

**CAMPO DI SABBIONCELLO  
STUDIO DI GIACIMENTO**

**Allegato 1**



## CAMPO DI SABBIONCELLO

### STUDIO DI GIACIMENTO MANAGEMENT SUMMARY

Destinatari :  
UGI DIRA (2)  
POSP (4) GIAR  
CEDI ARPO  
IPRO

Relazione n° : 18/96  
Commessa n° : 708902  
Data : Maggio 1996  
Protocollo n° : 994

Il Responsabile di Progetto  
**GIAI - D. Marzorati** ..... *D. Marzorati*  
Il Responsabile di Unità  
**GIAI - G. Giannone** ..... *G. Giannone*  
Il Direttore  
**GIAR - G. Sciocchi** ..... *G. Sciocchi*

# MANAGEMENT SUMMARY

## CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

### 1. DATI GENERALI

### 2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

### 3. SOMMARIO

- 3. 1 STRUTTURA DEL GIACIMENTO
- 3. 2 ACCUMULI DI IDROCARBURI
- 3. 3 STATO DEL CAMPO
- 3. 4 WORKING GAS E RISERVE
- 3. 5 PREFATTIBILITÀ TECNICHE
- 3. 6 VALUTAZIONI ECONOMICHE
- 3. 7 RACCOMANDAZIONI E CRITICITÀ'

### 4. DISCUSSIONE

#### 4. 1 SEZIONE GIACIMENTI

##### 4.1.1 STRUTTURA DEL GIACIMENTO

- 4.1.1.1 Tipo di trappola ed estensione areale
- 4.1.1.2 Tipo di formazioni, livelli e compartimentazione

##### 4.1.2 ACCUMULI DI IDROCARBURI

- 4.1.2.1 Caratterizzazione petrofisica
- 4.1.2.2 Fluidi di formazione
- 4.1.2.3 Accumuli di idrocarburi

##### 4.1.3 STATO DEL CAMPO

- 4.1.3.1 Comportamento produttivo e pozzi esistenti

##### 4.1.4 WORKING GAS E RISERVE

- 4.1.4.1 Scenari esaminati
- 4.1.4.2 Previsioni di produzione e riserve

#### 4. 2 SEZIONE IMPIANTI

##### 4.2.1 CLUSTER A-B-C

- 4.2.2 UNITÀ DI DISIDRATAZIONE GAS
- 4.2.3 UNITÀ DI RIGENERAZIONE GLICOLE DIETILENICO
- 4.2.4 UNITÀ DI SERVIZIO
- 4.2.5 DATI TECNICI COLLETTORI E TUBAZIONI

#### 4. 3 SEZIONE POZZI E COMPLETAMENTI

#### 4. 4 RACCOMANDAZIONI

#### 4. 5 RIFERIMENTI



## Lista delle FIGURE

- Fig. 1 Mappa Indice
- Fig. 2 Top strutturale - livello A
- Fig. 3 Schema litostratigrafico
- Fig. 4 (a,b) Sezioni schematiche
- Fig. 5 (a,a1,b,b1) Curve di erogabilità
- Fig. 6 (a,b) Storia produttiva di Campo
- Fig. 7 (a,b) Profili di produzione
- Fig. 8 Centrale di Sabbioncello - schema semplificato



## Lista delle TABELLE

- Tab. 1 Idrocarburi in posto - Sommario
- Tab. 2 Idrocarburi in posto - Dettaglio
- Tab. 3 Stato dei pozzi
- Tab. 4 Scenari esaminati e relativi Working Gas
- Tab. 5 Classificazione delle Riserve
- Tab. 6 (a,b) Previsioni di produzione
- Tab. 7 Composizione idrocarburi

**CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI**

20 GEN 1997



Il presente studio sul Campo di stoccaggio di Sabbioncello si è reso necessario al fine di aggiornare con un modello dinamico 3D la precedente simulazione, effettuata con un monocella (1986 - 87) (Riff. n°2 e n°3).

Il Campo in esame è stato oggetto di una revisione sismica. L'interpretazione fornita presenta delle incertezze, legate al tipo di dato sismico disponibile; sono state infatti utilizzate delle linee sismiche 2D, con grid molto largo (500 - 1000 m), che, se hanno permesso di riconoscere i lineamenti strutturali principali del Campo, non sono state sufficienti a definire in modo dettagliato i lineamenti strutturali secondari (faglie dirette) presenti nell'area centrale.

Il lavoro, eseguito con una metodologia consolidata già applicata nello studio del Campo di stoccaggio di Sergnano, ha confermato il WG calcolato negli studi precedenti fornendo però importanti indicazioni di gestione sulle conseguenze che avrebbero le diverse modalità di svaso.

La simulazione è stata effettuata su un caso base ( $SBHP_{max} = SBHP_{in}$  e  $FTHP_{min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ ), su un ciclo di emergenza ( $SBHP_{max} = SBHP_{in}$  e  $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ) e, indicativamente, su un caso di potenziamento ampliando i limiti di esercizio del Campo ( $SBHP_{max} = SBHP_{in} + 20 \text{ kg/cm}^2$  e  $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ). Si è di seguito svolta una sensitivity sull'evoluzione del WG in relazione alle diverse modalità di svaso. E' da sottolineare che la gestione dello svaso è stata regolata dalla massima potenzialità dei pozzi e/o degli impianti e non seguendo il criterio dell'imposizione di un  $\Delta p_{max}$  di testa.

E' stata infine effettuata una sensitivity relativa all'iniezione in giacimento di gas ad alto contenuto di  $\text{CO}_2$ .

I risultati in termini volumetrici (GOIP, WG, Riserve @  $15 \text{ kg/cm}^2$ , Riserve @  $45 \text{ kg/cm}^2$ ) confermano quelli ottenuti negli studi precedenti, mentre per ciò che riguarda la simulazione dello svaso si è osservata una significativa diversità di risposta.

La curva di erogabilità del modello 3D mostra infatti che è possibile mantenere il plateau di portata di picco per un periodo di tempo maggiore, mentre nella parte finale, in presenza di fenomeni di depletion locali non considerati dal modello monocella, la portata risulta inferiore a quella calcolata con il GIAC27, allungando così i tempi di svaso.

Di seguito sono riassunti i principali risultati dello studio:

**CASO BASE**

- Working Gas ciclo normale =  $847 \text{ MSm}^3$ .

Questo valore si riferisce al caso di ricostituzione a  $SBHP_{in}$  (Stock =  $1645 \text{ MSm}^3$ ) e con i limiti attuali di svaso dati dal metanodotto SNAM ( $FTHP_{min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ ).

**CASO DI EMERGENZA**

- Working Gas ciclo di emergenza =  $1141 \text{ MSm}^3$ .

Questo valore si riferisce al caso di ricostituzione a  $SBHP_{in}$  (Stock =  $1645 \text{ MSm}^3$ ) e contemplando una successiva ricompressione del gas prodotto ( $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ).

**CASO POSSIBILE CON POTENZIAMENTO**

- Working Gas in ciclo di emergenza dopo il potenziamento =  $1384 \text{ MSm}^3$ .

Questo valore si riferisce al caso di ricostituzione a SBHPin + 20 kg/cm<sup>2</sup> (Stock = 1974 MSm<sup>3</sup>) e contemplando una successiva ricompressione del gas prodotto (FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup>).

## EVOLUZIONE DEL WORKING GAS

- Sottponendo il Campo a 10 cicli normali di produzione (FTHPmin = 70 kg/cm<sup>2</sup>) e ricostituzione a SBHPin si riscontra una leggera diminuzione del GIP e quindi del WG nel tempo quantificabile nel 3 - 4% a seconda del ritmo di produzione.
- Sottponendo il Campo a 10 cicli di produzione di emergenza (FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup>) e ricostituzione a SBHPin si riscontra una riduzione del GIP e pertanto del WG variabile dal 11% al 14% a seconda del ritmo di produzione.
- Sottponendo invece il Campo a 10 cicli di produzione ridotti (FTHPmin = 95 kg/cm<sup>2</sup>, per uno svaso di 485 MSm<sup>3</sup>) e ricostituzione a SBHPin si verifica un aumento del GIP e del WG del 4%.
- Sottponendo infine il Campo a 10 cicli di produzione ridotti (FTHPmin = 95 kg/cm<sup>2</sup>) e ricostituzione a SBHPin + 20 kg/cm<sup>2</sup> si verifica un aumento del GIP e del WG del 10%.

## MODALITA' DI GESTIONE

- Dal punto di vista operativo la gestione ottimale del campo è risultata pertanto quella che non comporta una discesa della FTHPmin al di sotto della pressione del metanodotto SNAM (70 kg/cm<sup>2</sup>), valore per il quale il WG si mantiene costante. Possono essere effettuati cicli di emergenza superando tale soglia ma, se ciò risultasse sistematico, si andrebbe incontro ad una riduzione del WG. Al contrario, nell'ottica di una gestione integrata dei Campi di stoccaggio, si consiglia, ove possibile, di utilizzare il Campo al di sotto delle sue potenzialità per incrementarne il WG nel tempo.

## RISERVE

- Per quanto riguarda le riserve sono stati considerati due casi:
  - **riserve originali certe sviluppate** @ FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup>: 2894 MSm<sup>3</sup> producibili in 10 anni (85% il 1°anno);
  - **riserve originali certe non sviluppate** @ FTHPmin = 15 kg/cm<sup>2</sup>: con questa ipotesi si ottiene un incremento di riserve pari a 187 MSm<sup>3</sup>, per un totale di 3081 MSm<sup>3</sup>.

## INIEZIONE DI GAS AD ALTO TENORE DI CO<sub>2</sub>

- L'analisi svolta ha evidenziato che il gas prodotto dopo l'iniezione di gas ad alto contenuto di CO<sub>2</sub> (App. B) ha un tenore in CO<sub>2</sub> di poco inferiore a quello iniettato, indicando, pertanto, la necessità di mettere in posto specifici impianti di trattamento qualora si intenda percorrere tale strada.
- A seguito dei risultati ottenuti si formulano le seguenti **raccomandazioni**:
  - acquisizione di un rilievo sismico, che permetta, con i dati conseguiti, una ricostruzione strutturale del giacimento in dettaglio, in particolare della zona centrale e, secondariamente, un inquadramento del Campo rispetto al quello vicino di Tresigallo.
  - un'ulteriore prova di produzione dovrebbe essere svolta nella sezione centrale del Campo sul pozzo Sabbioncello 33d o 34d, perché la zona è probabilmente più fagliata di quanto assunto nel presente studio.



- in previsione di un potenziamento del Campo con il superamento della pressione iniziale del giacimento, si renderebbe necessario uno studio della threshold pressure relativo alla copertura, mediante acquisizione di carote da un nuovo pozzo.
- viste le difficoltà incontrate nel simulare le pressioni minime in seguito alla fase di svaso, da imputare probabilmente ad errori di misura delle portate di gas, si raccomanda una revisione delle apparecchiature (es. densimetro).



## 1. DATI GENERALI

- Il Campo di Sabbioncello è ubicato nel Comune di Tresigallo, in provincia di Ferrara, circa 50 km a NW di Ravenna (Fig.1).
- Il giacimento si trova nel Permesso Area ENI - Pianura Padana.
- Pozzo di scoperta può essere considerato il Sabbioncello 5, perforato nel 1959, che rinvenne mineralizzazione a gas in sabbie del Pliocene medio - superiore (livello A). I sondaggi, Sabbioncello 1-2-3-4-6 risultarono sterili e perforati a notevole distanza dal giacimento, in direzione NW.
- Durante la fase di coltivazione del Campo furono scoperti altri due livelli a gas di modesta entità, denominati B e C. Il livello B, rinvenuto a gas dai pozzi Sabbioncello 16 e 17, a 40 - 50 m circa al di sotto del livello A, è stato messo in produzione nel Febbraio 1961 dal pozzo Sabbioncello 16 ed è stato chiuso nel Novembre dello stesso anno, dopo aver prodotto 2,05 MSm<sup>3</sup> di gas. Il livello C, appartenente alla F.ne "Sabbie di Asti" del Pleistocene e mineralizzato a gas nel pozzo Sabbioncello 11, non ha mai prodotto.
- La produzione primaria del pool A (qui suddiviso nei livelli A ed A1), avvenuta attraverso 9 pozzi produttori, è iniziata nel Febbraio 1961 ed è terminata nell'Agosto 1981 con una produzione cumulativa di gas pari a 2540,7 MSm<sup>3</sup>.
- La SBHP iniziale del Campo era di 146,1 kg/cm<sup>2</sup> a @ 1163 mssl. Al termine della produzione primaria la pressione statica risultava di 60,7 kg/cm<sup>2</sup> a (Marzo 1981) alla stessa profondità.
- Lo stoccaggio del gas è iniziato a Luglio 1985.
- Attualmente i pozzi utilizzati per lo stoccaggio sono 30.



## 2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Gli obiettivi del presente studio, commissionato da UGI, sono stati i seguenti:

- definire un nuovo modello di giacimento con simulatore dinamico 3D poichè gli ultimi studi del Campo risalgono al 1986 - 87 e sono pertanto obsoleti;
- costruzione di uno strumento da utilizzare in Distretto per ottimizzare la gestione del Campo.

Lo strumento di simulazione 3D necessita di una grande quantità di dati e pertanto di tempi più lunghi per la costruzione del modello, ma fornisce un mezzo di simulazione del comportamento del giacimento ben più dettagliato e direttamente applicabile alle esigenze del Distretto.



## SOMMARIO

### STRUTTURA DEL GIACIMENTO

Il Campo di Sabbioncello è costituito da una anticlinale con l'asse maggiore orientato in direzione NW-SSE. La struttura è limitata a nord e a sud da faglie inverse, che rappresentano gli allineamenti strutturali principali del Campo; su questi si sono impostate, per eventi tettonici probabilmente successivi, delle faglie dirette (Fig.2).

L'interpretazione delle linee sismiche 2D, eseguita da MOST (1995-1996), è stata finalizzata alla costruzione della mappa in profondità relativa al top del livello principale del Campo (livello A). Le altre mappe strutturali e di spessore sono state ottenute successivamente utilizzando il programma di mapping CPS3.

Il giacimento è costituito da 2 livelli sabbiosi principali denominati, dall'alto verso il basso, A ed Al, appartenenti alla F.ne "Porto Garibaldi" del Pliocene medio - superiore (Fig.3).

La mineralizzazione è compresa tra 1100 e 1207 mssl (gas water contact).

La copertura è garantita dalle argille della F.ne "Argille del Santerno" (Pliocene - Pleistocene), che presentano uno spessore medio di 75 m circa.

Due sezioni schematiche del Campo con direzione NW-SE e NNE-SSW sono riportate in Figura 1, a e b rispettivamente e le loro tracce in Figura 2.



### ACCUMULI DI IDROCARBURI

Il volume di gas originariamente in posto (GOIP) del giacimento è pari a 3177 MSm<sup>3</sup> ed è sostanzialmente in accordo con le valutazioni degli studi precedenti (Tab.1).

Il livello principale del Campo, denominato livello A, contiene l'86% del GOIP totale (Tab.2).

### 3.3 STATO DEL CAMPO



- Entrambi i livelli A e A1 del Campo sono attualmente impiegati per lo stoccaggio di gas; il primo ciclo di stoccaggio è stato realizzato nel 1985 e nel 1993 è stata completata la ricostituzione del giacimento fino ad una pressione prossima a quella iniziale. Lo svaso 1994-95 è stato di 412,5 MSm<sup>3</sup> e lo stock massimo raggiunto (Ottobre 1995) è stato di 1617 MSm<sup>3</sup> con una SBHP = 145 kg/cm<sup>2</sup>, valore di poco inferiore alla SBHP iniziale.
- Lo stato attuale dei 47 pozzi (di cui n°2 side-track) perforati sulla struttura è il seguente:
  - 30 pozzi, distribuiti in 3 clusters, utilizzati per lo stoccaggio e completati in gravel pack con tubing di diametro variabile (Tab.3);
  - 4 pozzi di osservazione completati nella formazione mineralizzata;
  - 13 pozzi chiusi minerariamente.
- La Centrale ha una capacità di trattamento di 22,5 Msm<sup>3</sup>/g e soddisfa contemporaneamente le esigenze di stoccaggio e quelle di compressione del gas nella rete dei metanodotti (pressione d'ingresso 70 kg/cm<sup>2</sup> ).
- Il gas stoccati è di tipo algerino, nazionale e russo.

### 3.4 WORKING GAS E RISERVE



#### Working gas

Al fine di ottimizzare la gestione del Campo, nello studio sono stati considerati diversi scenari di utilizzo del giacimento in relazione alle diverse modalità di svaso.

La pressione di inizio svaso è stata considerata dunque uguale al valore iniziale pari a  $146,1 \text{ kg/cm}^2$  mentre nell'Ottobre 1995 si è raggiunto soltanto il 98,6% di tale valore. Inoltre, pur non avendo informazioni sulla threshold pressure della formazione di copertura, è stato investigato un caso di potenziamento con ricompressione del giacimento fino a  $P_{in} + 20 \text{ kg/cm}^2$ .

- In relazione dunque alle modalità di svaso sono stati considerati i seguenti casi:
  - a) Caso base:  $SBHP = SBHP_{in}$  e svaso fino ad una  $FTHP_{min}$  pari a  $70 \text{ kg/cm}^2$ , limite d'ingresso nel metanodotto.  
La curva di erogabilità è stata calcolata senza considerare i limiti di erosione delle flowlines imponendo come unico limite la capacità di trattamento della Centrale.
  - b) Ciclo di emergenza:  $SBHP = SBHP_{in}$  e svaso fino ad una  $FTHP_{min}$  pari a  $45 \text{ kg/cm}^2$  (con ricompressione fino a  $70 \text{ kg/cm}^2$ ).
  - c) Caso possibile con potenziamento:  $SBHP = SBHP_{in} + 20 \text{ kg/cm}^2$  e svaso fino ad una  $FTHP_{min}$  pari a  $45 \text{ kg/cm}^2$  (con ricompressione fino a  $70 \text{ kg/cm}^2$ ).
  - d) Svaso fino ad una  $FTHP_{min}$  pari a 45, 70 e  $95 \text{ kg/cm}^2$  per seguire l'evoluzione del WG dopo 10 cicli di iniezione e svaso.
- Per tutti gli scenari del terzo caso sono state svolte delle sensitivity sulle modalità di svaso:
  - 1) Svaso con un plateau di portata di  $22,5 \text{ Msm}^3/\text{g}$  (max capacità di trattamento della Centrale) senza limitazioni per il valore della  $\Delta P_{max}$  di testa;
  - 2) Svaso con diversi plateaux di portata, abbandonando il criterio di  $\Delta P_{max}$  di testa, effettuato dopo 10 cicli alternati di produzione ed iniezione. I plateaux di portata sono stati ottenuti imponendo il valore del draw down della pressione di fondo pozzo pari al 10, 15 e 20% della pressione di fondo pozzo iniziale.
- I risultati ottenuti, esposti nella Tabella 4, sono qui riassunti:
  - a) Caso base:  $SBHP = SBHP_{in} = 146,1 \text{ kg/cm}^2$  (stock pari a  $1645 \text{ Msm}^3$ ) e  $FTHP_{min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ .  
Il WG risulta uguale a  $847 \text{ Msm}^3$ .
  - b) Ciclo di emergenza:  $SBHP = SBHP_{in} = 146,1 \text{ kg/cm}^2$  (stock pari a  $1645 \text{ Msm}^3$ ) e  $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ .  
Il WG in questo caso risulta uguale a  $1141 \text{ Msm}^3$ .

c) Caso possibile con potenziamento:  $SBHP = SBHP_{in} + 20 \text{ kg/cm}^2$  (stock pari a  $1974 \text{ MSm}^3$ ) e  $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ .

In questo caso il WG è pari a  $1384 \text{ MSm}^3$ .

d) Casi di forecast dopo 10 cicli di produzione e stoccaggio:

1. Dopo 10 cicli di produzione di emergenza ( $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ) e stoccaggio ad una pressione  $SBHP = 146,1 \text{ kg/cm}^2$ , si è riscontrata una diminuzione del GIP e pertanto del WG variabile dall' 11 al 14% secondo i ritmi di produzione.
2. Dopo 10 cicli di produzione al limite della pressione d'ingresso del metanodotto ( $FTHP_{min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ ) e stoccaggio ad una pressione  $SBHP = 146,1 \text{ kg/cm}^2$ , il GIP e quindi il WG sono risultati leggermente ridotti (3 - 4%) in relazione al ritmo di produzione.
3. Dopo 10 cicli di produzione ad una pressione  $FTHP_{min} = 95 \text{ kg/cm}^2$  e stoccaggio alla pressione  $SBHP = 146,1 \text{ kg/cm}^2$ , si è riscontrato un aumento del WG del 4%.
4. Dopo 10 cicli di produzione ad una pressione  $FTHP_{min} = 95 \text{ kg/cm}^2$  e stoccaggio alla pressione  $SBHP_{in} + 20 \text{ kg/cm}^2$ , si è riscontrato un aumento del WG del 10%.

Le curve di erogabilità sono presentate in Figura 5.

Le indicazioni che il modello fornisce per determinare la gestione ottimale del Campo sono molteplici:

- Se il Campo fosse sfruttato sistematicamente fino ad arrivare ogni anno alla produzione di emergenza ( $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ), si avrebbe una riduzione progressiva del gas in posto, fenomeno da imputare all'ingresso di acqua in giacimento, e quindi una riduzione del WG. Tuttavia il modello numerico indica anche che, se si arriva occasionalmente a tale limite, il Campo non subisce danneggiamenti.
- Se il Campo sarà sfruttato fino ad arrivare ad una pressione  $FTHP_{min} = 70 \text{ kg/cm}^2$ , limite d'ingresso del metanodotto, si avrà un mantenimento del WG lasciando sostanzialmente invariate le potenzialità del Campo.
- Continuando invece ad effettuare cicli simili a quelli finora imposti al Campo, si registrerà un incremento del gas in posto ed il WG aumenterà nel tempo. In questo caso appare tuttavia chiaro che lo sfruttamento del Campo sarà considerevolmente inferiore alle sue potenzialità.

### Riserve

Per la valutazione delle riserve sono stati considerati due casi (Tab. 5):

- A. Riserve originarie certe sviluppate.  $FTHP_{min} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ; le riserve ammontano a  $2894 \text{ MSm}^3$  e sono producibili in 10 anni (85% il 1° anno);
- B. Riserve originarie certe non sviluppate.  $FTHP_{min} = 15 \text{ kg/cm}^2$ ; l'incremento di riserve è pari a  $187 \text{ MSm}^3$ .



Le riserve rimanenti @ 31/12/1995 risultano pari a **1165 MSm<sup>3</sup>**.

Le previsioni di produzione delle riserve originarie certe sviluppate e non sviluppate sono presentate in Tabella 6 (a, b), mentre in Figura 7 (a, b) sono mostrate le previsioni di produzione delle riserve rimanenti @ 31/12/1995.



### 3.5 PREFATTIBILITA' TECNICHE

Assente.

### 3.6 VALUTAZIONI ECONOMICHE

Assente.

### 3.7 RACCOMANDAZIONI E CRITICITÀ

- In generale tutti i risultati ottenuti dallo studio sono vincolati ad assunzioni effettuate in fase di costruzione dei modelli geologico e dinamico a causa della scarsità di dati disponibili.
- In base ai dati dello studio, le principali raccomandazioni sono le seguenti:
  - acquisizione di un rilievo sismico, con i dati del quale si possa in primo luogo effettuare una interpretazione strutturale dettagliata del giacimento, con particolare riguardo all'area centrale ed in secondo luogo fornire un inquadramento del Campo rispetto a quello vicino di Tresigallo;
  - esecuzione di una prova di produzione nell'area centrale, pozzo Sabbioncello 33d o 34d, per avere informazioni sulla presenza di ulteriori faglie;
  - verifica delle equazioni di flusso in periodi diversi dello svaso.
- Particolare menzione meritano le indicazioni circa un possibile potenziamento del Campo (con  $P > P_i$ ).  
L'acquifero infatti è particolarmente sensibile alla pressione che vige nel Campo per cui il superamento della pressione iniziale avrebbe un doppio effetto:
  - a) maggiore gas stoccatto per l'innalzamento della pressione finale;
  - b) aumento del WG perchè il raggiungimento di una pressione più alta permette all'acquifero di regredire con un conseguente aumento del gas in posto.

Si raccomandano pertanto indagini sulla formazione di copertura per determinare la massima pressione raggiungibile, mediante perforazione di un nuovo pozzo per prelievo di carote da sottoporre ad analisi della threshold pressure.

In questa ipotesi saranno altresì necessarie verifiche tecnico/economiche delle attuali facilities di superficie.



## 4. DISCUSSIONE

### 4.1. SEZIONE GIACIMENTI

#### 4.1.1 STRUTTURA DEL GIACIMENTO

##### 4.1.1.1 Tipo di trappola ed estensione areale

Il Campo di Sabbioncello è stato oggetto di una revisione sismica da parte di MOST (1995-1996). L'interpretazione è stata eseguita su rilievi sismici 2D, utilizzando principalmente le linee "FE", acquisite nel 1988 e, secondariamente, le linee "BOL" - "ROV" - "VCD" - "FER", acquisite tra il 1970 ed il 1974. Purtroppo il grid sismico dell'area di interesse è molto largo: ogni linea sismica dista dall'altra tra i 500 ed i 1000 m circa. Questo comporta una definizione sismica qualitativamente limitata nel dettaglio strutturale.

La revisione è stata finalizzata alla costruzione della mappa in tempi, convertita successivamente in profondità, relativa al top del livello A, il più importante del Campo. Le altre mappe strutturali e di spessore sono state generate utilizzando il programma di mapping CPS3.

Il giacimento è strutturato a piega anticlinalica, con l'asse maggiore orientato in direzione NNW-SSE.

La struttura è limitata a nord ed a sud da faglie inverse, che costituiscono gli allineamenti strutturali principali del Campo. A questi, in una fase post-compressiva, si sono aggiunte delle faglie dirette secondarie, da considerarsi come faglie di "collasso", legate ad eventi tettonici a carattere distensivo, che interessano principalmente l'area centrale.

L'evidenza sismica della presenza di faglie dirette nell'area centrale del Campo è geologicamente supportata anche dai dati di pozzo, per la riduzione notevole di spessore del livello A (pozzi Sabbioncello 22d, 26 e 50d).

Tali faglie sono state evidenziate anche dalla reinterpretazione delle prove di produzione di fondo effettuate nel Febbraio 1995, nei pozzi Sabbioncello 26dA, 29d e 45d, rappresentative di tutto il giacimento (Rif. n°4). Tutte le prove confermano la presenza di faglie nell'area centrale del Campo e ne evidenziano la natura sealing. Esse, tuttavia, per la loro limitata estensione, permettono nel giacimento la comunicazione idraulica.

L'ipotesi relativa alla presenza di una faglia diretta, a sud del Campo, tra i pozzi Sabbioncello 13 e 18, definita sulla base sia di una riduzione, pari a 13 m circa, dell'argilla sottostante il livello A1 nel pozzo Sabbioncello 18, che sulla base della differenza di 6,5 m dei GWC nei due pozzi, non è stata confermata dalla interpretazione sismica. Anche dal punto di vista dinamico essa viene esclusa, in quanto i due pozzi presentano dei declini di pressione simili; pertanto non è stata presa in considerazione nella fase di simulazione dinamica.

La chiusura del Campo è a nord e ad ovest per faglia, ad est per pendenza ed a sud in parte per pendenza ed in parte per faglia.



La copertura, data dalle argille della F.ne "Argille del Santerno" (Pliocene - Pleistocene), presenta uno spessore medio di circa 75 m.

L'area mineralizzata riferita al top strutturale del livello A è di circa 4,8 km<sup>2</sup>.

Dal punto di vista strutturale il presente studio ha portato alle seguenti variazioni rispetto a quello precedente del 1986 (Rif. n°2):

- maggiore complessità della struttura dovuta all'individuazione di un maggiore numero di faglie che hanno dislocato il Campo in modo vario;
- è stata accantonata la precedente ipotesi dello sblocchettamento del Campo per conto di faglie trascorrenti, di direzione N-S; per contro, nel presente studio, sono state individuate faglie normali sealing di limitata estensione areale.
- la faglia tra i pozzi Sabbioncello 13 e 18 è stata interpretata come diretta e non come inversa.

Purtroppo il dato sismico disponibile (poche linee 2D e grid molto largo) non ha permesso di ottenere una ricostruzione strutturale dettagliata dell'area centrale del Campo, per cui questa ultima potrebbe essere in realtà strutturalmente più complessa di quanto qui indicato.

#### 4.1.1.2 Tipo di formazioni, livelli e compartimentazione

I livelli principali del Campo, A ed A1, sono localizzati nella parte superiore della F.ne "Porto Garibaldi" del Pliocene medio - superiore e sono costituiti da sabbie medio - fini con intercalati dei livelletti argillosi.

Il livello A, il più importante, è presente in tutto il Campo e si estende arealmente a NE dove è stato riconosciuto nei pozzi 12, 13 e 13d del Campo di Tresigallo.

Lo spessore, che varia dagli 11,5 m ai pozzi Sabbioncello 7 e 35d ai 27,5 m al pozzo Sabbioncello 10, aumenta in direzione sud, mentre diminuisce verso ovest dove al pozzo Sabbioncello 11 esso si riduce ad appena 4 m.

Nell'area centrale del Campo il livello presenta delle "anomalie" di spessore, in corrispondenza dei pozzi Sabbioncello 22d (11,3 m), 26 (6 m) e 50d (4,5 m), legate alla presenza di faglie dirette.

Il livello A1, che sembra essere, nell'area centrale, separato dal livello A da un setto di argilla di spessore variabile da 1 a 3 m, è assente nell'area settentrionale del Campo per non deposizione mentre aumenta di spessore verso sud, raggiungendo i 15 m al pozzo Sabbioncello 13.

Gli unici pozzi di stoccaggio che hanno raggiunto ed attraversato il livello sono stati il Sabbioncello 19d, 27d e il 30d.

Dai logs elettrici sono stati rilevati nel Campo i seguenti contatti:

LIVELLO A	GWC	@	-1200,5 mssl	(pozzo 18)
	GWC	@	-1207,0 mssl	(pozzo 13)

LIVELLO A1	GDT	@	-1185,8 mssl	(pozzo 8)
	WUT	@	-1212,5 mssl	(pozzo 13)

L'acquifero è di tipo laterale ed è stato assunto nel modello dinamico alla quota di -1207,0 mssl. Al termine della produzione primaria la tavola d'acqua era risalita a circa -1165 mssl.



## 4.1.2 ACCUMULI DI IDROCARBURI

### 4.1.2.1 Caratterizzazione petrofisica



La valutazione dei parametri petrofisici, utilizzati per il calcolo del GOIP, è stata eseguita sulla base dei CPI, elaborati per 9 pozzi, e delle analisi di routine eseguite sulle uniche carote di fondo disponibili relative al livello A, prelevate nei pozzi Sabbioncello 19d e 20d.

Per entrambi i livelli, A ed A1, sono stati riscontrati i medesimi valori di Net/Gross, di porosità e di saturazione in acqua (Tab.2).

Per il Net/Gross è stato calcolato un valore medio di 85% , in base anche all'analisi delle curve del Potenziale Spontaneo, limitatamente a quelle registrate nei pozzi produttori ed è stato supposto omogeneo in tutto il Campo.

La porosità è stata stimata pari al 29%.

La saturazione in acqua originaria è stata assunta uguale al 20%, valore desunto dai CPI relativi ai soli pozzi Sabbioncello 7 e 9, in quanto le altre analisi quantitative disponibili riguardano pozzi perforati in avanzata fase di produzione od in fase di stoccaggio (alti o bassi valori di SW).

### 4.1.2.2 Fluidi di formazione

La mineralizzazione è a gas metano. La composizione del gas adoperata per l'history match è quella derivante dal bollettino di analisi su un campione prelevato nel pozzo Sabbioncello 5.

La composizione del gas durante la fase di stoccaggio non è significativamente diversa e pertanto tutto lo studio è stato condotto con il gas presentato in Tabella 7.

Per quanto concerne la sensitivity svolta sulla possibilità di stoccare gas ad alto contenuto di CO<sub>2</sub> , è stata assunta la medesima composizione, sostituendo il 2% di metano con CO<sub>2</sub> .

### 4.1.2.3 Accumuli di idrocarburi

Il calcolo del Gross Bulk Volume (GBV), relativo ai livelli A ed A1, è stato eseguito con l'ausilio del programma di mapping CPS3 utilizzando le mappe del top e del bottom di ciascun livello fino alla quota di contatto.

La congruenza tra modello dinamico e statico è stata verificata sul Net Pore Volume.  
Di seguito sono presentati i risultati della inizializzazione del GOIP:

GOIP (MSm<sup>3</sup>)

Livello	Certo	Probabile	Possibile	Totale
A	2729	0	0	2729
A1	448	0	0	448
<b>TOTALI</b>	<b>3177</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3177</b>



#### 4.1.3 STATO DEL CAMPO

##### 4.1.3.1 Comportamento produttivo e pozzi esistenti

Il giacimento è stato scoperto nel 1959 con il pozzo Sabbioncello 5; la zona mineralizzata si trovava ad una pressione iniziale (SBHPi) di  $146,1 \text{ kg/cm}^2$  a  $@ 1163 \text{ mssl}$  (datum).

La produzione primaria è iniziata nel Febbraio 1961 ed è terminata nell'Agosto 1981. A tale data il Campo aveva erogato  $2540,7 \text{ MSm}^3$  di gas. La pressione minima di giacimento è stata raggiunta nel Novembre 1977 con  $56 \text{ kg/cm}^2$ .

Lo stoccaggio è iniziato nel Luglio 1985, quando la pressione del giacimento era risalita a  $70 \text{ kg/cm}^2$ .

Nel 1992 il giacimento è stato ricostituito fino ad un valore di pressione prossimo a quella iniziale.

Lo stock presente in giacimento ad Ottobre 1995 (SBHP=  $145 \text{ kg/cm}^2$  a  $@$  datum) era pari a  $1617 \text{ MSm}^3$ .

Durante l'ultimo ciclo 1994 - 95, lo svaso è stato di  $412,5 \text{ MSm}^3$ .

L'andamento di pressione, produzione ed iniezione di Campo è riportato in Figura 6.

Sulla struttura sono stati perforati 47 pozzi (di cui n°2 side-track); attualmente solo 30 partecipano allo stoccaggio, gli altri vengono usati come pozzi di osservazione o sono minerariamente chiusi.

Lo stato attuale dei pozzi è il seguente:

- 30 pozzi, distribuiti in 3 clusters, utilizzati per lo stoccaggio e completati in gravel pack con tubing di diametro variabile;
- 4 pozzi di osservazione completati nella formazione mineralizzata;
- 13 pozzi chiusi minerariamente.

I pozzi di stoccaggio sono completati in gravel pack con un tubing di dimensioni variabili da  $3" 1/2$  a  $2" 7/8$  (Tab. 3).

## 4.1.4 WORKING GAS E RISERVE

### 4.1.4.1 Scenari esaminati



Lo studio dinamico del Campo di Sabbioncello è stato eseguito con un modello numerico 3D tipo Eclipse.

Nello studio sono stati analizzati diversi scenari di utilizzo al fine di definire le curve di erogabilità secondo le diverse modalità di svaso e di analizzare l'evoluzione del WG in relazione ai cicli cui il Campo è sottoposto.

Come già avvenuto nello studio di Sergnano, non si è considerato come vincolo erogativo un valore di DPmax di testa. Dopo aver tarato le performances produttive di ogni singolo pozzo in base alle equazioni di flusso, le portate sono state regolate secondo un valore DPmax di draw down di fondo pozzo e/o secondo i limiti impiantistici, compatibilmente con le modalità di svaso considerate in ogni singolo scenario.

I forecast hanno riguardato l'evoluzione del WG in relazione alle diverse modalità di produzione.

In sintesi, gli scenari esaminati sono stati i seguenti:

- a) Caso base: SBHP = SBHPin e svaso fino ad una FTHPmin pari a 70 kg/cm<sup>2</sup>, limite d'ingresso nel metanodotto.  
La curva di erogabilità è stata calcolata senza considerare i limiti di erosione delle flowlines imponendo come unico limite la capacità di trattamento della Centrale.
- b) Ciclo di emergenza: SBHP = SBHPin e svaso fino ad una FTHPmin pari a 45 kg/cm<sup>2</sup> (con ricompressione fino a 70 kg/cm<sup>2</sup>).
- c) Caso possibile con potenziamento: SBHP = SBHPin + 20 kg/cm<sup>2</sup> e svaso fino ad una FTHPmin pari a 45 kg/cm<sup>2</sup> (con ricompressione fino a 70 kg/cm<sup>2</sup>).
- d) Svasi fino ad una FTHPmin pari a 45, 70 e 95 kg/cm<sup>2</sup> per seguire l'evoluzione del WG dopo 10 cicli di iniezione e svaso.

Per tutti gli scenari del terzo caso sono state svolte delle sensitivity sulle modalità di svaso:

- 1) Svaso con un plateau di portata di 22,5 MSm<sup>3</sup>/g senza limitazioni per il valore della DPmax di testa;
- 2) Svaso con diversi plateaux di portata, abbandonando il criterio di DPmax di testa, effettuato dopo 10 cicli alternati di produzione ed iniezione. I plateaux di portata sono stati ottenuti imponendo il valore del draw down della pressione di fondo pozzo pari al 10, 15 e 20% della pressione di fondo iniziale.

La fase di **ricostituzione del giacimento** è stata simulata rispettando la capacità limite dei compressori SNAM di 16 MSm<sup>3</sup>/g. E' stato altresì rispettato il limite imposto dalla sezione impianti di non superare la portata di 3 MSm<sup>3</sup>/g durante l'ultimo mese di ogni ciclo di iniezione.

Per la valutazione delle riserve sono stati esaminati due casi:

- A. Riserve originali certe sviluppate, con una pressione di abbandono a testa pozzo FTHPmin pari a 45 kg/cm<sup>2</sup>;
- B. Riserve originali certe non sviluppate, definite come incremento delle riserve considerando una pressione di abbandono FTHPmin pari a 15 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.4.2 Previsioni di produzione e riserve

##### Working gas

La simulazione dei diversi scenari considerati ha consentito di ottenere i risultati esposti nella Tabella 4, che vengono qui riassunti:

- a) Caso base: limite di esercizio pari a FTHPmin = 70 kg/cm<sup>2</sup>, minima pressione di ingresso nel metanodotto.  
Il WG stabilizzato è di 847 MSm<sup>3</sup>.  
Il WG per il ciclo erogativo 1995-96 (stock pari a 1617 MSm<sup>3</sup> con SBHP = 145 kg/cm<sup>2</sup> pari al 98,7% della SBHPi), riferito al caso base, è pari a 821 MSm<sup>3</sup>.
- b) Ciclo di emergenza: limite di esercizio pari a FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup> e ricompressione fino a 70 kg/cm<sup>2</sup>.  
In questo caso lo svaso è di 1141 MSm<sup>3</sup> con SBHP = SBHPin = 146,1 kg/cm<sup>2</sup> (stock pari a 1645 MSm<sup>3</sup>).
- c) Caso possibile con potenziamento: limite di esercizio pari a FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup> e ricompressione fino a 70 kg/cm<sup>2</sup>.  
In tal caso lo svaso è di 1384 MSm<sup>3</sup> con una SBHP = SBHP in + 20 kg/cm<sup>2</sup> (stock pari a 1974 MSm<sup>3</sup>).
- d) Casi di forecast dopo 10 cicli di produzione e stoccaggio:
  1. Dopo 10 cicli di produzione di emergenza (FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup>) e stoccaggio ad una pressione SBHP = SBHPin = 146,1 kg/cm<sup>2</sup>, si è riscontrata una diminuzione del WG e del GIP variabile dal 11% al 14% secondo i ritmi di produzione. La riduzione minore è stata ottenuta quando il ritmo di produzione durante la fase di svaso è più lento, cioè regolato da un plateau di portata pari ad un draw down di fondo pozzo massimo del 10%. La riduzione maggiore è stata riscontrata quando l'unico vincolo alla produzione è rappresentato dalla capacità della Centrale (22,5 MSm<sup>3</sup>/g).
  2. Dopo 10 cicli di produzione al limite della pressione d'ingresso del metanodotto (FTHPmin = 70 kg/cm<sup>2</sup>) e stoccaggio ad una pressione SBHP = SBHPin = 146,1 kg/cm<sup>2</sup>, il WG ed il GIP sono risultati leggermente ridotti con piccole differenze in relazione al ritmo di produzione.
  3. Dopo 10 cicli di produzione ad una pressione FTHPmin = 95 kg/cm<sup>2</sup> e stoccaggio alla pressione SBHP = 146,1 kg/cm<sup>2</sup>, si è riscontrato un aumento del WG e del GIP del 4%. Questa sensitivity è stata svolta perché durante un ciclo siffatto si ha una produzione di poco



inferiore ai 500  $\text{MSm}^3$ , che è la portata cumulativa media finora estratta durante un ciclo di produzione.

4. Dopo 10 cicli di produzione ad una pressione  $\text{FTHPmin} = 95 \text{ kg/cm}^2$  e stoccaggio ad una  $\text{SBHP} = \text{SBHPin} + 20 \text{ kg/cm}^2$ , si è riscontrato un aumento del WG e del GIP del 10%.

Le curve di erogabilità sono presentate in Figura 5.

Le indicazioni che il modello fornisce per determinare la **gestione ottimale del Campo** sono le seguenti:

- Se il Campo fosse sfruttato sistematicamente fino ad arrivare ogni anno alla produzione di emergenza ( $\text{FTHPmin} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ), si avrebbe una riduzione progressiva del gas in posto, fenomeno da imputare all'ingresso di acqua in giacimento, e quindi una riduzione del WG. Tuttavia il modello numerico indica anche che, se si arriva occasionalmente a tale limite, il Campo non subisce danneggiamenti.
- Se il Campo sarà sfruttato fino ad arrivare ad una pressione  $\text{FTHPmin} = 70 \text{ kg/cm}^2$ , limite d'ingresso del metanodotto, si avrà un sostanziale mantenimento del WG lasciando invariate le potenzialità del Campo.
- Continuando invece ad effettuare cicli simili a quelli finora imposti al Campo, si registrerà un incremento del gas in posto ed il WG aumenterà nel tempo. In questo caso appare tuttavia chiaro che lo sfruttamento del Campo sarà considerevolmente inferiore alle sue potenzialità.

## Riserve

Per la valutazione delle riserve sono stati considerati due casi (Tab. 5):

- Riserve originarie certe sviluppate.**  $\text{FTHPmin} = 45 \text{ kg/cm}^2$ ; le riserve ammontano a **2894  $\text{MSm}^3$**  e sono producibili in 10 anni (85% il 1° anno);
- Riserve originarie certe non sviluppate.**  $\text{FTHPmin} = 15 \text{ kg/cm}^2$ ; l'incremento di riserve è pari a **187  $\text{MSm}^3$** .

Le riserve rimanenti @ 31/12/1995 risultano pari a **1165  $\text{MSm}^3$** .

Le previsioni di produzione delle riserve originarie certe sviluppate e non sviluppate sono presentate in Tabella 6 (a, b), mentre in Figura 7 (a, b) sono mostrate le previsioni di produzione delle riserve rimanenti @ 31/12/1995.



## 4.2 SEZIONE IMPIANTI

Per lo studio di Sabbioncello è stata richiesta una descrizione degli impianti con particolare attenzione ai limiti di pressione e di portata raggiungibili. Di seguito vengono pertanto riportati i dati forniti da RAPR/Inp in relazione alle tematiche suddette.

Schematicamente l'impianto si articola nelle seguenti unità (Fig. 8):

- Cluster A-B-C
- Unità di disidratazione gas
- Unità di rigenerazione glicole dietilenico
- Unità di servizio
- Dati tecnici collettori e tubazioni



### **4.2.1 CLUSTER A-B-C**

Nei tre clusters A, B e C sono allacciate rispettivamente 5, 12 e 14 stringhe, tutte eroganti. Il gas proveniente dai pozzi dopo essere stato misurato, viene immesso nel collettore per il trasporto in Centrale. Ogni pozzo può essere controllato ciclicamente per mezzo di un separatore di prova.

### **4.2.2 UNITA' DI DISIDRATAZIONE GAS**

Il gas umido in arrivo alla Centrale dai pozzi è inviato alle colonne di disidratazione. La disidratazione del gas viene ottenuta con l'uso di glicole dietilenico.

Il gas disidratato è misurato in uscita dalle colonne ed inviato alla SNAM. Il glicole esausto viene degasato ed inviato al circuito di rigenerazione mentre gli eventuali liquidi vengono separati e stoccati.

Le colonne di disidratazione con circuito glicole sono 5 ed ognuna ha una potenzialità di 4,5 MSm<sup>3</sup>/g; la potenzialità totale della Centrale è pertanto di 22,5 MSm<sup>3</sup>/g.

### **4.2.3 UNITA' DI RIGENERAZIONE GLICOLE DIETILENICO**

L'impianto di rigenerazione di glicole è costituito da 5 rigeneratori da 200 m<sup>3</sup>/g ciascuno, di cui due possono essere impiegati per il circuito di iniezione di glicole nei pozzi.

Il glicole viene rigenerato mediante riscaldamento a 165 °C ottenendo l'evaporazione dell'acqua e quindi la riconcentrazione del glicole. Il glicole riconcentrato viene stoccati in serbatoi e quindi ripompatto alle colonne di disidratazione, i vapori liberati vengono inviati a termodistruzione.

### **4.2.4 UNITA' DI SERVIZIO**

A supporto ed a garanzia di funzionamento delle unità di processo, la Centrale è inoltre dotata dei seguenti impianti di servizio:

- N. 1 candela evaporatrice per vapori e gas residui da trattamento acqua e glicole, altezza 26 m;
- N. 1 fiaccola di altezza 15 m;
- N. 2 candele di sfiato atmosferico degli impianti, una di altezza 38,5 m (alta pressione) ed una di altezza 14,6 m (bassa pressione);
- N. 1 riscaldatore gas di tipo "F";
- Cabina elettrica con arrivo ENEL da 15000 Volts, con servizio di trasformazione da 15000/380/220 V;
- N. 1 gruppo elettrogeno di emergenza a gasolio con potenza 216 KW;
- Sezione compressione aria per circuito aria servizi;
- Pozzo artesiano per fornitura acqua servizio antincendio con una pompa elettrica ed una a gasolio.

#### 4.2.5 DATI TECNICI COLLETTORI E TUBAZIONI

- N. 1 collettore di uscita gas a SNAM diametro 24" usato sia per l'erogazione che per lo stoccaggio;
- N. 2 collettori di arrivo in Centrale dai clusters, diametro 18", con relativi barrel recupero pig;
- N. 1 sala di misura gas con trasmettitori e registratori fiscali di pressione, temperatura e portata per 5 linee di diametro 12" per l'erogazione e due linee da 10" e 16" per lo stoccaggio; le stesse misure con misuratori fiscali computerizzati.



#### 4.3 SEZIONE POZZI E COMPLETAMENTI

Assente.



#### 4.4 RACCOMANDAZIONI

In base ai risultati dello studio le principali raccomandazioni sono le seguenti:

- Effettuare una campagna di misura di profili statici alla fine di ciascun ciclo di produzione al fine di ricavare indicazioni indirette sui reali volumi drenati dai pozzi.
- Eseguire prove di produzione nell'area centrale, preferibilmente nel pozzo Sabbioncello 33d o 34d, per avere informazioni sulla presenza di ulteriori faglie sealing;
- Verificare un'eventuale variazione dei parametri che descrivono le equazioni di flusso mediante una campagna di prove condotta all'inizio ed alla fine dello svaso.
- Particolare menzione merita l'eventuale potenziamento del Campo (con  $P > P_i$ ).  
A tale proposito si raccomanda:
  - la perforazione di un nuovo pozzo per un carotaggio continuo della copertura finalizzato allo studio della threshold pressure.
  - l'acquisizione di un rilievo sismico, con i dati del quale, si possa in primo luogo effettuare una interpretazione strutturale dettagliata del giacimento.



#### 4.5 RIFERIMENTI

1. AREA ENI - PIANURA PADANA - Revisione geologico - strutturale del Campo di Sabbioncello dopo la perforazione dei 22 pozzi di stoccaggio.  
GIAI - relazione n° 395/3 - 7.1.1985
2. CAMPO DI SABBIONCELLO - Revisione strutturale dopo la perforazione dei pozzi di stoccaggio N° 41 - 50.  
GISA - relazione n° 106/A ds.3 - 7.10.1986
3. CAMPO DI SABBIONCELLO (pool A) - Revisione dello studio di stoccaggio.  
GISA - relazione n° 0146/A - Marzo 1987
4. CAMPO DI SABBIONCELLO - Interpretazione delle prove di produzione eseguite nell'inverno 1994 - 1995.  
DIRA/RAPR - 10.8.1995





AGIP-GIAI

Reservoir Study

# Campo di Sabbioncello

## Mappa indice



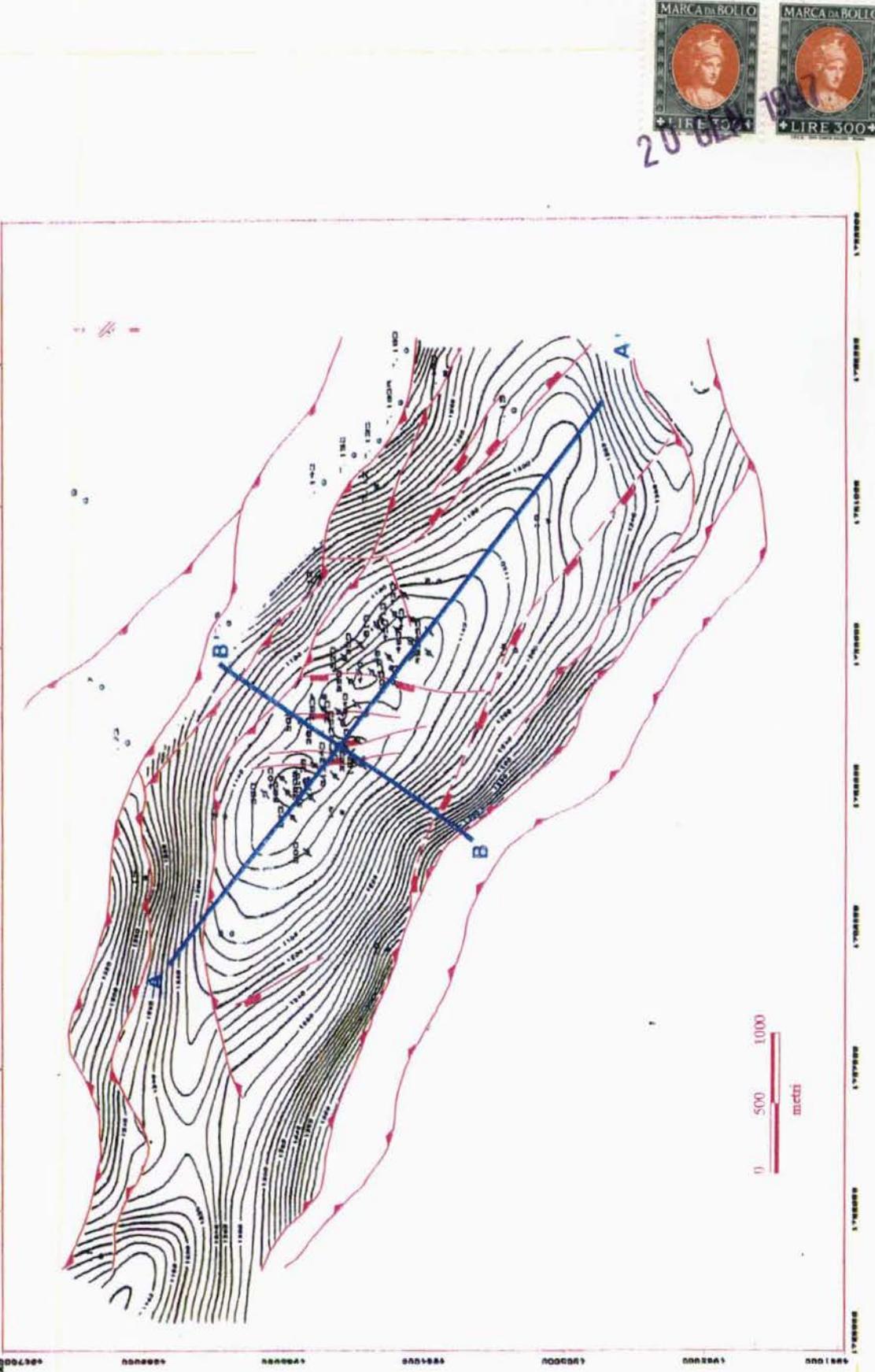
Ravenna



# Campo di Sabbioncello

## Top Livello A

AGIP - GIAI





AGIP-GIAI

Reservoir Study

# Campo di Sabbioncello

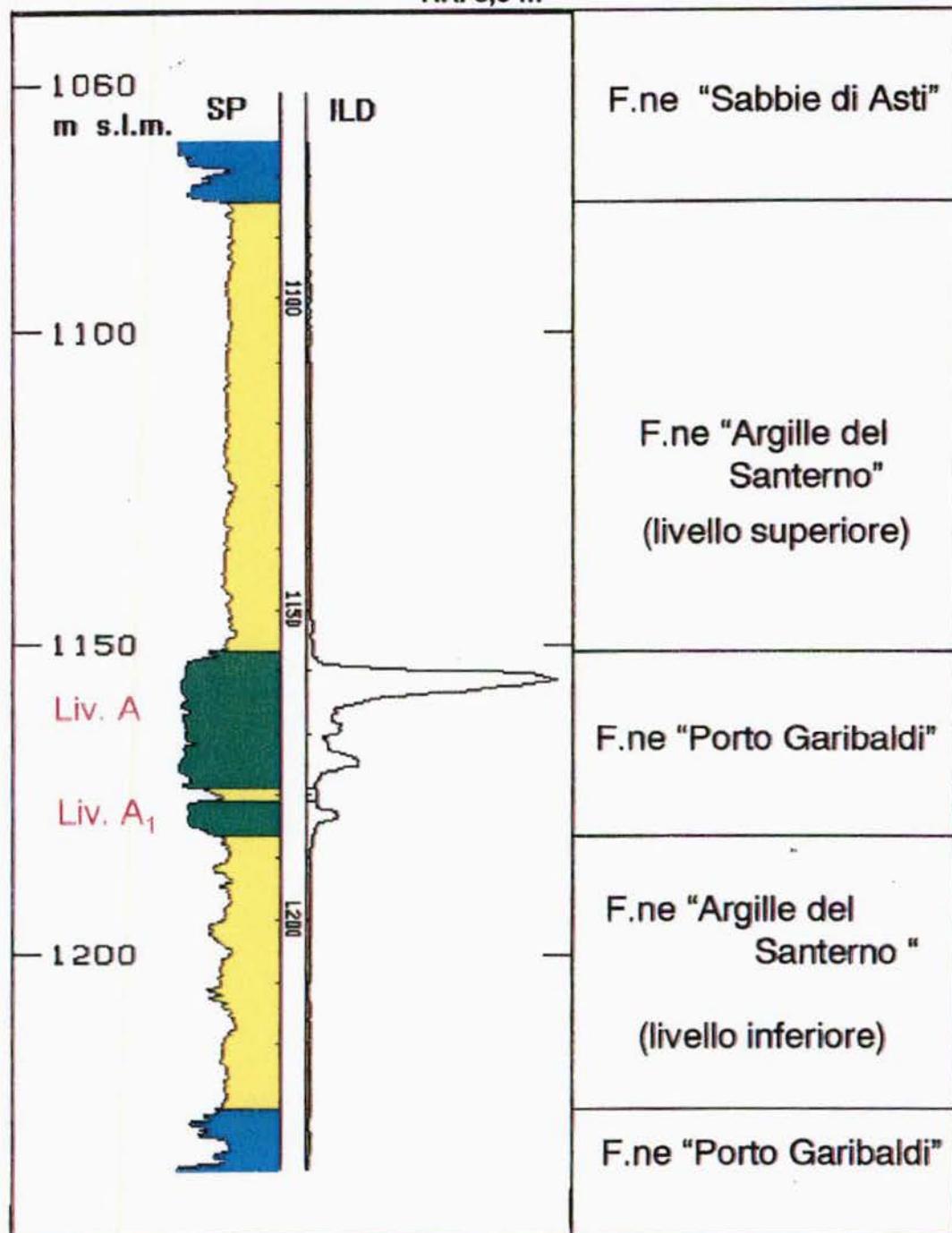
Schema Litostratigrafico



26

Pozzo tipo : **Sabbioncello 9**

T.R. 5,6 m



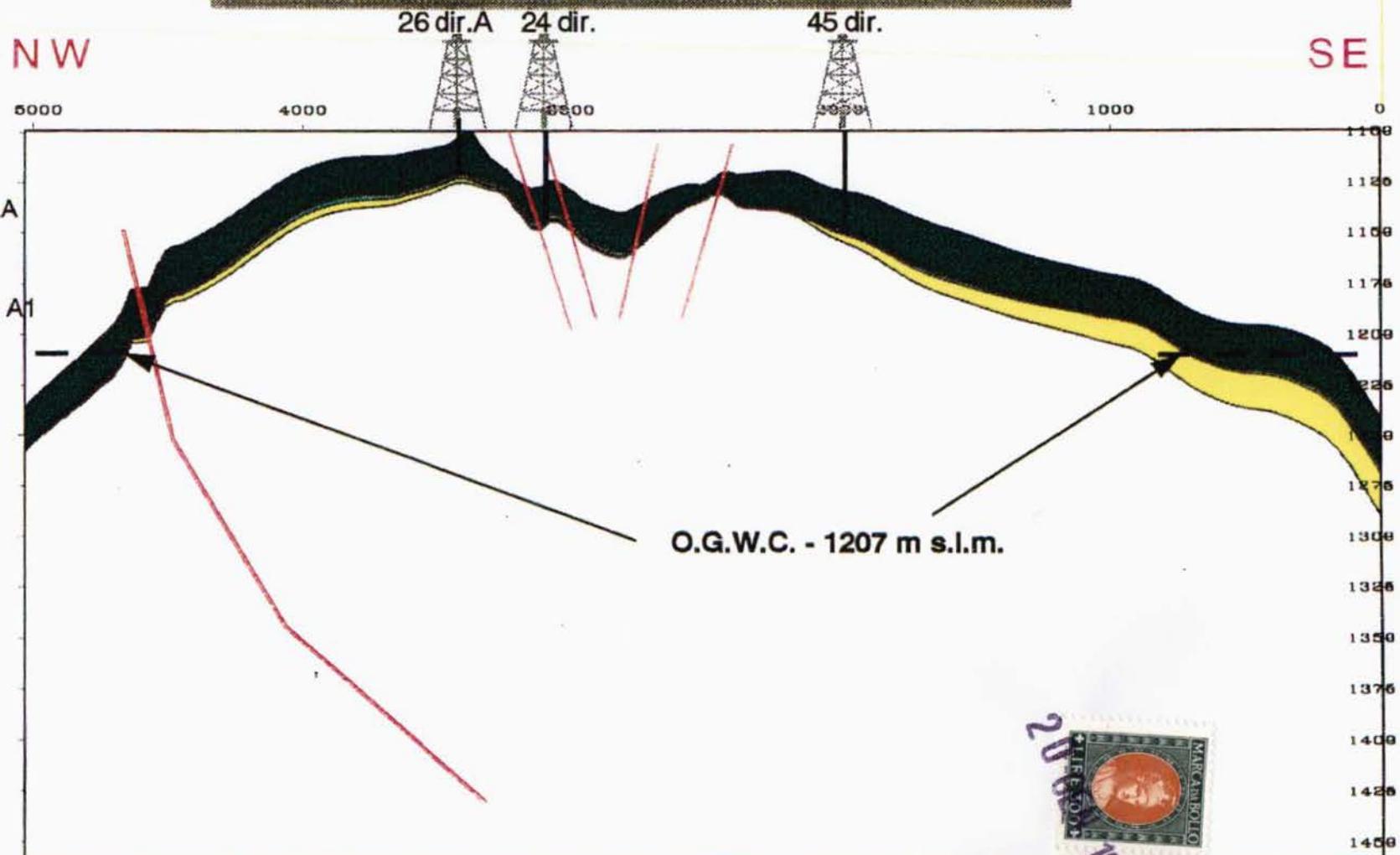


AGIP - GIAI

# Campo di SABBIONCELLO

## Sez. A-A'

Reservoir Study





20 GEN 1998

20 GEN 1998

Reservoir Study



AGIP-GIAI

# Campo di SABBIONCELLO

## Sez. B-B'

23dir.A 29dir. 30 dir.

NNE

SSW

2000

1500

1000

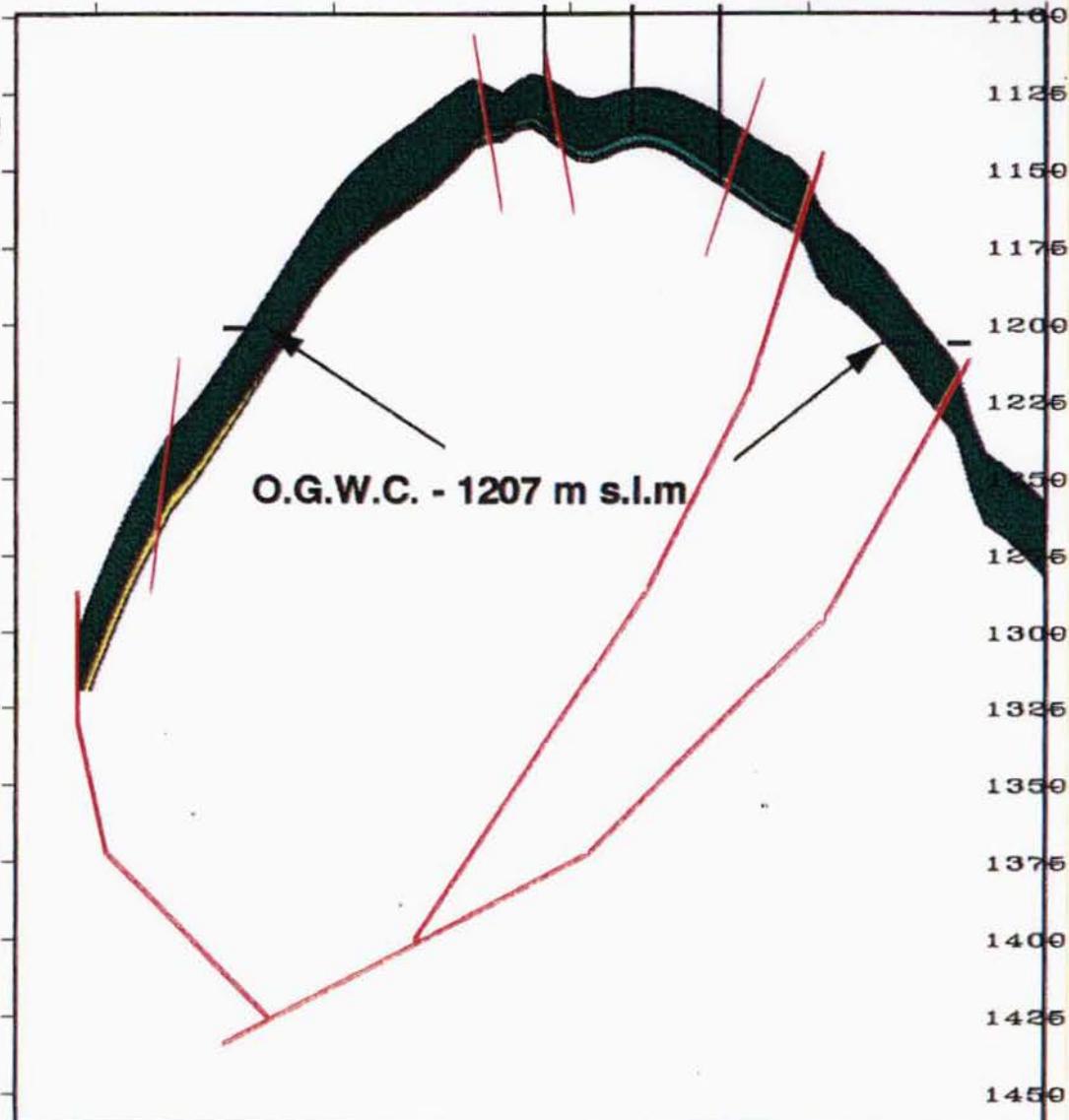
500

0



Liv.A

Liv.A 1

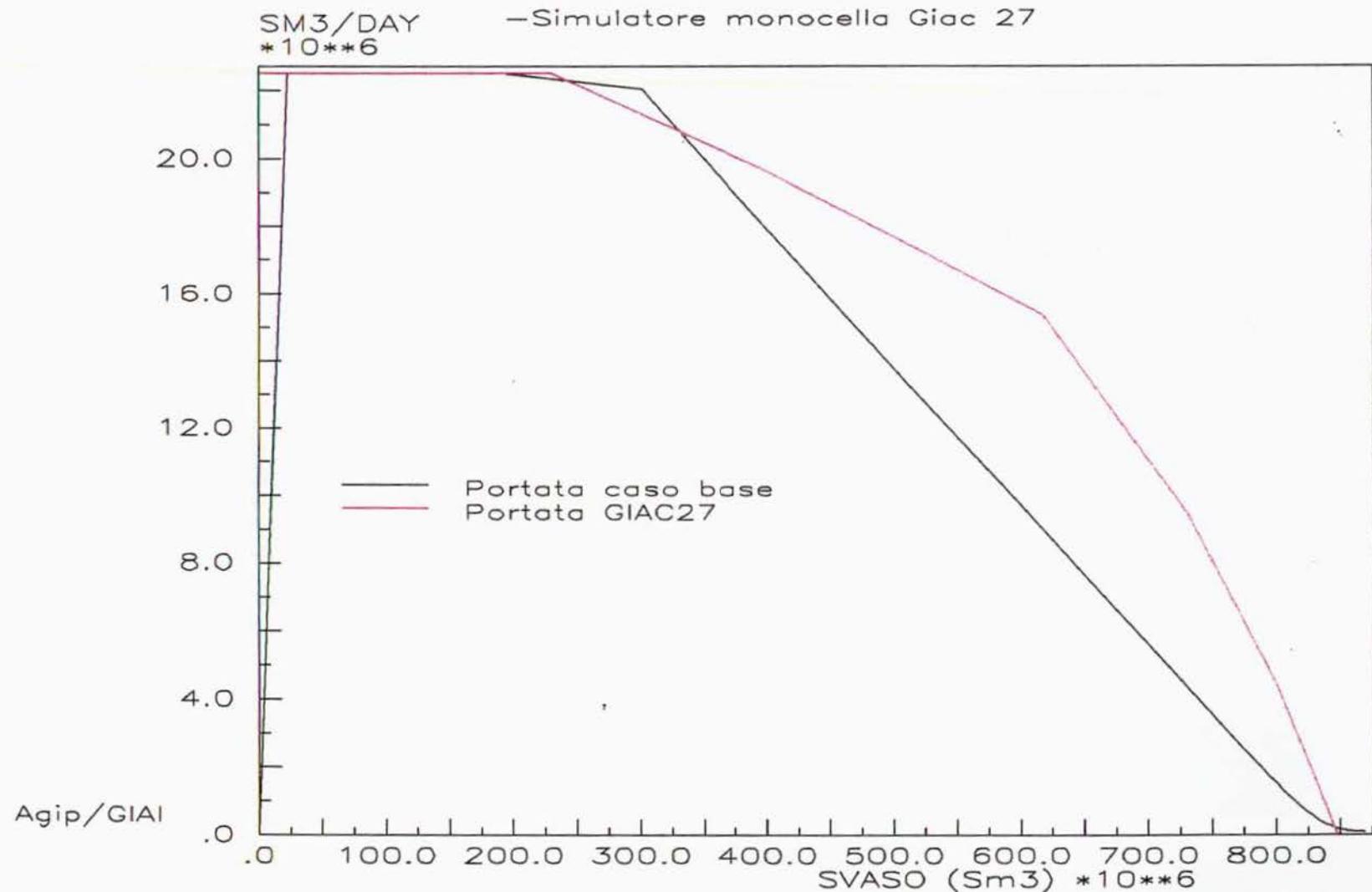


## Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

Curva di erogabilita' per il caso base (FTHPmin = 70 kg/cm<sup>2</sup>):

—Simulatore 3D Eclipse

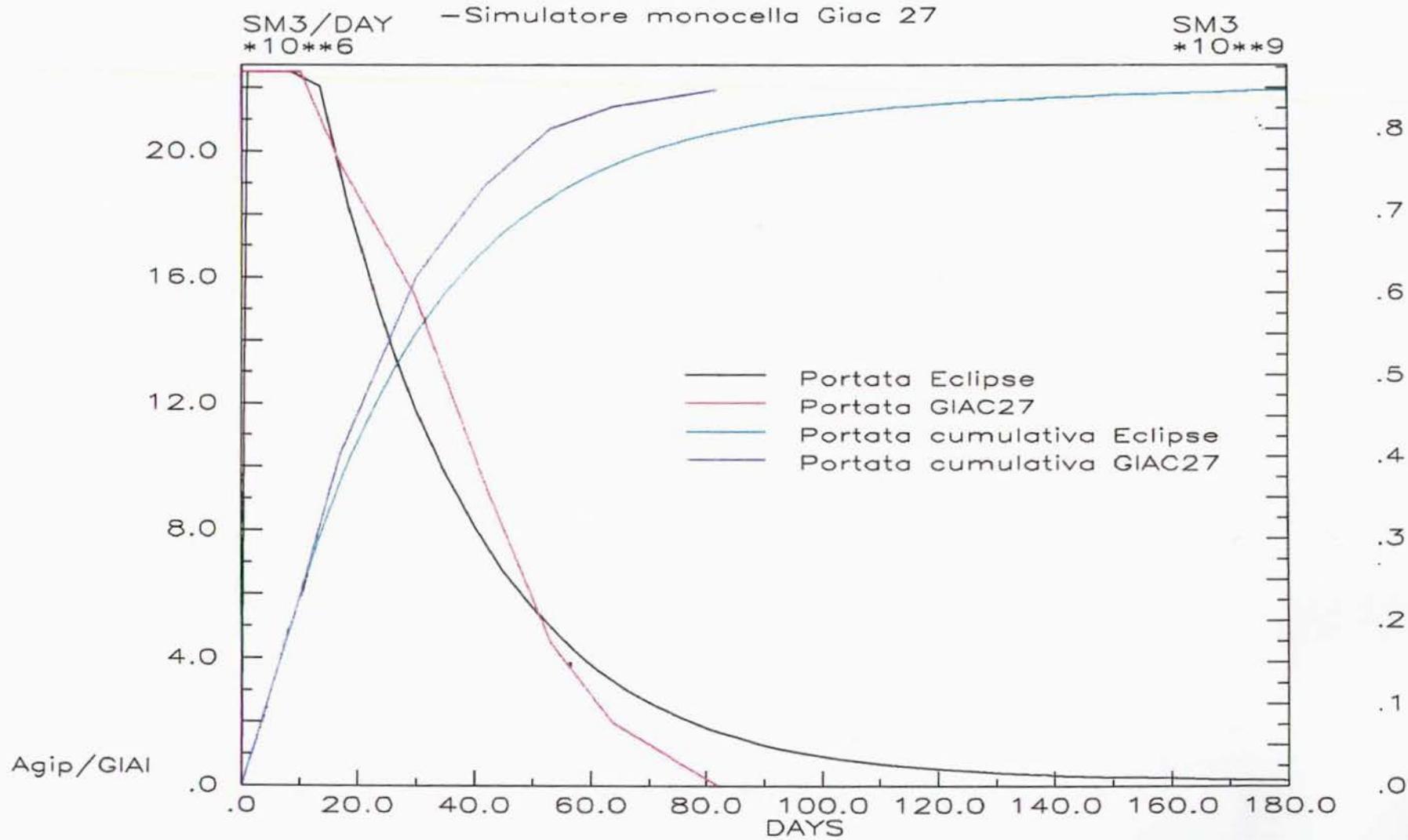
—Simulatore monocella Giac 27



# Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

Caso base (FTHP<sub>min</sub> = 70 kg/cm<sup>2</sup>):

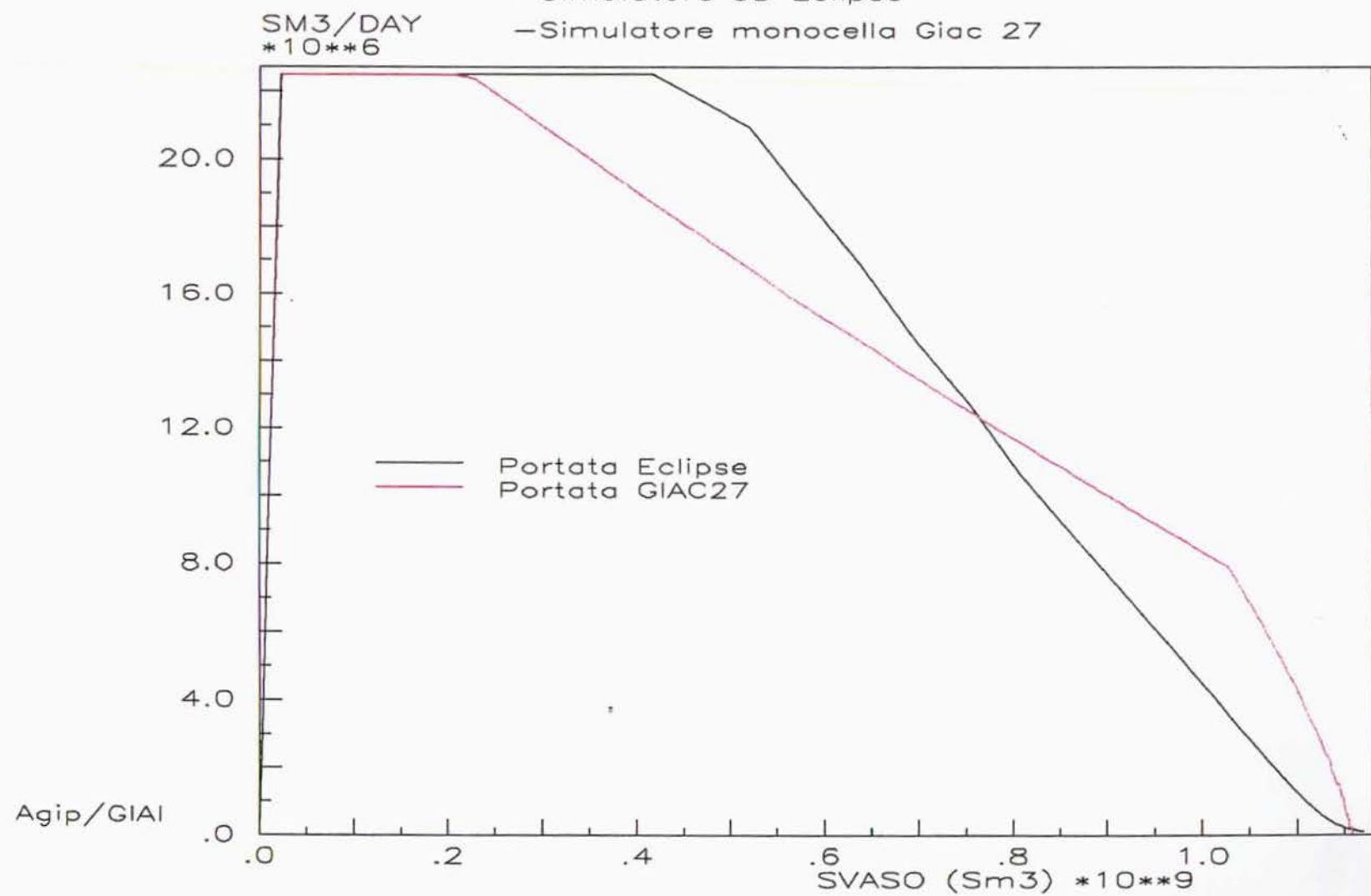
- Simulatore 3D Eclipse
- Simulatore monocella Giac 27



## Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

Curva di erogabilita' per il ciclo di emergenza (FTHPmin = 45 Kg/cm<sup>2</sup>):

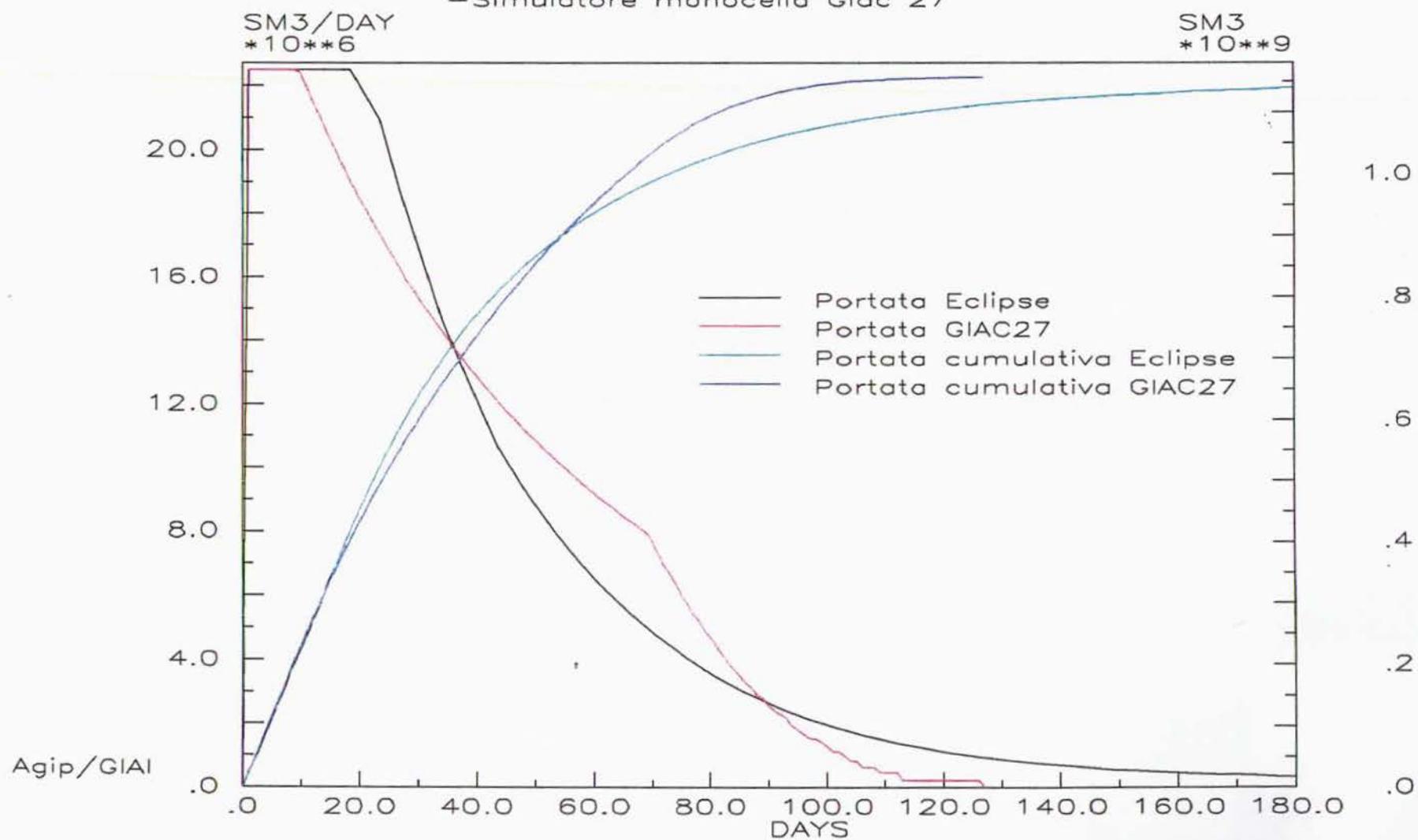
—Simulatore 3D Eclipse  
—Simulatore monocella Giac 27



# Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

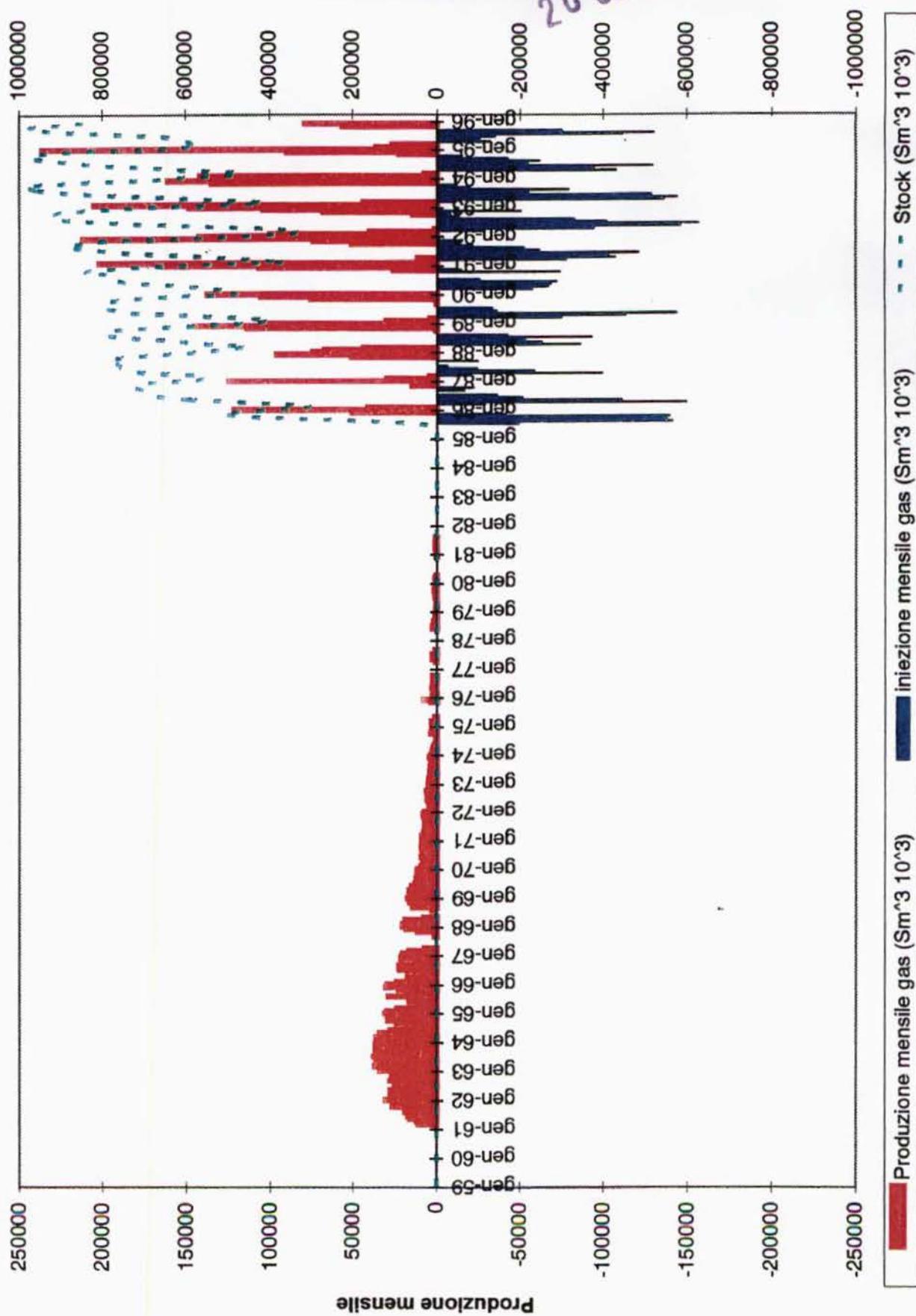
Ciclo di emergenza (FTHPmin = 45 kg/cm<sup>2</sup>):

- Simulatore 3D Eclipse
- Simulatore monocella Giac 27

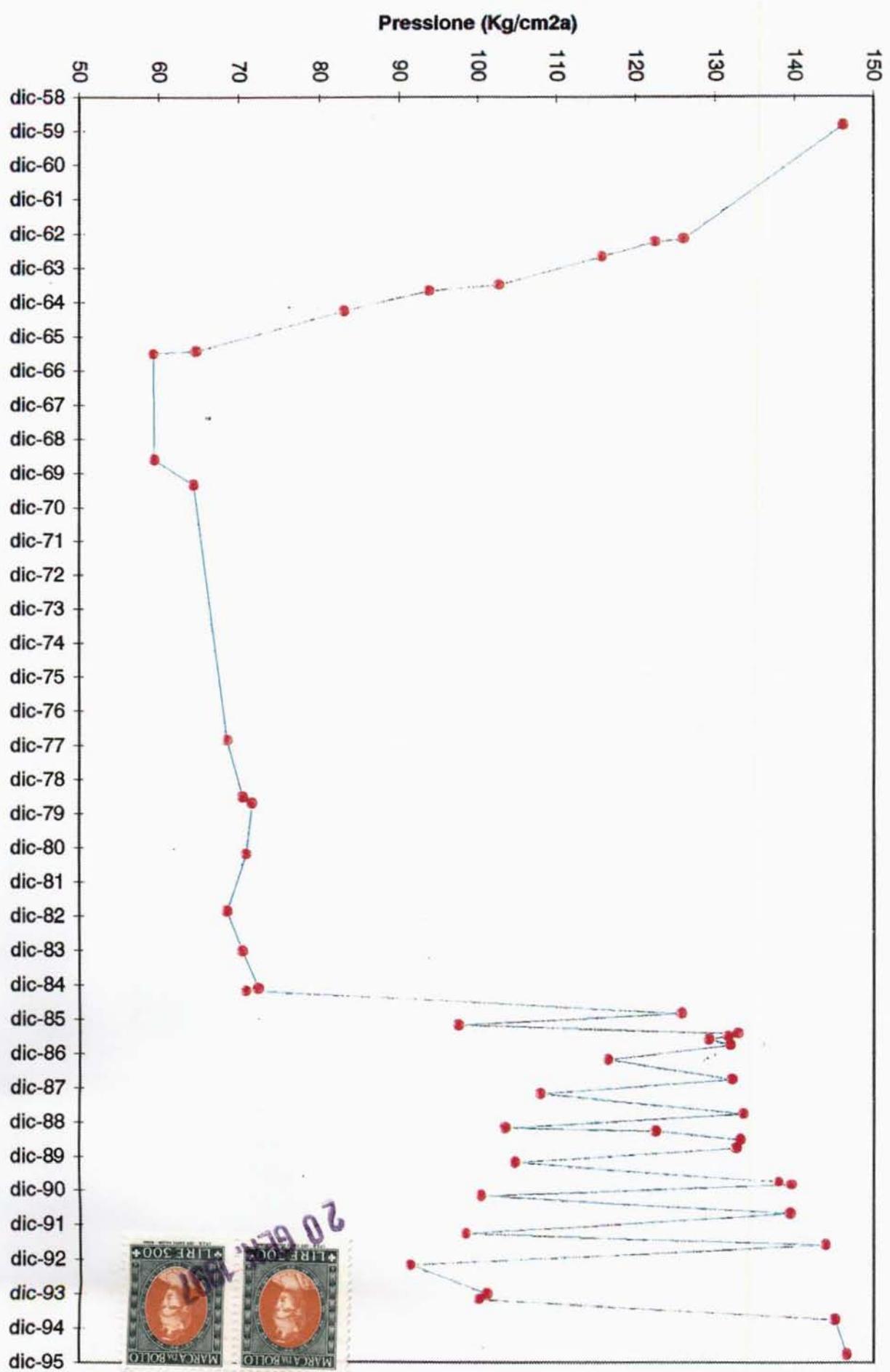


# GIACIMENTO DI SABBIONCELLO

## Storia produttiva di campo



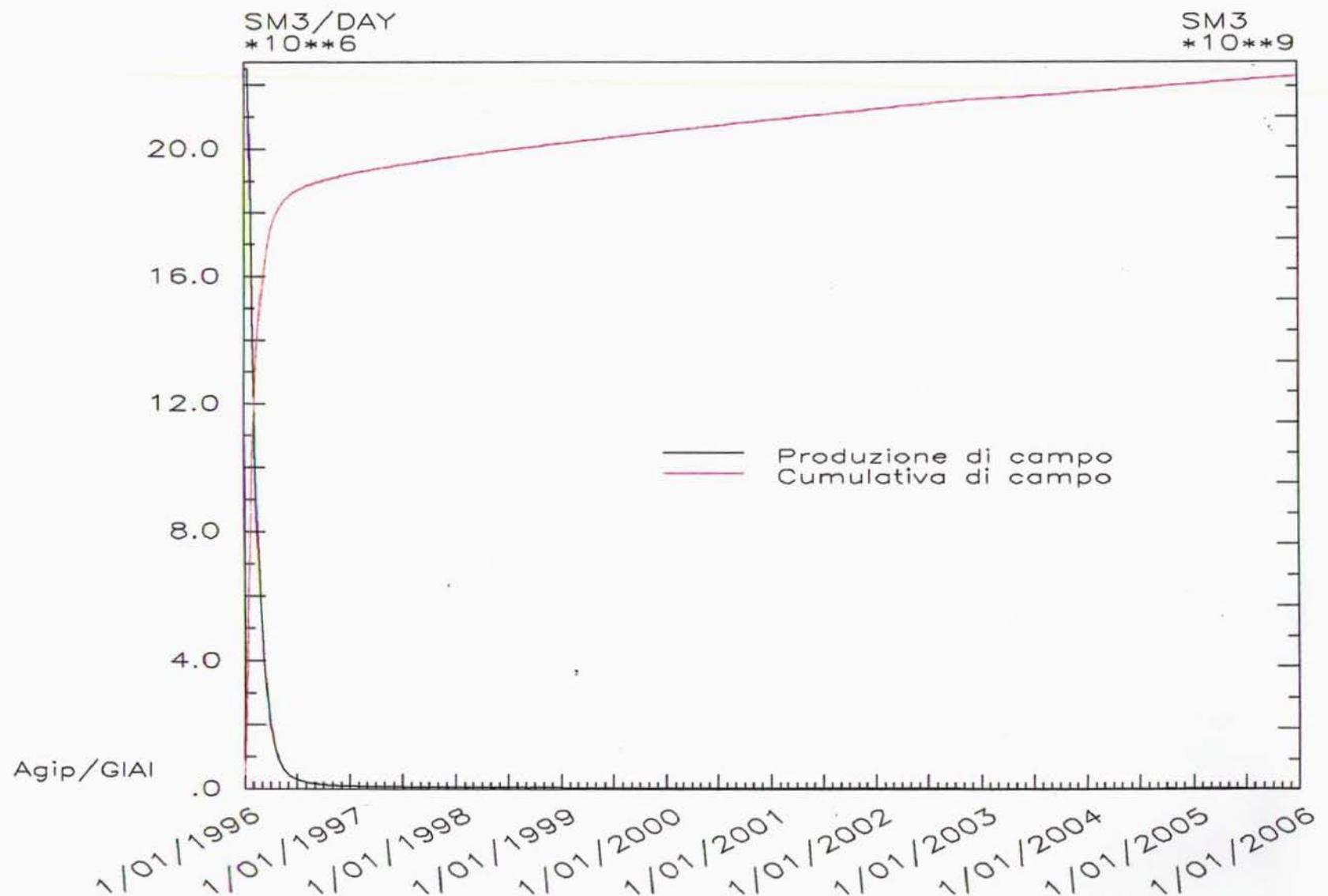
**CAMPO DI SABBIONCELLO**  
**Pressione media di giacimento (SBHP)**



## Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

RISERVE RIMANENTI @ 31/12/95 (FTHPmin=45 kg/cm<sup>2</sup>)

Profilo di produzione



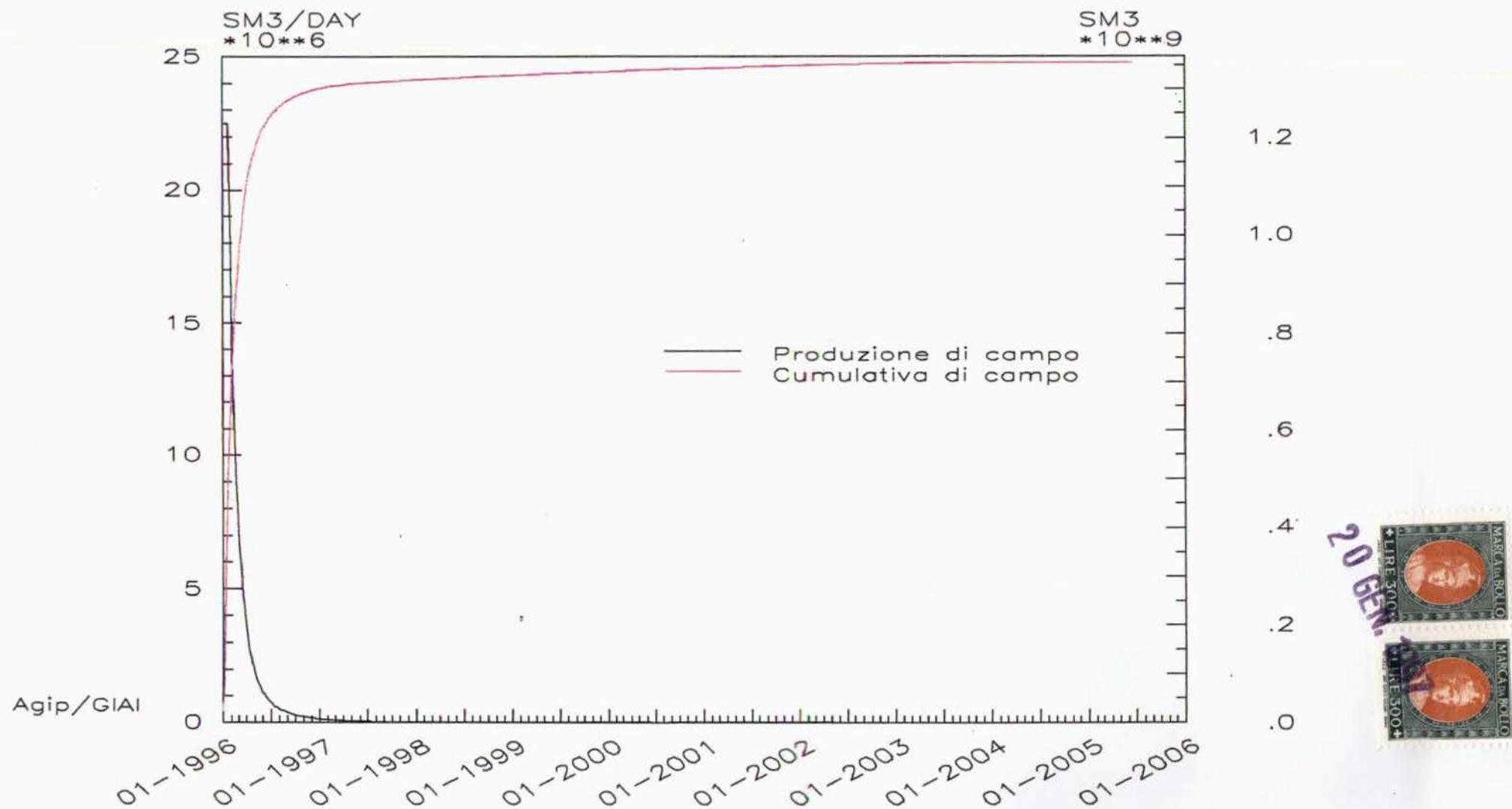
1.0  
0.8  
0.6  
0.4  
0.2  
0.0

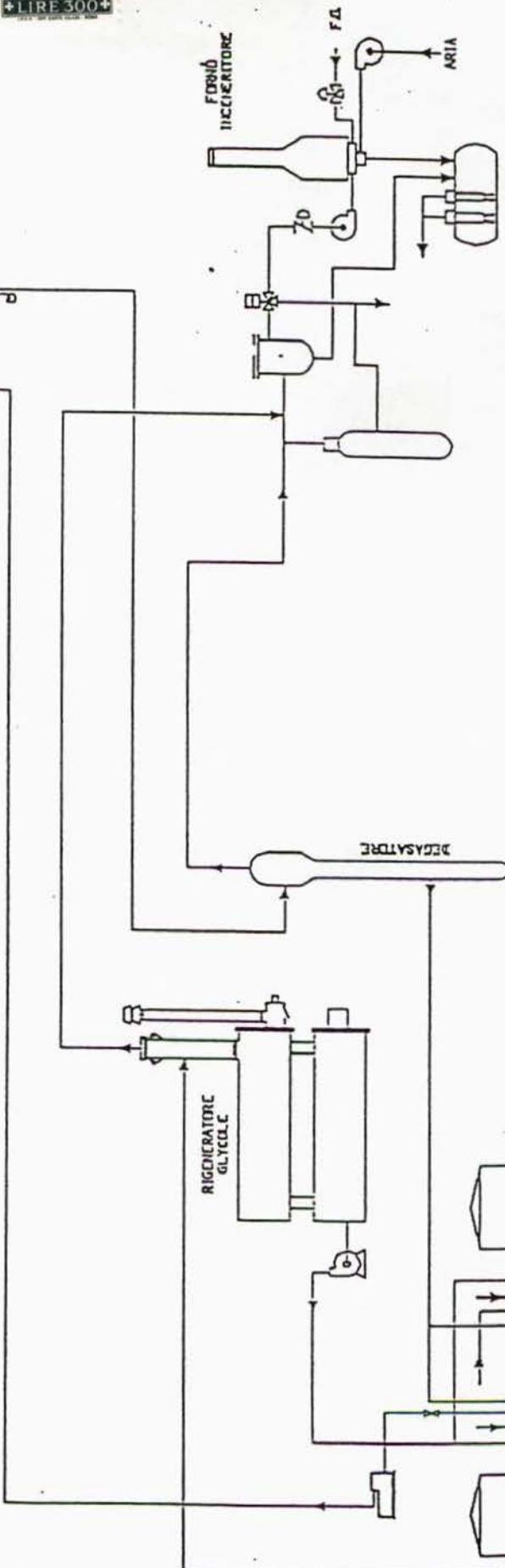
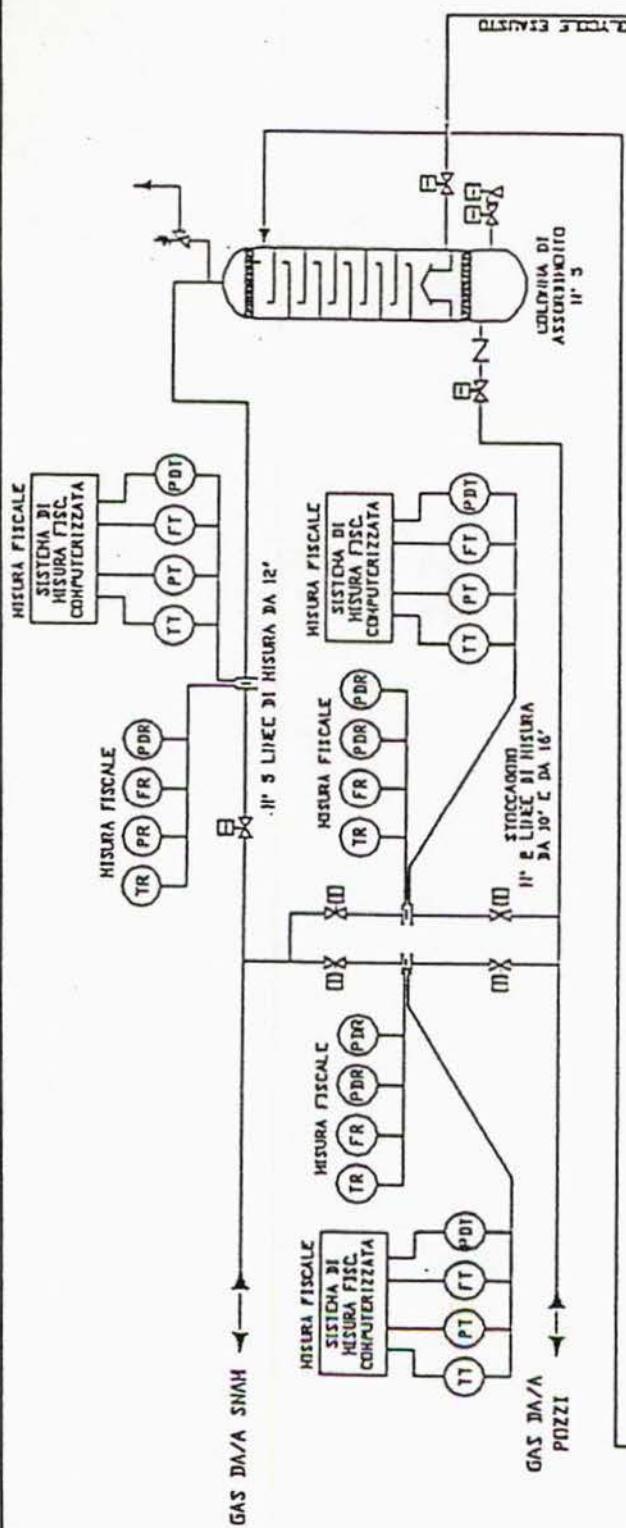


# Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

RISERVE RIMANENTI @ 31/12/95 (FTHPmin=15 kg/cm<sup>2</sup>)

Profilo di produzione





<b>ASPIGA</b> <small>spa</small>	<b>C.I.º DI SABBIONCELLO.</b>	<b>DATA:</b> <b>16/04/93</b>
<b>DIRA</b>	<b>SCHEMA DI MARCIA</b>	<b>REVISIDIC</b> <b>0</b>
<b>SCRIZZIA</b> <b>RAPR</b>	<b>SEMPLIFICATO</b>	<b>REG. 10</b> <b>1</b>
		<b>DIS. N.º</b> <b>002</b>

			totale
P r o v .	free gas	(MSm <sup>3</sup> )	3177
	gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )	
	olio	(MSm <sup>3</sup> )	
	gas dissolto	(MSm <sup>3</sup> )	
	condensati	(MSm <sup>3</sup> )	
P r o b .	free gas	(MSm <sup>3</sup> )	
	gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )	
	olio	(MSm <sup>3</sup> )	
	gas dissolto	(MSm <sup>3</sup> )	
	condensati	(MSm <sup>3</sup> )	
P o s s .	free gas	(MSm <sup>3</sup> )	
	gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )	
	olio	(MSm <sup>3</sup> )	
	gas dissolto	(MSm <sup>3</sup> )	
	condensati	(MSm <sup>3</sup> )	



Level		LIV. A	LIV. A1
Lithology		shaly-sand	shaly-sand
Gross Bulk Volume	(Mm <sup>3</sup> )	88.6	14.5
Net/Gross	(%)	85	85
Porosity	(%)	29	29
Water Saturation (Swi)	(%)	20	20
Hydrocarbon Pore Volume	(Mm <sup>3</sup> )	17.47	2.87
Formation Volume Factor	(m <sup>3</sup> /Sm <sup>3</sup> )	0.00640	0.00640
Gas-Oil Ratio	(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )		
Oil Density	(API)		
Drive Mechanism			
Top Depth	(m ssi)	1100.0	1122.0
Thickness (average)	(m)		
Fluid Contacts	(m ssi)	GWC 1207	GWC 1207
Datum Depth	(m ssi)	1163	1163
Initial Pressure	(kg/cm <sup>2</sup> a)	146.1	146.1
Temperature	(C°)	41	41
Hydrocarbon Originally in Place			
free gas	(MSm <sup>3</sup> )	2729	448
gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )		
olio	(MSm <sup>3</sup> )		
gas disciolto	(MSm <sup>3</sup> )		
condensati	(MSm <sup>3</sup> )		
free gas	(MSm <sup>3</sup> )		
gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )		
olio	(MSm <sup>3</sup> )		
gas disciolto	(MSm <sup>3</sup> )		
condensati	(MSm <sup>3</sup> )		
free gas	(MSm <sup>3</sup> )		
gas cap gas	(MSm <sup>3</sup> )		
olio	(MSm <sup>3</sup> )		
gas disciolto	(MSm <sup>3</sup> )		
condensati	(MSm <sup>3</sup> )		



**CAMPO DI SABBIONCELLO**  
**STATO DEI POZZI**

CLUSTER	POZZO N°	TIPO DI COMPLETAMENTO	DIAMETRO TUBING inch	STATO	UTILIZZO	NOTE
A	36d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	37d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	38d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	39d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	40d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
B	19d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	CM	Stoccaggio	
	20d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	
	21d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	
	22d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	
	23d			CM	Mai utilizzato	
	23dA	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	Side-track
	24d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	
	25d	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	
	26v			CM	Mai utilizzato	
	26dA	O.H.G.P	5"- 2"7/8	Allacciato	Stoccaggio	Side-track
	27d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	28d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	29d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	30d	O.H.G.P	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
C	31d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	32d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	33d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	34d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	35d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	41d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	42d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	43d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	44d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	45d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	46v	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	47d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	48d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	49d	O.H.G.P.	5"- 3"1/2	Allacciato	Stoccaggio	
	50d			CM	Mai utilizzato	
	5v	Foro tubato	2"7/8 - 2"3/8	Pozzo spia	Prod. primaria	isolato
	7v	Foro tubato	2"7/8	CM	Prod. primaria	isolato
	8v	Foro tubato	2"7/8	CM	Prod. primaria	isolato
	9v	Foro tubato	2"7/8	Pozzo spia	Prod. primaria	isolato
	10v			CM	Sterile	isolato
	11v	Foro tubato	2"7/8	CM	Mai prodotto	isolato
	12v	Foro tubato	2"7/8	CM	Mai prodotto	isolato
	13v	Foro tubato	2"7/8	CM	Prod. primaria	isolato
	14v	Foro tubato	2"7/8	CM	Prod. primaria	isolato
	15v			CM	Sterile	isolato
	16v	Foro tubato	2"7/8 - 2"3/8	Pozzo spia	Prod. primaria	isolato
	17v	Foro tubato	2"7/8 - 2"3/8	Pozzo spia	Prod. primaria	isolato
	18v	Foro tubato	2"7/8	CM	Prod. primaria	isolato



## Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

Scenari esaminati e relativi WG (MSm<sup>3</sup>)

<b>WORKING GAS</b> ciclo normale	847	Questo valore si riferisce al caso con ricostituzione a SBHP in e con i vincoli attuali di svaso (FTHP min=70 Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>WORKING GAS</b> con ricompressione <b>(WG di emergenza)</b>	1141	Come caso precedente ma con svaso a una FTHPmin=45 Kg/cm <sup>2</sup> . Necessita di alcune verifiche operative durante il ciclo 1995/1996
<b>WG CON SBHP&gt;SBHPI</b> e ricompressione	1384	Caso con aumento della SBHPI di 20 Kg/cm <sup>2</sup> e svaso a 45 Kg/cm <sup>2</sup> . Necessita modifica legislazione vigente e verifiche tecniche/economiche



# Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

Classificazione delle Riserve (MSm<sup>3</sup>)

ORIGINALI CERTE SVILUPPATE	2894	Caso con SBHP = SBHPi e considerando una FTHPmin=45 Kg/cm <sup>2</sup> (limite impianti)
ORIGINALI CERTE NON SVILUPPATE	187	Incremento di recupero considerando una FTHPmin=15 Kg/cm <sup>2</sup> . Necessita adeguamento impianti
TOTALI	3081	
RIMANENTI @ 31/12/1995	1165	



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Totali
LIV. A + A1		1171	28	22	19	19	18	16	14	13	11																		1331		
Prod. annuale	1563	1171	28	22	19	19	18	16	14	13	11																		1331		
Prod. cumulativa	1563	2734	2762	2784	2803	2822	2840	2856	2870	2883	2894																		2894		



LIV. A + A1	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Totale
Prod. annuale	1465	18	9	8	6	6	6	3	3																				1518		
Prod. cumulativo	1563	3028	3046	3055	3063	3069	3075	3078	3081	3081	3081	3081																3081			



# Giacimento di SABBIONCELLO (DIRA)

## Composizione idrocarburi

Livelli A - A1	ORIGINALE		STOCK	
	gas	olio	gas	olio
Metano (moli %)	98.88			
Etano (moli %)	0.07			
Propano (moli %)	0.03			
i-Butano (moli %)	0.01			
n-Butano (moli %)				
Pentano (moli %)				
Esano (moli %)				
Eptani plus (moli %)				
Anidride Carbonica (moli %)				
Acido Solfidrico (moli %)				
Azoto (moli %)	1.01			
Salinita' acqua (g/l)	20			

