



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



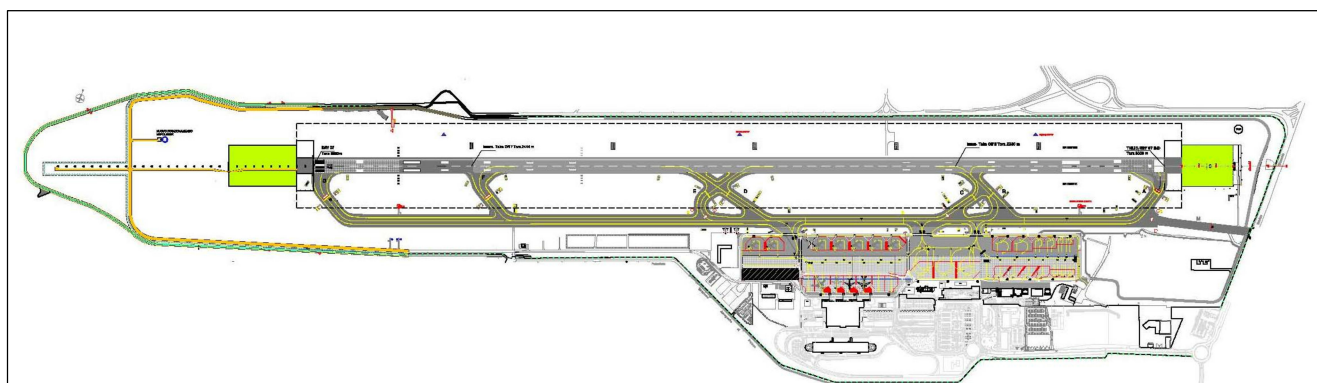
ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE



REGIONE PUGLIA

SISTEMA AEROPORTUALE PUGLIESE
AEROPORTO CIVILE DI BARI PALESE (LIBD)
(FINANZIAMENTI FONDI P.O.N. "Reti e Mobilità 2007-2013" Linea I.2.1)

AGGREGAZIONE "BARI 1"



**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DI VOLO
E PROLUNGAMENTO PISTA DI VOLO RWY 07/25**
- ADEGUAMENTO RESA RWY 25 -
- PROGETTO ESECUTIVO -

COMMITTENTE:



Aeroporto "Karol Wojtyła" di Bari Palese
Viale Enzo Ferrari 70057 PALESE (BA)
tel. 080/5835111 telefax 080/5835225

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Ing. Donato D'AURIA

PROGETTISTA:

CAPOGRUPPO MANDATARIA:
TECNO ENGINEERING 2C s.r.l.
Società di Ingegneria - TE2C



MANDANTE:

STUDIO VALLE
ASS.ne PROF.le STUDIO VALLE PROGETTAZIONI - ROMA



MANDANTE:



PRO.SAL. PROGETTAZIONI SALENTINE S.r.l. - LECCE

N° PROG.

5 3 7

CODICE COMMESSA

A E R 1 0 8 - 4 5

FASE

P E

REV

0

EMISSIONE:

GIUGNO 2014

DOC.n°

09

OGGETTO/TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

0	Prof. Zezza	Ing. Saponara	Ing. Criscuolo	06/2014	08_Geol 01_RGG
REV	ELABORATO	VERIFICATO	AUTORIZZATO	DATA	CODICE ELABORATO

AEROPORTI DI PUGLIA S.p.A.

AEROPORTO CIVILE "Karol Wojtyła" DI BARI-PALESE (LIBD)

AGGREGAZIONE "BARI 1"

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DI VOLO
E PROLUNGAMENTO PISTA DI VOLO RWY 07/25
- ADEGUAMENTO R.E.S.A. PER PISTA RWY 25 -**

(Linea di Finanziamento PON I.2.1 - Reti e Mobilità 2007/2013)

PROGETTO ESECUTIVO

GEOLOGIA E GEOTECNICA - 01

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(Doc. n. 09 – Sigla "Geol-01_RGG" – Rev. "0" – Giugno 2014)

R.T.P.

TECNO ENGINEERING 2C S.r.l.

ASS.^{NE} PROF.^{LE} STUDIO VALLE PROGETTAZIONI

PRO.SAL. – PROGETTAZIONI SALENTINE s.r.l.

Prof. Dott. FULVIO ZEZZA

ORDINARIO DI GEOLOGIA

DIRETTORE DELL'ISTITUTO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOTECNICA
FACOLTA' DI INGEGNERIA - POLITECNICO DI BARI

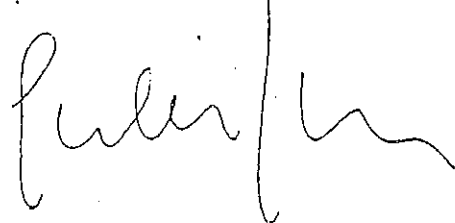
Residenza: 70125 Via Ro David, 200 - Tel. 080/5490378
Studio: 70125 Via Cavour Felgoso, 4 - Tel. 080/5022885

SISTEMA AEROPORTUALE PUGLIESE

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA DELL'AREA
OGGETTO DEI NUOVI INTERVENTI DI SVILUPPO
DELL'AEROPORTO DI BARI-PALESE

RELAZIONE

Prof. Dott. FULVIO ZEZZA



RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1. Premessa	Pag. 04
2. Geologia	Pag. 12
3. Lineamenti morfologici	Pag. 20
4. Irogeologia del sottosuolo	Pag. 23

1. PREMESSA

1. In data 19 settembre 1997 la S.E.A.P. S.p.A. (Società Esercizio Aeroporti Puglia) ha conferito allo scrivente l'incarico per le indagini geologico-tecniche sulle aree interessate dalle nuove infrastrutture aeroportuali da realizzare sul sedime dell'Aeroporto di Bari-Palese al fine di consentire ai Progettisti di completare le progettazioni esecutive delle opere in base ai risultati stratigrafico-strutturali, morfologici, idrogeologici e geotecnici di superficie e del sottosuolo per definire la scelta delle soluzioni progettuali più idonee alla realizzazione delle nuove infrastrutture.

La formulazione dei risultati è stata resa possibile dall'esecuzione di indagini di campagna e prove di laboratorio le quali hanno consentito:

- a) la ricostruzione in dettaglio della successione litostratigrafica del sottosuolo, attraverso la perforazione di sondaggi meccanici a rotazione, a carotaggio continuo;
- b) l'analisi morfologica del territorio;
- c) le condizioni idrogeologiche del sottosuolo, ivi comprese prove di permeabilità in foro e analisi chimica delle acque di falda dell'acquifero carsico;
- d) il prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio sui tipi litologici rappresentativi delle serie litostratigrafiche riscontrate;

- e) prove in situ (Point Load Test e Standard Penetration Test) per la determinazione di indici e parametri dei terreni di fondazione;
- f) indagini geofisiche, eseguite con il metodo della sismica a rifrazione, per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso di fondazione.

Nell'ambito del "Progetto di Ammodernamento dell'Aeroporto di Bari-Palese" la presente relazione fa riferimento agli interventi previsti che si concretizzano:

- a) nella realizzazione di una nuova aerostazione passeggeri e di una strada perimetrale interna al sedime aeroportuale;
- b) nell'ampliamento del piazzale di sosta degli aeromobili;
- c) nel completamento della via di rullaggio parallela alla pista di ruolo;
- d) nella realizzazione della nuova viabilità di accesso all'area terminale e dei parcheggi a raso;
- e) nella costruzione di un parcheggio auto multipiano.

La nuova aerostazione passeggeri (circa 29.000 m²) verrà realizzata in un'area a est-sud est dell'attuale terminale passeggeri e si svilupperà su due livelli funzionali.

A servizio della nuova area terminale sarà realizzata una nuova viabilità di accesso che si collegherà alla esistente rete stradale principale. La nuova sistemazione viabilistica comporterà anche la costruzione di un viadotto di adduzione al piano partenze della nuova aerostazione passeggeri.

Per dare un'adeguata risposta alle necessità di parcheggio di tutti i diversi utenti dello scalo barese, sarà costruito un parcheggio multipiano, ubicato a sud della nuova aerostazione passeggeri e con essa collegato tramite delle passerelle pedonali, che avrà una capacità complessiva di circa 750 posti auto.

Oltre al parcheggio multipiano, il Master Plan dell'area terminale prevede anche la realizzazione di parcheggi a raso destinati al pubblico, agli operatori aeroportuali, alle autorità nonché ai mezzi di trasporto pubblici quali taxi e bus.

Per quanto riguarda le infrastrutture aeronautiche, il Master Plan dell'area terminale prevede la realizzazione di un ampliamento (circa 45.000 m²) dell'attuale piazzale di sosta aeromobili al fine di consentire un'adeguata gestione del maggior traffico aereo che graviterà sullo scalo nei prossimi anni.

Inoltre, per garantire una fluida circolazione a terra degli aeromobili, verrà completata la via di rullaggio (circa 90.000 m²) parallela alla pista.

E' prevista, infine, la realizzazione di una strada perimetrale di servizio interna al sedime aeroportuale.

1.1 Per quanto attiene, in particolare, la realizzazione dell'*AEROSTAZIONE PASSEGGERI*, la concezione strutturale traduce puntualmente l'idea architettonica e distributiva con cadenza alternata di pilastri in c.a. a 4 metri ed a 12 metri in entrambe le direzioni.

Gli orizzontamenti, costituiti essenzialmente da travi a T rovescia e tegoli a pi greco alternati a lastre tralicciate, riprendono tale maglia formando un grigliato di

corridoi larghi 4 metri, lungo i quali corrono le dorsali principali degli impianti, e di cassettoni di 12 metri di lato con nervature ad orditura alternata.

In considerazione delle caratteristiche del sito di impianto del fabbricato, in diretta prossimità della zone dichiarate sismiche, e dell'importanza dell'opera da realizzarsi, si è ritenuto opportuno, sebbene il comune di Bari-Palese non rientri attualmente in zona a rischio sismico, effettuare il calcolo delle strutture tenendo conto anche di azioni derivanti da eventi sismici (grado di sismicità $S = 6$).

Le azioni verticali sono riportate a terra dal sistema costituito da tegoli, travi principali e pilastri; le azioni orizzontali, connesse all'ipotesi sismica, sono affidate alla cappa di calcestruzzo collaborante gettata in opera che, innervata dai tegoli e dalle travi principali, costituisce elemento rigido nel suo piano. Tali azioni orizzontali sono riportate ai setti verticali in c.a. appositamente predisposti ed ai vani scale e cavedi che assolvono la funzione di elementi strutturali di controvento.

L'opera è suddivisa in due corpi principali -aerostazione passeggeri e viadotto- fra di loro separati da giunti strutturali, anche in considerazione delle diverse fasi di realizzazione.

L'aerostazione passeggeri è a sua volta suddivisa in due corpi di fabbrica, separati fra di loro da un unico giunto trasversale. Tale giunto sarà dotato di appositi dispositivi (accoppiatori viscosi) che permettono i movimenti lenti senza offrire apprezzabile resistenza, mentre rispondono rigidamente se sottoposti a carichi pulsanti, come quelli sismici.

Il viadotto largo 12 metri e strutturalmente disgiunto dall'aerostazione passeggeri, presenta giunti trasversali con cadenza ridotta, in modo da contenere le azioni orizzontali sulle travi principali e i sottostanti pilastri.

Le strutture sono realizzate principalmente in calcestruzzo armato (ordinario e precompresso).

I massimi carichi verticali in fondazione sono dell'ordine di 1.500 t per ogni gruppo di quattro pilastri contigui.

Inoltre, in merito alla *VIABILITA' DI ACCESSO E PARCHEGGI A RASO*, la nuova viabilità si allaccia alla strada che attualmente collega l'aeroporto alla città di Bari con direttrice est, nel punto in cui questa si immette nel sistema viario dell'attuale aerostazione. L'innesto è del tipo a rotatoria.

Da un secondo sistema a rotatoria si stacca, con direttrice nord, la via di accesso all'aerostazione passeggeri, che serve distintamente i flussi di traffico diretti alle partenze, agli arrivi e ai parcheggi.

Il calibro trasversale della viabilità sarà a due o tre corsie in relazione ai flussi di traffico da servire.

La nuova viabilità aeroportuale si svilupperà per una lunghezza complessiva di circa 3,5 Km.

I parcheggi a raso offriranno una capacità di stazionamento di circa 610 posti per autovetture e di 8 posti per autobus, e impegneranno una superficie totale di circa 21.000 m².

La pavimentazione della viabilità di accesso e dei parcheggi a raso sarà di tipo flessibile in conglomerato bituminoso.

1.2 In relazione alla realizzazione del *PARCHEGGIO MULTIPIANO*, la struttura portante è costituita da tre telai, posti ad un interasse di 16.90 metri, e da pilastri a sezione circolare distanti 4 metri, collegati da trave in c.a. gettata in opera, che supportano delle travi in c.a.p. di altezza 110 cm e lunghezza 10 metri.

Gli impalcati sono costituiti da travi e lastre di solaio a forma di tegolo prefabbricate e soletta di completamento di 8 cm di spessore in calcestruzzo gettato in opera. Il getto in opera costituisce con i tegoli e le relative armature un solaio monolitico, continuo sulle sottostanti travi prefabbricate. Le travi ed i tegoli prefabbricati sono collegati alla struttura mediante appoggi in neoprene.

I pilastri dei telai esterni hanno sezione circolare di 80 cm di diametro, mentre quelli centrali hanno una sezione circolare di 100 cm di diametro. In corrispondenza dei pilastri, i telai longitudinali sono collegati trasversalmente da travi in modo da irrigidire spazialmente la struttura.

I vani scale e gli ascensori sono stati posti all'esterno dell'edificio e quindi non assumono compiti di irrigidimento.

Avendo eliminato la funzione di irrigidimento, gli ascensori hanno potuto essere realizzati mediante una struttura in acciaio e cristallo, mentre le scale sono previste con pareti in calcestruzzo armato dello spessore di 20 cm.

Il parcheggio consta di due piani fuori terra. Le strutture sono peraltro dimensionate per realizzare un futuro sopralzo di un ulteriore piano.

E' stata considerata una condizione sismica $S = 6$ analogamente all'aerostazione.

I massimi carichi verticali in fondazione sono dell'ordine di 1000 t per ogni coppia di pilastri del telaio centrale.

1.3 In relazione alla realizzazione delle infrastrutture dell'AIR SIDE, il progetto prevede, in particolare:

- Piazzale aeromobili

Gli ampliamenti del piazzale aeromobili mantengono la stessa dimensione trasversale dell'esistente, ossia una larghezza complessiva di 120 metri, ivi compresa la taxilane di piazzale al bordo nord del medesimo.

La pavimentazione del nuovo piazzale sarà di tipo rigido, in lastronato di calcestruzzo per la parte dedicata allo stazionamento, mentre nella zona adibita a taxilane sarà di tipo flessibile in conglomerato bituminoso. Le pavimentazioni saranno dimensionate in funzione dell'aereo critico (A300, B767 e, per un numero limitato di movimenti, anche per il B747).

- Vie di rullaggio

La pavimentazione della nuova via di rullaggio sarà di tipo flessibile, in conglomerato bituminoso. Le pavimentazioni saranno dimensionate in funzione

dell'aereo critico (A300, B767 e, per un numero limitato di movimenti, anche per il B747).

Gli shoulders saranno dotati di pavimentazione leggera bituminosa, mentre le aree immediatamente oltre gli shoulders e fino al limite regolamentare ICAO, saranno regolarizzate a norma e preparate per offrire una superficie rinforzata.

- Strada di servizio perimetrale

La strada di servizio in progetto rappresenta il completamento dei tronchi esistenti ed interessa i lati nord, est ed ovest del sedime aeroportuale, seguendo il tracciato della recinzione perimetrale. La carreggiata presenta una sezione trasversale ridotta, tipica per questo genere di strade, della larghezza di 8 metri, dei quali 6 metri pavimentati con struttura leggera e 2 metri costituiti da una banchina portante in materiale granulare (1 metro per parte). Il tracciato si snoda interamente a livello del sedime attraversato con saltuari passaggi in leggero rilevato.

- Strada di servizio del piazzale aeromobili

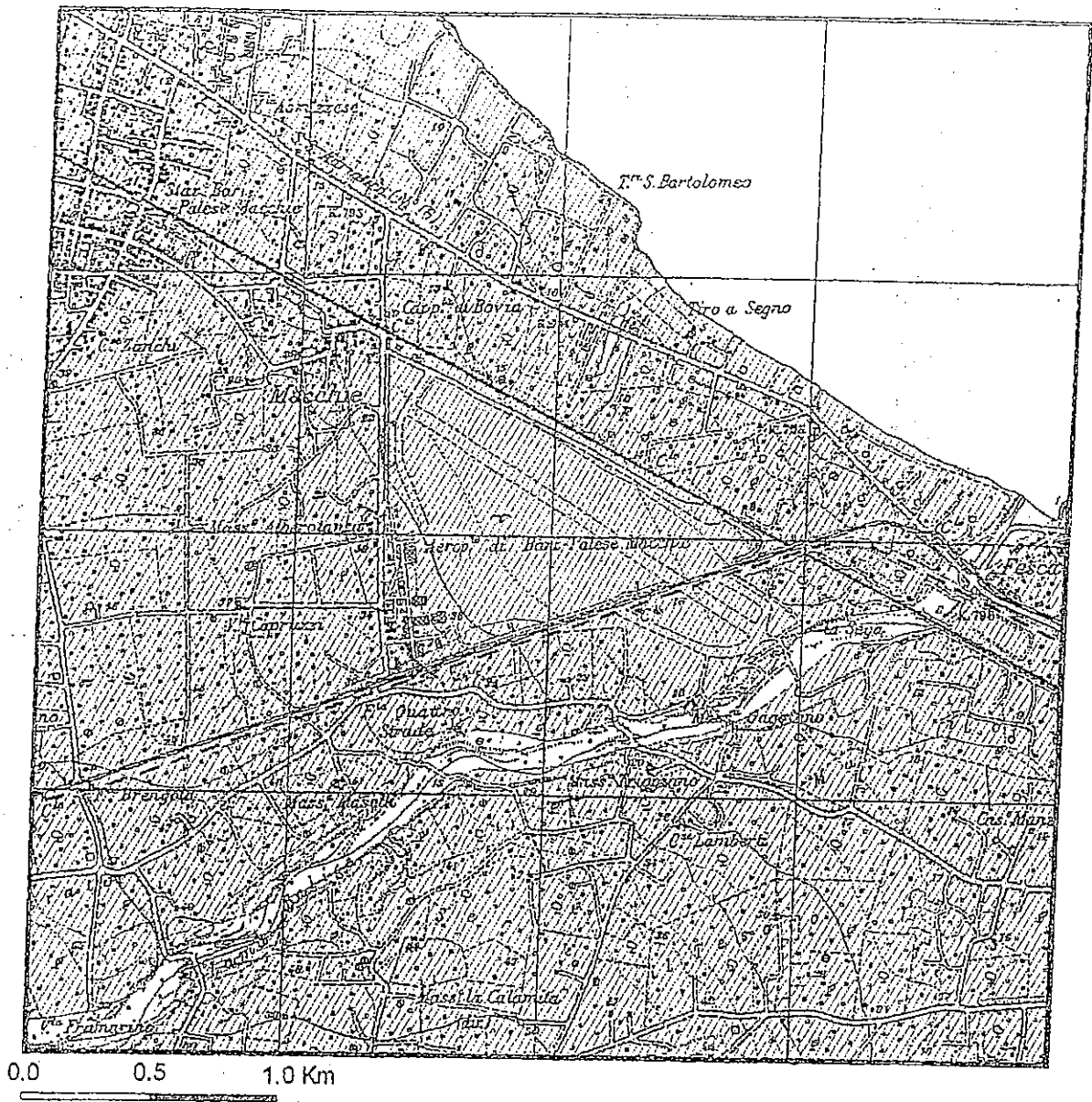
Per la movimentazione dei mezzi di rampa si è prevista la realizzazione di una ampia fascia pavimentata lungo tutto lo sviluppo del nuovo piazzale aeromobili, compresa una parte ancora non pavimentata dell'esistente piazzale. La pavimentazione sarà di tipo flessibile con struttura commisurata al traffico di tipo stradale pesante.

2. GEOLOGIA

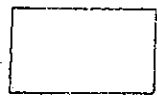
L'Aeroporto di Bari-Palese è ubicato nel F° 177 (Bari) della Carta Geologica d'Italia. Le condizioni geologiche di superficie (Fig. 1) sono caratterizzate da vasti affioramenti di rocce calcaree e calcareo-dolomitiche del Mesozoico, note in letteratura geologica, con il nome formazionale di "Calcarea di Bari"; sulle quali localmente poggiano in trasgressione lembi di calcareniti plio-pleistoceniche, di modesto spessore, appartenenti alla formazione delle "Calcareniti di Gravina"; raramente si riscontra la presenza, in corrispondenza di superfici terrazzate, di depositi marini, di spessore assai modesto, costituiti da calcareniti bioturbate a grana medio-grossolana ("Deposit Marini Terrazzati"). Le ultime due formazioni costituiscono il Gruppo dei "Tufi delle Murge" (Fig. 2).

Sul fondo e, talora, lungo le sponde di solchi di ruscellamento superficiale (noti localmente con il termine di "lame"), sono presenti depositi alluvionali costituiti da sedimenti terrosi e ciottolosi, anch'essi di modesto spessore.

Il "Calcarea di Bari" (Barremiano-Turoniano) costituisce l'ossatura del territorio; si compone di una successione di calcari, calcari dolomitici e dolomie, disposti in strati e banchi di spessore variabile da 2 a 10 cm a 20÷80 cm. I calcari si presentano generalmente di colore bianco e nocciola ed a granulometria ora fine (calcari micritici) ora grossolana (calcari bioclastici); i calcari dolomitici e le dolomie sono, a loro volta, di colore grigio più o meno scuro e mostrano una



LEGENDA



Depositi alluvionali terrosi e ciottolosi presenti sul fondo e lungo le sponde di solchi erosivi ("lame").
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE



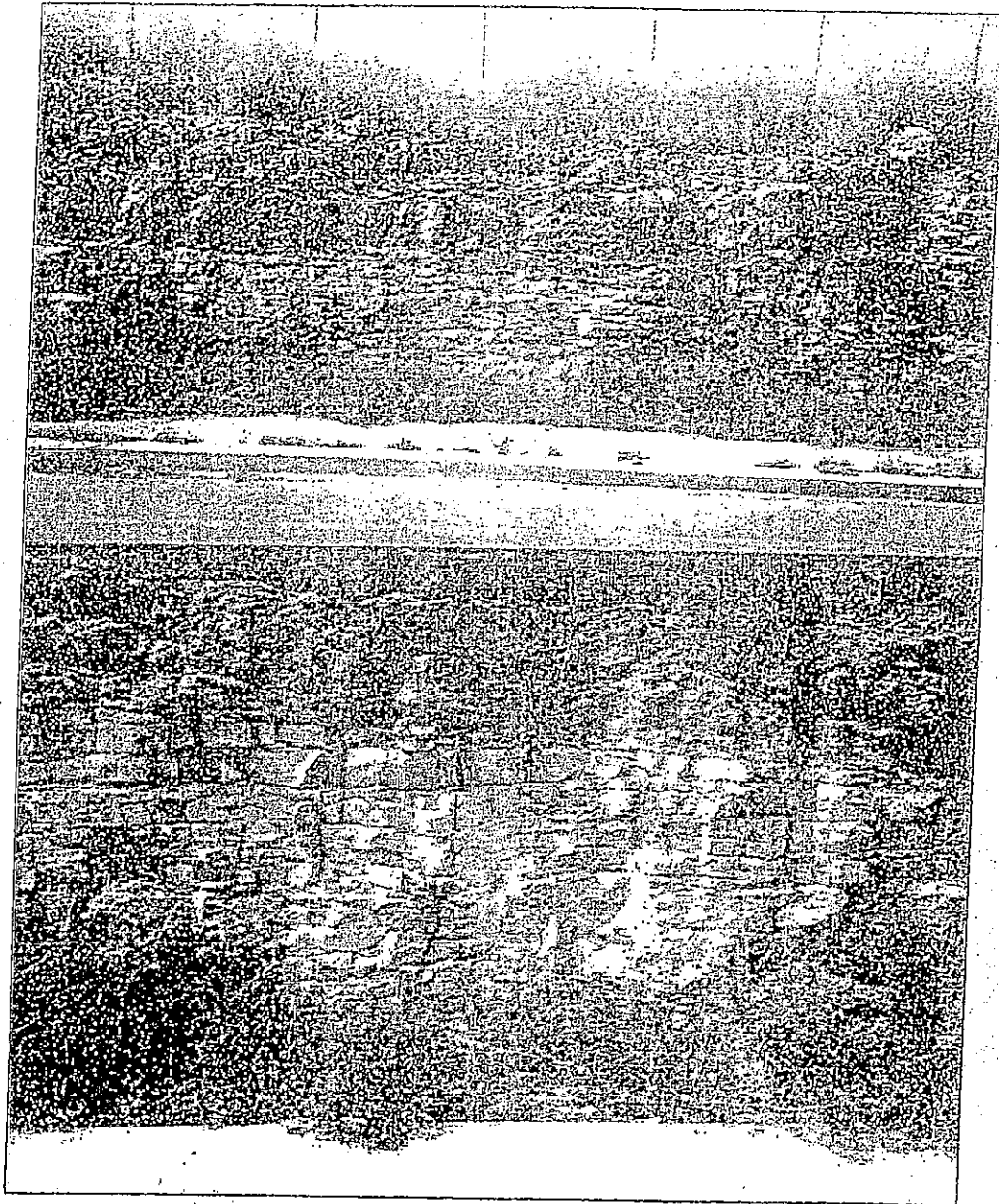
Calcareniti organogene irregolarmente stratificate e poco cementate ("tufo" calcareo).
PLEISTOCENE



Calcarei micritici biancastri con intercalazioni di calcari dolomitici grigiastri a stratificazione medio-sottile e talora in banchi.
CRETACEO INFERIORE - MEDIO



Direzione ed immersione degli strati



La sezione litostratigrafica esposta nel tratto in trincea della via di accesso all'Aeroporto di Bari-Palese (di fronte all'Aeroporto Militare) evidenzia la successione calcarea del Cretaceo coperta in trasgressione da calcareniti quaternarie ("tufo" calcareo). La foto in basso ritrae in particolare la successione calcarea marcatamente suddivisa da fitti piani di stratificazione e da giunti di fratturazione.

struttura ora subsaccaroide (dolospariti) ora fine e laminare (dolomicriti e micriti magnesiache). Più raramente si intercalano livelli di breccie intraformazionali.

In genere, le rocce calcaree e calcareo-dolomitiche sono ricoperte da terre rosse, da terreno vegetale e da materiale di riporto, costituito da pezzame calcareo a grana grossolana.

Per quanto riguarda, in particolare, l'area in esame le rocce calcareo-dolomitiche si presentano in strati e banchi ben stratificati e interessati da giunti di fratturazione variamente orientati, con diffuse carature da dissoluzione. I calcari micritici e bioclastici presenti nella parte alta della successione si rinvengono in intervalli successivi di strati regolari di $2 \div 10$ cm e $20 \div 60$ cm di spessore.

I piani di stratificazione, a giacitura generalmente suborizzontale o leggermente inclinati verso sud-ovest, si presentano frequentemente interrotti da giunti di fratturazione variamente orientati. L'intersezione dei piani di stratificazione con i giunti di fratturazione provoca la suddivisione della roccia in blocchi parallelepipedi di volume variabile (Figg. 3 e 4).

Gli evidenti caratteri di anisotropia dell'ammasso roccioso unitamente alla bassa inclinazione del pendio condizionano i percorsi delle acque di infiltrazione. Ne consegue il favorevole sviluppo del fenomeno carsico dovuto alla dissoluzione chimica della roccia calcarea accompagnata, in genere, da quella meccanica. Tale fenomeno si manifesta con cavità disposte lungo i piani di stratificazione e di fratturazione. Le cavità sono sovente riempite da terre rosse e, in minor misura, da limi sabbiosi giallastri e da pezzame lapideo misto a terre rosse.



Fig. 3

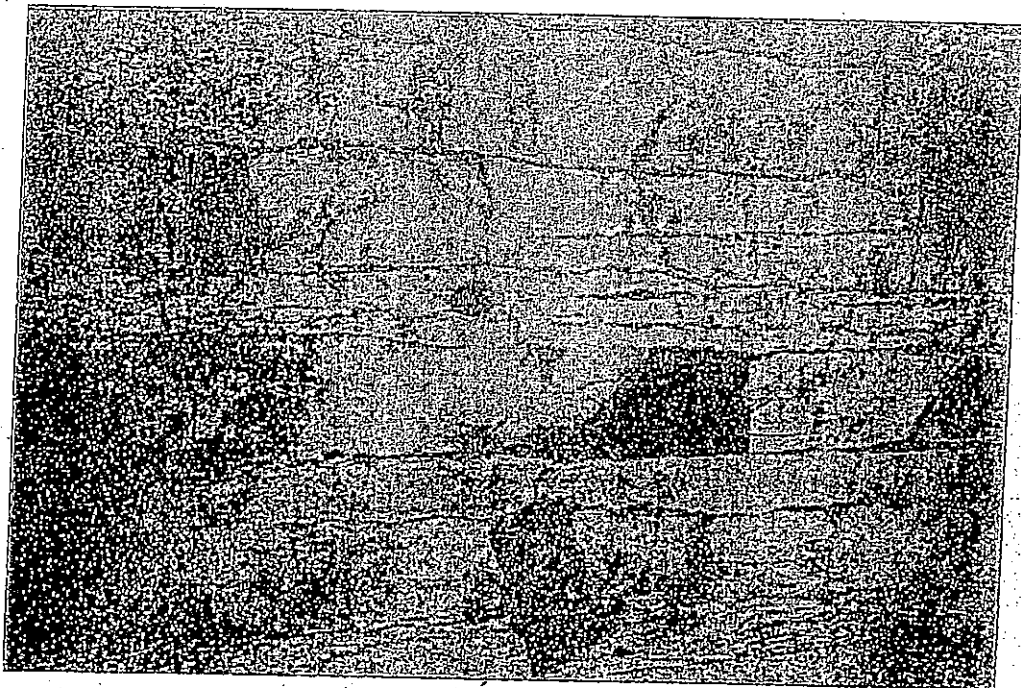


Fig. 4

In seno alla successione calcarea del Cretaceo i giunti di fratturazione evidenti sulle superfici di strato (Fig. 3) si intersecano con i piani di stratificazione (Fig. 4) e determinano la suddivisione della roccia in blocchi parallelepipedi di volume variabile che conferiscono una evidente anisotropia all'ammasso roccioso.

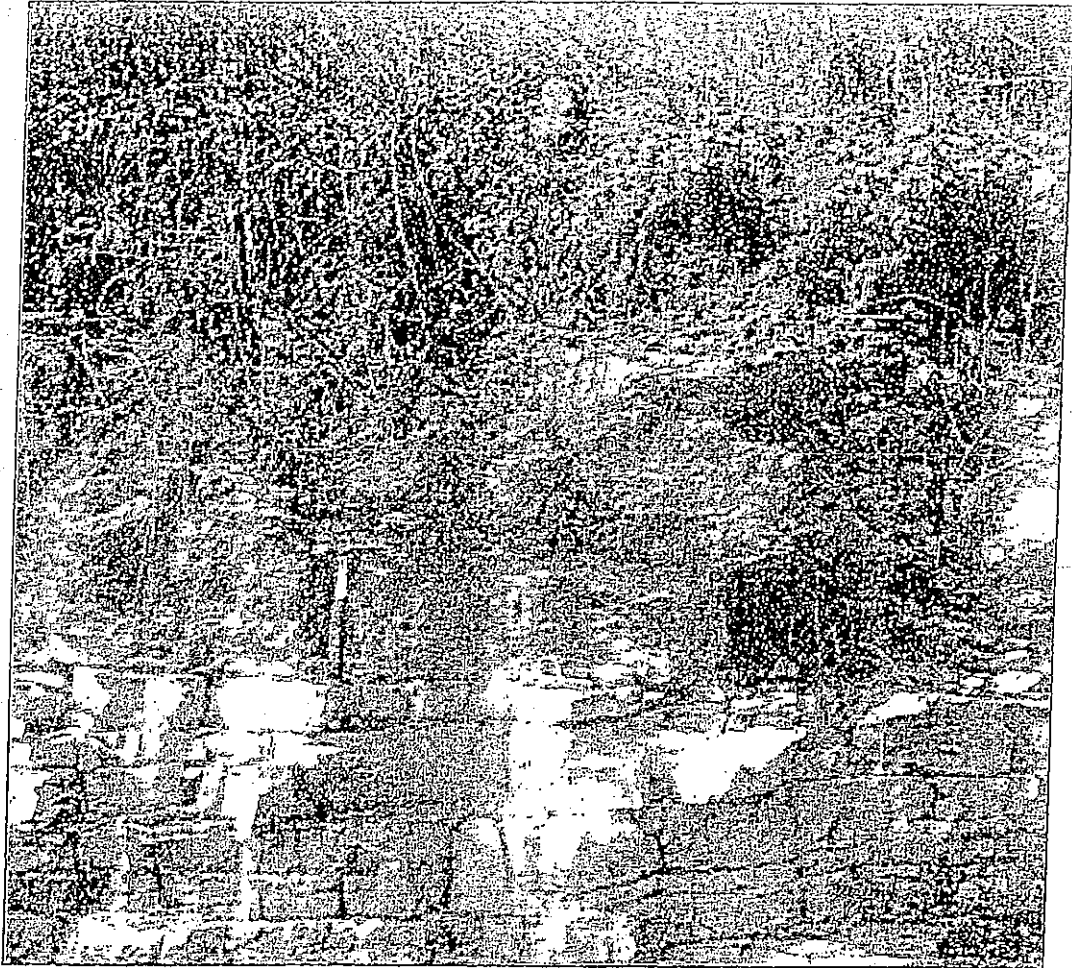
Il basamento calcareo è, inoltre, interessato da una serie di pieghe orientate ONO-ESE ovvero da una successione di anticlinali e di sinclinali molto blande, con fianchi inclinati di pochi gradi ($3^{\circ} \div 8^{\circ}$), su cui giacciono in discordanza i depositi calcarenitici della copertura quaternaria.

A tal riguardo, evidente risulta la corrispondenza tra elementi strutturali e morfologici messa in risalto dalla coincidenza delle pieghe anticlinaliche con dossi allungati e di quelle sinclinaliche con depressioni vallive. L'importanza dal punto di vista paleogeografico di tali strutture risiede nel fatto che esse, costituendo degli alti e bassi morfologici, hanno influenzato le condizioni di deposito dei sedimenti quaternari e influenzato le variazioni di spessore o la loro localizzazione in aree abbastanza limitate.

Le Calcareniti quaternarie ("tufo" calcareo) costituiscono lembi sparsi. Nell'insieme sono poco cementate e irregolarmente stratificate; la giacitura è suborizzontale; lo spessore è variabile (m $0,30 \div 3,50$).

Il contatto con i sottostanti calcari è caratterizzato da una discordanza angolare spesso evidenziata da un livello di sabbie quarzoso-feldspatiche o da terra rossa residuale (Fig. 5). La superficie di trasgressione è rappresentata da una spianata d'abrasione suborizzontale, leggermente inclinata verso l'Adriatico, come si può osservare nella zona a sud dell'Aeroporto di Bari-Palese.

Dal punto di vista litologico, si tratta di calcareniti e calciruditi, tenere e porose, localmente concrezionate e passanti a sabbie medio-grossolane di colore giallastro. I granuli sono principalmente rappresentati da fossili e frammenti di



Le calcareniti quaternarie ("tufo" calcareo) costituiscono lembi isolati di modesto spessore sugli affioramenti del calcare Cretaceo. Il contatto tra le due formazioni geologiche è caratterizzato da una discordanza angolare, spesso evidenziata da un livello di sabbie quarzoso-feldspatiche o da terre rosse residuall.

fossili (bioclasti) e, secondariamente, da frammenti di fango calcareo litificato (intraclasti). I granuli detritici (quarzo e feldspati) sono del tutto subordinati. Sulla base dell'associazione microfaunistica, l'età di tali depositi è ascrivibile al Quaternario antico (Pleistocene inferiore); l'ambiente di sedimentazione è tipicamente quello litorale e sublitorale caratterizzato da acque poco profonde con scarsi apporti terrigeni.

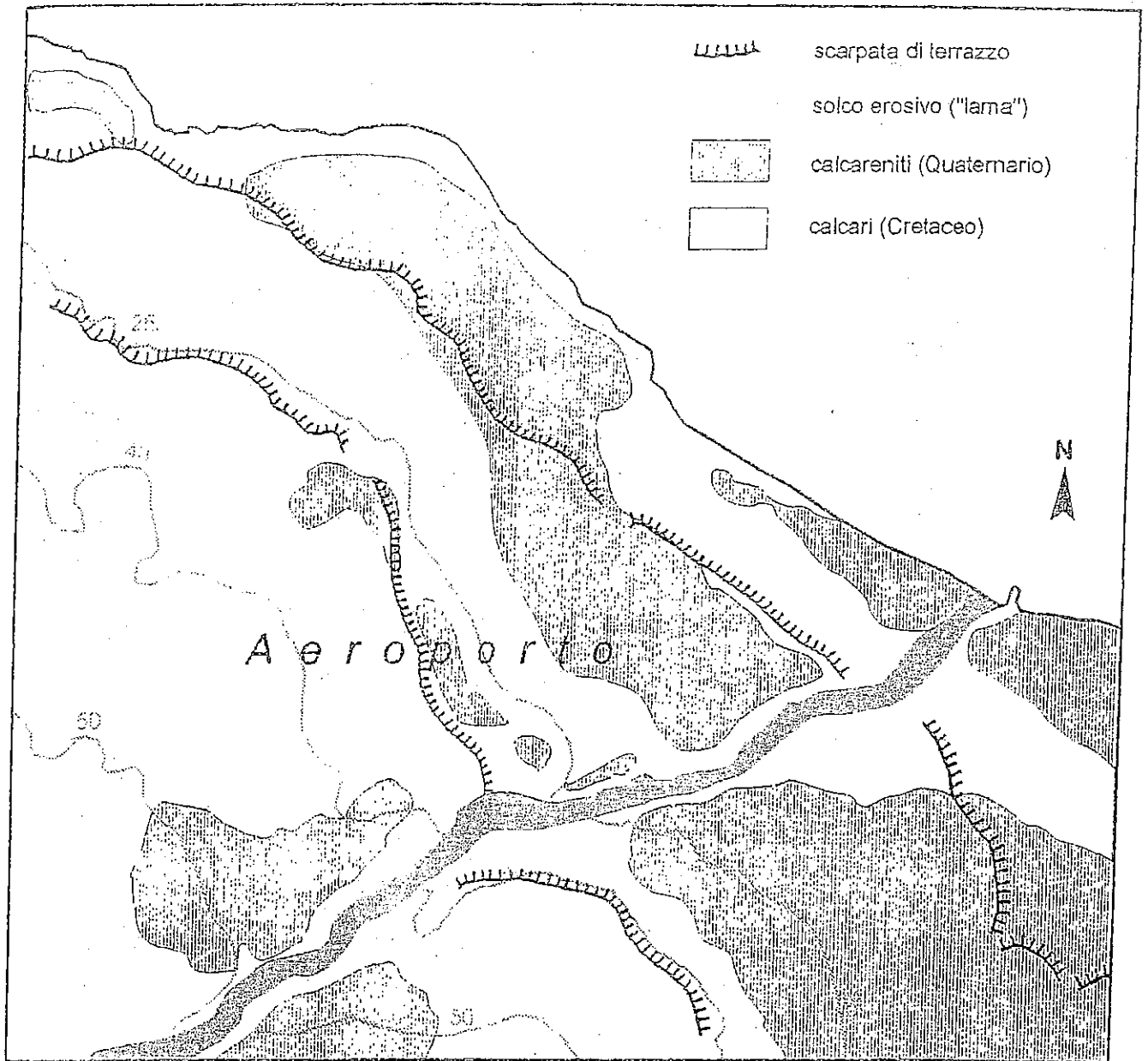
3. LINEAMENTI MORFOLOGICI

L'area interessata dal Progetto è ubicata a S-SE dell'abitato di Palese Macchie e ricade nella Tav. II NO "S. Spirito" del F° 177 della Carta Topografica d'Italia. Essa appartiene alla fascia costiera adriatica delle Murge che, senza soluzioni di continuità, si estende da Barletta fino ad Ostuni.

I caratteri morfologici di detta fascia costiera sono dominati dalla serie di terrazzi marini, formati dal mare pleistocenico in regressione, separati da piattaforme di abrasione poste a quote via via decrescenti verso il livello marino attuale. Al piede dei terrazzi marini si snodano le antiche linee di costa, evidenziate sia da scarpate, a tratti ben evidenti, sia da antichi cordoni dunari fossili (Fig. 6).

Sia le piattaforme di abrasione marina sia le scarpate dei terrazzi conservano i segni del ruscellamento superficiale, che ha modellato le prime ora blandamente ora con solchi erosivi diversamente profondi e di apprezzabile ampiezza ("lame"). A luoghi detti solchi si snodano e si impostano in corrispondenza di lineazioni tettoniche ben definite, spesso evidenziate da brusche deviazioni del reticolo idrografico. Generalmente le "lame" sono secche e riempite di materiale alluvionale recente, tuttavia in occasione di periodi particolarmente piovosi possono convogliare ingenti quantitativi di acqua.

Oltre all'azione di controllo dei deflussi idrici superficiali, le "lame" rappresentano dei solchi entro cui si concentrano gli apporti che alimentano la carsificazione del basamento carbonatico, anche in zone limitrofe alle aste



I lineamenti morfologici della fascia costiera ove è ubicato l'Aeroporto di Bari - Palese sono dominati da terrazzi marini del Quaternario antico evidenziati da nette scarpate e da una successione di piattaforme di abrasione poste a quote decrescenti verso il mare e leggermente inclinate verso nord. Solchi erosivi, denominati "lame", incidono le piattaforme di abrasione in calcare Cretaceo localmente coperto da lembi sparsi di depositi calcarenitici ("tufo" calcareo).

torrentizie. Assai prossima alla zona oggetto delle indagini si trova la Lama Balice, che incide un vasto ripiano, con debole pendenza a Nord.

4. IDROGEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO

Il sottosuolo dell'area d'indagine è caratterizzato dalla presenza di una falda acquifera la cui superficie piezometrica si eleva di circa 1 metro sul livello medio marino.

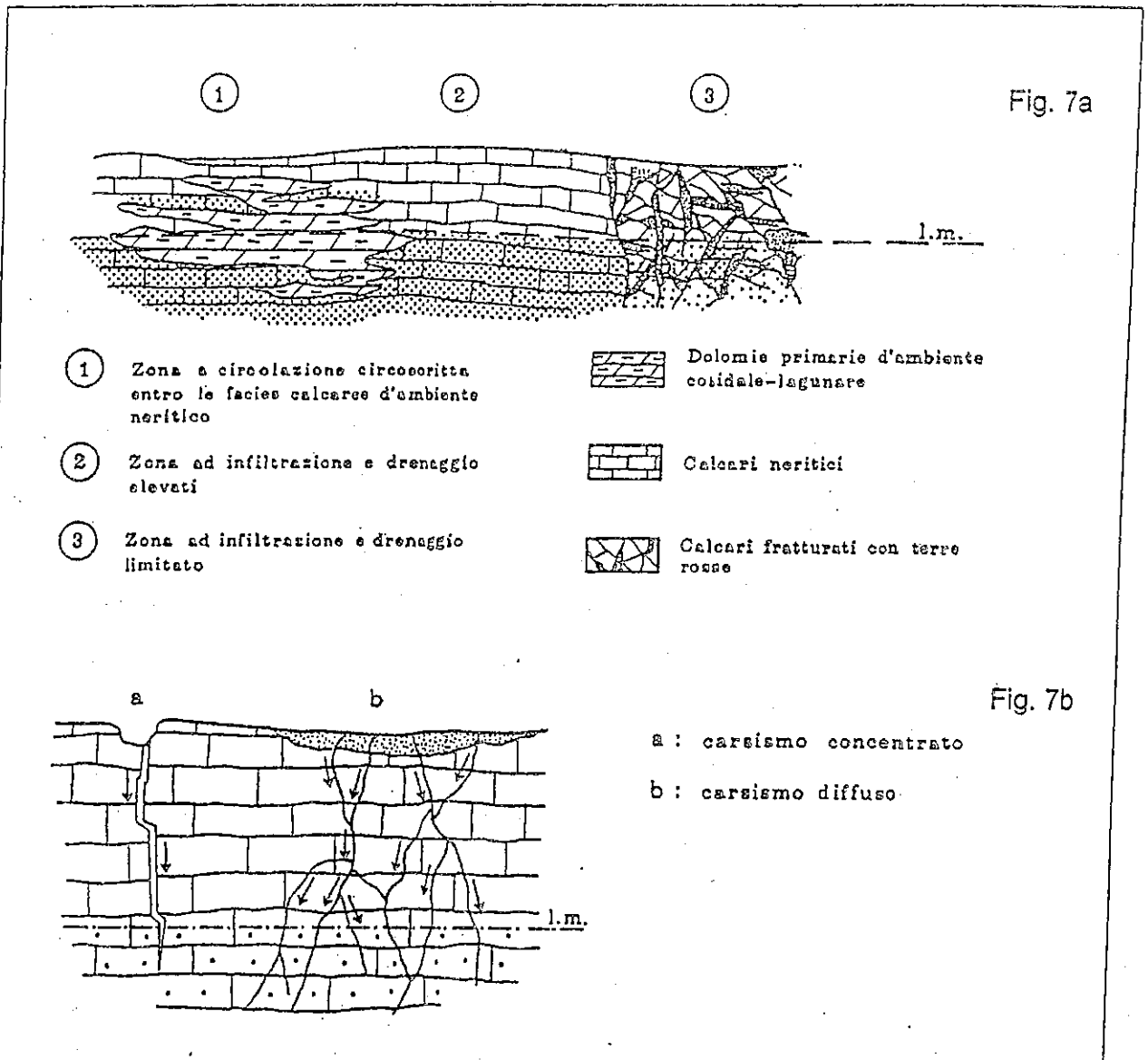
Si tratta della falda carsica, circolante nelle masse carbonatiche mesozoiche pugliesi, che ha come livello di base l'orizzonte marino.

L'assenza di una rete idrografica superficiale trova spiegazione nella facilità e rapidità con cui si verifica il deflusso in profondità delle acque di precipitazione meteorica lungo giunti di stratificazione e di fratturazione di frequente allargati dalla dissoluzione carsica (Fig. 7). Le precipitazioni meteoriche, infatti, rappresentano l'unica fonte di alimentazione della falda carsica profonda mancando corsi d'acqua perenni.

In Tab. 1 sono riassunte le principali caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in esame.

Tab. 1 - Caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'Aeroporto di Bari-Palese

	Unità stratigrafica	Litotipi prevalenti	Età	Permeabilità	
				Tipo	Grado
1	Tufi delle Murge	Biocalcilutiti bianche, tenere e biocalcareniti giallastre con livelli di "panchina"	Pleistocene	Primaria e secondaria (fessurazione e/o porosità d'interstizi)	Basso
2	Calcere di Bari	Calcari e calcari dolomitici, stratificati e fratturati, localmente, carsificati	Cretaceo inferiore-medio	Secondaria (fessurazione e/o carsismo)	Medio-alto



Variazione delle caratteristiche di permeabilità in senso orizzontale e verticale dell'acquifero carbonatico in relazione alla distribuzione delle litofacies e al grado di fratturazione (Fig. 7a) con schema delle condizioni di carsismo diffuso e concentrato (Fig. 7b).

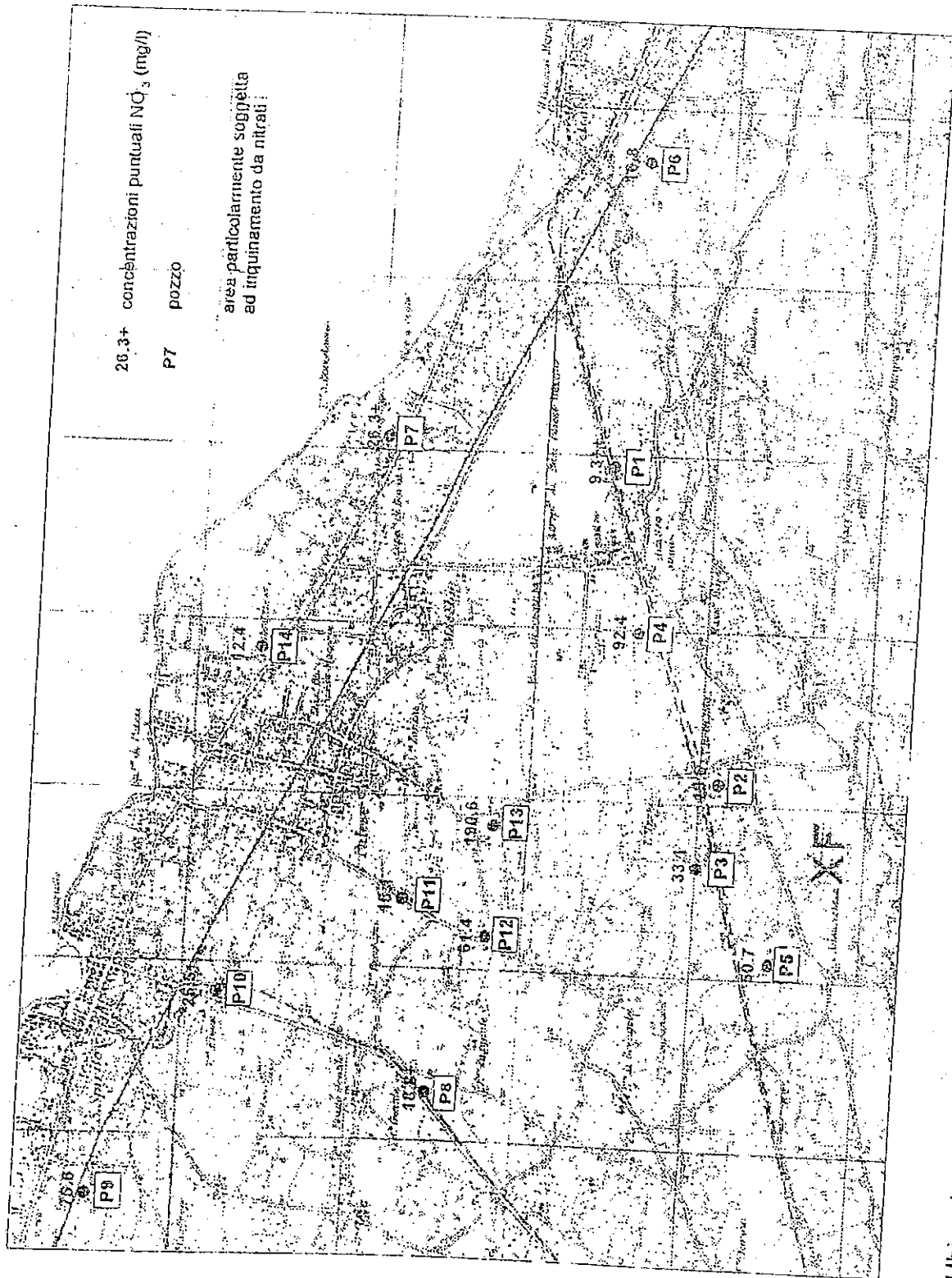
Per quanto riguarda, in particolare, la zona in esame la Tab. 2 riporta i risultati delle analisi chimiche eseguite sulle acque di 14 pozzi situati nella zona circostante l'Aeroporto, la cui ubicazione è riportata in Fig. 8.

La suddetta tabella evidenzia, quanto a valori di TDS (salinità totale), la notevole contaminazione salina della falda provocata dal sovrasfruttamento della falda stessa. Il fenomeno è rappresentato nella carta delle isoaline di Fig. 9, elaborata sulla scorta dei risultati conseguiti, la quale raffigura chiaramente la zona di contaminazione salina.

I risultati, inoltre, delle analisi chimiche riportati in Tab. 2 evidenziano altresì la presenza di nitrati, nitriti e ammoniaca nelle acque di falda. Ammoniaca e nitriti sono indici di inquinamento antropico recente e continuo, al pari dei nitrati che quando superiori a 10 mg/l denotano inquinamento civile e/o agricolo.

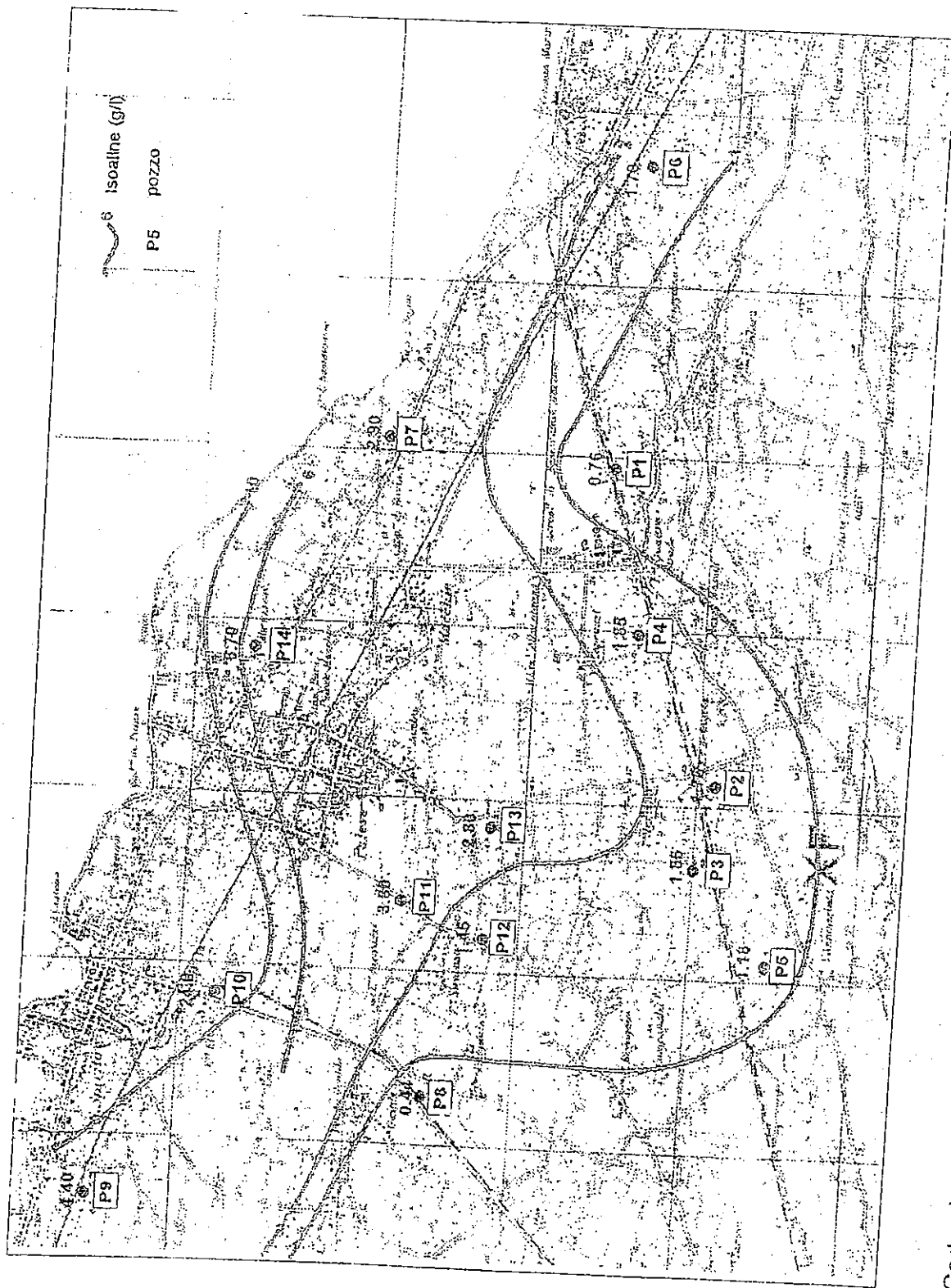
I dati sopra esposti portano a concludere che la qualità delle acque della falda carsica circolante nel sottosuolo della zona aeroportuale è fortemente compromessa sia dalla contaminazione salina provocata dalla intrusione delle acque marine per sovrasfruttamento dei pozzi della fascia costiera sia da continuo inquinamento di origine antropica (civile e agricolo).

Nel sottosuolo dell'area esaminata l'infiltrazione delle acque meteoriche si esplica in forma essenzialmente diffusa. La natura delle litofacies, lo sviluppo del fenomeno carsico, il grado di fratturazione e il materiale di riempimento (terre rosse) di fratture e cavità creano locali anisotropie. Infatti, la presenza dei livelli dolomitici, aventi caratteristiche di bassa permeabilità, facilita la circolazione idrica



Ubicazione dei pozzi utilizzati per il prelievo e l'analisi chimica delle acque di falda con l'indicazione delle concentrazioni puntuali di NO_3^- (mg/l)

Fig. 9



Carta delle isoaline indicanti la notevole influenza dell'intrusione marina, ovvero della salificazione delle acque di falda in corrispondenza dell'area ove è ubicato l'aeroporto di Bari Palese

Tab. 2 - Composizione chimica delle acque di falda circolanti nel sottosuolo della zona aeroportuale

N. Campione	Data prelievo	TDS g/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l
1	23/09/97	0,76	115	30	137	27	159	44	531	5,4	25,9	9,3
2	23/09/97	1,75	144	88	450	24	748	117	574	0,9	ass.	19,5
3	23/09/97	1,95	144	97	520	26	853	271	574	0,8	ass.	33,1
4	23/09/97	1,85	181	89	448	23	780	134	540	ass.	ass.	92,4
5	23/09/97	1,18	201	43	188	21	395	45	543	ass.	ass.	50,7
6	23/09/97	1,70	105	78	445	25	700	127	503	ass.	ass.	16,8
7	29/09/97	2,90	149	108	803	35	1446	205	415	2,4	2,8	26,3
8	29/09/97	0,44	135	6	23	4	45	18	380	1,0	ass.	18,9
9	29/09/97	4,40	159	145	1333	61	2140	397	464	3,1	ass.	75,5
10	29/09/97	24,00	308	899	7382	266	12774	1721	127	17,3	ass.	25,5
11	29/09/97	3,80	211	171	1070	37	1963	246	549	ass.	ass.	15,1
12	29/09/97	1,45	199	58	292	12	572	81	491	0,6	ass.	61,4
13	29/09/97	2,80	347	106	608	18	1330	165	436	1,8	ass.	190,6
14	29/09/97	6,70	158	246	2005	77	3488	457	403	1,5	ass.	12,4

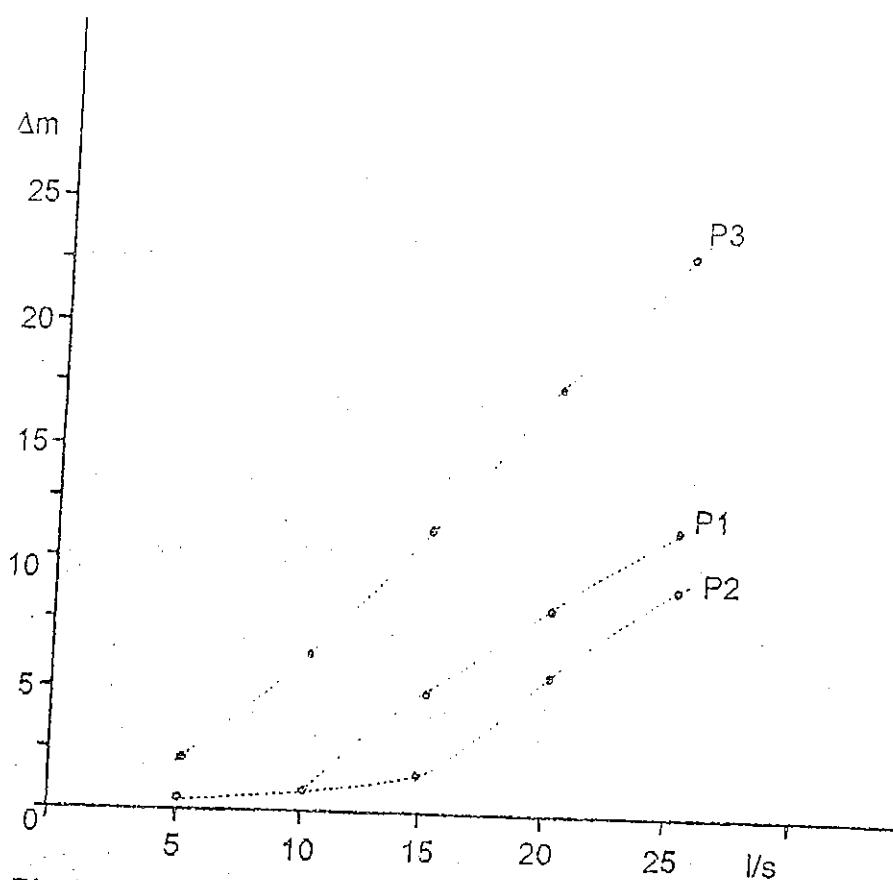
Valori del TDS (salinità totale) superiori a 0,5 g/l indicano contaminazione salina indotta da sovrassatimento della falda. La presenza di ammoniaca (NH₄⁺) indica inquinamento antropico recente; quella di nitriti (NO₂⁻) è indice di inquinamento recente in via di ossidazione verso nitrati (NO₃⁻), sempre presenti a testimonianza di inquinamento antropico e/o agricolo, quando superiori a circa 10 mg/l.

sotterranea nei livelli calcarei maggiormente solubili e particolarmente carsogeni; similmente le sacche di terre rosse, praticamente impermeabili, formano delle vere e proprie isole che vengono aggirate dalle acque d'infiltrazione richiamate dalle fratture beanti.

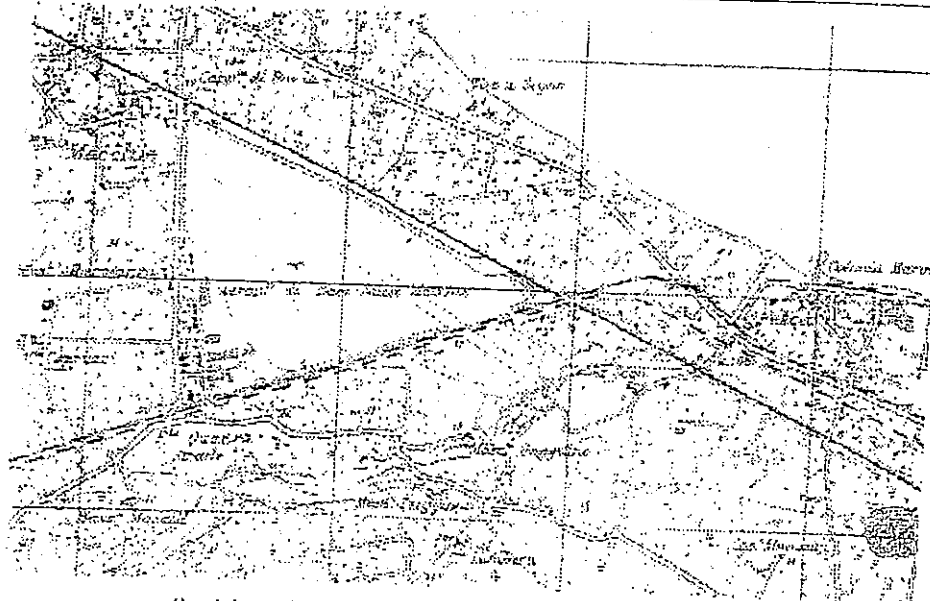
Ciò è testimoniato dalle prove di assorbimento che lo scrivente ha eseguito in passato in una zona assai prossima (S. Paolo) a quella dell'Aeroporto di Bari-Palese, e che hanno fornito risultati molto significativi. In un pozzo (P3), ove predominano dolomie, si sono registrati all'atto delle prove, sensibili aumenti del livello di falda, mentre in altri due pozzi (P1 e P2), a parità di sviluppo delle facies calcaree e dolomitiche, sono state osservate differenze di permeabilità condizionate dalla presenza di terre rosse fra i piani di stratificazione e i giunti di fratturazione.

Le prove di assorbimento effettuate nei tre pozzi, con portate di l/s 5-10-15-20-24 emunte da un pozzo vicino (P4), hanno fatto registrare gli innalzamenti del livello di falda rappresentati nella Fig. 10. Nel pozzo P4, alle portate emunte di l/s 10, 14 e 24 fanno rispettivamente riscontro le seguenti depressioni: -3,85 m; -7,86 m; -19,64 m. Le interferenze dell'emungimento di dette portate sui livelli dei pozzi P1, P2 e P3 sono risultate rispettivamente le seguenti: -3,03 m; -4,26 m; -7,67 m (per il pozzo P1); -3,16 m; -5,00 m; -7,98 m (per il pozzo P2); -4,20 m; -7,69 m; -7,64 m (per il pozzo P3).

Vi è, inoltre, da osservare che in base ai dati sulle precipitazioni, si è registrata nella zona di Bari (15.8.1938) una precipitazione di ben 60 mm per la durata di un'ora (che supera nettamente il massimo di 40 mm/h assunto nei calcoli



Risultati delle prove di assorbimento effettuate in tre pozzi nella zona di Bari S. Paolo, assai prossima all'Aeroporto di Bari - Palese. I pozzi P1, P2 e P3, profondi circa 35m, possono assorbire portate rispettivamente dell'ordine di circa 65 l/s, 75 l/s e 50 l/s. La permeabilità è maggiore nei calcari fessurati del pozzo P2 mentre si abbassa progressivamente in quelli con fessure parzialmente riempite da terre rosse del pozzo P1 e con livelli dolomitici del pozzo P3.



zona di ubicazione dei pozzi idrogeologici P1, P2 e P3

di progetto). Un calcolo indicativo, dimostra che in simili condizioni i pozzi P1 e P2, che servivano un'area di 8800 m² avrebbero assorbito una portata pari a 146,9 l/s; il pozzo P3 55 l/s mentre la portata sull'intera area (circa 20.000 m²) si aggirava sui 334 l/s.

Per quanto riguarda, in particolare, la zona aeroportuale, nel corso delle perforazioni dei sondaggi geognostici sono state condotte prove di assorbimento in foro su tasche di prova di lunghezza variabile da 4 a 6 metri, opportunamente isolate con otturatori (tubi di rivestimento metallico). I livelli interessati dalle prove in argomento sono stati opportunamente individuati in relazione a quanto emergeva dall'esame di frantumazione e di carsificazione dell'ammasso roccioso durante le perforazioni dei sondaggi (Allegato 1). Le prove sono state eseguite a carico costante con durata di 14 minuti primi per ciascuna ed i risultati sono riportati nelle Tab. 3.

Dall'esame degli indici di assorbimento calcolati emerge l'eterogeneità del mezzo, lungo la verticale dello stesso foro ed arealmente, che non sorprende data la natura dell'ammasso roccioso sottoposto alle prove.

Tab.3 - Risultati delle prove di assorbimento eseguite nei sondaggi perforati nell'area interessata dalle nuove infrastrutture aeroportuali

Sondaggio	Tasca di prova m	Litologia	Assorbimento medio (l/min) atm=1
S8	2,0÷6,0	calcari fessurati e carsificati inglobati in abbondanti vene e sacche di terre rosse	0,68
S15	0,0÷5,0		0,98
S13	7,0÷13,0	calcari fessurati con locali inclusioni di terre rosse	10,02
S17	5,0÷10,0	calcari fessurati e carsificati alternati con calcari dolomitici	8,18
S10	10,0÷15,0	calcari molto fratturati	120

La notevole variabilità degli indici di assorbimento, infatti, è spiegabile osservando la successione litostratigrafica presente nei tratti di perforazione interessati. Laddove sono presenti terre rosse in grande abbondanza (sondaggi S8 e S15) gli indici di assorbimento sono assai bassi; laddove invece i calcari fessurati contengono inclusioni localizzate di terre rosse oppure si alternano con strati dolomitici, poco carsificati, i valori tendono ad aumentare ($8 \div 10$ l/m); sono, infine, più elevati nei tratti in cui i calcari sono molto fratturati.

D'altro canto, considerando l'assorbimento medio in funzione della profondità si rileva che valori estremamente bassi si riscontrano solo entro i primi $5 \div 6$ m di profondità rispetto al piano di campagna e che essi aumentano progressivamente con la profondità.