

**Agip** S.p.A.

SETTORE GIACIMENTI

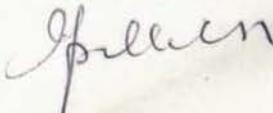
STUDIO GIACIMENTI RECUPERI  
ASSISTITI, OLI PESANTI

CAMPO DI S. MARIA

Rianalisi della prova di produzione del  
pozzo Santa Maria 3, reservoir cretacico

Il Responsabile

Dr. G. Dalla Casa



S. Donato Mil. 23 Febbraio, 1981

Ref. n. n° 0005

Distr.:

## INDICE

1. INTRODUZIONE
2. CONCLUSIONI
3. RACCOMANDAZIONI
4. DISCUSSIONE
  - 4.1. Caratteristiche del reservoir
  - 4.2. Sommario delle prove e risultati principali
  - 4.3. Analisi della prova di produzione n° 2 (int. 2295 + 2337 m. R.T.)
    - 4.3.1. Build up
    - 4.3.2. Draw down
    - 4.3.3. Raggio di Investigazione
    - 4.3.4. Indice di produttività del pozzo
    - 4.3.5. Volume minimo di olio investigato
    - 4.3.6. Capacità produttiva della formazione
    - 4.3.7. Pressione statica e temperatura di giacimento
  - 4.4. Caratteristiche dell'olio in condizioni di giacimento
  - 4.5. Analisi del greggio



TABELLE

1. Situazione prove e risultati principali
2. DST n<sup>o</sup> 2 (int. 2295 + 2337 m. R.T.): Analisi BU (ARPS)
3. PP n<sup>o</sup> 2 (int. 2295 + 2337 m. R.T.): Analisi Draw down
4. PP n<sup>o</sup> 2 (int. 2295 + 2337 m. R.T.): Analisi Build up
- 4 bis. PP n<sup>o</sup> 2 (int. 2295 + 2337 m. R.T.): Analisi Build up (ARPS)



FIGURE

icazione del pozzo S. MARIA n<sup>o</sup> 3

ituazione prove

Diagramma K - vs - Ø (carote)

Diagramma K vert. - vs - K oriz. (carote)

5. PP n<sup>o</sup> 2 int. 2295 ± 2337 m. R.T.: Andamento della prova

RPS) 6. PP n<sup>o</sup> 2 int. 2295 ± 2337 m. R.T.: Analisi della risalita (ARPS)

7. PP n<sup>o</sup> 2 int. 2295 ± 2337 m. R.T.: Analisi del Draw down (BHP -  
- vs - log. T)

8. Diagramma Viscosità greggio - vs - Temperatura



## 1. INTRODUZIONE

Il pozzo S. MARIA n° 3 è stato perforato nel permesso PERANO (100 % AGIP) a circa 1.5 km. dai pozzi SM 1 e SM 2 già perforati rispettivamente nel 1963 e 1964.

Il pozzo ha incontrato manifestazioni di olio nei calcari del Miocene inferiore (Formazione Bologniano) e nei calcari del Cretaceo inferiore (Formazione calcari di Cupello).

La presenza di olio è stata accertata con prove di strato e di produzione effettuate a foro scoperto attraverso la scarpa  $9\frac{5}{8}''$  Ø (DST n° 1 e PP n° 1) e quella da  $7''$  Ø (DST n° 2 e PP n° 2).

Le prove hanno evidenziato produzione di olio di 15.3 °API dai calcari del Cretaceo inferiore mentre nel serbatoio mio-cenico vi sarebbe un olio pesante di 10.3 °API la cui producibilità deve essere ancora accertata con altre prove.

Attualmente il pozzo è stato completato in singolo con tubing  $2\frac{7}{8}$  E.U. con scarpa a 1507 m. R.T.

Nel presente rapporto viene analizzata solo la prova di produzione n° 2 int. 2295 + 2337 m. R.T. (Cretaceo) in quanto per quelle effettuate nel Miocene (DST 1 e PP 1) non sono di sponibili dati di fondo.



531

## 2. CONCLUSIONI

Il pozzo S. MARIA n<sup>o</sup> 3 ha erogato spontaneamente olio dai calcari del Cretaceo inferiore da 2295 a 2337 m. R.T. provato prima con DST e poi con prova di produzione.

Il reservoir è rappresentato da calcari di piattaforma, fratturati, con permeabilità di matrice compresa tra 0.1 e 10 md e la porosità primaria tra 2% e 16%.

A 15 °C l'olio ha un peso specifico di 0.964 kg/lit (15.3 °API) ed una viscosità di oltre 6200 cp. In condizioni di giacimento la viscosità dell'olio è sui 12 ± 15 cp.

La tavola d'acqua non è stata incontrata dal pozzo e di conseguenza non si conosce lo spessore della colonna d'olio; è pensabile comunque che questa sia superiore ai 100m.

La capacità produttiva della formazione (kh) è compresa tra 9500 e 16000 md x m.

Durante la prova di produzione il pozzo ha erogato spontaneamente olio anidro con una portata di 156 m<sup>3</sup>/g STO.

Il PI, grazie all'acidificazione, è passato da 0.11 m<sup>-3</sup>/g/kg/cm<sup>2</sup> (DST n<sup>o</sup> 2) a 8.0 m<sup>3</sup>/g/kg/cm<sup>2</sup> (PP n<sup>o</sup> 2).



Dall'analisi del Draw down si è stimato che il volume minimo di olio interessato durante le 36 ore di erogazione è di almeno 845337 m<sup>3</sup> stock Tank.

L'analisi del Draw down e della Build up hanno messo entrambe in evidenza una discontinuità di permeabilità a circa 20+/-40 m. dal pozzo, da imputarsi probabilmente a variazione del grado di fatturazione della roccia serbatoio.

La pressione statica di giacimento è di 227 kg/cm<sup>2</sup> a 2330 m. R.T. e la temperatura di 84 °C sempre riferita alla stessa profondità.

I risultati principali della prova di produzione sono riportati in Tab. 1.



### 3. RACCOMANDAZIONI

Per ottenere ulteriori informazioni riguardo al giacimento si raccomanda l'effettuazione di una prova di produzione di alcuni giorni con modalità tali da permettere la definizione dell'intervallo di erogazione ed il controllo dell'estensione del reservoir.

Sarà opportuno inoltre il campionamento PVT dell'olio prodotto per la realizzazione degli studi di laboratorio.



#### 4. DISCUSSIONE

##### 4.1. Caratteristiche del reservoir

Il reservoir miocenico è costituito da calcari di piattaforma, fratturati con presenza di intervalli brecciatati verso la base del miocene.

Il reservoir Cretacico è costituito da calcari di piattaforma ristretta, fratturati e interessati da fenomeni di riempimento di cavità da carsismo con terreni rossastri residuali (i.e. Argille, ossidi di ferro ecc.).

L'intervallo interessato dalla prova n° 2 presenta le seguenti caratteristiche medie (dall'analisi di routine delle carote e dalle prove):

	$\emptyset$ %	Kr md	Kv md	K test* md
parte alta	9.4	3.1	3.5	
parte media	5.5	0.9	3.6	200 ± 300
parte bassa	6.2	0.8	1.8	



\* La permeabilità della risalita è stata ottenuta assumendo che tutto l'intervallo aperto contribuisca alla produzione.

Dalle analisi delle carote si rileva inoltre che nel  
l'int. 2306 - 2333 m. R.T. la matrice ha un rapporto  
di anisotropia vicino all'unità (Fig. 4) e che tra K  
e Ø esiste una buona correlazione (Fig. 3).



#### 4.2. Sommario delle prove

Nel pozzo S. MARIA n° 3 sono state fatte prove solo nei calcari del Miocene-Cretacico, e in particolare nei seguenti intervalli:

PROVA n°	TIPO	INTERVALLO m. R.T.	RISULTATO
1 OH	DST	2131 - 2153.50	Gas (55 % C <sub>1</sub> )
1 OH	PP	2131 - 2153.50	Acqua con olio bitum.
2 OH	DST	2337 - 2295.0	Olio + acqua
2 OH	PP	2337 - 2295.0	Olio

OH= Open Hole

Tutte le prove sono state effettuate attraverso scarpa.

Delle prove DST n° 1 e PP n° 1 mancano dati di fondo.

Durante la prova di produzione n° 2 non sono state fatte misure di G.O.R.

La situazione delle prove è riportata in Fig. 1 e Tab.

1.



4.3. Analisi della PP n° 2 (int. 2295 - 2337 m. R.T.)

4.3.1. Build up (Tab. 4 - 4 bis; Fig. 6)

La risalita di pressione è stata analizzata utilizzando il metodo di ARPS.

La curva della Build up (BHP - vs -  $\Delta t/\Delta t + t$  metodo di ARPS) mette in evidenza una variazione di permeabilità nelle vicinanze del pozzo a circa una ventina di metri di distanza.

La suddetta indicazione è basata principalmente sulla presenza di due pendenze del tipo  $m_2 = 2 m_1$ .

L'analisi, con il metodo ARPS, ha dato i seguenti risultati:

$$P_s = 227 \text{ kg/cm}^2 \text{ a } 2230 \text{ m. R.T.}$$

$$K_h = 11839 \text{ md} \times \text{m.} \quad (\text{con } m_1 = 3.5 \text{ kg/cm}^2/\text{ciclo})$$

$$K_h = 5840 \text{ md} \times \text{m.} \quad (\text{con } m_2 = 7.5 \text{ kg/cm}^2/\text{ciclo})$$

$$\frac{K_h}{\mu} = 970 \frac{\text{mD} \times \text{m.}}{\text{cp.}}$$

La distanza della variazione di permeabilità dal pozzo è stata stimata utilizzando la seguente equazione:

$$- Ei \left[ - \frac{3793 D_f^2 \phi \mu_o C_o}{Kt} \right] = - 2.3 \log \frac{t + \Delta t}{t}$$

$\phi = 10 \%$  : carote

$K = 200 \text{ md}$  : permeabilità assunta

$t = 36 \text{ ore}$  : tempo di erogazione



Df = X : distanza del disturbo

$\mu_0 = 12.2 \text{ cp.}$  : viscosità dell'olio a R.C.

$C_o = 8.5 \times 10^{-6} \text{ psi}^{-1}$  : comprimibilità dell'olio

$t + \Delta t / \Delta t = 37$  : valore nell'intercetta  $m_1$  con  $m_2$ .

$$- Ei \left[ - \frac{3793 Df^2 \times 0.10 \times 12.2 \times 8.5 \times 10^{-6}}{200 \times 36} \right] = 2.303 \log 37$$

$$- Ei \left[ (- 5.46 \times 10^{-6}) Df^2 \right] = 3.45$$

X = 0.018

$$Df^2 = \frac{0.018}{5.46 \times 10^{-6}} = \frac{0.018}{5.46 \times 10^{-6}} = 3297$$

$$Df = \sqrt{3297} = 57 \text{ ft} \approx 18 \text{ m.}$$



#### 4.3.2. Draw down (Tab. 3 e Fig. 7)

La curva del Draw down ( $BHP = vs = 1$ ) mostra:

- Variazione di permeabilità ( $m_2 = 2 m_1$ ).
- Pressione in declino con tendenza alla stabilizzazione verso la fase finale della prova.
- Essa tuttavia non può essere numericamente interpretata dato che la portata è leggermente declinante.



#### 4.3.3. Raggio di investigazione

Il raggio di investigazione della prova è stato stimato con l'equazione:

$$R_i = \sqrt{\frac{Kt}{\varnothing M_e 40 C}} \quad (\text{Van Pollen e Craft & Hawkin})$$

Dati di base:

Posto che lo spessore netto sia di 42 m. e  $\frac{K}{\mu} =$   
 $= 23 \frac{mD}{cp.}$

aggiungendo i rimanenti dati:

$$\varnothing = 10 \%$$

$$C_o = 8.5 \times 10^{-6} \text{ psi}^{-1}$$

$$(t + \Delta t)_{\max} = 2 \text{ giorni}$$

$$R_i = \sqrt{\frac{2 \times 23.1}{0.1 \times 40 \times 8.5 \times 10^{-6}}} = 1165 \text{ feet} = 354.9 \text{ m.}$$



#### 4.3.4. Indice di produttività

Il PI misurato durante la prova dopo 36 ore di erogazione è risultato dell'ordine di  $8 \text{ m}^3/\text{g}/\text{kg/cm}^2$ .

Esso è stato valutato con i seguenti parametri:

$$Q = 156 \text{ m}^3/\text{g}$$

$$P_s = 227 \text{ kg/cm}^2 \quad P_s^* = 221 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_w = 207.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta p = 19.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = \frac{Q}{\Delta p} = \frac{156}{19.4} = 8 \text{ m}^3/\text{g/kg/cm}^2$$

Il PI teorico in condizioni stabilizzate, sulla base del valore  $\frac{Kh}{\mu}$  della risalita e supponendo un raggio di drenaggio  $R = 1000$  feet, è dato da

$$PI = \frac{7.08 \times \frac{Kh}{\mu}}{Bo \ln \frac{re}{rw} - 3/4 + Sa} = 2.363 \quad (ln 2857 - 0.75 + 1,865)$$

$$\text{ove } Sa = \frac{2.3}{2} \times \frac{P_s - P_s^*}{m_1} = 1.865$$

$$PI = 2.363 \text{ bl/g/psi} = 5.44 \text{ m}^3/\text{g/kg/cm}^2.$$

Il PI con Skin effect sarà dato da:

$$PI = \frac{7.08 \frac{Kh}{\mu}}{Bo \ln \frac{re}{rw} - 3/4 + Sa + S} = 3.843 \text{ bl/g/Ps} = 8.7 \text{ m}^3/\text{g/kg/cm}^2$$

Dati di base:

$$m_1 = 3.7 \text{ kg/cm}^2/\text{ciclo}$$



$$\frac{Kh}{\mu} = 970 \frac{md \times m.}{cp.} = 3.18 \frac{D \times \text{feet}}{cp.}$$

$$Bo = 1.05$$

$$Sa = \frac{2.3}{2} \times \frac{Ps - Ps^*}{m_1} = 1.865$$

re= 1000 feet

rw= 0.35 feet

$$S = \frac{Ps - Pwf - (m_1 \times n + Ps - Ps^*)}{m_1} \times \frac{2.3}{2} = - 3.5$$

Per cui la flowing efficiency in tali condizioni diventa:

$$\text{Flow efficiency} = \frac{PIe}{PIt} = \frac{3,848}{2,363} = 1,628 = 162,8 \%$$



4.3.5. Volume minimo di olio investigato

$$v = \frac{H \pi r_1^2 \varnothing}{2} + \alpha_2 r_1 \varnothing H = \frac{\pi \times 354.9 \times 0.1 \times 42}{2} + 19 \times 2 \times 354.9 \times 0.1 \times$$
$$= 830962 + 56842 = m^3 887604$$

i quali volumi trasformati in STOCK TANK diventa  
no:

$$N = \frac{v}{B_o} = 845337 m^3 \text{ Stock tank}$$

dove:

$\alpha$  = 19 m. (distanza disturbo dal pozzo)

$\varnothing$  = 0.1 (porosità)

H = 42 m. (spessore considerato)

$r_1$  = 354.9 m. (raggio di investigazione)



#### 4.3.6. Capacità produttiva della formazione provata

In base all'analisi della prova (Build up in particolare) il Kh della formazione risulta di 11834 m. D.m.

Per valutare la permeabilità si è assunto che tutto l'intervallo abbia erogato in maniera uniforme ( $h = 42$  m.).

ANALISI	Kh md x m	K md	Kh/ md x m cp
Build up	11839	282	970



#### 4.3.7. Pressione statica e temperatura di giacimento

La pressione di giacimento, estrapolata attraverso l'analisi della risalita è di  $227 \text{ kg/cm}^2$  a 2230 m. R.T. (2272.5 m. s.s.l.) e la temperatura, riferita alla stessa profondità,  $82.8^\circ\text{C}$ .

Nel campo di S. MARIA sono disponibili i seguenti valori di pressione statica:

POZZO	TEST n°	Ps (Ext.) $\text{kg/cm}^2$	PROF. m. R.T.	PROF. m. s.s.l.
SM 1	4	240 *	2493.00	2354.30
	3	240	2423.00	2284.30
	5	235	2360.00	2221.30
	B	235	2358.00	2219.30
SM 2	10	240	2362.50	2338.30
SM 3	2 PP	227	2230.00	2172.50
	2 DST	232.5	2308.00	2250.50

E' opportuno tenere presente, per una corretta valutazione dei valori di pressione statica estrapolata, sopra riportati, che gli stessi si riferiscono a pressioni rilevate in tempi diversi e con strumenti diversi (B.T. nei pozzi SM-1 e SM-2; DPTT e BT in SM-3).

\* valore non attendibile



#### 4.4. Caratteristiche dell'olio in condizioni di giacimento

Le caratteristiche termodinamiche dell'olio di giacimento, in mancanza di studi PVT, sono state ottenute attraverso correlazioni (Programma GIAC 3) utilizzando i seguenti dati di partenza:

$$P_s = 227 \text{ kg/cm}^2 \text{ a } 2230 \text{ m. R.T. (2172.5 m. s.s.l.)}$$

$$T = 84^\circ\text{C a } 2230 \text{ m R.T.}$$

$$G.O.R. = 10 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ (assunto come Rospo)}$$

$$API = 15.3^\circ$$

$$\text{Densità del gas} = 0.65 \text{ (aria} = 1)$$

Sono stati ottenuti i seguenti parametri principali:

$$BP = 74 \text{ kg/cm}^2$$

$$Boi = 1.05$$

$$\mu_o = 12.2 \text{ cp.}$$

$$Co = 12.2 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^{2 \cdot -1}$$

Questi valori sono stati utilizzati nel calcolo.



#### 4.5. Analisi del greggio

Sono stati prelevati campioni di olio negli intervalli 2131 + 2153.5 m. R.T. del Miocene inferiore e 2295 + 2337 m. R.T. del Cretacico inferiore.

Dalle analisi di caratterizzazione sembra che i due greggi appartengano a livelli separati; la gravità del livello superiore è risultata di 10.3 °API mentre quella del livello inferiore di 15.3 °API.

La viscosità del greggio diminuisce all'aumentare della temperatura cosicchè a temperature di giacimento si hanno i seguenti valori:

Livello sup.: = 200 cp. a 83 °C

Livello inf.: = 50 cp. a 84 °C

La viscosità dei greggi di S. MARIA n° 3 è stata dia-grammata in funzione della temperatura in Fig. 8 insieme a quella del pozzo S. MARIA n° 1 per confronto.

Le principali caratteristiche del greggio della prova n° 2 sono riportate qui di seguito insieme con quelle di SM n° 1 e Lanciano 1.

	<u>S. MARIA n° 1</u>	<u>S. MARIA n° 3</u>	<u>LANCIANO 1</u>
Peso specifico a			
15 °C	: 0.964	0.964	0.966
Gravità API	: 15.3	15.3	15.0
Viscosità a 20°			
(cp.)	: 4732	6275.56	1194.7
Paraffina BP % p. :	Presente	-	Presente



	S. MARIA n° 1	S. MARIA n° 3	LANCIANO 1
Asfalteni % p.	: 14.7	15.91	13.7
Zolfo % p.	: 5.58	5.42	5.17
Punto di scorrimento			
°C	: n.d.	+ 9	
Base del greggio	: M/N	-	M/N
Intervallo (m. R.T.) :	2363	2295	2721.4
	2397	2337	2741.5
Boll. di Analisi	: 1402/64	545/80	23956/60



## POZZO S. MARIA n° 3: SITUAZIONE PROVE E RISULTATI PRINCIPALI

TEST n°	INTERVALLO m.R.T.	FLUIDO lt	APERTO ore	CHIUSO m <sup>3</sup> /g	G.O.R. Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	FTHP kg/cm <sup>2</sup>	STHP kg/cm <sup>2</sup>	UHFP kg/cm <sup>2</sup>	BHSI <sup>a</sup> kg/cm <sup>2</sup>	P <sub>s</sub> ext. m <sup>3</sup> /g/ kg/cm <sup>2</sup>	P <sub>t</sub> m <sup>3</sup> /g/ kg/cm <sup>2</sup>	K <sub>h</sub> med m <sup>3</sup> /min CP	
10ST	2131-2153,5	Gas	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 30'	27 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 40'	-	0	-	-	-	-	-	-	
1	2131-2153,5	Acidificazione con 26500 lt di soluzione acida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11P	2131-2153,5	Q + H <sub>2</sub> O a 46,63 gr/lt NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20ST	2295-2337	O + H <sub>2</sub> O 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 15'	23 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 00'	-	0	-	68,0	228	233 a (O, 11)	11839(141) 970	2230 m.R.T.	282	
11	2295-2337	Acidificazione con 33000 lt di soluzione acida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21P	2295-2337	0 15,3 °API	36 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 12	156	N.M.	4,5	16,3	207,6	222,5	227 a 8,0	2	?	?

## NOTE:

- L'elenco n° 1 non è interpretabile (il DSF non ha funzionato)

- Durante la p. n° 1 sono stati ricavati solo profili dinamici di pressione

N.M. = Non misurato

BSU= Build up

DD= Draw down



381

S. MARIA n<sup>o</sup> 3: DST n<sup>o</sup> 2 DEL 26/5/1980

Intervallo m. 2995 + 2337 (T.R.)

BT inf. n<sup>o</sup> 2136 a.m. 2308 T.R. orologio 48 ore.

$\Delta t$ min	BHP kg/cm <sup>2</sup>	to + $\Delta t$	$\Delta t$ /to + $\Delta t$
0	149.4	520	
1	152.4	521	0.0019194
2	154.4	522	.0038314
3	157.8	523	.0057360
4	197.7	524	.007634
5	199.0	525	.009524
7	203.3	527	.013283
10	204.8	530	.018868
15	211.0	535	.028037
20	214.7	540	.037037
30	218.0	550	.054545
45	221.0	565	.079646
60	222.5	580	.103448
90	224.5	610	.147541
120	225.7	640	.1875
150	226.5	670	.22388
180	227.1	700	.257143
240	227.9	760	.31579
300	228.5	820	.36585
360	228.9	880	.409091
480	229.4	1000	.48
600	229.8	1120	.535714
720	229.9	1240	.580645
840	230.0	1360	.617647
960	"	1480	.6486486
1080	"	1600	.675
1130	230.1	1650	.684848



1981

S. MARIA n<sup>o</sup> 3: PP n<sup>o</sup> 2 int. 2295 + 2337 m. R.T.

DRAW DOWN

(giorno 12-13/6/1980)

<u>ORE</u>	<u>Δ t min</u>	<u>BHP</u>	<u>ORE</u>	<u>Δ t min</u>	<u>EHP</u>
<u>12/6/80</u>					
6.30	0	223.8	4.00	1290	208.7
7.00	30	212.9	5.00	1350	208.6
8.00	90	211.1	6.00	1410	208.6
9.00	150	211.3	7.00	1470	208.5
10.00	210	211.2	8.00	1530	208.4
11.00	270	210.8	9.00	1590	208.4
12.00	330	210.6	10.00	1650	208.2
13.00	390	210.4	11.00	1710	208.1
14.00	450	210.3	12.00	1770	208.0
15.00	510	210.1	13.00	1830	207.8
16.00	570	210.1	14.00	1890	208.0
17.00	630	209.9	15.00	1950	207.8
18.00	690	209.8	16.00	2010	207.7
19.00	750	209.7	17.00	2070	207.7
20.00	810	209.6	18.00	2130	207.7
21.00	870	209.6	19.00	2190	207.6
22.00	930	209.4	Chiuso pozzo per risalita		
23.00	990	209.3			
24.00	1050	209.1			
<u>13/6/80</u>					
1.00	1110	209.1			
2.00	1170	209.0			
3.00	1230	208.9			



## S. MARIA n° 3: PP n° 2 - ANALISI RISALITA

$\Delta t$ min	BHP kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta t + t_0$	$\Delta t/t_0 + \Delta t$
0	207.6	2197	0.-----
1	208.5	2198	0.00045517
2	210.1	2199	0.00090992
3	210.6	2201	0.00136426
5	211.3	2203	0.00227169
7	211.7	2206	0.00453309
10	212.3	2211	0.00678426
15	212.9	2216	0.00902527
20	213.5	2226	0.01347709
30	214.3	2256	0.02659574
60	215.8	2286	0.03937008
90	216.7	2316	0.05181347
120	218.1	2346	0.06393862
150	218.5	2376	0.07575758
180	218.9	2406	0.0872818
210	219.4	2436	0.09852217
240	219.8	2466	0.10948905
270	220.1	2496	0.12019231
300	220.3	2526	0.13064133
360	220.5	2556	0.14084507
390	220.8	2586	0.15081206
420	221.0	2616	0.16055046
450	221.2	2646	0.17006803
480	221.4	2676	0.1793722
520	221.6	2706	0.18847007
540	221.7	2736	0.19736842
570	221.9	2766	0.20607375
600	222.0	2796	0.21459227
630	222.1	2826	0.22292994
660	222.2	2856	0.23109244
690	222.4	2886	0.23908524
720	222.5	2916	0.24691358

$$t_0 = \frac{238 \times 1440}{156} = 2196 \text{ min.}$$



Campo S. MARIA Livello 2295-2337(R.T.) Pozzo n° 3 Data 13-14/6/80

DATI:	$\Delta t$ min 1:	$\bar{t} + \Delta t$	$\frac{\Delta t}{\bar{t} + \Delta t}$	P Kg/cmq
Portata stabilizz. Q = 156 mc/g				
Spessore netto pay h = 42 mt				
Porosità $\phi$ = 0.1				
Fattore di volume $\beta$ = 1.05				
Viscosità $\mu$ = 12.2 cp				
Comprimibilità c = $1.2 \times 10^{-4}$ v/v/a				
Raggio pozzo $R_w$ = 0.106 mt				
Produc. cumulativa q = 238 mc		VEDI	TAB. 4	
Pseudo tempo erogaz. $t$				
$\bar{t} = 1440 \frac{q}{Q} = \frac{238}{156} = 2196$ min				
ANALISI RISULTATI:				
1) Pendenza retta m = 3.7 Kg/cmq.ciclo				
2) Pressione statica ricavata dalla estrapolazione della curva di ri- salita al tempo $\frac{\Delta t}{\bar{t} + \Delta t} = 1$ ;				
$P_s = \frac{227}{3.7}$ Kg/cmq.				
3) Capacità produttiva $\frac{Kh}{\mu} = \frac{21.92 \mu Q \beta}{m} = \frac{156 \times 21.92 \times 1.05}{3.7} = 97$				
$\frac{Kh}{\mu} = \frac{970.4}{12} \frac{md \times mt}{cp.}$				
4) Permeabilità K = $\frac{970.4}{42} = 23.1 \frac{md}{cp.}$				
viscosità $\mu$				
5) Cicli n = $\log \frac{1.3 \cdot 10^{-5} K \bar{t}}{\phi \mu c R_w^2} = \frac{1.3 \times 10^{-5} \times 23.1 \times 2196}{0.1 \times 1.2 \times 10^{-4} \times (0.106)^2} = 6.6894$				
6) Fattore di completamento C.F. = $\frac{\Delta P \text{ teorico}}{\Delta P \text{ effettivo}} = \frac{m_1 \times n + P_s - P_{s*}}{P_s - P_{w*}}$				
$C.F. = \frac{3.7 \times 6.6894 + 6}{19.4} \% = 158.51 \% = 1,5851$				
7) Indice di produttività P.I. = $\frac{Q}{P_s - P_f} = \frac{156}{19.4} = 8$ mc/g/Kg/cmq				

OSSERVAZIONI:

$$S.E = P_s - P_{w*} - \frac{(m \times n + P_s - P_{s*})}{m} \times \frac{2.3}{2} = - 3.528$$



1981



PERMESSO PERRANO

STRUTTURA S. MARIA

UBICAZIONE DEI POZZI 1-2-3

Scala 1:25 000

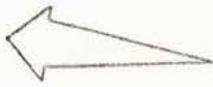


S.M. 1

S.M. 2



S.M. 3



## POZZO S. MARIA 3 : SITUAZIONE PROVE

RTE = 57,50 m

2100 m.s.t.

CRETA CETO INF. CARONE 1+19

2200

?

CARONE 1+19

2262

2262

CARONE 1+19

2306

CARONE 1+19

2333

2333

TP 2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

2337

23

Fig. 3

Scienze della Terra - Università di Roma "La Sapienza"

S. MARIA #3

INTERVALLO 12306-2333 mRT

K<sub>R</sub> vs-φ

100

10

Γ<sub>T</sub> = L mT

1

0.1

0.01

φ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

φ °



R 1981

L'anno scorso il Paese ha dato 1.027 mil.

Fig. 4

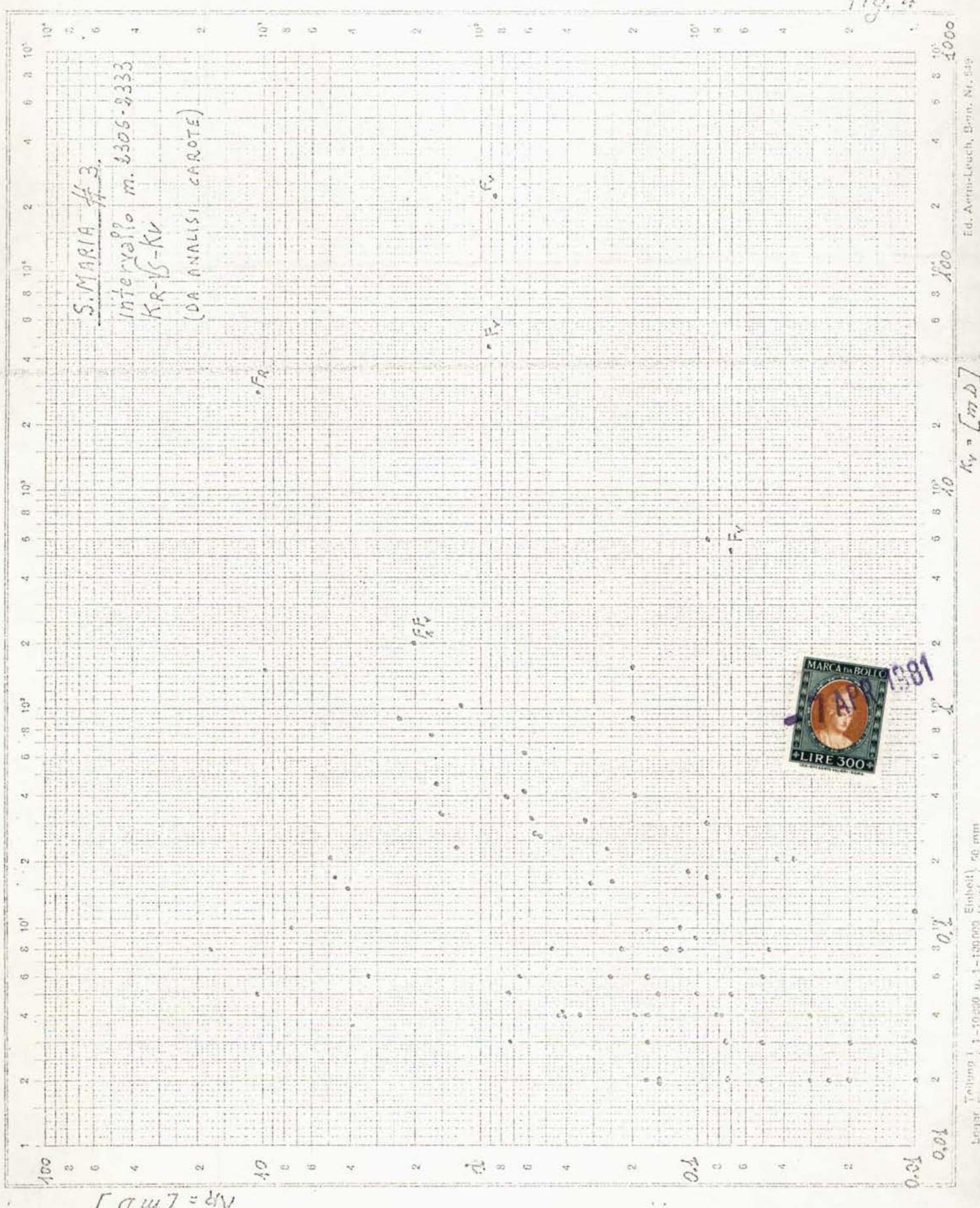


Fig. 5

P.C. S. MARIA IN VAL DI PESA  
P.R. 5-2.1967 22.95+23.07 m. R.T.  
ANDIMENTO DELLA PROVA

5/6 0.5m<sup>2</sup>  
18-6-61-6-19-60 con dico  
0.13248 0.13248

11.350 02.1967 30.3 02.00 02.00

0.3 m<sup>2</sup>/h (ciclo 10% / 40%)

LE PRESTAZIONI SONO STABILISCE  
REQUISITE CON ADITTI

22-6-1967

6.12.62

17.6.1967



1981

ACQUA DI FONDO	1000	1000
ACQUA DI FONDO	1000	1000
ACQUA DI FONDO	1000	1000
ACQUA DI FONDO	1000	1000
ACQUA DI FONDO	1000	1000

17.6.1967

1000

1000

1000	1000	1000
1000	1000	1000
1000	1000	1000
1000	1000	1000
1000	1000	1000

1000

1000

1000

S. MARIA # 3 P.P. 2

Int. 2295 ÷ 2337 m.s.t

## Analisi della risalita (Arps)

A =  $\frac{K_1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{m^2}$ 

DPTT

$$Kh = \frac{21.92 \times Q \times K_0 \times B_0}{m} = \frac{21.92 \times 156 \times 12.2 \times 1.05}{3.7} = 11.450$$

$$Kh_1 = 11.839 \text{ md} \times \text{m}$$

$$Kh_2 = 5840 \text{ md} \times \text{m}$$

$$K_1 = 282 \text{ md} \text{ con } h = 42 \text{ m}$$

$$K_2 = 139 \text{ md} \text{ con } h = 42 \text{ m}$$

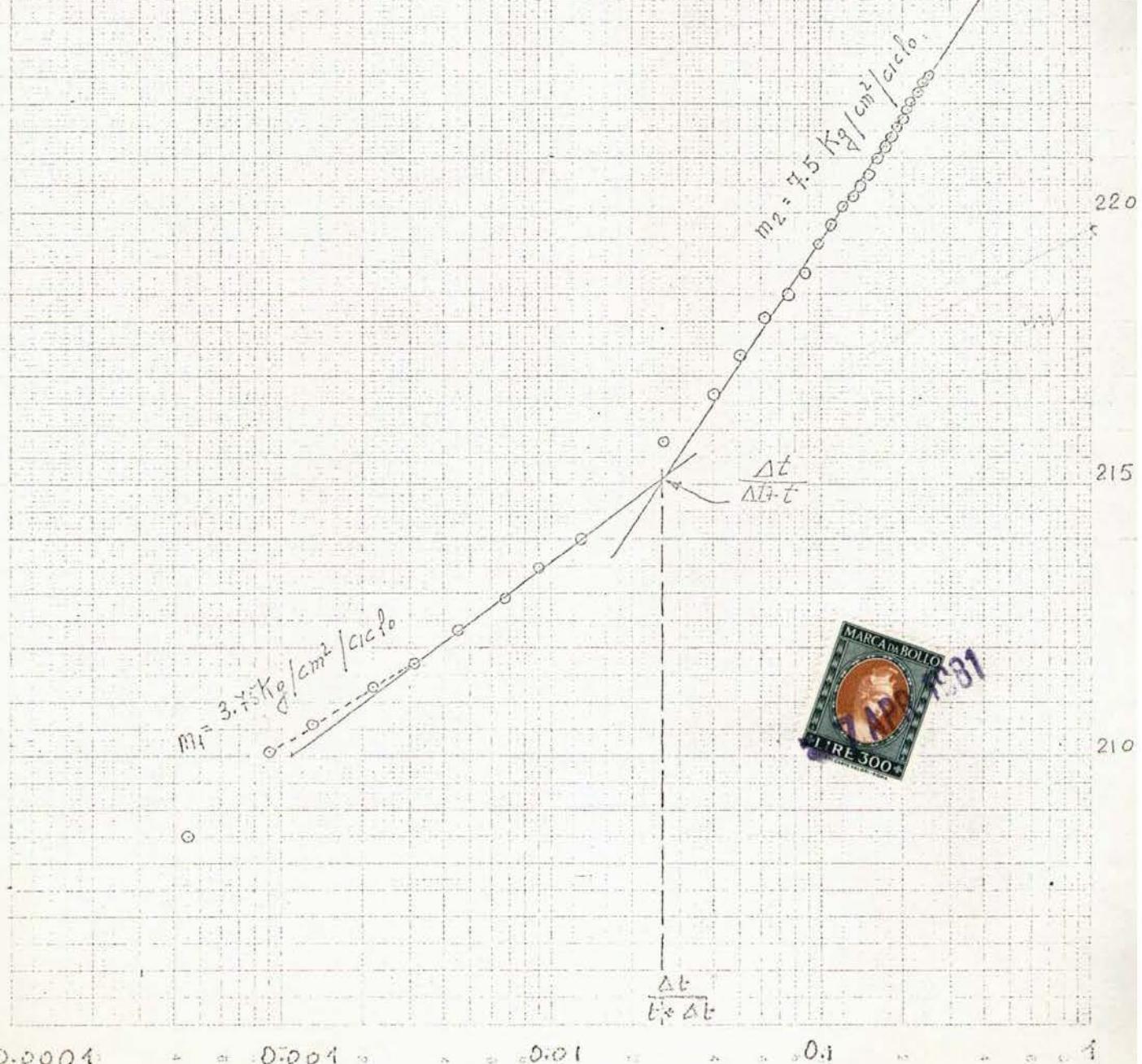
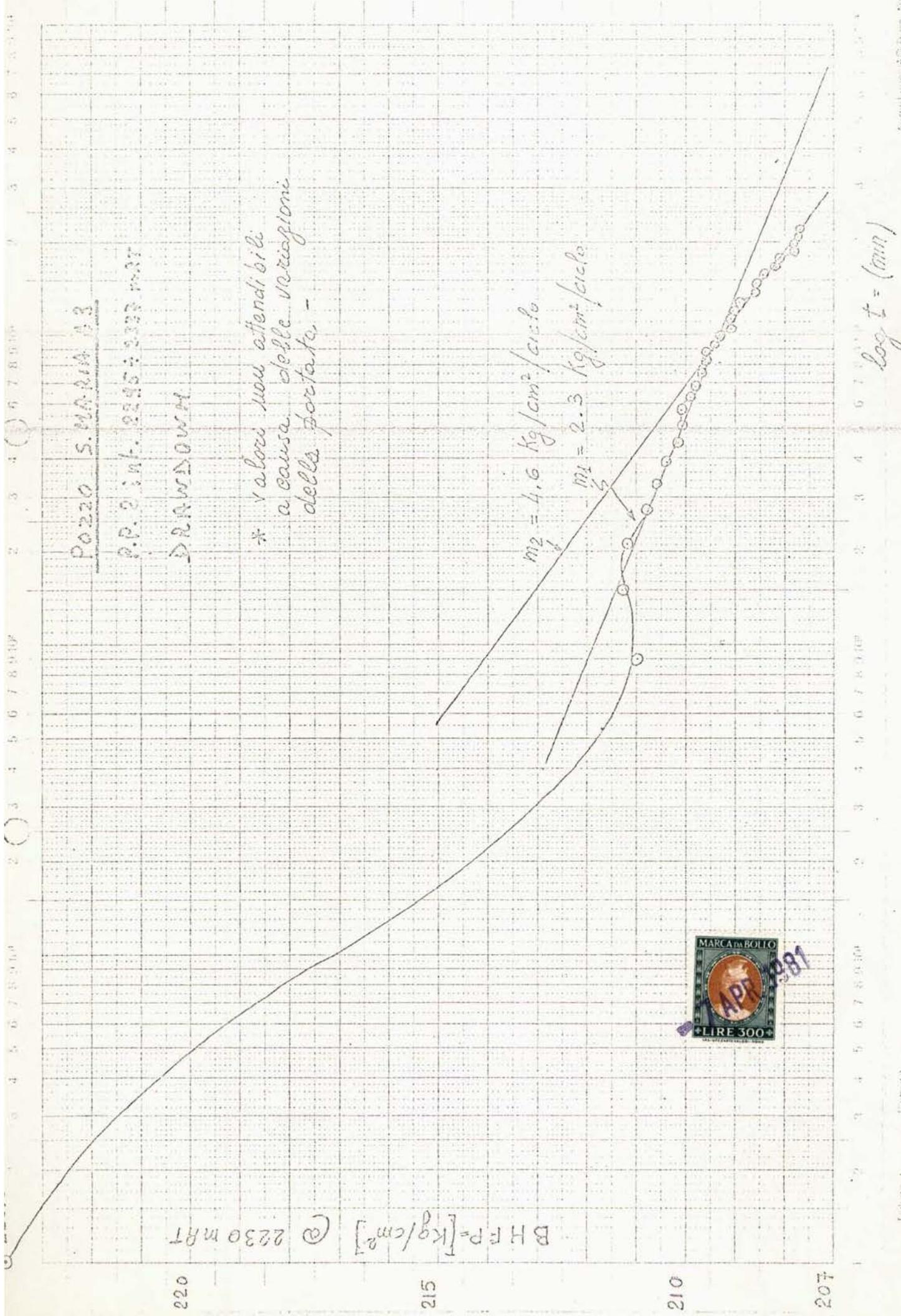


Fig. 7

KINETICS OF  
ADSORPTION



D0220 S.Maria #3

$H_2O - V_6 - T^{\circ}C$

△ S.M#4  
○ S.M#3

S.MARIA #3 mlt. 231° 21535 m.PT  
S.MARIA #4 231° 21410 m.PT  
S.MARIA #3 2235-2337 m.PT  
S.MARIA #4 2137.5-2455.0 mlt. 15.3° P.P.  
S.MARIA #3 2137.5-2455.0 mlt. 12.9° P.P.

livello superiore (nucone)

livello inferiore (cerchio nero)



$T = {}^{\circ}C$

10 20 30 40 50 60 70 80

10 20 30 40 50 60 70 80

10