

22. Bruno VISINTIN e Nicolò GANDOLFO – Il fluoro in natura come agente morbigeno. - Nota I. Le acque ed il suolo di Campagnano di Roma.

Il fluoro è un elemento molto diffuso in natura, allo stato di combinazione, come fluorite (CaF_2), criolite (Na_3AlF_6) e apatite $\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2(\text{PO}_4)_3$. Lo si riscontra soprattutto nei sistemi montani di origine vulcanica, nell'acqua di mare ed in alcune acque sorgive dotate di caratteristiche particolari.

Molto diffuso è pure negli organismi viventi ⁽¹⁾, tuttavia ancora poco si sa sul significato della sua presenza. Interessante è a questo riguardo il quadro che BERNARDI A. ha tracciato su « La chimica del fluoro negli organismi » ⁽²⁾.

Per quanto riguarda il regno vegetale, è stato riscontrato nell'involucro dei semi ⁽³⁾; nelle ceneri di varie piante (Carles, Ost); nelle foglie di pino ⁽⁴⁾; nell'uva ⁽⁵⁾.

Sembra che in tracce questo elemento, sia vantaggioso, in quanto stimolerebbe lo sviluppo vegetativo.

Per quanto si riferisce all'organismo animale, il Gautier ha notato che la presenza del fluoro è legata a quella del fosforo e che il rapporto P/F è diverso a seconda degli organi ed è tanto minore quanto maggiore è l'attività del tessuto. I tessuti e gli organi, in rapporto al loro contenuto in fluoro, possono dividersi in tre gruppi ⁽⁶⁾:

1) Organi assimilanti e secernenti (muscoli, ghiandole, nervi). Con un contenuto in fluoro di mg 0,5-0,8 riferiti a gr. 100 di sostanza secca, accanto ad una quantità di fosforo circa 500 volte maggiore.

2) Tessuti dotati di minore attività (ossa, cartilagini, tendini). Con un contenuto di fluoro di mg 4,5-8,8 riferiti a g. 100 di sostanza secca, accanto a una quantità di fosforo 125 volte maggiore.

3) Tessuti con speciali funzioni meccaniche (penne, capelli, unghie, denti). Con un contenuto in fluoro di mg. 110-180% di sostanza secca, accanto ad una quantità di fosforo 5-6 volte maggiore.

L'organismo animale ricava il proprio fabbisogno in fluoro dall'acqua e dagli alimenti in genere. E' però da tenere presente

che, data l'enorme tossicità di questo elemento, solo in piccolissime quantità egli è capace di esplicare funzioni fisiologiche, diversamente agisce da energico veleno.

Vi sono infatti condizioni ambientali in cui i limiti di tolleranza di questo elemento, vengono notevolmente oltrepassati, dando luogo a fenomeni abnormi, tali da richiamare l'attenzione degli sperimentatori soprattutto nel campo biologico e in quello chimico. Alcune industrie, quali quelle adibite alla produzione della criolite e dei perfosfati, emanano il fluoro e questo, poichè viene a trovarsi nell'atmosfera, è assorbito dalla vegetazione che in tal modo diviene causa di gravi danni al bestiame. La prima segnalazione di manifestazioni patologiche in animali così alimentati fu fatta da Bertolomei nel 1912 (⁷). Altri autori rilevarono e studiarono successivamente il fenomeno: tra essi, citiamo il Cristiani (⁸) (⁹) (¹⁰) che per primo parla di fluorosi nel corso delle sue lunghe ricerche, in seguito alle quali ha potuto dimostrare il nesso etiologico, fra le più varie manifestazioni croniche.

E' opportuno rilevare qui quanto avvenne in provincia di Trento nel 1929: nel territorio del Comune di Mori, era entrata in attività una fabbrica per la produzione elettrolitica dell'alluminio. Tosto si manifestarono fenomeni d'intossicazione, con gravi conseguenze per la bachicoltura, e più tardi anche per il patrimonio zootecnico della località. L'acido fluoridico, derivante dalla decomposizione della criolite che come fondente dell'allumina trova impiego nel ciclo lavorativo, si sprigionava assieme agli altri gas e polveri (pure queste ricche di fluoro), dai forni elettrolitici. Indagini eseguite infatti sulle ossa di animali colpiti, hanno messo in evidenza un contenuto in fluoro fino a otto volte superiore a quello che si riscontrava nelle ossa di animali normali (¹¹). Importanti indagini sono state eseguite in merito anche da questo Istituto, con lo scopo di accertare l'efficienza degli impianti destinati ad impedire la diffusione dell'acido fluoridico e delle polveri ricche di fluoro (¹²).

Se i fenomeni di fluorosi, dovuti a stabilimenti industriali sono da considerarsi accidentali, in quanto dipendono dalla attività di essi e dalle provvidenze che da essi vengono adottate al fine di impedire la diffusione della sostanza tossica, vi sono condizioni ambientali dovute alla natura geologica del terreno il quale, per con-

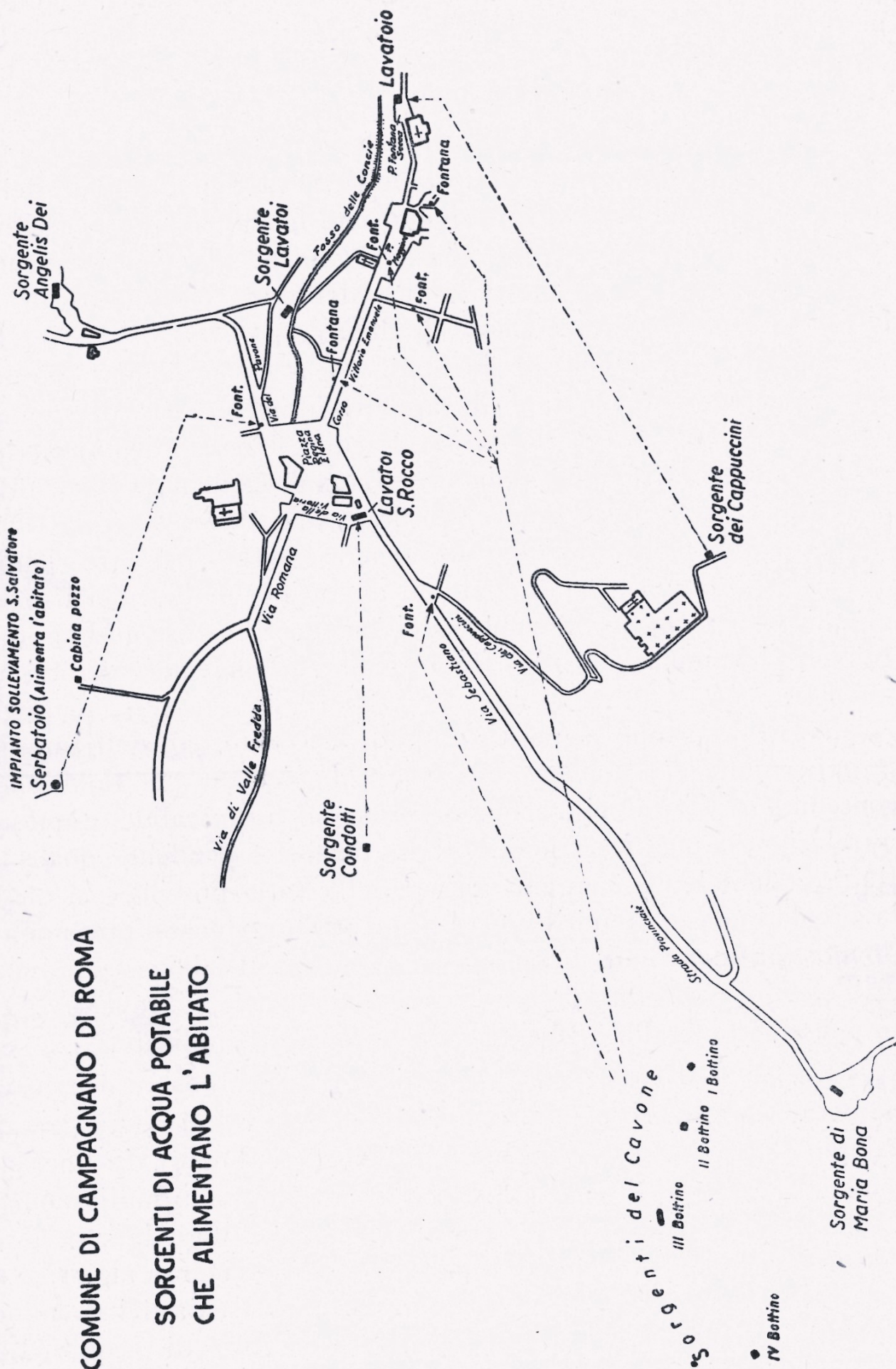
tenere composti del fluoro allo stato naturale (fluorite, criolite), in quantità notevoli, determina un aumento di questo elemento nelle acque che lo attraversano e nella vegetazione che da esso trae, assieme all'acqua, i principi minerali.

A questo proposito, il Velù ⁽¹³⁾ descrive una distrofia dentale esistente in diverse zone fosfatose dell'Africa Settentrionale della quale sono colpiti tutti gli individui che hanno vissuto senza interruzione in dette zone fino alla eruzione dei denti permanenti. Questi terreni sono costituiti in prevalenza da fosfato tricalcico (60-70%) e contengono 1-2,50% di fluoro.

Importanti ricerche sperimentali ⁽¹⁴⁾ ⁽¹⁵⁾ ⁽¹⁶⁾, hanno potuto successivamente dimostrare il rapporto esistente tra alterazione dentale e la presenza di fluoruri nell'acqua. Una riprova in merito si ebbe quando a Oakley (Idaho) e Bauxite [Arkansas ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾] si provvide a sostituire le acque fluorurate con acque esenti da fluoruri o con un contenuto inferiore al milligrammo per litro. Dopo dieci anni infatti non si riscontrano alterazioni dentali nei bambini nati posteriormente al cambio dell'acqua. S'impose così sin dal 1937 la denominazione di « fluorosi dentale endemica di origine idrica ».

Nel 1937 venne segnalata da parte del Ministero dell'Interno la opportunità di estendere su vasta scala ricerche per stabilire il contenuto in fluoro nelle acque destinate ad uso potabile, e questo in relazione a manifestazioni morbose da essi dipendenti, quale la fluorosi dentale. Gli organi sanitari delle varie provincie ai quali la circolare era in definitiva diretta non sembra abbiano preso nella dovuta considerazione il compito loro affidato. I laboratori provinciali che dovevano intraprendere ricerche in merito, si trovarono per lo più, di fronte alla difficoltà della tecnica da applicare.

Eccher dall'Eco D. ⁽¹⁹⁾ già avviato a questo genere di ricerca ha potuto in tale occasione fornire una serie di valori relativi a 122 campioni di acqua prelevati nella provincia di Trento. In linea di massima, egli poté riscontrare solo qualche decimo di milligrammo di fluoro per litro di acqua. Solo nella località Vignola superiore ed inferiore del Comune di Tenna ha messo in evidenza mg. 1,47 e in località Zava, Masetti, Castello, Pozza, ed Ischia del Comune di Perigino, mg 1,5 ed mg 1,7 di fluoro per litro di acqua. Lo stesso A. invoca rilievi da parte degli Ufficiali sanitari per stabilire



COMUNE DI CAMPAGNANO DI ROMA

SORGENTI DI ACQUA POTABILE
CHE ALIMENTANO L'ABITATO

se nei vari comuni da lui presi in considerazione vi sono statisticamente delle differenze nella situazione sanitaria rispetto alla fluorosi ed al gozzismo fra i paesi forniti di acqua potabile povera di fluoro e quelli che dispongono di acqua relativamente ricca di fluoro.

Sotto gli auspici della « Italian Medical Nutrition Mission » sono state intraprese da circa un anno da parte del Dr. Fiorentini della Clinica Odontoiatrica della R. Università di Roma e del Dr. GALEAZZI della Clinica Medica della R. Università di Roma, ricerche sistematiche sugli abitanti del Comune di Campagnano di Roma, i quali nella quasi totalità, oltre alle classiche alterazioni dentali descritte anche dagli Autori americani, presentano un quadro clinico particolare del quale sembra essere responsabile il fluoro. I segni evidenti di questo quadro sono soprattutto una distrofia dentale e manifeste alterazioni della tiroide.

Allo scopo di rintracciare la causa di tali alterazioni, invero imponenti, che conferiscono ad una intera popolazione condizioni di vita esulanti dal normale, iniziammo le indagini sull'acqua potabile che alimenta il Comune.

L'acqua potabile necessaria ai bisogni viene fornita da nove sorgenti distinte (vedi figura); da un pozzo di recente escavazione; da altri due pozzi scavati che provvedono l'acqua, uno al convento delle Suore Compassioniste, l'altro alla Scuola « Regina Elena ».

Dai sopralluoghi effettuati nel Comune di Campagnano è stato possibile fare un quadro della situazione delle sorgenti:

Acquedotto del Salvatore.

E' alimentato dall'acqua di un pozzo scavato nel tufo nel 1935, per una profondità di 40 metri ed un diametro di metri 1,20. Dal fondo di esso si diramano due gallerie, una lunga sei metri, l'altra otto metri. In stato di riposo l'acqua occupa nel pozzo uno spessore di circa due metri. Ha una portata di litri 45.000 giornalieri che non è influenzata dalle precipitazioni atmosferiche, mentre risente delle variazioni stagionali. A mezzo di una elettropompa l'acqua viene sollevata e immessa in un serbatoio in muratura di cemento, della capacità di mc. 90, ubicato a circa 50 metri in località più elevata. Da qui l'acqua viene convogliata al centro abitato e distribuita a 200 utenze e ad una fontanina sita in via del Pavone.

Sorgente Angelis Dei

L'acqua sgorga da una roccia tufacea a mezzo di due fontanelle. La portata della sorgiva, la cui opera di captazione risale ad epoca immemorabile, è di circa 30.000 litri giornalieri. E' tenuta in gran conto dalla popolazione perchè considerata leggera e di spiccata azione diuretica. Subisce piccole variazioni stagionali.

Sorgente dei Lavatoi

E' stata captata in epoca immemorabile entro una roccia di tufo. La polla che ha luogo fornisce l'acqua a due fontanelle di un lavatoio pubblico. Dalla popolazione viene considerata la migliore dopo quella della sorgente Angelis Dei.

Sorgente Cappuccini

L'acqua viene raccolta in una galleria filtrante scavata nel tufo, lunga circa 20 metri. La portata della sorgente è di 40.000 litri. L'opera di captazione risale al 1934. Alimenta una fontanina nella parte bassa della città. Non subisce che piccole variazioni stagionali.

Sorgente dei Condotti

E' ubicata in località Valle Fredda; vi si accede da un vigneto scendendo verticalmente per circa metri 2,50, si percorre quindi una galleria scavata nel tufo lunga circa 30 metri, in fondo alla quale l'acqua si raccoglie in una serie di bottini, per essere poi convogliata a mezzo di una tubazione in ferro in città dove alimenta la fontana del lavatoio di San Rocco. E' stata captata in epoca remota. Non è bene protetta dall'esterno, dalla volta sporgono le radici degli alberi; è influenzata dalle precipitazioni atmosferiche intorbidando. Ha una portata di circa 40.000 litri nelle 24 ore.

Acquedotto del Cavone

Viene alimentato dalla sorgente di Maria Bona e dai quattro bottini che costituiscono le sorgenti del Cavone. Fornisce l'acqua alla Soc. An. Lavoraz. Carni Bovine e Suine, all'Ospedale, ad una casa privata ed a cinque fontanine.

1) *Sorgente Maria Bona* :

L'acqua scaturisce entro la roccia tufacea e si raccoglie in un bottino; passa quindi in una cassetta da dove una parte va alla vicina fontana dell'abbeveratoio, l'altra si unisce a quella delle sorgenti del Cavone. Ha una portata di circa 20.000 litri nelle 24 ore. Risente delle precipitazioni atmosferiche intorbidando.

2) *Sorgenti del Cavone* :

I° Bottino. — In una galleria, scavata nel tufo, lunga dieci metri, l'acqua vi si raccoglie per stillicidio. L'acqua è stata captata circa 70 anni addietro; ha una scarsa portata; con la pioggia si intorbida.

II° Bottino. — L'acqua si raccoglie entro la roccia di tufo e si intorbida durante le piogge.

III° e IV° Bottino. — Nella breve galleria filtrante scavata entro il tufo si raccoglie anche l'acqua del IV° Bottino il quale essendo il più superficiale è anche il meno protetto.

Le sorgenti del Cavone hanno una portata complessiva di circa 20.000 litri di acqua nelle 24 ore e subiscono variazioni stagionali notevoli.

PARTE SPERIMENTALE

I campioni di acqua da sottoporre all'analisi chimica sono stati prelevati in data 29 ottobre 1943, servendosi di bottiglie di vetro neutro della capacità di 2 litri, munite di tappo di vetro smerigliato.

Analisi qualitativa

E' stata eseguita sul residuo fisso di un campione prelevato dall'acquedotto del Cavone, ricorrendo ai metodi di analisi generalmente usati. Sul residuo fisso è stato pure eseguito l'esame spettrografico e la ricerca del fluoro; quest'ultima sul residuo fisso di 15 litri di acqua, col metodo classico che si basa sull'intorbidamento di una goccia di acqua distillata investita dal gas di SiF_4 .

E' risultata la presenza di: Sodio, potassio, calcio, stronzio, magnesio, ferro, cloruri, *fluoruri*, carbonati, solfati, sostanze organiche.

Dalle prove fin qui eseguite risulta: le acque di Campagnano

ANALISI SOMMARIO DELLE ACQUE POTABILI DI CAMPAGNANO

SORGENTI	S. SALVATORE	ANGELIS DEI	LAVATOI	CAPPUCCINI	CONDOTTI	CAVONE
Temperatura acqua	13 ⁰ ,7	13 ⁰ ,9	13 ⁰ ,5	13 ⁰ ,5	12 ⁰ ,7	15 ⁰
» aria	19 ⁰ ,5				17 ⁰	
Caratteri organolettici	limpida	limpida	limpida	limpida	limpida	limpida
Reazione	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
Durezza in Gr. Fr.	28	25	32	14	17	17
Alcalinità (HCl n/10 consumato)	56	56	56	31	46	44
Nitriti	tracce minime	tracce minime	tracce	assente	assente	assente
Nitrati	discreta quantità	piccola quantità	forte quantità	assente	assente	assente
Calcio	discreta quantità	0,067	discreta quantità	piccola quantità	0,045	0 050
Magnesio	piccola quantità	0,010	piccola quantità	piccolissima quantità	0,007	0,008
Conducibilità elettrica specifica a 18 ⁰ (K 180)	0,0006535	0,00064322	0,0008199	0,0004032	0,0005365	0,0004857
Residuo fisso calcolato da K ₁₈ ⁰	0,490	0,481	0,615	0,303	0,395	0,364

contengono fluoro e le sorgenti che provvedono al fabbisogno del Comune sono da raggrupparsi in due gruppi distinti :

I° gruppo (S. Salvatore, Angelis Dei, Lavatoi) Acque con durezza elevata e caratterizzate dalla presenza di nitrati e di tracce di nitriti.

II° gruppo : (Cappuccini, Condotti, Cavone) Acque di durezza media e prive di nitrati e di nitriti.

Questo fatto fa pensare alla esistenza di due diversi bacini idrici che provvedono a mantenere in attività le sorgive che ad essi fanno capo. Questa tesi è avvalorata dalla distribuzione delle sorgenti medesime, in rapporto alla conformazione del terreno.

In merito alla ricerca quantitativa del fluoro, abbiamo proceduto nel seguente modo : 1 litro di acqua in esame in cui si sono sciolti g 2,5 di carbonato sodico cristallizzato, si lascia a sè per circa un'ora. Si filtra per carta, si concentra a b.m. entro capsula di platino fino a secchezza ; si pone in muffola regolata alla temperatura di circa 350°, per circa un'ora, si riprende con poca acqua distillata a caldo e si filtra, lavando lo stretto necessario la capsula ed il filtro. Nel filtrato si determina il fluoro per via volumetrica, seguendo il semimicrometodo elaborato da uno di noi (20), previo trattamento con idrossido di zinco ammoniacale al fine di eliminare l'acido silicico. Questo procedimento è stato accuratamente controllato mediante prove in bianco e operando su volumi diversi di una stessa acqua, riscontrando in questo caso valori in fluoro proporzionali ai volumi di acqua sottoposta al trattamento.

Contenuto in Fluoro (F) delle acque potabili di Campagnano

Sorgente	Fluoro mg. per litro
S. Salvatore	1,17
Angelis Dei	0,88
Lavatoi	0,61
Cappuccini	0,71
Condotti	0,74
Gruppo del Cavone o Maria Bona	0,71

Controlli successivi eseguiti sull'acqua prelevata dalla fontana monumentale di Campagnano che è alimentata dalle sorgenti del Gruppo del Cavone e di quella di Maria Bona, hanno permesso di constatare che il contenuto in fluoro subisce piccole oscillazioni pur mantenendosi intorno ad un mg. per litro di acqua.

Tale contenuto in fluoro, pur essendo più alto di quello che può riscontrarsi in una comune acqua potabile non è in ogni caso sufficiente a giustificare da solo l'intensità dei fenomeni morbosi riscontrati nel comune di Campagnano. A questo proposito il DEAN ⁽²¹⁾ asserisce che per determinare alterazioni dentarie simili a quelle riscontrate in detto comune dal Dott. Fiorentini, le risultanze delle indagini del quale sono in corso di pubblicazione, occorrono almeno mg 5,7 di fluoro per litro di acqua. E' quindi da ritenere che gli abitanti di Campagnano traggano da altra fonte il fattore responsabile.

Prima di intraprendere ricerche in merito su più ampia scala abbiamo ritenuto opportuno analizzare la roccia di tufo su cui sorge l'abitato, prelevandola dalla parete che racchiude la sorgente Angelis Dei.

A tale riguardo, una quantità nota della roccia da sottoporre all'analisi finemente polverizzata venne prima disgregata con acido cloridrico ed il residuo insolubile fu ulteriormente trattato con soluzione di carbonato sodico a caldo; il residuo risultante da questo trattamento è stato infine attaccato con miscela di carbonato di sodio e di potassio alla fusione. I risultati della analisi sono riferiti in grammi per 100 g. di sostanza essiccata a 180°.

Dai risultati di questa analisi e dall'esame macroscopico della roccia appare evidente che debba trattarsi di una pozzolana gialla di cui è ricca la campagna romana. Il contenuto in fluoro, sebbene di gran lunga inferiore a quello che si riscontra nei terreni fosfatici nord-africani od americani, è tuttavia da ritenersi sufficiente ad incidere sfavorevolmente sull'alimentazione animale e particolarmente su quella umana che consiste soprattutto di derrate coltivate nella zona in aggiunta al tenore dell'elemento incriminato ingerito con l'acqua.

Essendo in tal modo identificato l'agente morbigeno, sono at-

tualmente in corso ricerche tendenti a stabilire il grado di responsabilità dei vari veicoli che concorrono al verificarsi di queste anomalie da fluoro.

*Composizione di un frammento di roccia tufacea prelevata
a Campagnano*

Sesquiossido di ferro .	Fe_2O_3	8 550	Silice	SiO_2	49.720
Sesquiossido di alluminio	Al_2O_3	13.814	Anidride fosforica . .	P_2O_5	0.122
Ossido di calcio . . .	CaO	10.515	Anidride solforica . .	SO_3	0.548
Ossido di magnesio .	MgO	3.431	Anidride carbonica . .	CO_2	9.683
Ossido di sodio . . .	Na_2O	0.259	Cloro	Cl	0.153
Ossido di potassio . .	K_2O	0.359	Fluoro	F	0.044
		36 928			60.270
					36.928
			Sostanze organiche		97.198
			e perdite		2.802

Roma - Istituto Superiore di Sanità — Laboratorio di chimica.

RIASSUNTO

A seguito di manifestazioni morbose riscontrate nel Comune di Campagnano Romano, attribuibili a fluoruri, sono state analizzate le acque potabili ed un campione di roccia di tufo del Comune. Dette analisi hanno messo in evidenza il fluoro in quantità non trascurabili così da confermare l'esistenza in Italia di un focolaio di « fluorosi cronica endemica dell'uomo » (FIORENTINI, GALEAZZI).

RESUMÉ

Des manifestations morbides s'étant vérifiées dans la commune de Campagnano Romano, attribuables à une action de fluorures, on a analysé les eaux potables et un échantillon de roche tufacée de la dite commune. Ces analyses ont démontré la présence du

fluor dans des quantités non négligeables, de manière à confirmer l'existence en Italie d'un foyer de « fluorose chronique endémique de l'homme » (FIORENTINI, GALEAZZI).

SUMMARY

Followinè some morbid manifestations in the commune of Campagnano Romano, attributable to fluorides, the drinking waters and a sample of tufaceous rock of this commune have been analysed, whereby the presence of fluorine in not insignificant amounts could be ascertained. This confirms the existence in Italy of a focus of a « chronic endemic fluorosis of man » (FIORENTINI, GALEAZZI).

ZUSAMMENFASSUNG

In Folge kranfrafter Erscheinungen, welche in der Gemeinde Campagnano di Roma achgewiesen wurden und auf Fluoride zurückzuführen sind, wurden die Trinkwässer sowie ein Muster des Tuffsteins der genannten Gemeinde analysiert. Die Analysen somit wird die Existenz eines Krankheitsherd des « kronisch-endemischen Fluorose des Menschen » (FIORENTINI, GALEAZZI) in Italien bestätigt.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) GAUTIER. *Compt. rend.* 156, 1347, 1425 (1913).
- (²) QUESTI ANNALI 31, 177 (1941).
- (³) MENOZZI E PRATOLONGO. *Chim. Agr.* vol. I, ed. Hoepli Milano 1931.
- (⁴) RECKENDORF, *Fortschr. Landw.* 5, 481, (1930).
- (⁵) LEPPERRE. *Bull. Soc. Chim. Belg.* 23, 82 (1909).
- (⁶) DAMIENS M. A. *Bull. Soc. Chim.* 111, 1 (1936).
- (⁷) BARTOLUCCI cit. da Bardelli e Menzana.
- (⁸) CRISTIAN H. e GAUTIER R. — *C. R. S. B.* — XCII, 912, 946, 1276 (1925).
- (⁹) CRISTIAN H. e CHAUSSE P. — *C. R. S. B.* — XCIV, 821 e XCV, 15 (1926); XCVI, 842, 843 (1927).
- (¹⁰) CRISTIANI H. VI Congresso di chimica industriale 158 (1927).
- (¹¹) BARDELLI P., MENZANI C. *Atti Reale Istituto Veneto di scienze lettere ed arti. Parte II. classe di scienze matematiche e naturali. Tomo XCVII.* 1937-1938.
- (¹²) MAROTTA D. Vita D. Anselmi S. *Rend. Ist. San. Pubbl.* 1, 735 (19).

- (¹³) ARCH. de Ist. Pasteur Alg. Tomo X, 39.
- (¹⁴) SMITH M. C. c. LANTZ E. M. — U. of. Ariz. tech. Bull. 45, 327, (1933).
- (¹⁵) SMITH M. C. I. Dent. Rs. 14, 139, (1934).
- (¹⁶) SMITH M. C. I. Dent. Res. 15, 28, 290 (1936).
- (¹⁷) Mc. KAY F. S. Am. Dent. Ass. 20, 1137 (1933).
- (¹⁸) DEAN GH. T., LAEY P., ARNOLD F. A., ELVOVE E. Publ. Health Rep. 56, 365 (1941) e 56 761 (1941).
- (¹⁹) Questi Annali 29, 340 (1939).
- (²⁰) VISINTIN B. Questi annali 24, 315 (1934).
- (²¹) Publication of the American Association for the Advancement of Science 19, 23 (1942).