

Agip S.p.A.

SETTORE GIACIMENTI

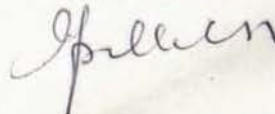
STUDIO GIACIMENTI RECUPERI
ASSISTITI, OLI PESANTI

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

Rel. 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° 2 (int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.): Analisi BU (ARPS)

3. PP n° 2 (int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.): Analisi Draw down

4. PP n° 2 (int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.): Analisi Build up

4 bis. PP n° 2 (int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.): Analisi Build up (ARPS)



FIGURE

icazione del pozzo S. MARIA n° 3

ituazione prove

Diagramma K - vs - \emptyset (carote)

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

5. PP n° 2 int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.: Andamento della prova

6. PP n° 2 int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.: Analisi della risalita (ARPS)

7. PP n° 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 Bolognana) 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 miocenico 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 disponibili dati di fondo.



2. CONCLUSIONI

Il pozzo S. MARIA n° 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/lt (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 m³/g STO.

Il PI, grazie all'acidificazione, è passato da 0.11 m³/g/kg/cm² (DST n° 2) a 8.0 m³/g/kg/cm² (PP n° 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^3 stock Tank.

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

La pressione statica di giacimento è di 227 kg/cm^2 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.



1981

4. DISCUSSIONE

4.1. Caratteristiche del reservoir

Il reservoir miocenico è costituito da calcari di piattaforma, fratturati con presenza di intervalli brecciatissimi 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 \emptyset 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 ₁) |
| 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:

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

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

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

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

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

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

$\phi = 10 \%$: carote

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

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



$Df = X$: distanza del disturbo

$\mu_o = 12.2$ cp. : viscosità dell'olio a R.C.

$C_o = 8.5 \times 10^{-6}$ 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 - t) 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.



1981

4.3.3. Raggio di investigazione

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

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

Dati di base:

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

aggiungendo i rimanenti dati:

$$\phi = 10 \%$$

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

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

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



1981

4.3.4. Indice di produttività

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

Esso è stato valutato con i seguenti parametri:

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

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

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

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

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

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

$$PI = \frac{7.08 \times \frac{Kh}{\mu}}{Bo \ln \frac{r_e}{r_w} - 3/4 + S_a} = \frac{2.363}{1.05 \times (\ln 2857 - 0.75 + 1.865)}$$

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

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

Il PI con Skin effect sarà dato da:

$$PI = \frac{7.08 \frac{Kh}{\mu}}{Bo} \times \frac{1}{\ln \frac{r_e}{r_w} - 3/4 + S_a + S} = 3,848 \text{ bl}/\text{g}/\text{Ps} = 8.7 \text{ m}^3/\text{g}/\text{kg}/\text{cm}^2$$

Dati di base:

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



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

$$Bo = 1.05$$

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

$$re = 1000 \text{ feet}$$

$$rw = 0.35 \text{ feet}$$

$$S = \frac{Ps - Pwf - (m_1 \times r + Ps - Ps^*)}{m_1} \times \frac{2.3}{2} = - 2.5$$

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

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

i quali volumi trasformati in STOCK TANK diventa

NO:

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

dove:

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

$\phi = 0.1$ (porosità)

$H = 42 \text{ m.}$ (spessore considerato)

$r_1 = 354.9 \text{ m.}$ (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 $\frac{md \times m}{}$ | K $\frac{md}{}$ | $\frac{Kh}{md \times m/cp}$ |
|----------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 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 kg/cm^2 a 2230 m. R.T. (2272.5 m. s.s.l.) e la temperatura, riferita alla stessa profondità, 82.98°C . Nel campo di S. MARIA sono disponibili i seguenti valori di pressione statica:

| POZZO | TEST n° | Ps (Ext.) 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:

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

$$Boi = 1.05$$

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

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

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 diagrammata 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 |



| | <u>S. MARIA n° 1</u> | <u>S. MARIA n° 3</u> | <u>LANCIANO 1</u> |
|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Asfaltini % 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 ore | Q ₀ m ³ /g | G.O.R. Nm ³ /m ³ | FTHP kg/cm ² | STHP kg/cm ² | LIHP kg/cm ² | BHSI ¹ kg/cm ² | P _S ext. kg/cm ² | PI m ³ /g/ /kg/cm ² | Kh mdxm | Kh/ mdxm cp | K md |
|------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1DST | 2131-2153.5 | Gas | 13 ^h 30' | 27 ^h 40' | - | - | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 2131-2153.5 | Acidificazione con 26500 lt di soluzione acida | | | | | | | | | | | | | |
| 1PP | 2131-2153.5 | 0 + H ₂ O a 46.63 gr/lt NaCl | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2DST | 2295-2337 | 0 + H ₂ O 12 ^h 15' | 23 ^h 00' | 23 ^h 00' | - | - | 0 | - | 68.0 | 228 | 233 a 2308 m.R.T. | (0.11) | Pozzo danneggiato | - | - |
| 11 | 2295-2337 | Acidificazione con 33000 lt di soluzione acida | | | | | | | | | | | | | |
| 2PP | 2295-2337 | 0 36 ^h | 12 ^h | 12 ^h | 156 | N.M. | 4.5 | 16.3 | 207.6 | 222.5 | 227 a 2230 m.R.T. | 8.0 | ? | ? | ? |
| | | 15.3 °API | | | | | | | | | | | | | 11839(140)970 282 |

NOTE:

- La DST n° 1 non è interpretabile (il BT non ha funzionato)
- Durante la PP n° 1 sono stati ricavati solo profili dinamici di pressione

N.M. = Non misurato

BT = Build up

DD = Draw down



381

S. MARIA n° 3: DST n° 2 DEL 26/5/1980

Intervallo m. 2995 ÷ 2337 (T.R.)

BT inf. n° 2136 a m. 2308 T.R. orologio 48 ore.

| Δt min | BHP kg/cm ² | $t_0 + \Delta t$ | $\Delta t / t_0 + \Delta t$ |
|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------|
| 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° 3: PP n° 2 int. 2295 ÷ 2337 m. R.T.

DRAW DOWN

(giorno 12-13/6/1980)

| <u>ORE</u> | <u>Δt min</u> | <u>BHP</u> | <u>ORE</u> | <u>Δt min</u> | <u>BHP</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: PF n° 2 - ANALISI RISALITA

| Δt min | BHP ² kg/cm ² | $\Delta t + t_0$ | $\Delta t/t_0 + \Delta t$ |
|-------------------|--|------------------|---------------------------|
| 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:

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
Prod. cumulativa $q = 238$ mc
Pseudo tempo erogaz. \bar{t}
 $\bar{t} = 1440 \frac{q}{Q} = 2196$ min'

$\frac{\Delta t}{\min 1'}$ $\bar{t} + \Delta t$ $\frac{\Delta t}{\bar{t} + \Delta t}$ P
Kg/cmq

VEDI TAB. 4

ANALISI RISULTATI:

- 1) Pendenza retta $m = 3.7$ Kg/cmq.ciclo
- 2) Pressione statica ricavata dalla estrapolazione della curva di risalita al tempo $\frac{\Delta t}{\bar{t} + \Delta t} = 1$;

$$P_s = 227 \text{ Kg/cmq.}$$

$$3) \text{ Capacità produttiva } \frac{Kh}{\mu} = \frac{21.92 \mu Q \beta}{m} = \frac{156 \times 21.92 \times 1.05}{3.7} =$$

$$\frac{Kh}{\mu} = \frac{970.4}{\text{cp.}} \text{ md x mt}$$

$$4) \text{ Permeabilità } K = \frac{970.4}{42} = 23.1 \frac{\text{md}}{\text{cp.}}$$

$$5) \text{ Cicli } n = \log \frac{1.3 \cdot 10^{-5} K \bar{t}}{\phi \mu c R_w^2} = \frac{1.3 \times 10^{-5} \times 23.1 \times 2196}{0.1 \times 1.2 \times 10^{-4} \times (0.106)^2} = 6.6894$$

$$6) \text{ Fattore di completamento C.F.} = \frac{\Delta P \text{ teorico}}{\Delta P \text{ effettivo}} = \frac{m_1 \times n + P_s - P_s^*}{P_s - P_w} = \frac{3.7 \times 6.6894 + 6}{19.4} \% = 158.51 \% = 1.5851$$

$$7) \text{ Indice di produttività P.I.} = \frac{Q}{P_s - P_f} = \frac{156}{19.4} =$$

$$P.I. = 8 \text{ mc/g/Kg/cmq}$$

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 PERANO

STRUTTURA S. MARIA

UBICAZIONE DEI POZZI 1-2-3

Scala 1:25 000



S.M. 1

S.M. 3



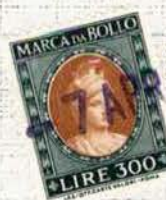
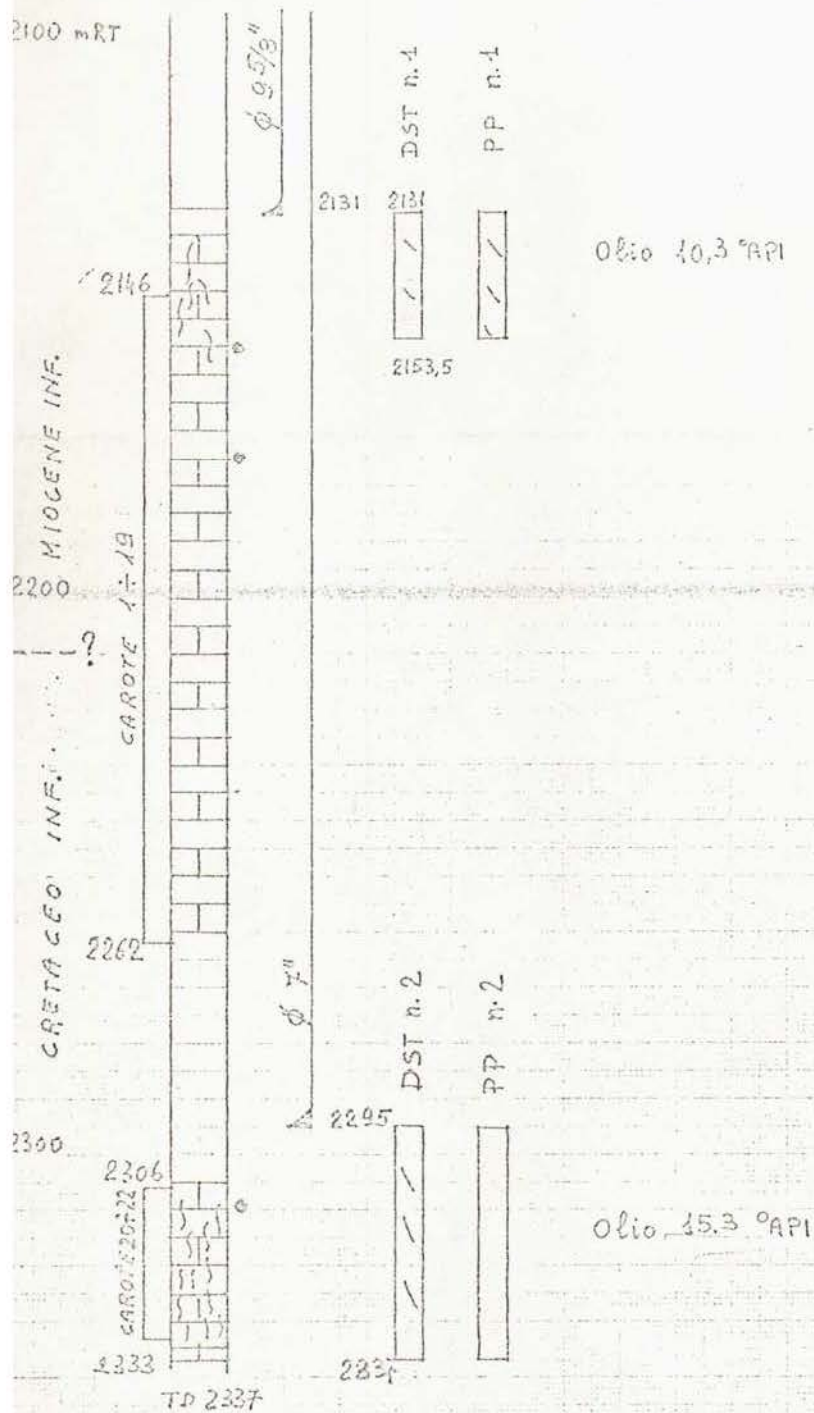
S.M. 2



381

POZZO S. MARIA 3 : SITUAZIONE PROVE

RTE = 57,50 m



1981

100

S. MARIA #3

INTERVALLO 2306-2333 mRT

 $K_R \sqrt{5} - \phi$

10

 $K = LmW$

1

0.1

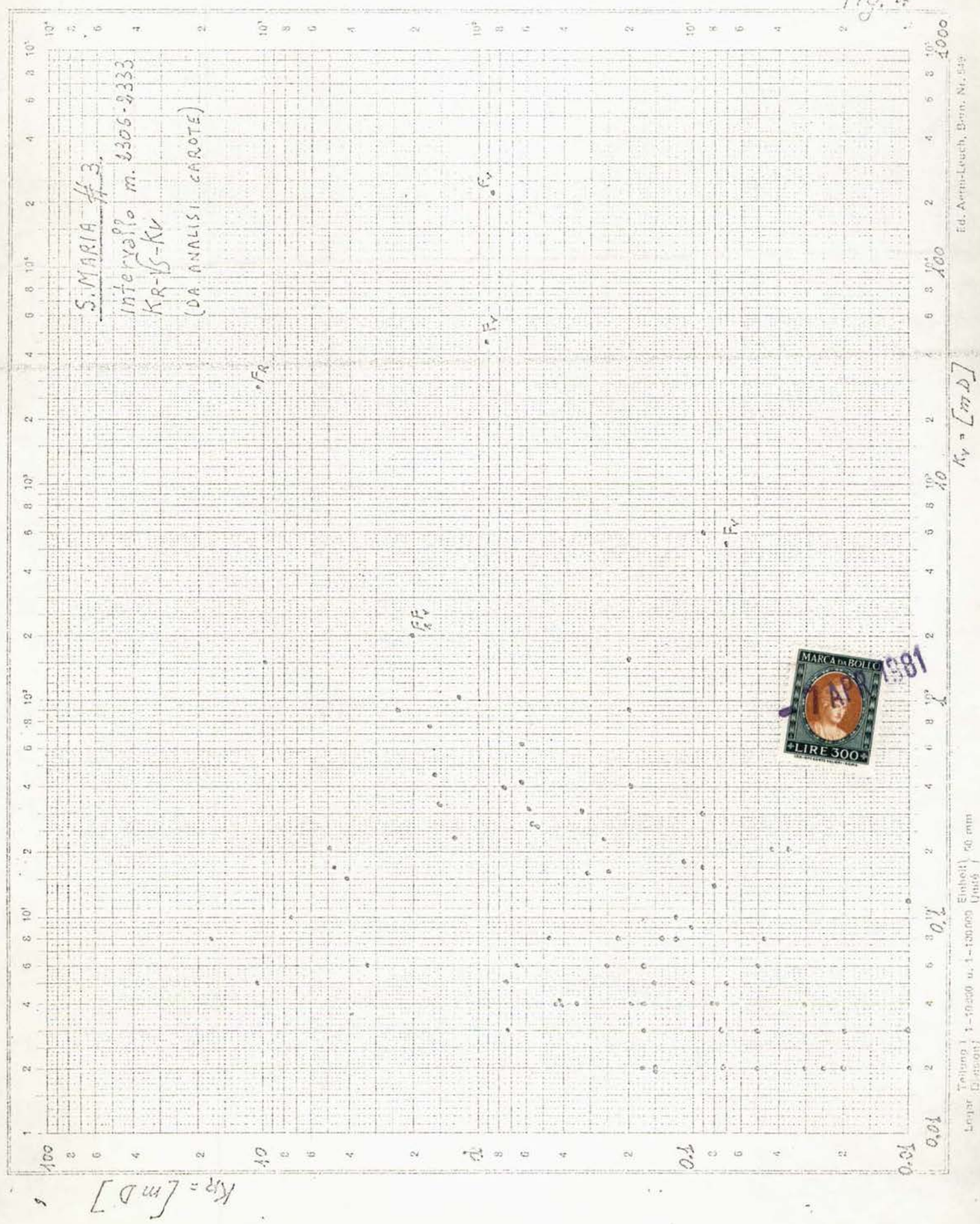
0.01

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

 ϕ %

1981

Fig. 4



S. MARIA 113 P.P. 2

Int. 2295 ÷ 2337 mRT

Analisi della risalita (Arps)

$P = K_1 / \sqrt{t}$
 DPTT

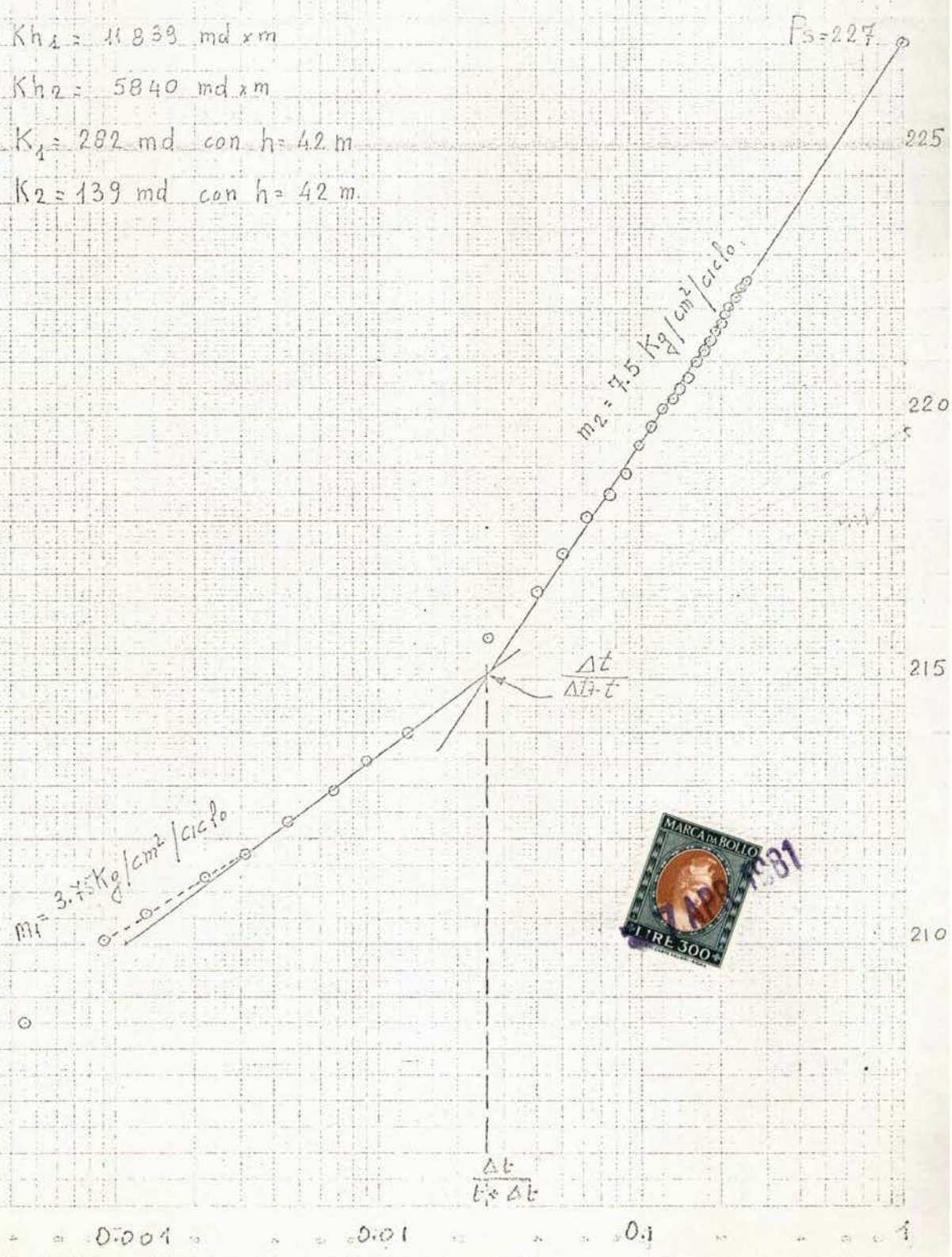
$$K_h = \frac{21.92 \times Q \times \mu_o \times B_o}{m} = \frac{21.92 \times 156 \times 12.2 \times 1.05}{3.7} = 11.450$$

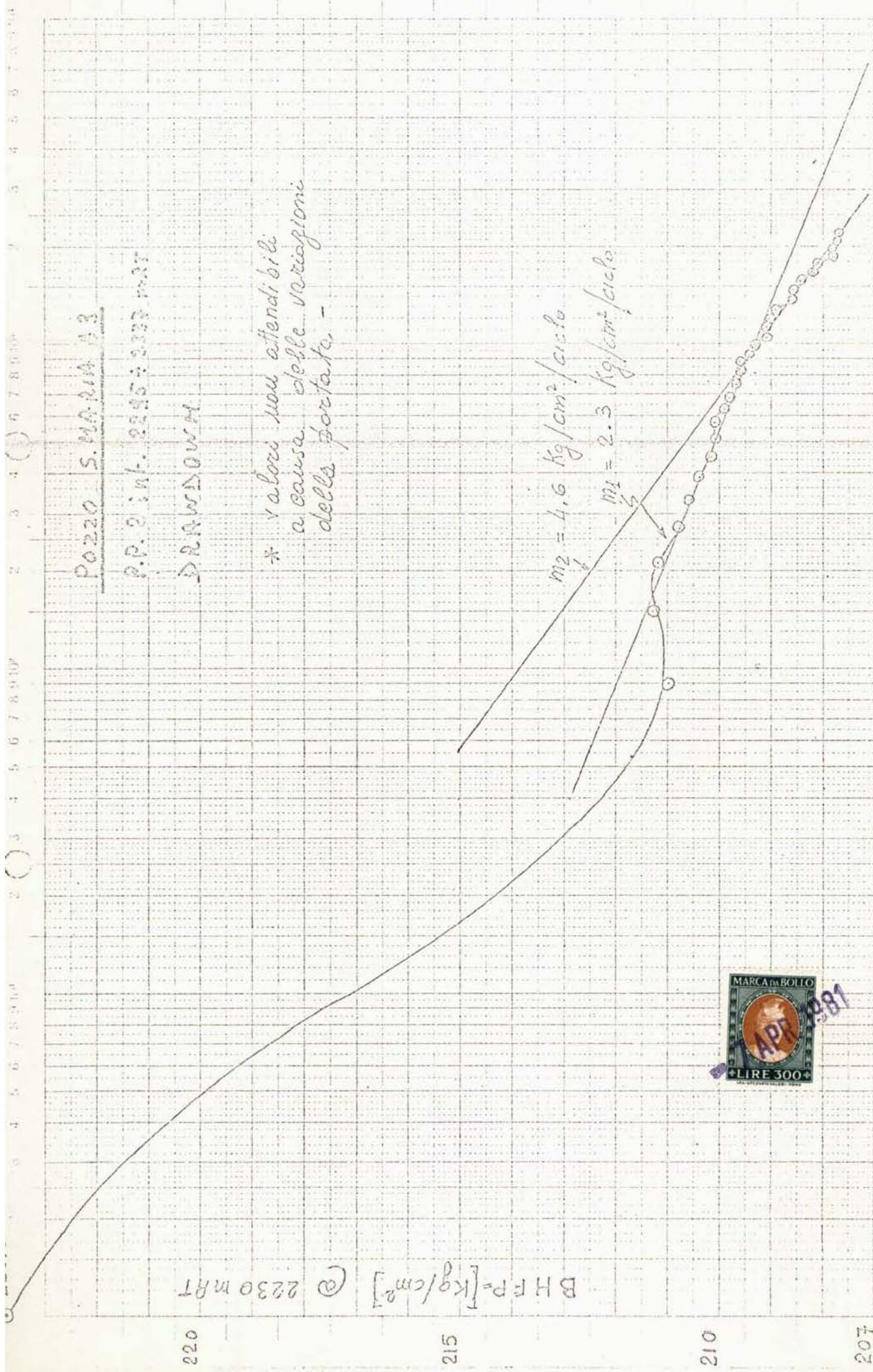
$$K_{h1} = 11.833 \text{ md} \times m$$

$$K_{h2} = 5840 \text{ md} \times m$$

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

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





POZZO S. MARIA 03

P.P. 2 int. 2230 ÷ 2320 mAT

DRAWDOWN

* valori non attendibili
a causa delle variazioni
della portata.

$\log t = (\text{min})$

BHP = [kg/cm²] @ 2230 mAT



