

MATERIAL SUPLEMENTARIO

del artículo

Estimación de acortamiento en pliegues chevron que
han experimentado deformación post flexión

por

Alberto Vásquez-Serrano, Gustavo Tolson, Elisa Fitz-Díaz y Peter Hudleston

Publicado en Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 36, núm. 3, 2019, p.348-356

Manual del programa **ChevronASv1**

Programa para la estimación de acortamiento en los pliegues chevron antes y después de una etapa de aplastamiento (*flattening*).

1.- Introducción

El programa ChevronASv1 realiza un análisis de la deformación por acortamiento paralelo a la estatificación que produce pliegues paralelos por flexión, (Ramsay, 1967), seguido por una etapa de aplastamiento, donde cambia la geometría de los pliegues paralelos (Ramsay, 1967, 1974; Hudleston *et al.*, 1993; Bastida *et al.*, 2007). La teoría y la metodología sobre el cálculo de la deformación y la estimación del acortamiento se detallan en el manuscrito principal.

2.- Descripción del programa ChevronAS1

El programa cuenta con elementos gráficos que permiten ver los dos estados de deformación buscados (**aplastamiento y flexión**). Dicha información se obtiene a partir de variables que el usuario puede manipular como: las extensiones (λ_1 y λ_2), inclinación del

eje mayor de la elipse (plano axial del pliegue), tamaño de la elipse, entre otras. El programa **ChevronASv1** puede correr perfectamente en el sistema operativo Windows de Microsoft en cualquiera de sus versiones a partir de Windows XP, y la pantalla del programa tiene un tamaño de 1366 por 768 píxeles.

Al colocar los valores de las variable “Lambda1” y “Lambda 2” en la sección de datos de entrada (Figura 1), el usuario obtiene datos de salida como: R (relación de aspecto de la elipse), R_f (inversa de R), $(e_2+1)_T$ (acortamiento total), $(e_2+1)_B$ (acortamiento por flexión), $(e_2+1)_A$ (acortamiento por aplastamiento). Así mismo, se obtienen otros datos en las dos fases de deformación citadas, como: ángulo interflanco, espesor de la capa, ángulo de inclinación del flanco y longitud de flanco (Figura 1).

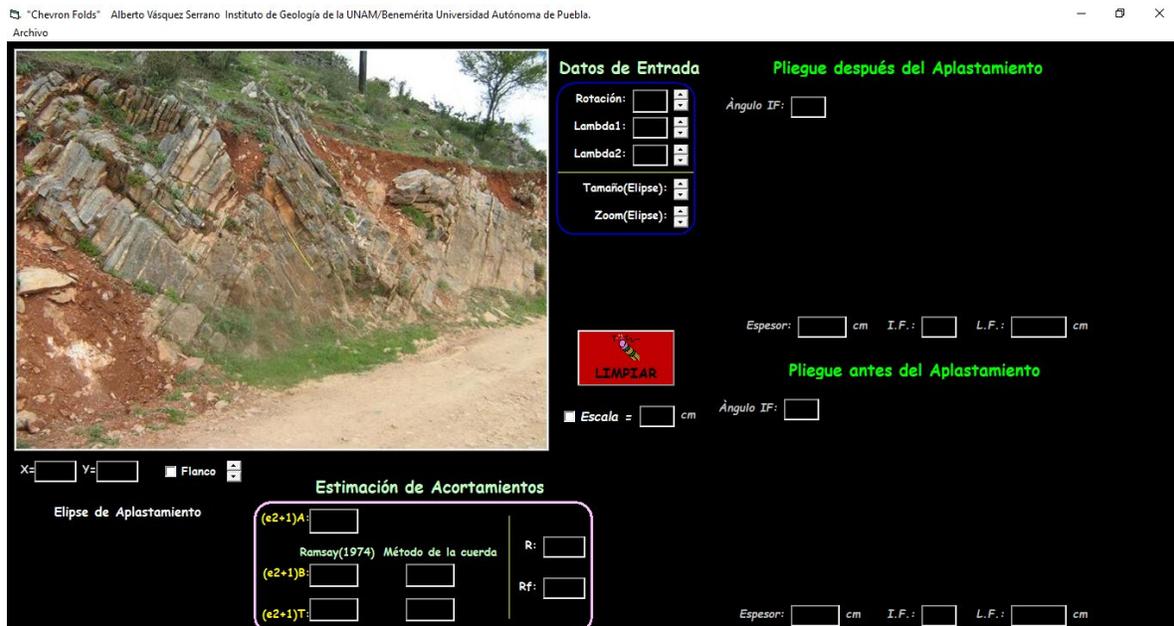


Figura 1: Pantalla principal del programa ChevronAS1.

2.1.- Modo de funcionamiento

Para trabajar con el programa el usuario tiene que seguir el procedimiento general que a continuación se explica.

Cargar la imagen del pliegue. Ir al menú *Archivo* y dar *click* en el sub menú *Abrir*, aquí se abre una ventana de dialogo donde se puede buscar y cargar la foto del pliegue en formatos: jpg, bmp y gif (Figura 2). La foto del pliegue debe tener un tamaño máximo de 600 por 600 pixeles y ser tomada perpendicular al plano axial del pliegue (en un plano transversal que corta la estructura). Aunque el programa permite analizar pliegues con plano axiales no verticales, es recomendable que los pliegues tengan un plano axial vertical en la imagen que se analiza, para ello se puede rotar el pliegue en algún programa de edición de imágenes como Corel Draw o Illustrator.

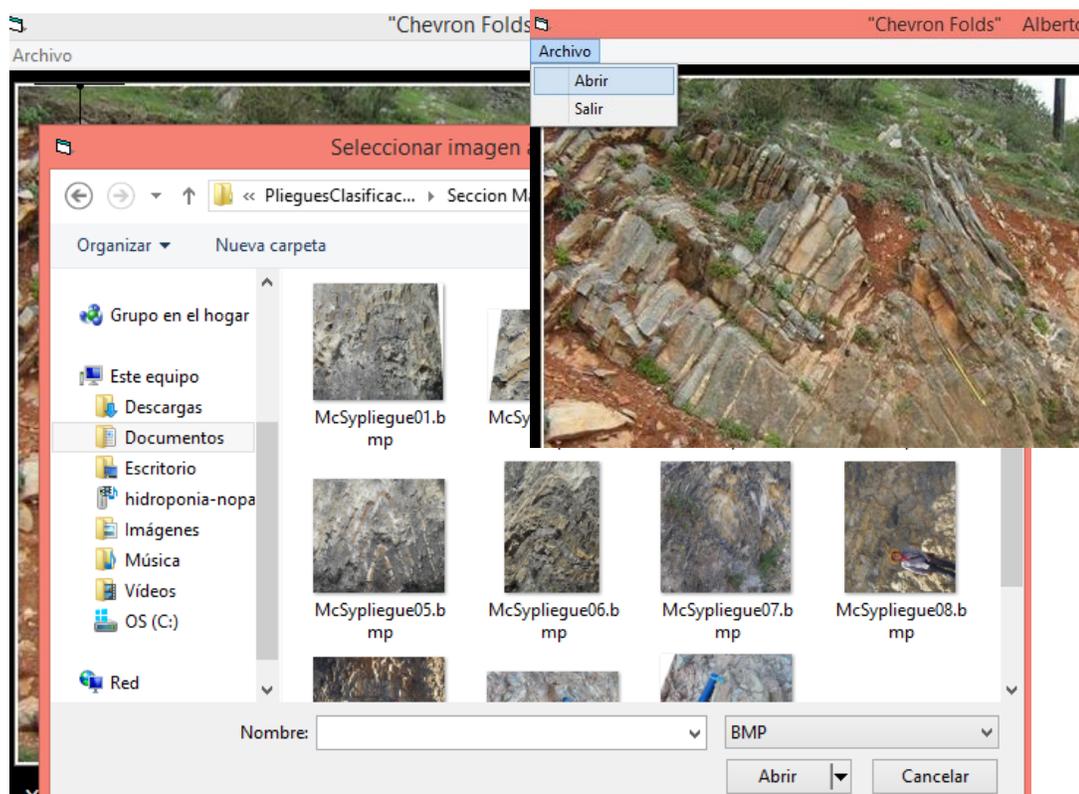


Figura 2: Ventana de dialogo del sub menú *Abrir* donde se elige el pliegue a analizar

Colocar la escala. Un aspecto importante es la escala en la fotografía, el programa usa esa escala para realizar los cálculos pertinentes. Para colocar la escala, se da *click* en la casilla de verificación que está a un lado de la etiqueta “Escala” (Figura 3). Una vez que se realiza esta acción, una ventana se abre y da las instrucciones siguientes: “Dar click en dos puntos de la escala y después colocar su valor en cm”. El procedimiento para colocar la escala, es sencillo, sólo basta con poner un objeto de tamaño conocido en la fotografía (moneda, pica, brújula o cinta métrica que indique la escala) y en el programa dar *click* en los puntos extremos de ese objeto, colocando finalmente la longitud (en centímetros) que existe entre esos puntos en la casilla “Escala”.

En la imagen del pliegue de la figura 2 aparece una línea amarilla (cinta métrica) que tiene una longitud de 100 cm, dicho valor representa la longitud entre dos puntos extremos de la escala y que es colocado en la casilla “Escala”.



Figura 3: Ventana de dialogo donde se dan las instrucciones para la colocar la escala en cm en la casilla “Escala”.

Ajustar elipse. Una vez cargada la imagen, se procede a realizar el ajuste de la elipse que representa la cantidad de aplastamiento (ver manuscrito principal), para ello se mueve el

cursor sobre a imagen y se coloca en el vértice del arco interno, al dar *click* aparcera un sistema coordenado. Una vez colocado el eje coordenado con centro en el vértice del arco interno, se prosigue a darle valores a Λ_1 y Λ_2 , hasta lograr que la elipse que se dibuja se ajuste al arco externo del pliegue (Figura 4).

Si el pliegue que se está analizando tiene un plano axial inclinado, se puede usar la opción de “Rotación” en el apartado de “Datos de Entrada” para rotar la elipse. La rotación puede ser en sentido horario o anti horario dependiendo de hacia dónde se incline el plano axial del pliegue.

Acompañando el proceso de ajuste de la elipse a la geometría del arco externo del pliegue, se dibuja la misma elipse en dos sitios de la pantalla principal del programa, una elipse por debajo de la etiqueta “Elipse de aplastamiento” y la otra en el apartado “Pliegue después del aplastamiento”. Adicionalmente se obtienen los valores de R (relación de aspecto de la elipse), R_f (inversa de R) y $(e_2+1)_A$ (acortamiento por aplastamiento).



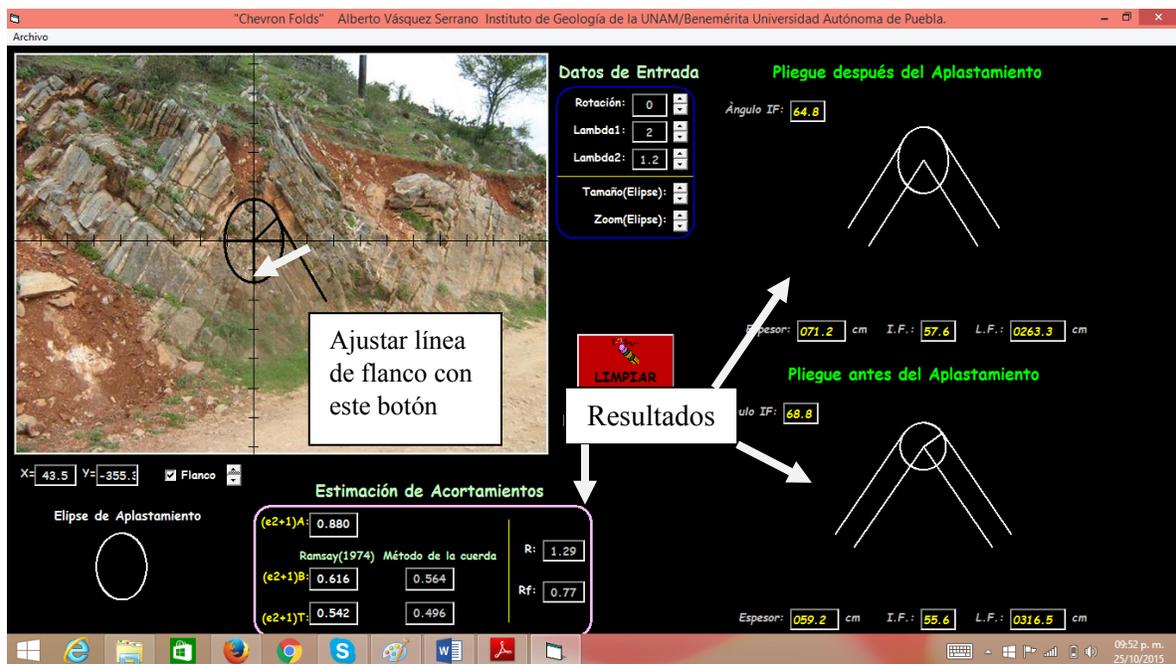
Figura 4: Ventana de presentación de la imagen del pliegue y ajuste de la elipse de aplastamiento.

Dibujar Flanco. Una vez obtenida la elipse, se procede a dar *click* en la casilla “*Flanco*” localizada en la parte inferior de la pantalla de la imagen del pliegue (paso 1). Al colocar el cursor sobre la imagen del pliegue, se observa que aparece una línea que va desde un punto en el perímetro de la elipse hasta el cursor (paso 2). Entonces se coloca el cursor sobre la superficie que viene del arco externo hacia el flanco y damos *click* (paso 3. Figura 5). A continuación aparecerá una línea que dibuja parte dicho flanco, esta línea también tiene que ser flechas que aparecen a la derecha de la casilla “*Flanco*” (paso 4. Figura 5)



Figura 5: Pasos a seguir para colocar y ajustar el flanco al arco externo del pliegue.

Con el procedimiento anterior se puede observar que en las zonas ubicadas abajo de los letreros “*Pliegue después del aplastamiento*” y “*Pliegue antes del aplastamiento*”, se dibujan dos pliegues: Aplastado y no aplastado respectivamente, además se muestran los valores de las variables de salida del programa como: R (relación de aspecto de la elipse), R_f (inversa de R), $(e_2+I)_T$ (acortamiento total), $(e_2+I)_B$ (acortamiento por flexión), $(e_2+I)_A$ (acortamiento por aplastamiento), así como el ángulo inter flanco, espesor de la capa, ángulo de inclinación del flanco y longitud de flanco (Figura 6).



Finalmente, una vez realizado el análisis del pliegue que se está trabajando y si se desea realizar otro análisis en otro pliegue, se procede a dar *click* en el botón “Limpiar” y después

de repite todo el proceso antes mencionado en este manual. Es importante hacer la acción de “Limpiar” para que el programa no gaste memoria en el equipo de cómputo.

Nota: Para probar el adecuado funcionamiento del programa, se incluye una fotografía de un pliegue tipo chevron.

Referencias

Bastida, F., Aller, J., Toimil, N. C., Lisle, R. J., Bobillo-Ares, N. C., 2007. Some considerations on the kinematics of chevron folds. *Journal of Structural Geology*, 29(7), 1185-1200.

Hudleston, P. J., Lan, L., 1993. Information from fold shapes. *Journal of Structural Geology*. 15, 3-5, p. 253-264 12 p.

Ramsay, J.G., 1967. *Folding and Fracturing of Rocks*. McGraw-Hill, New York, 568 pp.

Ramsay, J.G., 1974. Development of chevron folds. *Bulletin of the Geological Society of America* 85, 1741-1754.