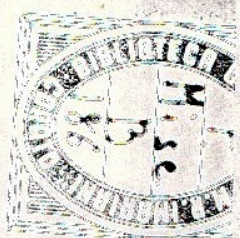


ING. LUIGI SANTARELLA



315

Il rigurgito delle acque nel sottosuolo di Corato

ESCLUSO DELLA RIFORMA
P. 10 AGOSTO 1922 - N. 2

MILANO
STABILIMENTO GRAFICO "RUBEN, CERRI" (Soc. An.)
Via S. Andrea, 18
— 1922 —

186

1. - *La natura geologica del sottosuolo.*

Dall'esame geologico del sottosuolo di Corato si deduce che la Città, come altri centri abitati della provincia di Bari, è fondata sopra un lembo di depositi marini pliocenici e pliocenici, contenuti in una conca molto piatta ed irregolare sui calcari cretacei, che costituiscono in gran parte le colline delle Murge. ⁽¹⁾

In linea di massima, la disposizione degli strati del sottosuolo di Corato, come si deduce dai primi sommari studi del Genio Civile, è la seguente:

In basso, al disopra del calcare, un banco di base di argilla marnosa azzurra ceneregnola del pliocene, assolutamente impermeabile, con potenza varia fino a 3 metri e profondità da 5 a 13 metri. Questo banco costituisce il fondo del terreno permeabile imbevuto di acqua.

Al disopra dell'argilla, un banco di spessore variabile, raggiungente anch'esso m. 3 circa di potenza, di terreno sabbio-

(1) Su questi calcari, che riproducono nelle Puglie il noto fenomeno carsico, non scorrono acque superficiali, poichè le acque piovane si disperdono nelle numerose fratture della roccia (chiamate gravine o con altri nomi locali), costituendo a notevoli profondità una idrografia sotterranea complessa e variabile.

La mancanza di queste acque superficiali è la ragione prima per cui non esiste in Puglia una vera e propria popolazione agricola che viva in campagna, mentre i contadini sono riuniti in grossi accentramenti urbani, donde al mattino muovono percorrendo parecchi chilometri per recarsi al lavoro. L'ubicazione di Corato, come di altre città, su lembi di terreni marini, al disopra del calcare cretaceo, ebbe in origine la sua vera ragione nell'esistenza in tali terreni permeabili di uno strato acquifero, da cui sono alimentati numerosi pozzi. Le acque di questi pozzi, insieme a quelle piovane dei tetti raccolte nelle cisterne, servirono nel passato, prima dell'esercizio dell'Acquedotto Pugliese, alla alimentazione idrica della popolazione.

so argilloso ad elementi calcari. Questo banco costituisce lo strato acquifero permeabile, ma la grandissima finezza degli elementi genera in esso una permeabilità piuttosto lenta. Al disopra ancora uno strato costituito da una crosta arenaria, non molto tenace, chiamato comunemente in luogo tufo o carparo, anch'esso permeabile, di spessore variabile e fortemente fratturato. Questo strato è, infine, ricoperto di terreno vegetale argilloso e sabbioso, di potenza da zero a 2 metri.

La mancanza nelle Puglie di acque superficiali obbligò le popolazioni ad accentrarsi nei grossi centri — a grandi distanze fra loro — ubicati su lembi di depositi marini permeabili, che consentissero una certa disponibilità di acque sotterranee. (7)

Per Corato, un'altra ragione di preferenza per la scelta dei primi abitatori della Città, fu forse la posizione più elevata dell'attuale centro abitato, rispetto alla campagna circostante.

Corato sorge su un pianoro, alto al massimo circa 15 metri rispetto alla campagna vicina più depressa, ai piedi di uno dei terrazzi con cui le Murge degradano all'Adriatico. Questo particolare è molto importante, perchè spiega l'indipendenza del bacino acquifero, sottostante alla Città, nel quale le acque si raccolgono per lento trapelamento nelle sabbie al disopra delle argille, indipendenza che chiarisce la ragione dell'attuale rigurgito.

La zona acquifera si arresta a Nord (verso il mare) al margine del centro abitato stesso, dove affiorano i calcari, e va allontanandosi dall'abitato verso est, e poi a sud verso le Murge, dove i calcari affiorano a circa due Km. di distanza.

Il bacino ha nel suo insieme la forma di una conca molto piatta ed allungata con contorno abbastanza irregolare. La sua superficie fu calcolata, presso a poco, a chilometri qua-

(2) La maggior parte delle case di Corato, quelle provviste di ampi sotterranei, adibiti quasi tutti a ricovero botti per deposito vini, poggiano con le loro fondazioni sul banco inferiore di argilla. Le altre case, non munite di sotterranei, poggiano sul carparo, con la semplice asportazione del terreno vegetale.

Ogni casa ha nei sotterranei uno o più pozzi, detti comunemente di acqua sorgiva, con pareti in muratura ed il cui fondo è praticato nell'argilla. Questi pozzi alimentati dalle acque sotterranee dello strato acquifero, servirono nel passato per tutti gli usi secondari e per il bestiame, mentre per uso potabile era utilizzata l'acqua dei tetti, raccolta in cisterne con pareti e fondo in muratura rivestita di intonaco impermeabile.

Ogni casa quindi è munita di cisterna di raccolta delle acque dei tetti (detta dal volgo acqua dolce) per uso potabile; e di un pozzo per la raccolta delle acque sotterranee per gli altri usi (acque salmastre).

Tutti questi pozzi, le cui pareti scendono fino nell'argilla, e le fondazioni delle case provviste di ampie cantine sotterranee, dividono il sottosuolo di Corato in un minuto scacchiere.

drati due e mezzo. Il banco argilloso di fondo non ha andamento uniforme, ma è molto ondulato, per cui nei periodi di abbassamento della falda acquifera, le acque del bacino si frazionano in più sezioni separate.

2. - L'Acquedotto Pugliese e le cause del rigurgito.

Quanto malagevoli fossero le condizioni igieniche delle popolazioni di Puglia, obbligate ad usare le acque dei pozzi, è facile immaginare.

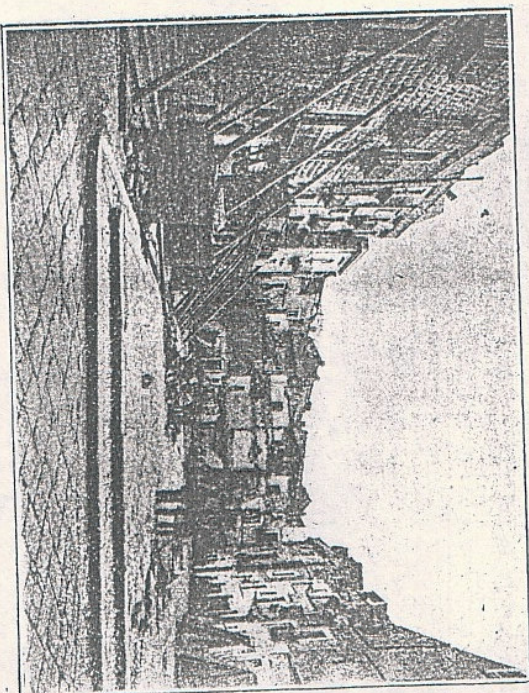


Fig. 1. - Piazza Di Vagno. In fondo le prime case cadute verso la fine del 1921. A sinistra il Palazzo Nuovo (del 500), caduto successivamente nel maggio 1922; cfr. fig. 4 e 5.

Matteo Renato Imbriani, il deputato di Corato, lanciò il grido della « Puglia sitibonda di acque e di giustizia » e fu il promotore dell'Acquedotto Pugliese, la più grandiosa opera del genere, che incanalava per oltre 200 Km. l'eccezionale acqua del Sele, alimentando circa 4 milioni abitanti nelle tre provincie Pugliesi.

Si diede l'acqua alle Città Pugliesi, ma non si pensò alle fognature.

Con l'esercizio dell'Acquedotto Pugliese, che diede a Corato l'acqua del Sele verso la fine del 1917 con circa una ventina di fontanine a getto continuo nelle piazze della Città, non furono più utilizzate le acque dei pozzi.

Il livello delle acque freatiche nello strato permeabile andò

elevandosi, aumentato anche dalle acque di scarico delle fontanine che per mancanza di fognature si disperdevano nel sottosuolo. Ben 21 fontanine versarono circa 25 mc. di acqua ciascuna nelle 24 ore; furono cioè giornalmente circa 500 mc. di acqua che per 18 mesi continui alimentarono la falda idrica sottostante.

Esisteva in Corato una vecchia canalizzazione primitiva molto permeabile e mal fatta, e mai nel passato espurgata, che invece di asportare le acque di rifiuto, le distribuì meglio nel sottosuolo.

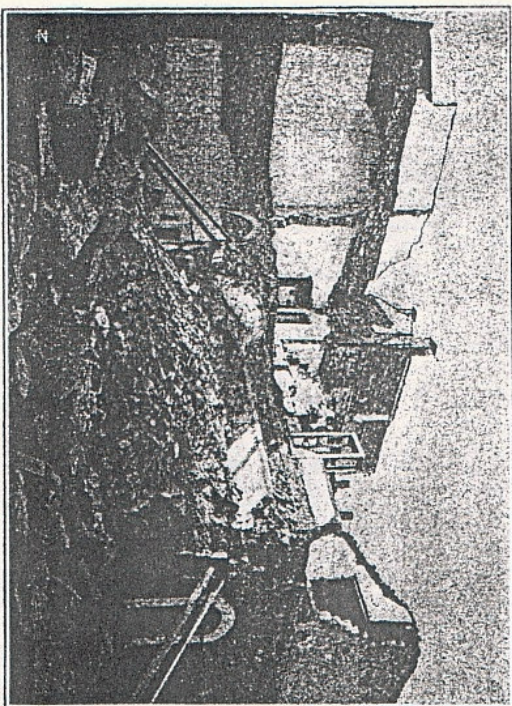


Fig. 2. - Casa a via Ruvo, caduta verso la fine del 1921. Il crollo rende manifesto lo sgretolamento dei muri per sconnessione di mai, mentre i piani di fondazione sono rimasti intatti.

Prima dell'esercizio dell'Acquedotto Pugliese, lo strato acquifero sottostante fu alimentato specialmente dalle acque piovane, ed il suo livello oltre che da altre cause accessorie dipendeva dagli scarichi naturali verificantisi ai bordi del bacino, là dove finisce l'argilla. La falda acquifera si disponeva con un pendio inclinato dalla parte di maggior raccolta delle acque alla parte in cui gli scarichi sono a livello più basso (e ciò specialmente verso via Trani ove i calcari affioranti sono più vicini ed a quota più bassa). Per l'utilizzazione che ne faceva l'uomo, la falda acquifera discendeva, e, specialmente verso l'estate, in cui la piovosità è più limitata, il bacino si suddivideva, ed in molti punti la falda andava quasi estinguendosi.

Dopo il 1917, con l'esercizio dell'acquedotto, il livello delle acque è andato man mano notevolmente elevandosi, senza

alcuna differenza stagionale, e malgrado che il numero degli sfioratori ai bordi del calcare fossero aumentati.

Nella ricerca della causa di questo fenomeno si pensò alla provenienza di acque sotterranee da regioni più o meno lontane; ciò assolutamente deve escludere per il fatto che lo strato argilloso, fondo del banco permeabile sotto la Città, è al livello superiore alla campagna circostante. Né si può giustificare il sopraelevamento della falda acquifera con una eccezionale piovosità; per quanto non si abbiano dati diretti per mancanza di un pluviometro in Corato, pur tuttavia dalle



Fig. 3. - Case nel Centro (via Arco Ripoli) crollate nei primi del 1922.

osservazioni pluviometriche di altre Città delle Puglie come Ruvo, Andria, Barletta, risulta che le precipitazioni meteoriche dopo il 1916 non furono superiori alla media degli anni precedenti.

La mancata utilizzazione delle acque del bacino da parte della popolazione, per l'uso delle acque del Sele, che fu pensata come la causa principale del rigurgito, ha bensì influito sull'innalzamento della falda, ma in misura non molto notevole, se si considera che le acque del sottosuolo non furono più utilizzate dopo il 1917 soltanto per uso potabile, ma furono usate ed in misura maggiore, dato il maggior livello della falda, per altri usi, specialmente per irrigazione di orti alla periferia della Città, per l'alimentazione del bestiame, ecc.

La causa del sopraelevamento della falda idrica è principalmente dovuta alla erogazione delle acque dell'Acquedotto Pugliese, acque che per mancanza di fognature si sono distribuite nel sottosuolo.

La livellazione della falda freatica eseguita dal Genio Civile di Bari il 1919, mostra come le curve isoisie più alte corrispondono alla parte centrale e meridionale della Città mentre il livello della falda idrica va degradando verso la campagna circostante. Altre tre osservazioni furono eseguite nel luglio-agosto 1921, e queste mostrano un notevole sollevamento idrico nella parte centrale dell'abitato. ⁽³⁾

La falda idrica venne quindi alimentata in modo principale da erogazione dell'Acquedotto nel centro dell'abitato, e non da acque meteoriche.

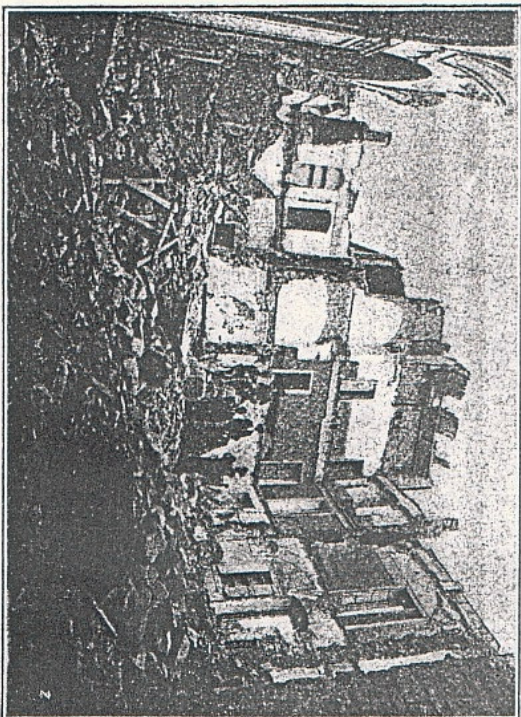


Fig. 4. - Interno del Palazzo Nuovo e della Chiesa del Monte (a sinistra). Tutte le rifiniture perimetrali, eseguite meglio, in pietra da taglio, sono inatte; le murature interne si sono sconnesse per spappolamento di malte. Il muro di facciata, a destra, è quello prospiciente Piazza Di Vagno, come si vede nella fig. 5.

Una livellazione più recente, eseguita dal geologo prof. Caramonico di Bari nel maggio 1922, indica quasi dappertutto un abbassamento del livello acquifero; ciò si spiega col fatto che nell'aprile 1922 fu reso intermitente il getto delle fontane dell'Acquedotto, getto che prima era continuo.

Un calcolo grossolano del quantitativo d'acqua erogato dalle fontane, in relazione al coefficiente d'imbibizione del terreno ed all'estensione del bacino, giustifica gli aumenti di livello riscontrati nelle successive livellazioni.

(3) Si osservi come nei mesi di luglio e agosto 1921 il pluviometro più vicino a Corato, quello di Andria, segna piogge quasi insignificanti.

3. - Il danno ai fabbricati.

L'acqua, salendo lentamente, fin dalla fine del 1917, invase le fondazioni. I danni ai fabbricati si manifestarono

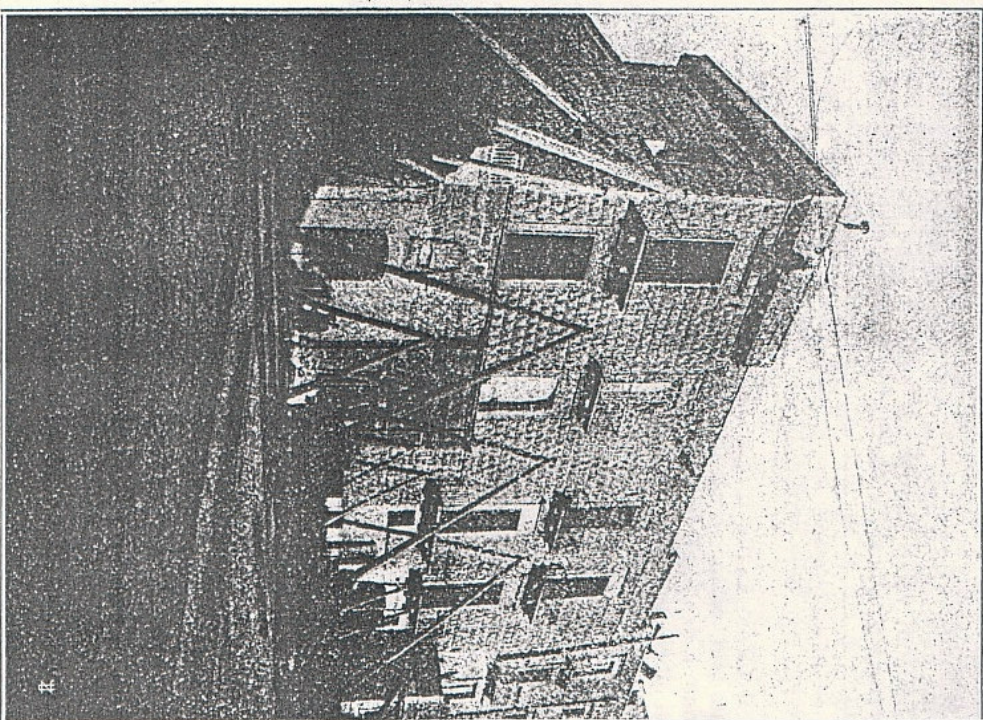


Fig. 5. - Facciata del Palazzo Nuovo rimasta in piedi dopo il crollo dell'interno come da fig. 4.

verso l'inizio del 1921, sotto forma dapprima di sottili infiltrature negli architravi delle porte e delle finestre, che a mano a mano e molto lentamente andarono ampliandosi, e-

stendendosi ai muri ed alle volte soprastanti. Il fenomeno fu caratterizzato specialmente dalla lentezza con cui progredì fino alla rovina delle prime case (le più vetuste) verso la fine del 1921. Soltanto verso l'aprile del 1922 si ebbe un improvviso peggioramento, quando crollarono le case di piazza di Vagno ed altre, e ciò si verificò contemporaneamente ad un'improvvisa diminuzione del livello delle acque freatiche, come fu riscontrato nella livellazione del Prof. Colamonte.

I tecnici locali, il Genio Civile di Bari e la Commissione Ministeriale, inviata sul posto verso la fine del 1921, furono del parere che i danni ai fabbricati fossero stati prodotti da slittamenti degli strati permeabili al disopra dell'argilla od anche da cedimenti dell'argilla stessa. Tale fatto però non risulta in nessun modo comprovato; mentre ci auguriamo che una migliore conoscenza del sottosuolo, come ci verrà data dalle numerose trivellazioni che in queste ultime settimane il Genio Civile ha iniziato, ci possa fornire maggiori elementi per un più esatto giudizio sul modo come l'acqua ha danneggiato le case. Per intanto chi scrive, dall'esame delle lesioni nelle case ancora in piedi e dei crolli avvenuti, è indotto ad affermare che i movimenti generali di suolo, e precisamente degli strati di sabbia sull'argilla, non ci siano stati.

Deve escludersi che vi siano stati cedimenti dell'argilla, poichè questa riposa sul calcare cretaceo di potenza notevole, e non poteva cedere se non in qualche punto isolato, in corrispondenza di eventuali sottostanti fratture nella roccia.

Son anche da escludersi movimenti generali di slittamento, i cui effetti molto caratteristici dovevano manifestarsi nelle lesioni.

Le case crollate mostrano una sconnessione delle mura-
ture, ma in quasi tutti i piani-base di fondazione non si sono mossi.

Si sono avuti in qualche punto azioni locali aggravate da deficienze di materiali e di costruzione, che hanno prodotto qualche cedimento di terreno sotto pilastri sovraccaricati; in alcuni punti spinte di volte e di archi, con l'alterarsi delle condizioni statiche del fabbricato, hanno modificato le sollecitazioni sul piano di fondazione del pilastro, peggiorandone la stabilità.

L'acqua che, per qualche anno, dalla fine del 1917, è stata a contatto delle fondazioni, ne ha rammollito a poco a poco le malte. Le murature, son costituite quasi esclusivamente di buon pietrame stratificato, molte volte di tufo permeabile, mentre la malta fra strato e strato è di calce comune mescolata a terra, a volte ricca di humus.

Sono malte scadenti, che hanno scarsa resistenza all'asciutto, ma che, imbevute d'acqua, perdono ogni coesione. In alcuni sotterranei si possono esaminare le malte, fra

strato e strato nella muratura di fondazione; sono tanto rammollite da sembrare fango, mentre in qualche punto sono state addirittura asportate dalle acque. Inoltre l'acqua penetrando lentissimamente fra strato e strato, è salita, e va diffondendosi sempre più per capillarità nei muri fuori terra. Si tratta di murature permeabilissime, quasi sempre di grande spessore e molto pesanti, costituite da due fodere esterne di buon materiale, ma con riempimento interno (nucleo) di materiale informe e terra; i muri buoni solo superficialmente, ma molto permeabili e scadenti nell'interno.

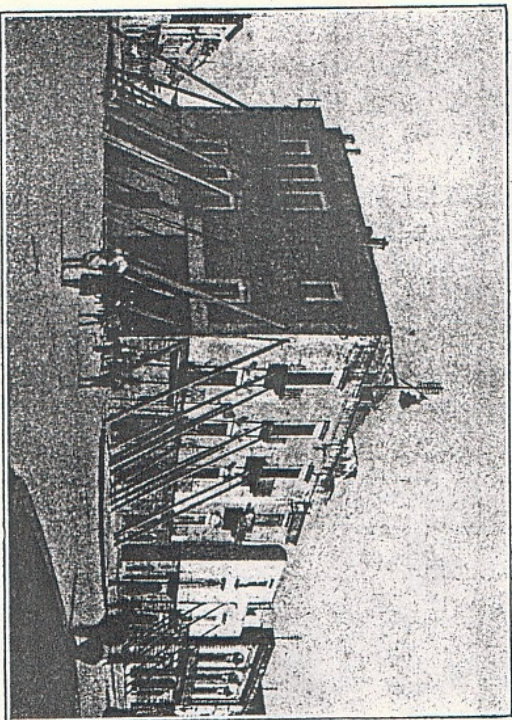


Fig. 6. - Palazzo Gioia. E tutto punnellato per gravi lesioni nelle murature interne.

Il rammollimento delle malte, fra gli strati dei muri di fondazione, ha prodotto un vero e proprio schiacciamento di questi strati, con conseguente sconnessione delle murature superiori.

Un muro di fondazione e di sotterraneo, dell'altezza di m. 4 ÷ 5, ha circa un trentina di strati di malta, i quali, sciacciandosi ciascuno di pochi millimetri o solo di frazione di millimetro, hanno prodotto un cedimento totale molto rilevante. Tale schiacciamento è stato aggravato dall'enorme peso delle murature — di circa 1 m. di spessore in media — e delle volte di pietrame con rinfianco pesantissimo, pure in pietrame.

Mentre i muri di fondazione si schiacciano, le volte soprastanti, fortemente spingenti, hanno prodotto rotazioni e slittamenti di strato su strato. Le lesioni nel modo più caratteristico rendono manifesto questi movimenti, lo schiaccia-

mento delle murature di fondazione e la sconnessione di quelle fuori terra; ma il terreno sotto le fondazioni quasi mai si è mosso; gli schiacciamenti evidenti e quasi generali nei muri l'attestano.

Tutto questo si è prodotto con molta lentezza, ed ancora oggi, permanendo le acque nel sottosuolo, i danni vanno continuamente aggravandosi.

Nello scorso aprile si ebbe un rapido abbassamento del livello delle acque freatiche nella parte centrale della Città. Probabilmente lo strato di argilla, in qualche punto di potenza minore ed in corrispondenza di una fessura sottostante del calcare, ebbe a fendersi, creando alle acque uno scarico sotterraneo, ed il rapido deflusso peggiorò le condizioni statiche, già molto gravi, degli edifici circostanti.

I danni ai fabbricati sarebbero stati enormemente minori, se le murature di fondazione in pietra fossero state eseguite a secco (sono notevoli nella Regione alcune costruzioni rurali in pietra a secco, alcune volte veramente ciclopiche) e se le murature soprastanti di spessore minore fossero state eseguite senza nucleo interno. Ma tutte le costruzioni pugliesi sono così fatte, e ci auguriamo che ora che l'acquedotto del Sele ha trasformato questi Paesi, siano definitivamente abbandonati sistemi di costruzione non più assolutamente concepibili, là dove una piccola probabilità esiste di invasione d'acqua nel sottosuolo.

4. - I provvedimenti generali.

La Sezione Autonoma del Genio Civile, appena installatasi a Corato, provvide ai soccorsi d'urgenza (puntellazioni alle case danneggiate, demolizione delle pericolanti, baraccamenti per i senza tetto); dispose anche uno studio sistematico di trivellazioni, le cui risultanze chiariranno il fenomeno e preciseranno i provvedimenti necessari.

La Commissione Ministeriale del 1921 aveva proposto, per l'abbassamento della falda idrica, la costruzione di pozzi assorbenti, che, perforando lo strato impermeabile d'argilla, avessero disperso le acque fra i calcari sottostanti; aveva suggerito anche delle gallerie emungenti e di drenaggio. Ma nessuna di queste opere è stata ancora non soltanto eseguita, ma neppure progettata. Per decidere sull'efficacia e convenienza di queste opere, sarà in ogni modo utile attendere il risultato delle trivellazioni che ci auguriamo si eseguiranno con celerità. Mentre è doloroso constatare la leggerezza con cui fu trattato finora il grave problema, poichè gli Uffici Tecnici responsabili non pensarono a raccogliere subito gli elementi di fatto atti a lumeggiare il fenomeno ed a prospettarne i rimedi, debesi tuttavia riconoscere che l'attuale Ufficio del Genio Civile, con alacre opera, ha iniziato quegli studi esaurienti, che dovevano essere eseguiti qualche anno

fa, affrontando finalmente il problema con larghezza di vedute e di mezzi, in condizioni di maggiore difficoltà.

Ritorniamo sull'argomento quando saranno note le risultanze di questi studi, ma intanto è utile e quasi superfluo affermare che, per eliminare la possibilità di ulteriori aumenti della falda acquifera, è necessario impedire che le acque del Sele e le piovane si disperdano nel sottosuolo.

Sono necessarie la fognatura e la pavimentazione stradale. Non si ritardino ulteriormente queste opere, che dovevano essere eseguite appena iniziato l'esercizio dell'acquedotto; si faccia

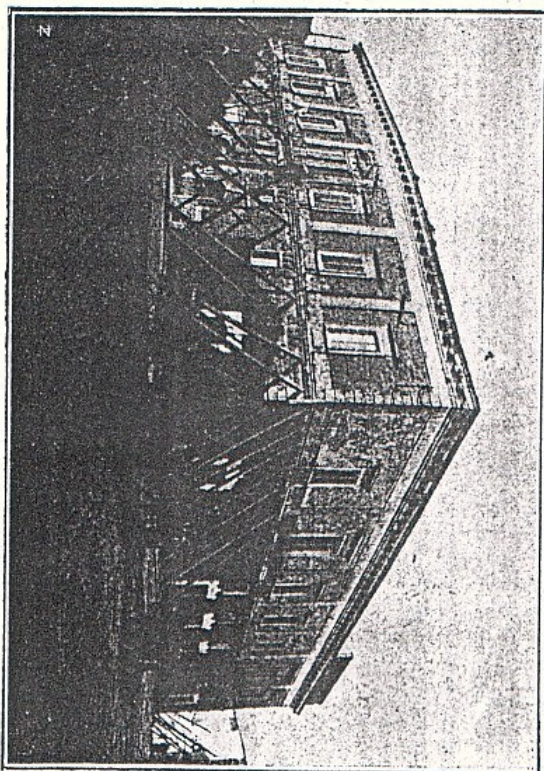


Fig. 7 - Casa puntellata al Corso Mazzini.

presto, e non solo a Corato, ma in tutte le altre Città pugliesi, se il triste esempio di Corato deve avere insegnato qualche cosa.

E risultato molto efficace un primo lavoro provvisorio eseguito in queste ultime settimane dal Genio Civile: l'espurgo della vecchia canalizzazione, la quale, appena liberata dal fango che completamente la ostruiva, ha funzionato da drenaggio, contribuendo ad abbassare il livello della falda acquifera.

Molto si spera dalle trivellazioni, le quali, eseguite per fornire tutti i dati necessari di studio, creeranno dei pozzi che, perforando l'argilla fino al calcare, potranno quasi certamente generare un disperdimento delle acque fra le numerose fratture della roccia cretacea sottostante. Le trivelle, raggiunto il calcare, dovrebbero in esso essere ancora affondate fino alla ricerca nella roccia dei meati di una certa quantità. Inol-

tre, in considerazione della limitata facoltà assorbente degli strati calcarei superficiali, le perforazioni della roccia dovrebbero essere sufficientemente numerose.

Ma queste opere, necessariamente lunghe e minuziose, faranno ancora perdere del tempo, mentre le case continueranno ancora, sia pur lentamente, a lesionarsi, mentre le condizioni di stabilità vanno sempre più aggravandosi, così come l'acqua nel sottosuolo si abbassa.

E bensì indispensabile sollecitare le opere di carattere generale ed idrauliche, anche in considerazione del molto tempo disgraziatamente perduto, ma con sollecitudine ancora maggiore, si impongono i provvedimenti atti a salvare le case danneggiate.

Demolite le case pericolanti, non si può nè si deve attendere che l'acqua sia completamente eliminata dal sottosuolo per salvare le case lesionate, che sono in condizione di poter essere salvate.

La tecnica moderna ha mezzi potenti e molteplici per risolvere il problema edilizio; problema che nel caso viene facilitato per il fatto che non saranno in generale necessarie, se non eccezionalmente, operazioni costose e difficili di consolidamento di terreno.

Salvo l'esame, caso per caso, dei vari fabbricati, nei quali i danni prodotti dalle acque sono stati quasi sempre aggravati da condizioni speciali di debolezza locale o da deficienze di costruzione o di materiali, salvo quindi lo studio delle provvidenze varie e diverse da applicarsi per ciascun fabbricato, si può in linea di massima affermare che quasi sempre bisogna (e molte volte basterà) risanare le murature di fondazione con beton di cemento. Qualche volta sarà necessario allargare la base di fondazione, qualche rara volta consolidare il terreno sottostante; quasi sempre alleggerire le murature di fondazione, sostituendo solai piani alle pesanti volte in pietra fortemente spingenti. Sarà anche necessario, ma in via subordinata, eseguire dei legamenti in cemento e dei risanamenti nei muri fuori terra.

Ma tutti i provvedimenti che la tecnica potrà caso per caso suggerire, non avranno nessuna efficacia, se non applicati con sollecita premura.

La stabilità dei fabbricati va peggiorando, ed in molte le riparazioni fra qualche tempo potranno non essere più convenienti, in modo che si renderà necessaria la demolizione.

Concludendo, il fenomeno di Corato è nella sua gravità dovuto ad una causa molto semplice che era possibile eliminare: la mancanza di fognatura per cui le acque di scarico dell'acquedotto si sono riversate nel sottosuolo elevando il livello delle acque freatiche al disopra dell'argilla. Il danno è diventato grave, sia per la natura delle malte usate, sia per il sistema di costruzione invalso nella regione, ma specialmente per il tempo perduto. Non è difficile ora provvedere, sia alle opere di carattere generale, che a quelle particolari riguar-

danti la riparazione delle case (e sono queste le più urgenti). Ma è indispensabile provvedere con la massima sollecitudine; si deve guadagnare il tempo dolorosamente perduto, e, mentre da una parte si eseguono le opere generali di trivellazioni, di fognatura, pavimentazione stradale, non si perda tempo a riparare le case riparabili, se non si vuole aumentare il numero di quelle che bisognerà demolire.

