorgi, la cui meravigliosa attività si è proprio a tali ricerche massimamente rivolta in questi ultimi anni.

La natura del presente scritto mi toglie dall'occuparmi di proposito della bibliografia di così interessante argomento, che mi riservo di trattare in altra più favorevole occasione. Mi preme, pertanto, di aggiungere che l'opera benemerita del Comizio Agrario di Bari prima e i lavori della Commissione Reale per l'irrigazione

dopo hanno senza dubbio giovato a far sentire, pur di riflesso, il bisogno che gli studi idrologici sulla nostra regione siano intensamente avviati e ampiamente diffusi.

In attesa dunque che su questi studi si rivolga di proposito l'esame dei volenterosi, mi affretto a raccogliere le idee principali che sull'argomento sono venute formandomi, sembrandomi opportuno che, per lo meno nelle linee generali, sia quanto più largamente è possibile nota la localizzazione delle acque sotterranee in Puglia, la loro natura e la natura dei terreni in cui si presentano, la loro qualità e ricchezza. E tutto ciò, ben inteso, senza pretendere di voler dire l'ultima parola sulle tante questioni che con la vastità del tema preso in esame vanno intimamente connesse. Ho ben altre volte ripetuto che non è possibile per ora sciogliere in modo definitivo tutti i dubbi che vengono sollevati su alcuni problemi interessanti l'idrografia sotterranea della regione pugliese; e ciò perchè mancano non poche volte i dati precisi su cui fondare i relativi apprezzamenti scientifici. Io farò tesoro così delle notizie come delle osservazioni più sicure, e ne trarrò elementi per confortare le ipotesi che su fondamento razionale potranno essere avanzate.

Cenni sulla geologia della Puglia. — La Puglia è, geologicamente, un paese di recente emersione. Abbozzata nelle linee generali dal sollevamento che alla fine dell'eocene originò l'Appennino, la Puglia partecipò ad un primo periodo di vita subaerea che, interrotto dall'immersione parziale del miocene, si chiuse con quella addirittura totale del pliocene, cui successe il periodo suddetto di emersione recente. I terreni del pliocene e del pleistocene ne ammantavano nella quasi totalità la vasta superficie, avanti che gli agenti del dinamismo esogeno e l'erosione carsica ne mettessero a poco a poco allo scoperto la roccia fondamentale cretacea prima nelle zolle più alte e poi, successivamente, in molte delle regioni meno elevate.

Il terreno, pertanto, caratteristico della regione pugliese, quello che ne costituisce la nota più comune in tutti i distretti morfologici, è il terreno cretaceo, rappresentato dai relativi piani che lo costituiscono, dal neocomiano al senoniano. I calcari compatti del cretaceo formano, nella parte più considerevole, le regioni più alte della Puglia e sottostanno, sia nella penisola salentina

sia nelle zolle più depresse del Gargano e delle Murge, ai terreni del terziario, che quasi da per tutto poggiano su di essi in discordanza. In conclusione, si può dire che in più della metà della Puglia il cretaceo è affiorante e per un'altra notevole estensione esso si trova sottostante, a meno di 50 metri dalla superficie, ai terreni più recenti del cenozoico e del quaternario.

Di questi terreni più recenti del cretaceo, l'eocene appare manifesto, con formazione essenzialmente calcarea, in pochi lembi del promontorio del Gargano e fra Otranto e il capo Santa Maria di Leuca, e il miocene si presenta, più che altro nella caratteristica formazione calcareo-marnosa della pietra leccese, nella parte sud-orientale della penisola salentina. Più incerti per la loro determinazione sono i terreni del pliopleistocene, la cui serie è specialmente costituita dai calcari sabbiosi, detti volgarmente tufi in generale, dalle marne argillose grigie e dalle arenarie e sabbie giallastre, su cui spesso s'incontrano delle alluvioni ciottolose, che non rare volte passano a veri conglomerati. Non è da tutti i geologi accettata una comune distinzione cronologica delle suddette formazioni pliopleistoceniche, ma è più generalmente accolta l'opinione che attribuisce al pliocene i soli calcari sabbiosi detti tufi e al pleistocene tutti gli altri. Nell'insieme questi terreni, che, come ho già detto, ricoprivano una volta quasi tutta la regione, affiorano, oggi, oltre che in pochi lembi nelle più elevate zone del Gargano e delle Murge, ai piedi dell'uno e dell'altro di questi due gruppi di alture, in tutto il Tavoliere ed in molte località della penisola salentina.

Per la prevalenza quindi quasi assoluta che hanno nella Puglia le rocce cretacee e queste ultime pliopleistoceniche, si può dire che lo studio dell'idrografia sotterranea della nostra regione deve essere posto essenzialmente in rapporto coll'esame di questi terreni, dell'ordine con cui si succedono e del loro grado di permeabilità.

L'idrografia sotterranea nei calcari compatti. — E consideriamo anzitutto i calcari compatti subcristallini del cretaceo, che danno alla Puglia la caratteristica fisionomia delle regioni carsiche. In questi calcari la circolazione delle acque si determina press'a poco secondo le medesime leggi con cui si stabilisce nei terreni più recenti della stessa natura litologica. È opportuno

però far precedere di proposito l'esame della circolazione delle acque nei terreni cretacei, perchè i calcari che li costituiscono determinano in modo tipico l'idrografia carsica, perchè il cretaceo si presenta assai diffuso nella regione pugliese, e perchè, nella maggior parte dei casi, le acque che scorrono nei calcari neogenici finiscono, dopo un corso più o meno breve, col raggiungere i calcari cretacei di base, in cui compiono anche esse la parte più notevole del loro cammino sotterraneo.

I calcari del cretaceo sono notissimi per la loro grande permeabilità: in causa di fratturazione, di dislocazione e rottura dei banchi, essi si lasciano attraversare in tutti i sensi dalle acque di pioggia, le quali vi trovano le vie libere per scendere nell'interno della loro massa. In questo corso sotterraneo, le acque esercitano la loro azione chimica e meccanica, allargando le fessure, aprendo meati, scavando caverne maestose e grotte bellissime, forando cunicoli lunghissimi, scorrendo in fiumi, ristagnando in laghi; fenomeni di erosione e di soluzione che, nella loro maggiore o minore intensità, sono tutti subordinati alla natura della roccia, ai suoi caratteri tettonici e alla quantità delle acque stesse che vi penetrano.

Le ipotesi che sono state avanzate in questi ultimi anni sulla circolazione delle acque sotterranee nelle regioni carsiche presentano l'inconveniente di voler troppo generalizzare e di voler considerare di pochissimi tipi (se non di un unico tipo) i paesi da prendersi in esame. A me pare, invece, che anche in questo, come in ogni fenomeno simile, la ricerca delle cause che lo determinano e degli aspetti secondo cui esso si presenta deve essere posta in relazione con moltissimi elementi, che variano da regione a regione e, nello stesso luogo, da un periodo di tempo all'altro. Infatti le stesse fessure assorbenti si presentano di grande varietà, sia nella loro genesi, sia nelle parti più importanti che le costituiscono: gli inghiottitoi, le caverne e i punti di emergenza delle acque che vi scorrono. La penetrazione delle acque si effettua per assorbimento rapido attraverso gl'inghiottitoi, o mediante lento trapelamento attraverso le leptoclasti, o spesso volte in tutti e due i modi insieme. Le acque assorbite alle volte si riuniscono in bacini collettori, formando dei veri fiumi sotterranei, alle volte scendono per stillicidio ad alimentare una rete di piccolissimi canali come venicciuole insignificanti, alle volte passano per gallerie in-

terne più o meno ampie e per caverne di creazione più o meno remota e di forma quindi e grandezza svariatissime, ed emergono a livelli inferiori a quelli dei punti di assorbimento, ma con aspetto e con regime così vari che spesso non se ne può neanche lontanamente presupporre la forma e la misura. È necessario, quindi, esaminare caso per caso tutti questi ed altri fatti simili, per poter valutare esattamente la circolazione delle acque nei terreni carsici.

Gli stessi studi per la ricerca di queste acque sono molto recenti, e per la complessità delle forme secondo cui se ne stabilisce la circolazione essi si presentano di grande difficoltà; tanto più poi che, mentre non sono molti i paesi presso cui le esplorazioni delle caverne abbiano fatto considerevoli progressi, si può dire invece che in Puglia, così come in molte altre regioni, queste ricerche speleologiche non sono state finora neppure iniziate. Ad ogni modo, poichè è oramai da ritenersi che le acque sotterranee nei paesi del calcare non siano soltanto quelle che alimentano l'idrografia delle caverne, e poichè mancano in Puglia quei potenti strati impermeabili che, interrompendo la grande formazione calcarea, riescono a confondervi, a frazionarvi ed a rendervi sempre più irregolare il corso delle acque, si presenta da noi meno difficile la ricerca delle principali leggi che di queste acque regolano la circolazione e il deflusso. Soltanto la parte occidentale dell'altopiano murgiano si presenta rivestita da una considerevole fascia di terreni argillosi impermeabili, i quali, però, contribuiscono a rendere più semplice l'idrografia sotterranea, perchè impediscono alle acque dei calcari di avviarsi alla valle del Bradano e fanno in modo che il deflusso sia piuttosto normale verso il mare Adriatico. In generale, quindi, nella Puglia il processo carsico si presenta meno complicato che in molte altre regioni coeve e della medesima natura, e ciò anche per la semplicità morfologica che la distingue. Bisogna tenere nel debito conto questi elementi fondamentali di giudizio ogni volta che si cerca di spiegare certi fenomeni, la cui varietà proprio con tali elementi risulta intimamente connessa.

La circolazione delle acque nei calcari compatti della Puglia.

— Le acque meteoriche, che cadono sulla vasta superficie permeabile della regione pugliese, si avviano in minima parte direttamente al mare, ed evaporano in quantità non eccessiva, perchè

sono più frequenti nell'inverno, per quanto i venti spirino spesso con forza e la temperatura non si mantenga insistentemente molto bassa. La quantità annua delle precipitazioni locali non è la stessa in tutte le parti della regione, ma in quelle che ora consideriamo, costituite dai terreni assorbenti calcarei, si può dire che la media oscilla tra i 550 e i 750 mm. all'anno, quantità quindi tutt'altro che trascurabile se si noti che, cadendone in misura piuttosto scarsa nei mesi di maggior caldo, più intenso risulta il contributo relativo che, nel resto dell'anno, vien dato all'idrografia sotterranea locale.

Quest'acqua di pioggia scompare nel sottosuolo ad alimentare una prima circolazione sotterranea, e con processo lentissimo di azione meccanica e, massimamente, chimica modifica il suo corso più o meno sensibilmente, a seconda della resistenza che la roccia le oppone, e in ispecial modo a seconda della pendenza con cui scende.

Questo processo si avvia quindi ad uno stadio di maturità ideale, in cui il profilo del corso sotterraneo — anche piccolissimo — assume una figura d'equilibrio, che è data dall'incontro di due linee rette, verticale l'una e pressochè orizzontale l'altra. Infatti, alla circolazione a forte pendenza, che l'acqua meteorica assume nel primo tratto del suo corso, succede una seconda con minore pendenza, che costituisce la vera falda acquifera dei paesi carsici (dando così al concetto di falda acquifera un senso più lato di quello che fino a pochi anni fa si applicava riferendolo soltanto ai terreni d'imbibizione). La mancanza di rocce impermeabili, che possano interrompere la regolarità del processo suddetto nella nostra regione, rende più facile la spiegazione di tutto il suo sviluppo evolutivo, per quanto non sia uniforme la costituzione litologica delle varie rocce calcaree e neanche quella dello stesso terreno cretaceo fondamentale, ove calcari più compatti o intercalazioni di straterelli calcareo-marnosi valgono perfino a originare zone di raccolta di piccole vene acquifere sotterranee.

Conosciute le leggi che regolano questa circolazione carsica nella regione pugliese, è possibile stabilirne la forma e lo sviluppo, quando se ne determinino le zone di assorbimento e i punti di emergenza, non che lo stadio che il processo erosivo e solvente vi ha raggiunto.

Le zone di assorbimento sono costituite da tutti i territori calcarei che veniamo esaminando, e s'incontrano ad altitudini diverse ed a diversa distanza dal mare; nel Gargano, perfino a più di 1000 metri d'altezza sul livello del mare, nella Murge fino a 686 metri e nel Salento fino a 200 metri, e nelle tre sezioni ad una distanza massima dal mare rispettivamente di 22, di 45 e di 20 chilometri.

I punti di emergenza coincidono presso a poco col livello del mare — negli strati litoranei esclusivamente calcarei, e sono i più frequenti, che nel mare s'immergono — o s'incontrano di poco al di sopra o di poco al di sotto del livello marino — nelle regioni litoranee fasciate da terreni argillosi o argillo-sabbiosi impermeabili. — Il livello del mare rappresenta, quindi, il livello di base dell'idrografia sotterranea pugliese, verso il quale si dirigono quasi tutte le acque di pioggia assorbite dai terreni permeabili della regione.

Lo stadio evolutivo che il processo carsico ha raggiunto in Puglia non è identico da per tutto, nè è facile del resto valutarne in ogni punto la intensità e la misura; certo si è che, se non in età proprio giovanile, non può affermarsi pertanto che esso si trovi in un periodo di vecchiezza. Non è indispensabile infatti, la presenza dei corsi d'acqua e dei laghi superficiali a distinguere lo stadio di giovinezza delle regioni carsiche (1); prescindendo dalla grande varietà dei fattori con cui questo elemento va connesso, si ha che, molte volte, come nel caso specifico della regione pugliese, la sua assenza può attribuirsi alla morfologia del paese oltre che alla sua costituzione litologica. Coll'emersione notevole, che alcune parti della Puglia hanno avuto nelle più recenti epoche geologiche, e colla profondità, quindi, che il sistema idrografico sotterraneo avrebbe dovuto raggiungere per equilibrarsi col livello del mare, è sintomatica la mancanza di una vasta rete di canali piuttosto ampi, che dalle acque a forte pendenza sarebbe stata originata, e l'esistenza del frazionamento minutissimo con cui i veli acquiferi sogliono scorrere. Se questo dimostra in modo sicuro che manca in Puglia la caratteristica speciale dei paesi carsici in periodo di vecchiezza, la presenza

(1) Cfr.: CARLO MARANELLI, *Considerazioni geografiche sulla questione meridionale*. Bari, 1908, pag. 10.

cioè, anche in mezzo a terreni esclusivamente permeabili, di grandi corsi d'acqua sotterranei sgorganti a livello o sotto il livello del mare, dimostra, nello stesso tempo, che, pur con tante condizioni geognostiche favorevoli, non ha il processo d'erosione e di soluzione trovato nella nostra Puglia il campo veramente adatto ad un suo esauriente sviluppo. Il fatto potrebbe, molto probabilmente, esser posto in relazione con quello che innanzi ho detto parlando della geologia della regione, vale a dire con l'esistenza della veste pleistocenica di terreni impermeabili, che ne aveva ammantata nella quasi totalità la vasta superficie, e che gli agenti del dinamismo esogeno e la stessa erosione carsica hanno a poco a poco trascinato nelle zone meno elevate o addirittura nel mare. Per un tempo, quindi, piuttosto lungo questi terreni devono, quasi certamente, aver arrestato, e in alcuni punti impedito che s'iniziasse, il ciclo erosivo e solvente delle acque sotterranee nella nostra regione. Ritengo, insomma, che la Puglia passi ora, nella storia del suo processo carsico, per l'ultima fase della sua giovinezza o al più, e solo in alcune parti, per la prima del suo periodo di maturità.

Si può, pertanto, affermare che la circolazione delle acque sotterranee si compie per buona parte della regione pugliese nel modo seguente. Nella misura considerevole già ricordata, le acque meteoriche penetrano agevolmente nel sottosuolo e si avviano verso il mare. Se, morfologicamente, il terreno presentasse lunghi e ripidissimi pendii, questa circolazione potrebbe, in alcuni punti, essere interrotta e dare origine a deflussi di acque all'esterno, in proporzioni però abbastanza limitate. Ma il pendio quasi da per tutto dolce o di brevissima ripidità, con cui le nostre zone di alture declinano al mare, non disturba la discesa normale di queste acque, che nella prima fase scorrono con forte pendenza e con attività erosiva e solvente molto intensa. In tale fase, le acque si raccolgono qualche volta nelle cavità naturali più ampie, vengono tutte insieme convogliate nelle profondità sotterranee a compiere più sensibilmente l'opera loro, e, dopo un percorso più o meno lungo, finiscono — specie quando quest'opera è appena iniziata — a suddividersi ed a frazionarsi attraverso gli innumerevoli meati che incontrano. Più spesso, però, che per abissi di rapido assorbimento, l'infiltrazione avviene, nella regione pugliese, per lento trapelamento e per fessure impercettibili, in cui del

resto. — anche se per stillicidio — la circolazione si compie a forte pendenza, finchè, continuando a scendere, le acque non siano giunte a un livello di poco superiore a quello del mare, e di tanto da poter vincere la resistenza alla discesa verso di esso attraverso i meati delle rocce. A questo punto, che in causa dell'azione solvente delle acque nei terreni calcarei tende per ogni veniciuola ad allontanarsi sempre più dalla costa, s'incontra la falda acquifera profonda, che scorre a pendenza molto piccola, ma variabile da luogo a luogo, a seconda dello sviluppo che il processo carsico vi ha compiuto. Dove, infatti, questo processo si presenta più avanzato o — sia per la continua azione dissolvvente delle stesse acque a piccola pendenza, sia per successiva sommersione della regione precedentemente elaborata dalle acque della prima circolazione sotterranea a forte pendenza — s'incontra anche a notevoli profondità un qualsiasi sistema, per quanto non complesso, di canali naturali, il livello della falda acquifera profonda risale da quello marino all'interno della regione in misura assai lenta. Per contrario, dove la roccia presenta minime fratturazioni, poichè la resistenza da vincere è maggiore, così la circolazione, pur mantenendosi con caratteri di notevole lentezza, si manifesta con pendenza più considerevole. Sia nell'uno sia nell'altro caso la falda acquifera, costituita dalla riunione di veniciuole piccolissime, raccoglie tanta parte delle acque di pioggia infiltrate nel sottosuolo da rappresentare una preziosissima riserva idrica nella nostra regione. Si può infatti asserire che in tutta la Puglia calcarea, come anche in quelle zone in cui ai terreni impermeabili affioranti sottostanno, ad un livello superiore a quello del mare, gli strati calcarei permeabili, s'incontrano, presso a poco proprio a livello del mare, veli acquiferi più o meno considerevoli, rivolti normalmente in direzione della costa. Se, quindi, gli strati calcarei che questi veli attraversano s'immergono direttamente nel mare, il deflusso si compie lungo la spiaggia o, più spesso, ad una certa distanza da essa, sotterraneamente, ove si effettua il miscuglio fra l'acqua proveniente dalla circolazione suddetta e quella del mare, che è riuscita a penetrare per i meati della roccia più o meno internamente, a seconda dello stato della fratturazione e del grado, quindi, d'intensità che il processo dissolvvente vi ha raggiunto. Se poi gli strati calcarei sono coperti, nelle regioni costiere, da terreni argillosi impermeabili, che chiu-

dano il passaggio al corso normale della falda acquifera, allora lo sbocco si compie in due modi diversi. Nei casi in cui la fascia argillosa si spinge fino a scarsa profondità nel mare, in modo che poco notevole sia la pressione della massa d'acqua sovraincombente, la falda acquifera scende sotto il livello del mare e affiora nel fondo di esso proprio nel punto in cui la pressione è minore. Quando, viceversa, gli strati impermeabili si spingono a tale profondità che la massa marina soprastante oppone maggiore resistenza di quella che la falda acquifera dovrebbe vincere per sollevarsi nell'interno e traboccare sulla costa e sopra il livello del mare, allora la sorgente s'incontra sul litorale stesso e, anche per la poca estensione che solitamente presenta la fascia argillosa, essa si determina a quota molto bassa.

Basterà qualche esempio a provare le precedenti affermazioni.

Il pozzo della stazione di Lecce e quello della Ditta Guardati nelle vicinanze di questa stessa città furono i primi e ben riusciti tentativi, diretti a sfruttare le acque della circolazione sotterranea nei calcari compatti pugliesi, ad una considerevole distanza dal mare. Nelle località della costa simili pozzi, scavati sin da tempo antichissimo per la loro esigua profondità, attingono a falde acquifere in continuo contatto con l'acqua del mare, e forniscono perciò liquido più o meno salato, a seconda della intensità del miscuglio. Sembrò, pertanto, in principio che non vi fosse alcuna relazione tra l'acqua dei pozzi di Lecce e il livello marino e, poichè proprio ad un livello che è presso a poco quello del mare gli strati del calcare cretaceo sono ricoperti, nel sottosuolo di Lecce, da quelli calcareo-marnosi della pietra leccese, si attribuì la presenza della falda acquifera suddetta ad una presupposta impermeabilità locale dei terreni sottostanti del cretaceo. Si riteneva, infatti, inammissibile per il calcare di Puglia una circolazione diversa da quella tipicamente famosa dei terreni carsici, con correnti di acque sotterranee, raccolte in una rete di canali, allargantisi spesso in più o meno ampie caverne, e scorrenti senza una legge determinata, a livello variabile, a forma di correnti o di cascate, e quasi sempre in quantità considerevole. Eppure, anche a non riconoscere la grande difficoltà di ammettere che i calcari compatti possano arrestare acque filtrate attraverso i calcari marnosi soprastanti, appare nei pozzi di Lecce assai chiaramente che l'acqua scorre in mezzo ai calcari cretacei

e non sopra di essi. Inoltre, dalla galleria scavata in fondo al pozzo Guardati si vede sgorgare l'acqua per moltissime e sottili veniciuole, costituenti una vera falda acquifera, con circolazione evidentemente a piccolissima pendenza. Escludendo, quindi, la probabilità che quest'acqua, tranne che nella prima parte del suo cammino sotterraneo, scorra saltuariamente e a livelli variabili, si deve ammettere che essa si diriga lentamente e per mille vie ad un livello di base, che raggiunge dopo un corso più o meno lungo attraverso fessure capillari ed anguste, nelle quali non trova facile sfogo. In terreni come questi di Puglia che, ad una certa profondità, risultano uniformemente calcarei, il livello di equilibrio non può essere determinato dalla diversa stratificazione di rocce impermeabili — che mancano quasi del tutto —, ma deve essere costituito dal livello del mare, al di sotto del quale, quindi, — tenendo sempre presenti le oscillazioni derivanti da deflusso che, per quanto lento, non potrà non originarsi verso una data direzione — le cavità intercomunicanti fra di loro saranno riempite da acque di ristagno.

È impossibile, perciò, ammettere, come qualcuno fa ancora oggi (1), che le acque dei calcari di Puglia si dirigano, a forma di correnti, verso la costa, in modo che si possa tentare di ricercarne la speciale direzione. Se proprio con questo criterio s'intese scavare il pozzo di Sternatia, bisognerà riconoscere che s'incorse in un fortunato errore. E dico fortunato, perchè quel pozzo valse a convalidare l'esattezza delle considerazioni suesposte sulla circolazione sotterranea nei calcari pugliesi e dimostrò — insieme colla trivellazione di Grumo fatta dalla Ditta Bonavoglia — che le acque dei pozzi di Lecce non costituiscono nella Puglia un'eccezione. A Sternatia, come a Grumo, come a Lecce, l'acqua perviene in forma così frazionata che il suo percorso assume aspetti diversissimi e si svolge per tortuosissime vie; la falda acquifera si presenta perciò meno ricca, ma si espande in zone tanto larghe che riesce più facile il rinvenirla.

La grande incognita dell'idrografia sotterranea nei terreni ritenuti tipici del Carso è il cammino — difficilissimo a preci-

(1) Cfr.: La *Prima relazione* della Commissione Reale per gli studi e proposte relative ad opere d'irrigazione. Becheroni, Roma, 1911, pag. 25 e pag. 58.

sarsi — che le correnti vi seguono; nella regione pugliese, invece, scavando dei pozzi nei calcari compatti fino a raggiungere il livello del mare, si ha grande probabilità di rinvenire una falda acquifera a debolissima pendenza, poco abbondante qualche volta, ma sempre tale che se ne possa rendere più ricco l'afflusso affondando il pozzo stesso e facendogli acquistare un carico maggiore.

Le condizioni, insomma, dei paesi litoranei calcarei si riproducono in Puglia esattamente nell'interno, con la differenza che le acque rinvenute ad una certa distanza dal mare sono debolmente mineralizzate ma sono quasi sempre potabilissime; quelle invece che si incontrano lungo la costa sono salate, e tanto più quanto meno alto sul livello del mare è il punto in cui esse vengono raggiunte. Le acque marine, infatti, penetrano nei calcari stessi o immediatamente lungo la spiaggia o, dove i calcari sono nell'ultimo tratto rivestiti da terreni impermeabili, nella zona in cui essi ricompaiono sotto il livello marino, e nei meati che si sono scavati si equilibrano nel sottosuolo col livello stesso del mare, confondendosi con le acque dolci dell'interno, che, avviandosi alla spiaggia, tendono a spingere verso di essa quelle salate. Un tale miscuglio non è sempre fatto nelle medesime proporzioni, ed è diverso perfino nelle diverse ore del giorno: l'acqua più salata rimane più al basso; gli efflussi dall'interno si manifestano in quantità assai varia; il fenomeno dell'alta marea vi porta nuovo contributo di salsedine. Una prova di questa grande varietà del miscuglio si ha nella differenza di salinità delle numerose sorgenti litoranee, che s'incontrano nella costa pugliese a quota poco più alta del livello del mare, là dove più o meno piccoli strati impermeabili litoranei arrestano in parte il deflusso normale delle acque. In simili polle costiere la salinità varia da un massimo per le sorgenti a quota di qualche decimetro, nei così detti fiume Morello, fiume Piccolo e fiume Grande a SE di Fasano, ad un minimo per le sorgenti di un metro circa sul livello del mare, nella Vasca di Trani e — massimamente — nel Chidro, nella penisola salentina. Tali sorgenti di acque salate scaturiscono anche dal Gargano e sono numerose nelle vicinanze di Manfredonia, a quota sempre inferiore ad un metro e fornite degli stessi caratteri delle acque provenienti dalla Murge e dalle Serre. Nelle polle a quota più alta la salinità scompare quasi del tutto così come ho detto che scompare nelle regioni dell'interno.

Sorgenti che sgorgino ad una quota di qualche metro sul livello del mare si determinano tanto nella penisola salentina quanto nel Gargano; mancano invece nella costa adriatica murgiana per la poca altezza che quivi ha la fascia alluvionale nelle zone in cui essa si presenta, per la sua scarsa impermeabilità e per la poca profondità a cui è solita spingersi sotto il livello del mare, ove quindi si compie il regolare deflusso. Le Murge (come il Gargano meridionale) sono perciò caratterizzate, nel loro versante adriatico, da una idrografia a piccolissime scaturigini litoranee, e forniscono l'esempio tipico, e nello stesso tempo più diffuso, della vera circolazione carsica nei nostri paesi. Il versante settentrionale del Gargano, invece, è rivestito, nel suo ultimo tratto, da terreni alluvionali impermeabili, che si spingono sotto le conche dei così detti laghi di Lesina e di Varano. In un punto in cui il calcare sta per scomparire sotto l'alluvione s'incontrano, per esempio, a sud del lago di Lesina e a circa 8-9 metri sul livello del mare, la sorgente termale di San Nazario (28°C.), con una portata ordinaria di 200 litri a 1", e la sorgente Lauro, con temperatura di 15°C. e con deflusso ordinario di 250 litri a 1". Queste sorgenti hanno acqua lievemente mineralizzata — non però da cloruri — e avrebbero il loro regolare deflusso a livello del mare, se non ne fossero impedito dallo strato impermeabile litoraneo, o sotto il livello del mare, se la massa d'acqua soprastante opponesse loro, lungo la scarpa sottomarina, una resistenza minore.

Nel Mare Piccolo di Taranto si notano, infatti, esempi dell'una e dell'altra delle due forme di scaturigini suddette. Questa conca assai caratteristica è cinta tutt'intorno da argille marnose con una potenza variabile da 10 a 73 metri, che riposano sui calcari sabbiosi detti tufi in generale o direttamente sui calcari compatti del cretaceo, e sono spesse volte ricoperte da più o meno brevi banchi di arenarie giallastre e di sabbie poligeniche marine. In questa conca si scaricano tre canali che raccolgono, a una certa distanza dalla costa ma a quota molto bassa per lo più di un paio di metri, acque sorgive perenni: sono i così detti canali Galese, Battentieri e Riso, dei quali il primo ha una portata discretamente abbondante di circa 350 litri a 1". La loro presenza è dovuta al fatto che, per qualche interruzione dello strato di argille marnose, l'acqua dei calcari sottostanti trabocca

alla superficie, riuscendole meno agevole il vincere la resistenza che, al limite sottomarino della fascia argillosa, le oppone l'acqua sovraincombente. Per contrario, dove lo strato presentasi ininterrotto, le venicciuole sotterranee non possono che scaturire proprio al limite sottomarino di questa fascia argillosa, essendo loro impedito di sollevarsi all'interno per zone estesissime e per tanti metri d'altezza da riuscire a traboccare al limite sopramarino di essa. Nei luoghi in cui si compie questo ristagno attraverso i meati della roccia — e per l'altezza di appena qualche decimetro deve compiersi assai spesso nelle regioni costiere fasciate da simili terreni impermeabili — le acque che già si sono all'interno sollevate assumono in parte una direzione presso che parallela alla spiaggia, avviandosi verso le zone litoranee libere da ogni ammanto argilloso, per cui, cumulandosi con le acque proprie di queste zone, il loro scarico si effettua in misura più abbondante e con caratteri diversi, a seconda della loro quantità e del loro livello. Pertanto, nelle buche calcaree, che si rinvencono al fondo del Mare Piccolo, sgorgano, dove più dove meno abbondantemente, acque che provengono dalla circolazione sotterranea delle Murge e della penisola salentina e che scaturiscono proprio nelle interruzioni sottomarine degli strati argillosi. Alcune di queste scaturigini prendono i nomi di Anelli o Citri (assai noto è l'Anello di San Cataldo) e hanno spesse volte richiamato l'attenzione degli studiosi, perchè al disopra di esse, alla superficie del mare, si manifestano alcune zone circolari di calma perfetta anche quando il mare è alquanto agitato. L'acqua di tali polle sottomarine, che si è già mescolata, nell'ultima parte del suo percorso, con quella proveniente dal mare, è naturalmente salata e, per la profondità a cui sgorga, questa salsedine differisce poco o nulla da quella delle acque soprastanti. Non potrebbe, quindi, esser sostenuto (1) — di fronte a tanti elementi contrari — l'inesistenza di polle sottomarine negli Anelli e nei Citri del Mare Piccolo di Taranto solo perchè la salsedine e la temperatura delle acque si mantengono costanti in qualunque punto della verticale al centro della più importante di tali zone, cioè dell'Anello di San Cataldo; la sorgente Battentieri ha, al confronto di queste polle, poca quan-

(1) Cfr. il Vol. 32° cit. della Carta Idrografica d'Italia « Corsi d'acqua dell'App. merid., ecc. ». Bertero, Roma, 1906, pag. 357.

tità di cloruri solo perchè si determina al disopra del livello del mare. Ciò non ostante, la portata di queste scaturigini è indubbiamente minore di quella che da molti vien loro attribuita, sia perchè, data la profondità a cui si spingono, molte delle acque che le avrebbero alimentate si sono dirette, per le ragioni poco prima esposte, nelle zone litoranee viciniiori, sia perchè una parte considerevole delle acque suddette provenienti dalle Murge e dalla penisola salentina si avvia nel golfo stesso di Taranto, ove le riesce in vari punti di sgorgare a soli pochi metri sotto il livello del mare.

Dall'insieme dei concetti illustrati e degli esempi addotti è lecito concludere che anche nei terreni calcarei pugliesi esiste un livello acquifero, al disotto del quale tutte le cavità sono ripiene di acqua, mentre al disopra tutte ne sono vuote o ne contengono in quantità assai scarsa, nella sola eventuale forma di stillicidio, attraverso le fessure più minute, destinata anch'essa a raggiungere il livello medesimo d'equilibrio. Sembra pertanto che non poche delle recenti teorie del Grund (1), almeno nelle linee fondamentali a cui si ispirano, trovano in Puglia una particolare conferma. Il livello di equilibrio, che nelle regioni di più complessa costituzione litologica è da mettersi in rapporto con la disposizione assai varia degli strati impermeabili profondi, coincide nella nostra regione col livello del mare, ed assume, per la placidezza e unicità della stratificazione calcarea, il carattere di grande uniformità e semplicità: per quanto, infatti, sia oscillante entro limiti abbastanza vasti, questo livello, messo com'è nei nostri paesi in relazione con quello del mare, è facilmente determinabile in qualunque regione dell'interno. Perciò appunto, la falda acquifera dei calcari pugliesi merita di essere tenuta nella maggiore considerazione, specie in quelle località che, per trovarsi ad un'altitudine assoluta di qualche decina di metri e ad una distanza di vari chilometri dal mare, sono nelle migliori condizioni per disporre di acque potabili e non molto profonde. Per le forme verticali della Puglia, queste località si rinvencono in ispecial modo nella penisola salentina, ove quindi lo sfruttamento della falda acquifera calcarea potrebbe essere avviato a più confortante successo. Di nessuna pratica utilità si presenterebbe in-

(1) GRUND A., *Die Karsthydrographie*. Leipzig, 1903.

vece simile sfruttamento nelle più alte zone delle Murge e del Gargano e ne sarebbe dubbia l'opportunità nella regione litoranea murgiana, almeno nei luoghi alti più di 100 metri sul livello del mare. L'unico distretto morfologico pugliese, ove una falda acquifera di questa natura manchi del tutto, è il Tavoliere di Puglia, colmato sino a profondità di varie centinaia di metri da depositi pleistocenici, in cui la circolazione delle acque si compie secondo leggi ben diverse, sulle quali rivolgeremo brevemente la nostra attenzione.

(Continua).