

AGIP MINERARIA

REGISTRO

APVE
EXPLO
1702

856

INV

Regioni

1702 EXPLO
Anno 1967

Pennella

P. F. Barnaba N.° 10

I "DOWNBENDINGS" PARTICOLARI FENOMENI
DI CONVESSITA' STRUTTURALE NELLE PORZIONI
RIBASSATE DA FAGLIE DIRETTE

I N D I C E

Riassunto	Pag.	1
Premessa	"	2
Criteri e caratteri di distinzione tra i piegamenti a ridosso di faglie	"	3
Caratteri del "Downbending" della Gulf Coast. Loro genesi nell'interpretazione dei vari autori - Importanza petrolifera	"	7
I "Downbendings" nel bacino di Vienna	"	15
Tentativo di spiegazione meccanica dei fenomeni di "Downbendings"	"	16

RIASSUNTO

Le conoscenze geologiche fin'ora acquisite sulla regione del delta del Niger rivelano la presenza di strutture profonde strettamente vincolate a faglie nel senso che si trovano in contiguita' e parallelismo con le faglie stesse e sono generalmente disposte nei blocchi ribassati.

Questo stile particolare e' noto in altre provincie geologiche dove siffatte strutture sono note sotto svariati nomi tra cui "Downbendings".

Dopo un'elencazione dei caratteri peculiari e diagnostici di questi "Downbendings", ricavata dalla casistica, viene riportata la descrizione e l'illustrazione di distinti casi, con cenⁿⁱ sull'importanza petrolifera e con le interpretazioni genetiche formulate dai vari autori.

Come corollario viene inserito un tentativo di spiegazione meccanica del fenomeno.

Premessa

L'esame relativo alle linee sismiche ad oggi acquistate e fatto eseguire, nonché ulteriori svariate fonti di informazione mettono in risalto nella regione del delta del Niger la presenza di uno stile strutturale caratterizzato da numerose faglie dirette aventi trends subparalleli alla linea di costa attuale, tendenzialmente equidistanti ma non privi di fenomeni di congiungimento, di deviazioni e di diramazioni secondarie in direzione trasversale.

Una caratteristica comune nelle zone delle faglie principali e' rappresentata da piegamenti nella porzione ribassata in guisa tale che i segmenti adiacenti alla zona di faglia sono inclinati verso la zona stessa così da creare inversioni alla risalita regionale e quindi strutture .

Il parallelismo ovunque evidente tra direzioni di faglie e assi di convessità, la loro costante contiguità nonché la costanza del fenomeno permettono di ritenere che si tratti di strutture aventi strette relazioni genetiche con le faglie cui sono associate. Le strutture pertanto non sarebbero preformate né deriverebbero da eventi disgiunti dalla faglia-tura.

In questo appunto si cercherà di riportare situazioni analoghe desunte dalla casistica della Gulf Coast, una provincia geologica in cui questo particolare stile strutturale appare diffuso . E' sperabile che qualche elemento geologico significativo per la ricerca, desunto da questa zona ampiamente nota, fornisca fattori di correlazione e di analogia giovevoli alla comprensione di problemi di ricerca in province analoghe. Province cui sembrerebbe appartenere l'area di nostro interesse .

Criteri e caratteri di distinzione tra i piegamenti a ridosso di faglia .

Il fenomeno di piegamento degli strati ~~con-~~nesso ad eventi di faglia è una funzione complessa in quanto direttamente vincolata ai caratteri litologici della serie interessata nonché alle modalità orologiche e meccaniche ed all'ambiente sedimentologico in cui le fratture stesse si estrinsecano.

Una faglia, o piu' propriamente una zona di faglia di una certa importanza, puo' di conseguenza:

- a) Non aver piegato in maniera sensibile le formazioni al suo tetto e muro rispettivamente,
- b) Creare una fascia di fratture e contorcimenti secondari, ravvicinati, numerosi, ma di estensione limitata e senza conseguenze di cedimenti a carattere piu' che locale .
- c) Creare nelle formazioni di tetto e di muro, unitamente o no al fenomeno precedente, curvature abbastanza ampie di importanza piu' che locale.

Riguardo a quest'ultima fenomenologia l'evento piu' comune è quello in cui gli strati, in prossimità della zona di faglia, in ragione delle forze d'attrito, si curvano verso l'alto o verso il basso rispettivamente nella porzione discosa ed in quella sollevata. (Per faglia dirette naturalmente).

In diverse provincie geologiche (quali appunto la Gulf Coast) è tuttavia piu' comune il fenomeno inverso delle flessioni verso il basso, nella porzione discosa, tali da creare convessità strutturali .

E' ovvio che fenomeni strutturali positivi in arco abbassate da faglia possono verificarsi in molteplici maniere

sotto l'impulso di eventi geologici diversi. Rispetto alle relazioni genetiche intercorrenti fra le zone di faglia o le strutture positive presenti nel segmento ribassato si possono distinguere questi tre casi :

- A₁ = Strutture prive di relazioni genetiche con la zona di faglia cui sono contigue,
- A₂ = Strutture aventi rapporti genetici indiretti o riflesci con una o piu' zone di faglia,
- B = Strutture aventi diretta dipendenza genetica da una zona di faglia.

Il caso A₁ comprende fra l'altro le "strutture discose" cioè le strutture presenti nella parte ribassata perchè sussistenti precedentemente alla faglia . Queste strutture possono alterare piu' o meno la loro primitiva forma in ragione della faglia, ma geneticamente sono da ritenersi indipendenti . Altrettanto vale per le strutture generate da spinte tangenziali contemporanee o tardive rispetto all'evento di faglia . Queste tensioni potrebbero formare strutture e disporle contigualmente a faglia senza che per altro vi sia dipendenza genetica della struttura dalla faglia.

Il caso A₂ riguarda ad esempio le strutture dovute alle costrizioni spaziali nell'ambito di un graben, oppure ai cedimenti verso una data zona di faglia generati da faglie trasversali o antitattiche e così via .

Strutture nel "Down" di faglia geneticamente appartenenti ai casi A sono frequenti e spesso produttive. I loro caratteri diagnostici principali sono :

- I) Assi principali delle convessità indipendenti dalle direzioni di faglia onde generalmente divergono da esse.
- II) Posizione non necessariamente contigua al piano di faglia.
- III) Non sussistono brusche variazioni di spessore tra modesti livelli interessati dal fagliamento.
- IV) Il fenomeno puo' verificarsi indipendentemente dalla natura della serie stratigrafica.
- V) Affinità di stile plicativo al tetto ed al muro della faglia, affinità e continuità di stile plicativo con le zone contigue non separate da faglia ,
- VI) Fenomeni depositari successivi all'evento di faglia (caso A₁) od all'evento di piega (caso A₂) assumo generalmente carattere di "unconformity."

Il punto B riguarda i casi di strutture in "downthrown" aventi strette relazioni genotiche con il verificarsi della faglia normale cui sono adiacenti . Tra i vari aspetti prendiamo in esame solo il caso in cui gli strati della porzione discesa si incurvano verso il basso in prossimità della zona di faglia, fenomeno che si rivela diffusissimo nel bacino aperto della Gulf Coast . Quivi vien definito dalla terminologia americana mediante diversi sinonimi: Downbending , Downflexing, Hollover, Reverse drag , Turnover, ecc.

Esempi che mostrino le caratteristiche di questo stile e le interpretazioni genotiche dei principali autori vengono riportati nel paragrafo seguente dedicato alla casistica della Gulf Coast . In base ad essa i caratteri peculiari e dia-

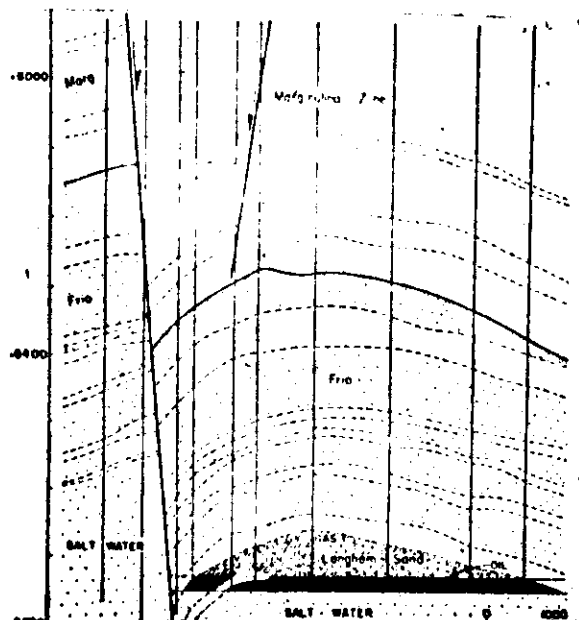
produttrici anche nelle regioni meridionali .

Secondo Loverson , che si è occupato di molti pools lungo la Gulf Coast del Texas e della Louisiana meridionale, l'evento di faglia deve considerarsi geneticamente correlato al piegamento. La spiegazione di queste relazioni viene tuttavia lasciata aperta ed affidata a tre ipotesi principali :

- 1) Subsidenza del basamento lungo linee di flossura parallele alla costa causando uno sprofondamento piu' o meno brusco con fenomeni di richiamo o di strizzamento delle formazioni incompetenti a ridosso della linea di cedimento .
- 2) Scivolamenti di formazioni verso la costa con distacchi (le faglie) e cedimenti che inclinerobbero gli strati (il downbending). Questa ipotesi considererebbe il fenomeno come una "collapse" in embrione.
- 3) Rilievi salini sepolti . Il sale tenderebbe ad intrudere le formazioni sovrastanti creando le faglie normali ed i fenomeni di convessità nei segmenti ribassati, comuni nella tettonica salina.

Levorsen riporta , come esempio tipico di trap in downbending, il campo di Amelia . (Fig. 2 e 3)

Fig. 2
 Section through the Amelia field, Texas, showing the relations between the dome fold and the fault. The dip into the down side of the fault is contrary to most faulting, except in the system of faults parallel to the Gulf Coast in Louisiana and Texas, of which this is an example. The discordance in dip between the two upper members in the section and the Frio formation suggests an intervening period of deformation. [Redrawn from Hamner, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 23, p. 1647, Fig. 4.]



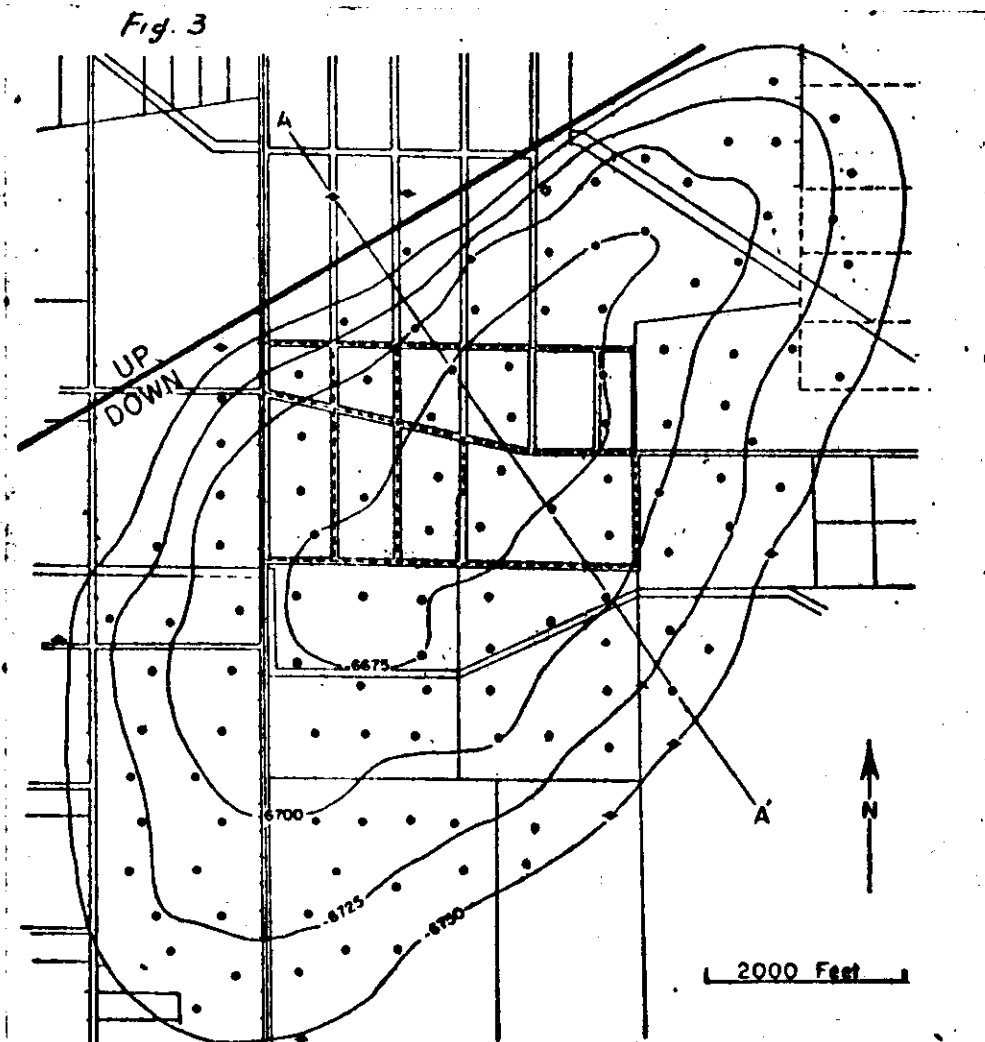
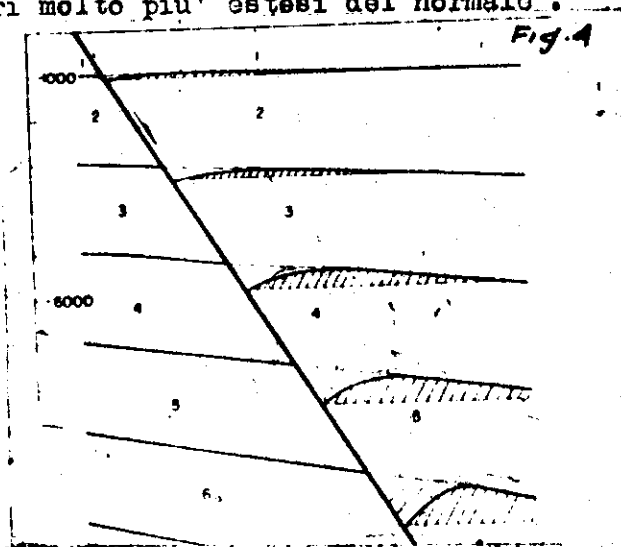


FIGURE 5-39 Structure of the Amelia field, Jefferson County, Texas, contoured on top of the producing Langham sand (Frio formation, Oligocene).

La descrizione delle caratteristiche dei down-bendings della Gulf Coast e la loro interpretazione genetica trovano ampia trattazione nel lavoro di sintesi di Grover E. Murray "Geology of the Atlantic and Gulf Coastal Province". L'autore afferma che le chiusure strutturali formate da downbend normalmente migrano con la

profondità. La migrazione riguarda unicamente le chiusure e non le strutture, queste ultime possono essere simmetriche o asimmetriche e nel secondo caso derivano da spostamenti irregolari della cresta di chiusura in relazione al movimento di "drag". La variazione di chiusura in profondità avverrebbe secondo i principi indicati nella fig. 4 .

In merito alla possibile origine dei "downbending", secondo Murray la spiegazione che sembra meglio accordarsi alle situazioni note implica faglie ricorrenti cioè che avvengano secondo movimenti intermittenti nel tempo, interessanti formazioni incompetenti soggette a marcati e irregolari fenomeni di "compaction" e tali che nelle porzioni che via via si ribassano pervengano apporti sedimentari molto piu' estesi del normale .



Viene riportata di seguito una serie di esempi di strutture del tipo in discussione desunti dalla suddetta relazione di Murray sulla Gulf Coast.

Si potrà notare che questi esempi di downbending si ritrovano per lo piu' a livello di formazioni del Neogene. Poichè il Neogene stesso della regione è pressochè completamente elastico, con predominanza argillosa, si potrebbe ritenere valido il legame genetico tra gruppi sedimentari di questa natura ed i fenomeni di "downbending".

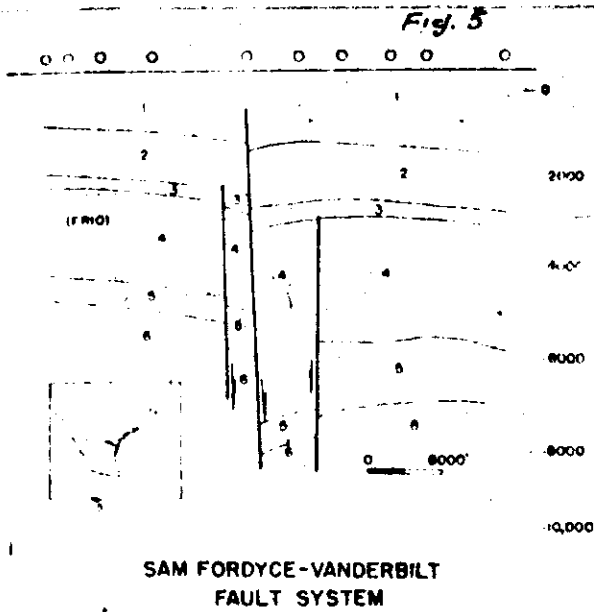


FIG. 4.32a. Dip cross section across Sam Fordyce-Vanderbilt fault system in Nueces County (Texas), showing an interpretation of the faulting and thickening of the Frio sequence. 1-3. Anahuacian and younger. 4. Frio (Chickasawhayan). 5. Vicksburgian. 6. Jacksonian and older.

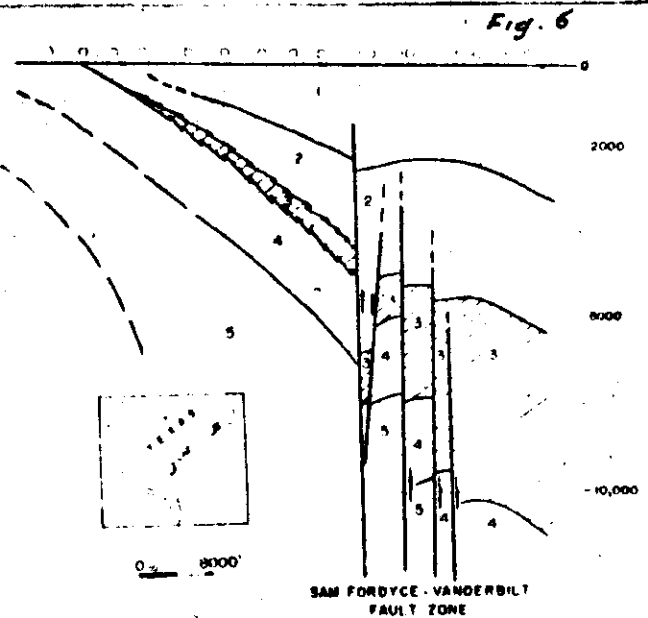


FIG. 4.32b. Dip cross section across Sam Fordyce-Vanderbilt fault system in Rio Grande embayment, Starr and Hidalgo Counties (Texas). Circles at top represent location of control wells. Northwest (updip) is to the left. 1. Catahoula and younger formations. 2. Subsurface Frio formation. 3. Vicksburgian. 4. Jacksonian. 5. Claibornian.

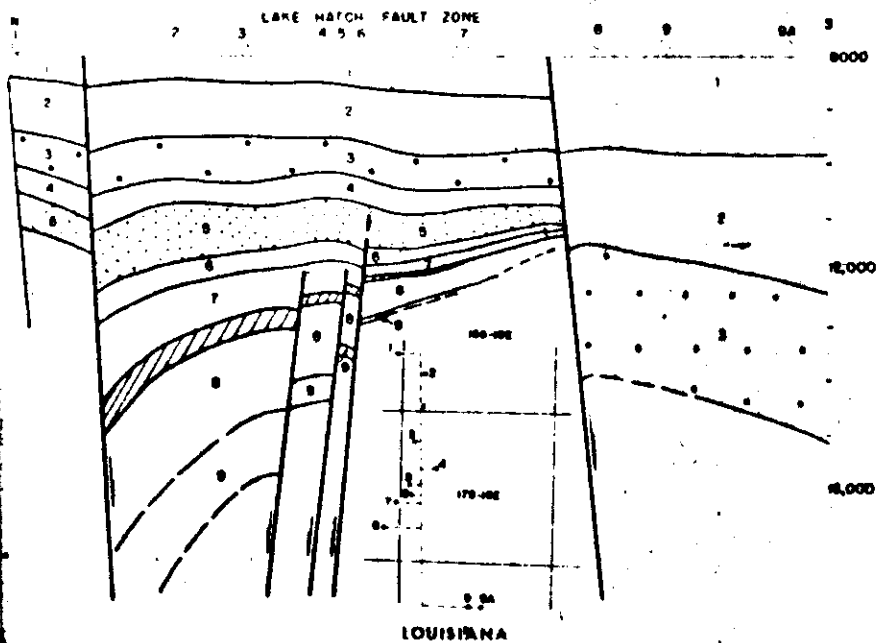


Fig. 7

FIG. 4.35. Dip cross section across Lake Hatch fault system, Terrebonne Parish (Louisiana), showing thickening of Miocene strata in downthrown blocks. North (up-dip) is to the left.

Fig. 8

FIG. 4.20. Structural map of South Bancroft field, Beauregard Parish (Louisiana). Contours on top of Wilcox group (Eocene). (After Hough and Murray, in Holland, Hough, and Murray, 1952.)

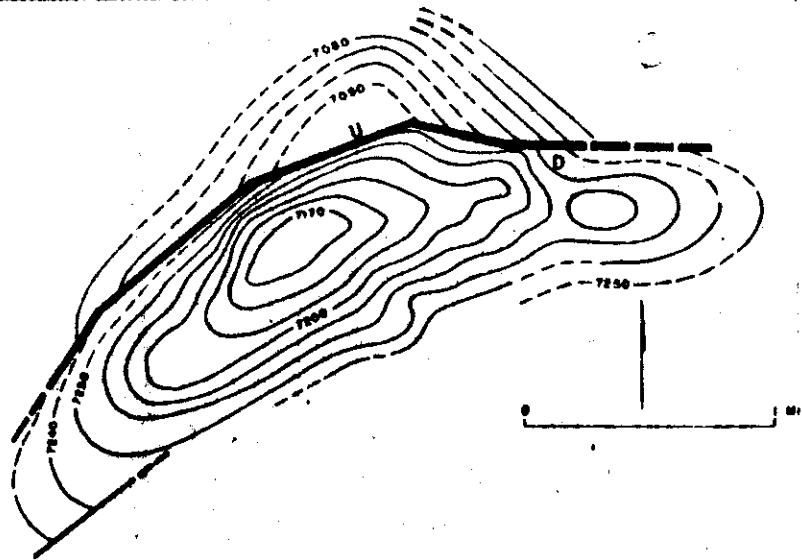


Fig. 9

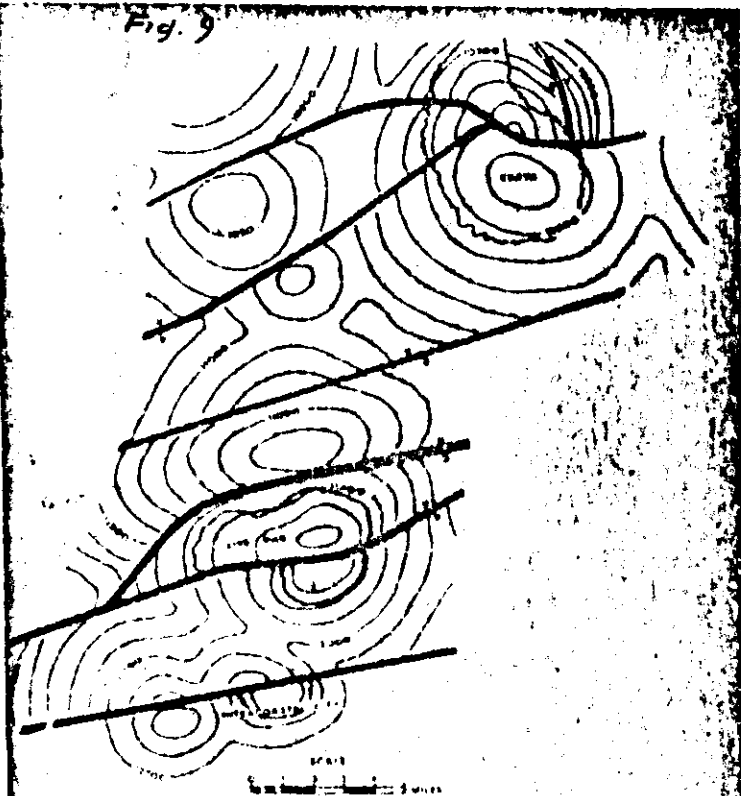


FIG. 4.18. Faulted complex in Vermilion Parish (Louisiana), showing relationships between faults, domal structures, and roll-over or downbend structures. Structural contours on datum in Miocene.

Fig. 10

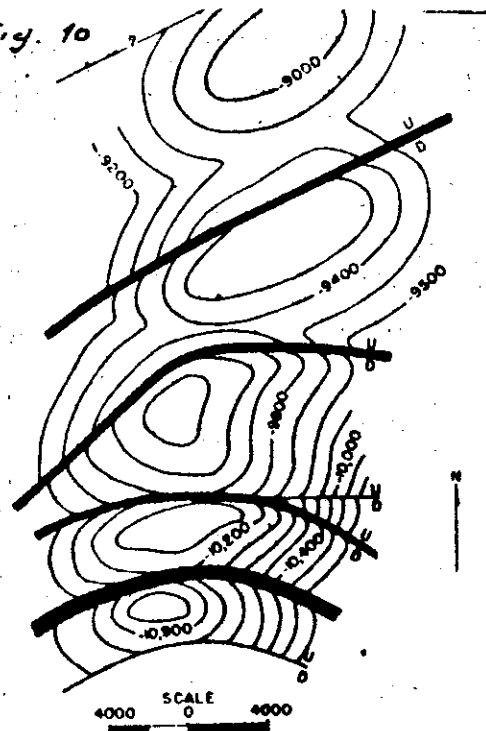


FIG. 5.45. Lewisburg structural complex, Acadia and St. Landry Parishes (Louisiana). Structural contours are on top of Nedoaria sands (Chickasawhayan). (After Ocomb and Grigg, 1954.)

Fig. 11

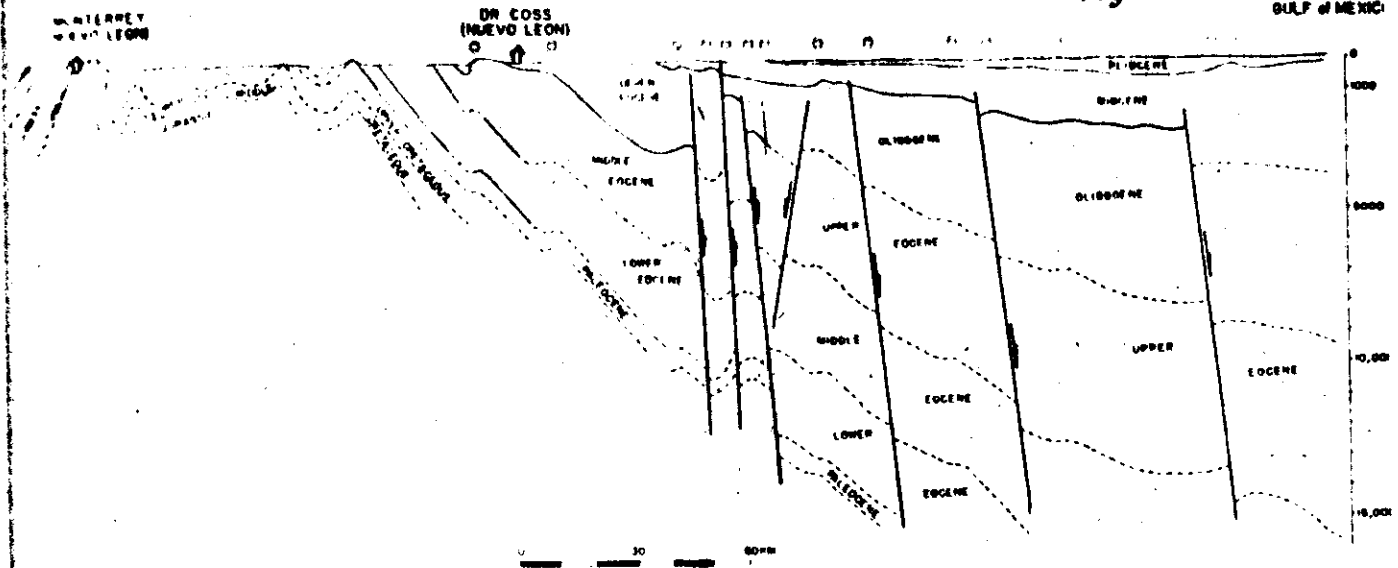


FIG. 4.18. Cross section from Sierra Madre Oriental at Monterrey (Nuevo León) eastward through coastal provinces to Gulf of Mexico. (After Benavides, 1956.)

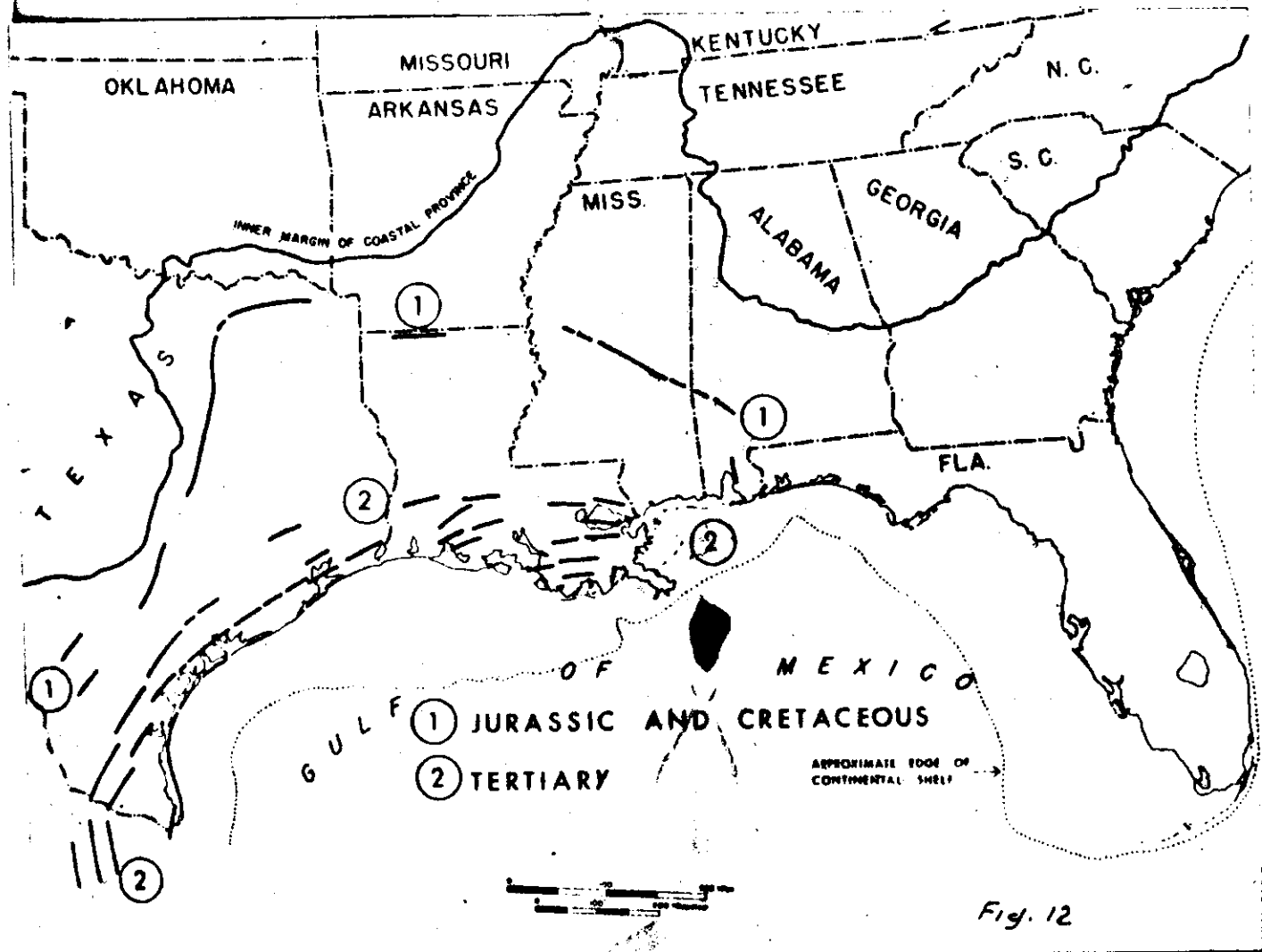
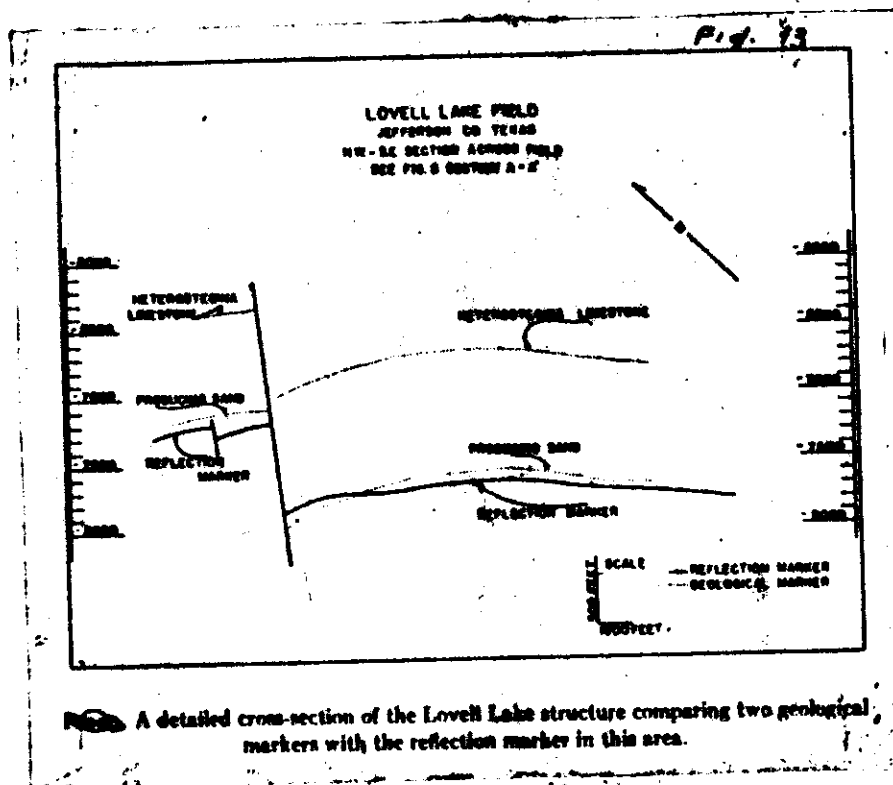


Fig. 12

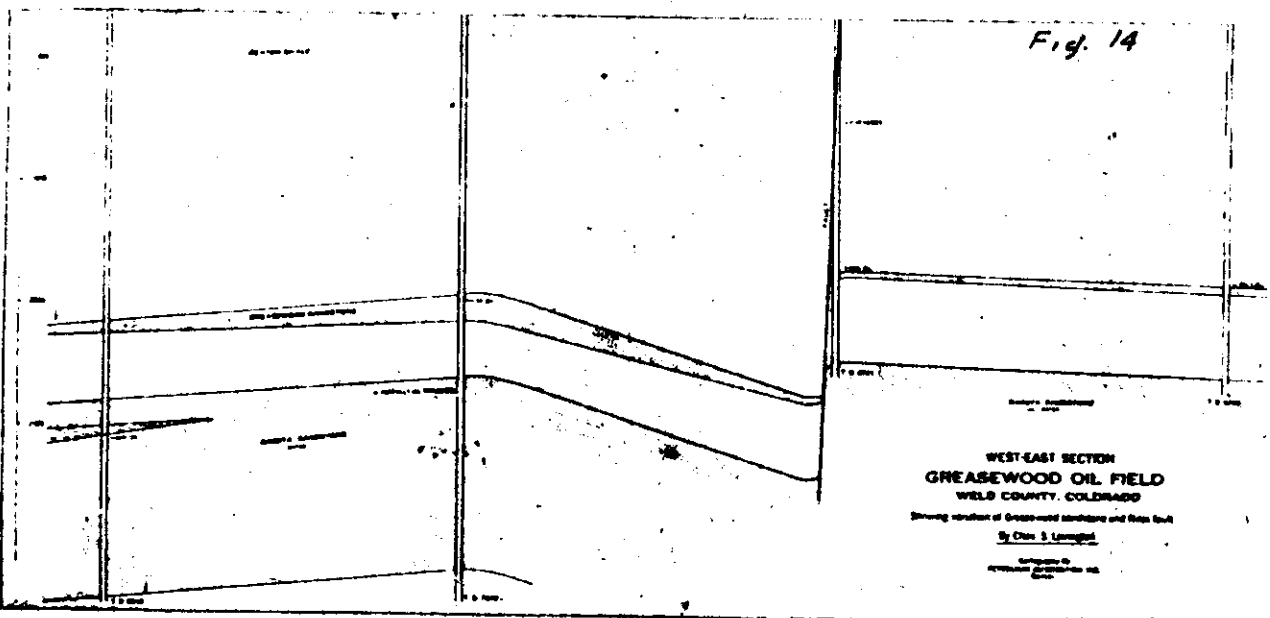
FIG. 4.21. Sketch map showing location of known areas of rapid stratigraphic thickening associated with down-to-basin faults.

A.P. Wendler (Geophysical Case History) riporta l'esempio del Lovell Lake Field (Texas merid.). La struttura è vincolata ad una faglia normale, non prevista dai primi rilievi sismici, che divide l'alto in due lobi. Il lobo ribassato ha planimetricamente una forma ellittica allungata secondo la faglia con assi di 5x2,5 miglia.

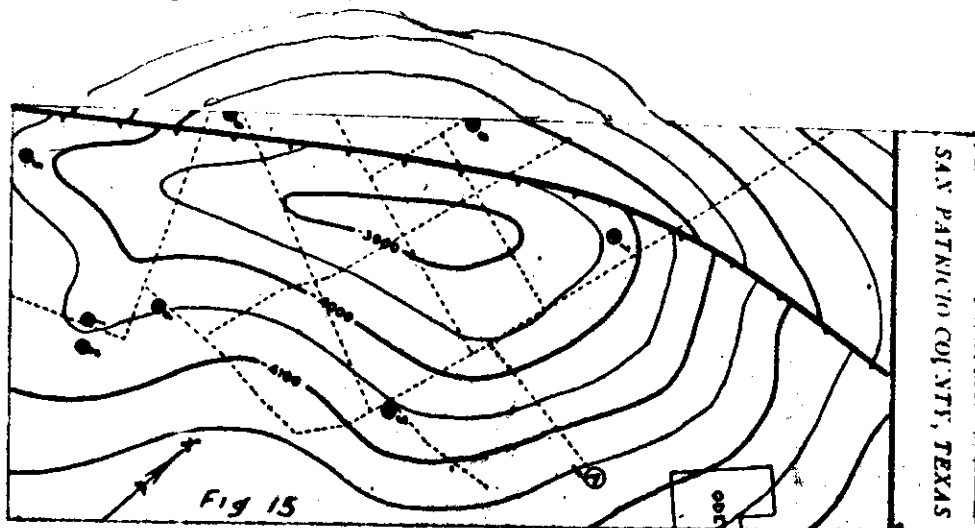
La chiusura verticale ammonta a circa 200 piedi. Una chiusura minore si verifica nella parte alta della faglia, la forma generale è analoga pur se ridotta. (Anche in questo caso l'asse maggiore è subparallelo alla faglia). Da notare che entrambi le strutture hanno fornito olie ma con netta prevalenza della porzione ribassata che ha fornito ad oggi una media di 5000 barili giorno. Presente e caratteristico anche in questo caso l'ispessimento di sedimentario nella porzione ribassata e la ricchezza di materiale argillose nella serie interossata. (Fig. 13).



Analoghi ispessimenti si verificano nel Greasewood oil Field, illustrato da Livingstone. Anche se la serie contiene una formazione calcarea il rapporto di spessori è tale che la clastic ratio dell'insieme assume valori elevati in ragione della predominanza degli "shale". (Fig. 14)

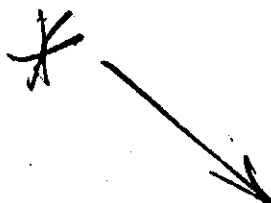


In taluni Fields del Texas, allorchè la faglia non assume aspetti marcati, il pool è comprensivo di formazioni di tetto ed al muro della faglia (Fig. 13 e Fig. 15). Il caso di S. Patricio County in particolare è da considerare anch'esso esempio di downbending seppure non tipico in quanto è stato appurato mancare uno dei caratteri principali: l'ispessimento del sedimentario nella porzione ribassata .



Da ritenersi piuttosto improprio in relazione ai "downbendings" anche l'esempio di struttura del Neal Field, Louisiana, descritto da O.C. Clifford. Essa consiste di una debole convessità al tetto di una faglia diretta interessante una serie clastica a carattere argilloso contraddistinta da forti ispessimenti nel segmento ribassato.

L'asse della struttura è tuttavia piuttosto divergente (fig. I6) dalla direzione di faglia ondo, pur se non si può escludere il legame genetico tra faglia e struttura, non si può ipotizzare la dipendenza genetica diretta della seconda rispetto alla prima.



L'ipotesi che i "downbendings" siano collegati a variazioni di facies in profondità ingeneranti fenomeni di compaction differenziata non viene generalmente accettata. La casistica d'altra parte si rivela povera d'esempi interpretabili in questo senso.

Tra questi si potrebbe citare l'esempio del Hardin Field, Texas desunto da "Stratigraphic type oil fields" (Fig. I7). Il serbatoio consta di una lente sabbiosa forto-

mente allungata (Rapporto I/IO tra asse minore e asse maggiore) immersa in un complesso di alternanze elastiche, a predominanza di shale, di ambiente lagunare deltizio.

La lente sabbiosa, per le sue caratteristiche di deposito e di forma, viene interpretata come una barra litorale .

La culminazione, particolarmente accentuata nelle formazioni sovrastanti, sarebbe generata proprio dal minor cedimento di costipazione in connessione della lente sabbiosa.

La faglia che borda la lente a SE è parallela all'allungamento della lente stessa e non si puo' escludere che anche la sua genesi trovi origine nel fenomeno di compaction differenziale ai margini della barra.

Non abbiamo riscontrate altri esempi di downbending spiegabili con la sola compaction differenziale generata da variazioni di facies profonde.

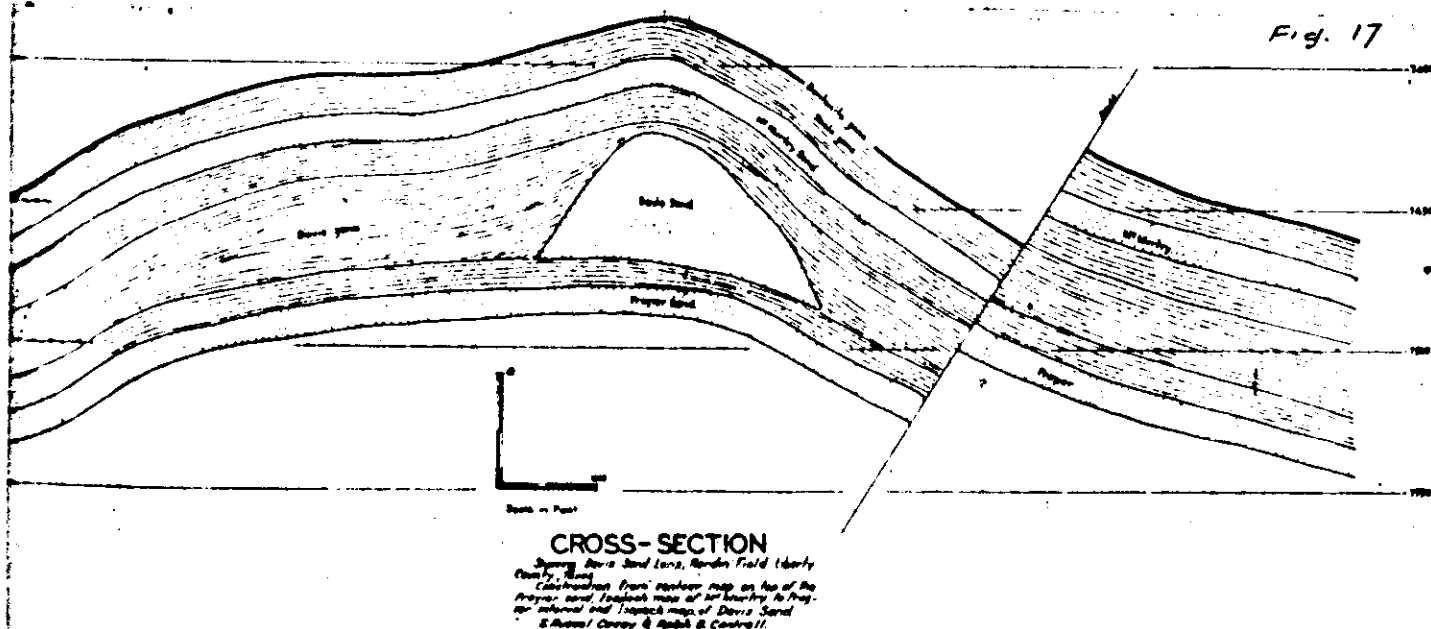


FIG. 17.—Idealized cross section showing Davis lens.

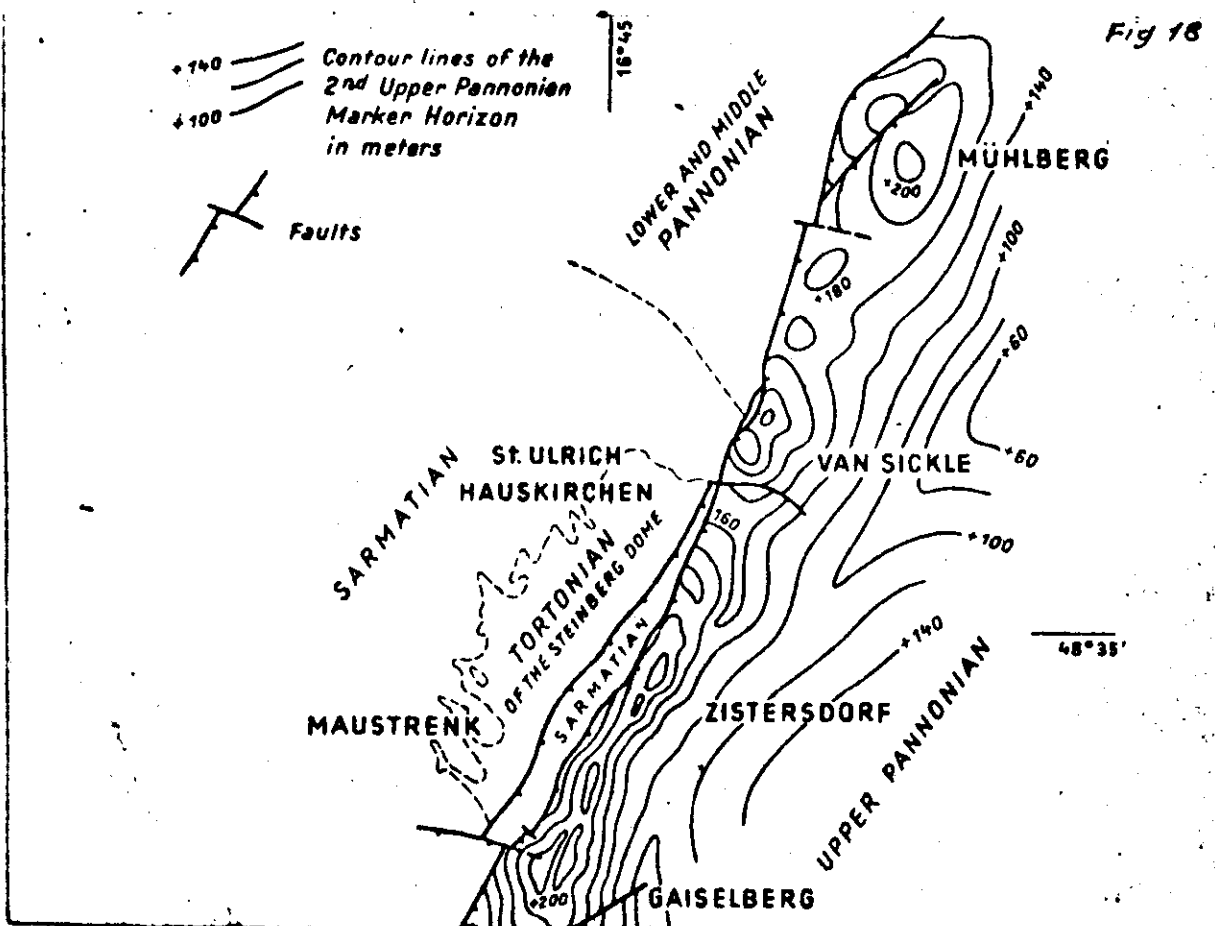
I DOWNBENDINGS NEL BACINO DI VIENNA

Fenomeni di convessità strutturale in lobi ribassati,
aventi affinità genetica con la faglia cui sono contigui sono fre-
quenti seppur non prevalenti in un'altra piccola ma importante
area petrolifera; il bacino di Vienna.

Nella porzione abbassata della famosa "Steinberg Fault" i
fenomeni di chiusura sono numerosi e, in stretta successione e
molto spesso produttivi tanto che R. Janoschock ("Habitat of Oil")
li definisce perle di una collana.

Il pool in genere non si limita nella chiusura geometri-
ca della convessità ma utilizza lo sbarramento opposto dalla faglia.

Anche negli esempi del bacino di Vienna l'evento si verifi-
ca in formazioni spiccatamente sabbiose argillose di età Pannoniano-
Sarmaziana. (Fig. 18)



plicata al tetto della faglia parallelamente e contiguamente al piano di rottura, e nella forza compressiva \bar{C} applicata al muro.

Effetto della forza \bar{C} è di comprimere gli strati del muro e di creare in esse, unitamente alle forze di attrito, fenomeni di tendenziale richiamo verso il piano di faglia. (Fig. 19)

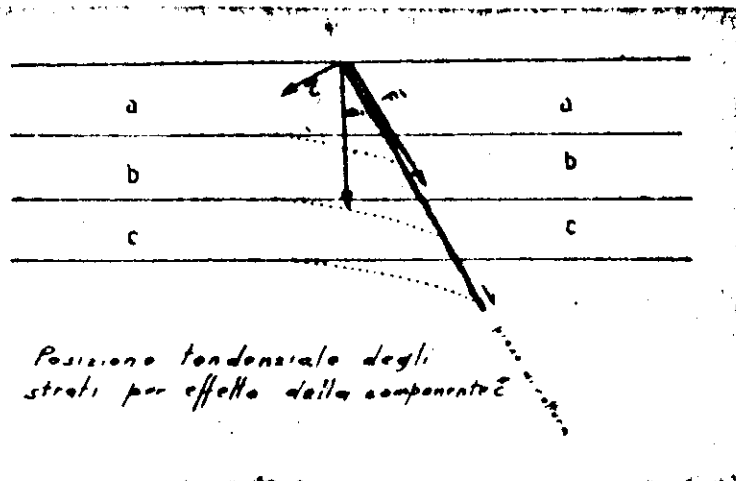


Fig. 19

Le formazioni di tetto, quelle in cui si verifica il downbending di nostro interesse, rimangono soggette alla forza \bar{F} che le fa scorrere lungo il piano di faglia.

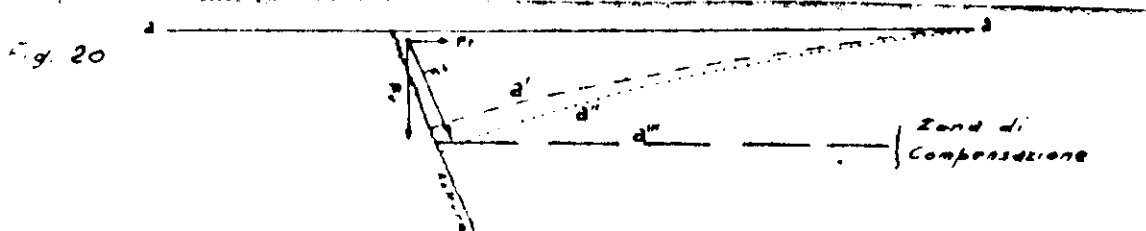
La forza \bar{F} si può a sua volta immaginare scomposta nelle sue componenti \bar{F}_h e \bar{F}_v (Fig. 20) entità da cui dipendono rispettivamente i rigetti cosiddetti orizzontale e verticali della faglia.

Se gli strati si comportano rigidamente rispetto alla componente tangenziale si devono verificare fratture complementari e compensatrici nelle vicinanze in modo da permettere la discesa agli strati dal momento che la perdita di spazio non può essere compensata da piegamenti o arricciamenti caratteristici di plasticità.

Nel caso di nostro interesse in cui si può considerare che gli strati si comportino plasticamente rispetto alle due componenti, ne risulta la formazione di una flessura verso il basso (fig. 21)

9

o verso il piano di frattura tanto più marcata quanto più plastico è il comportamento degli strati.



a', a'' = Posizioni tendenziali del livello a per comportamento plastico rispetto alla componente verticale e orizz.

a''' = Posizione tendenziale del livello a per comportamento rigido del fianco ribassato.

Teoricamente questa flessura non può creare fenomeni di chiusura. Questi ultimi si verificano solo sotto particolari condizioni:

- a) Discosa reclinata precedente al fenomeno di fagliamenti orientata verso i segmenti ribassati. Ne risulta in questo caso un'anticlinale in cui un fianco è generato dalla discosa monoclinale e l'altro è dato dal piegamento verso il basso degli strati a ridosso della faglia.
- b) Chiusure si potrebbero formare in stile suborizzontale in ragione della sola componente tangenziale che applicata agli strati soggetti allo scandimento unitamente alle forze di reazione dovute alla presussistente situazione geologica forma una coppia meccanica composta capace di creare od accentuare i fenomeni plicativi dell'insieme discaso. Analogamente la coppia di forze di attrito radente e componente verticale ha la possibilità di creare slabbramenti di varia entità verso il piano di faglia.

G. R. Romagnoli

B I B L I O G R A F I A

- ✓ V. Bornhauser "Gulf Coast Tectonics" Bull. A.A.E.G. 1958 Vol.42 pp.339-370
- ✓ E. Hardin "Contemporaneous normal faults of Gulf Coast and their relations to flexures" Bull. AAPG. 1961 Vol.45 pp.238-248
- ✓ M. Laubschen "Structural and seismic deformations along normal faults in the Eastern Venezuela Basin" Geophysic Vol. XXI 1959
- ✓ Groven E. Murray "Geology of the Atlantic and Gulf Coastal Province" Harper & Brothers - New York 1961
- ✓ A.P. Wendler "Geophysical History of the Lovell Lake Oil Field, Texas" Geophysical Case History - Vol. I - 1948
- ✓ O.P. Clifford Jr. and B.M. Choate "Exploration History of Neale Field, Louisiana" - Geophysical Case History - Vol. I - 1948
- ✓ H. Mc. Carver "Odem Oil Field, S. Patricia County, Texas" Geophysical Case History - Vol. I - 1948
- ✓ F. Livingon "Crescadowood Oil Field" Geophysical Case History - Vol. I - 1948
- ✓ A.I. Levorsen "Geology of Petroleum" Freeman & Co. - S. Francisco 1958
- ✓ Russel E. Coses "Davis Sand Lens" Stratigraphic Type Oil Field - 1950
- ✓ E. Jenoschek "The Innere Alpin Vienna Basin" Habitat of Oil - Tulsa 1958
- ✓ J. Breumstain "Habitat of Oil in Eastern Gulf Coast" Habitat of Oil Tulsa 1958