

SOFTWARE: TENSIÓN Y ÁNGULO DE CONTACTO

ORIGEN DEL SOFTWARE.

La tensión superficial, tensión interfacial y el ángulo de contacto son datos de vital importancia en los procesos de recuperación secundaria y mejorada.

Lo anterior, sumado a la baja de oferta de software en el mercado que puedan calcular estos datos y que además esté al alcance de todos, dieron origen a este proyecto.

ÍNDICE.

DATOS Y NOTAS DEL AUTOR	.....	Página 2 y 3
FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA TENSIÓN	.....	Página 4 – 11
FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA ÁNGULO	.....	Página 12 – 17
FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA RESUMEN	.....	Página 18
BIBLIOGRAFÍA	.....	Página 19

DATOS Y NOTAS DEL AUTOR

DATOS

Autor: Uriel Benítez Ordaz.

Título: Ingeniero Petrolero.

Correo electrónico: u.r12@hotmail.com

Perfil de linked In: www.linkedin.com/in/uriel-benitez-ordaz-92aa371a9 (Copiar en la barra de direcciones de tu computador)

Fecha de publicación: 25 / 05 / 2021

NOTAS.

Nota 1

Este trabajo fue desarrollado usando Jupyter Notebook dentro el entorno de trabajo Anaconda navigator.

Nota 2

Durante el desarrollo de este programa, fueron necesitadas librerías externas a las ya implementadas en Python nativo, por lo que es posible que se presenten errores de ejecución si en tu computadora no tienes instalada alguna de estas al momento de correr el programa.

Hasta el momento, en las pruebas que se realizaron en diferentes computadoras, solo la librería llamada OpenCV causó problemas de ejecución al no venir instalada por default en Python nativo.

Este problema se soluciona al instalar dicha librería en tu computadora, para ello, basta con escribir el siguiente comando: `pip install opencv-python` en la consola de tu computadora abriéndola como administrador, esto en caso de estar ejecutando Python desde tu consola, en caso de estar ocupando Jupyter Notebook lo deberías hacer en CMD.exe Prompt desde el entorno de trabajo de Anaconda Navigator.

Nota 3

Para el correcto funcionamiento del software es necesario que ubique la carpeta TENSIÓN Y ÁNGULO DE CONTACTO en la misma dirección en donde guardó los archivos de instalación de Anaconda Navigator.

Nota 4

Este trabajo es aún un proyecto en desarrollo, lo que quiere decir que se seguirá trabajando en él para implementarle mejoras; mejoras en la interfaz gráfica, mejoras en el funcionamiento interno, mejoras en la lectura y escrituras de archivos, y mucho más, pero al ser un proyecto en desarrollo se debe de entender que pueden presentarse algunos problemas de código durante la ejecución del

mismo, sin embargo, estos problemas no deberían de ser frecuentes o incluso no deberían de presentarse si se sigue el flujo de trabajo explicado en el manual del software.

Mencionado lo anterior, se debe de aclarar que esta versión pública número 1 del software, ya es una versión totalmente estable y funcional.

Nota 5

Este trabajo fue creado bajo la filosofía de software libre, por lo que en concreto puedes: (1) ejecutar el programa, (2) estudiar y modificar el código fuente del programa, (3) redistribuir copias exactas y (4) distribuir versiones modificadas.

En caso de distribuir versiones modificadas, se pide amablemente se comparta el código fuente con el autor, esto para evaluar su implementación a la versión original y de esta manera todos los implicados se vean beneficiados.

Nota 6

Espero profundamente que este trabajo sea de utilidad para todo aquel que necesite un método sencillo y confiable para calcular la tensión interfacial, tensión superficial y ángulo de contacto de una muestra de fluido.

Quedo total y completamente al tanto a través de mi contacto de cualquier duda, sugerencia y crítica hacia este trabajo.

FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA TENSIÓN

La pestaña Tensión está diseñada para calcular tanto Tensión Interfacial como Tensión Superficial, todo va a depender de la imagen que tú quieras medir.

Si en tu imagen están presentes dos líquidos entonces estarás midiendo Tensión Interfacial, si están presentes un líquido y un gas entonces estarás midiendo Tensión Superficial.

Cabe señalar que el flujo de trabajo para ambas tensiones es idéntico.

Nota: La calidad del análisis dependerá fuertemente de la resolución de tu imagen y de la cantidad de ruido visual que haya en ella. El correcto seguimiento de este flujo de trabajo te llevará a una correcta medición de la Tensión Interfacial / Superficial.

Paso 1:

Ubícate en la pestaña llamada "Tensión". (Esta se encuentra en la esquina superior izquierda).

Paso 2:

Dentro de la sección "Panel de herramientas" presiona el botón "Abrir imagen".

Paso 3:

Elige la imagen que quieres analizar del explorador de archivos de tu computadora.

(Si es la primera vez que ocupas el software puedes abrir la imagen llamada "TensionEjemplo1.PNG" por cuestiones didácticas).

El software por defecto abrirá toda la imagen a escala de grises.

Nota: El software por el momento solo puede leer imágenes con extensión .png, .jpg, .bmp, .jpeg. En caso de elegir alguna otra extensión se presentará un error de ejecución, de ser así cierre y vuelva a abrir el software.

Paso 4: (Opcional)

Dentro de la sección "Gota" elija una de las tres opciones disponibles. Gota con relleno azul (imagen a color), gota con relleno negro (imagen a escala de grises), gota sin relleno (bordes de la gota). Elija la opción que le permita visualizar de mejor manera la imagen.

Nota: Tome en cuenta que no se debe cambiar una imagen que originalmente está en escala de grises a una con colores, el software lo permite, pero no es lo correcto. A su vez considere que no a todas las imágenes se le pueden extraer los bordes de la gota, esto dependerá de la calidad de la imagen.

Paso 5: (Opcional)

Dentro de la sección “Rotar” rota la imagen según la cantidad de grados que necesites. (sentido contrario de las manecillas del reloj: números positivos, sentido de las manecillas del reloj: números negativos.)

Nota: Es necesario que la gota esté apuntando hacia abajo para que el algoritmo funcione, de no ser así, se presentarán errores de medición.

Paso 6:

Dentro de la sección “De” Mide el Diámetro Ecuatorial de la gota. Para ello ubica las coordenadas del Límite Inferior y Superior (L. Inferior, L. Superior) del De en la imagen (líneas verticales rojas en la imagen No.1), ponlos en sus respectivas casillas de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el De medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas deben de ser números enteros.

Nota: En caso de ser necesario, puede ocupar la barra de herramientas inferior que le permitirá: regresar a la vista original, mover la imagen, hacer un acercamiento de una sección de la imagen y guardar la imagen. Esta barra de herramientas puede ser usada en cualquier punto del análisis de la imagen, y no afectará las lecturas que ya hayas realizado previamente.

Ejemplo:

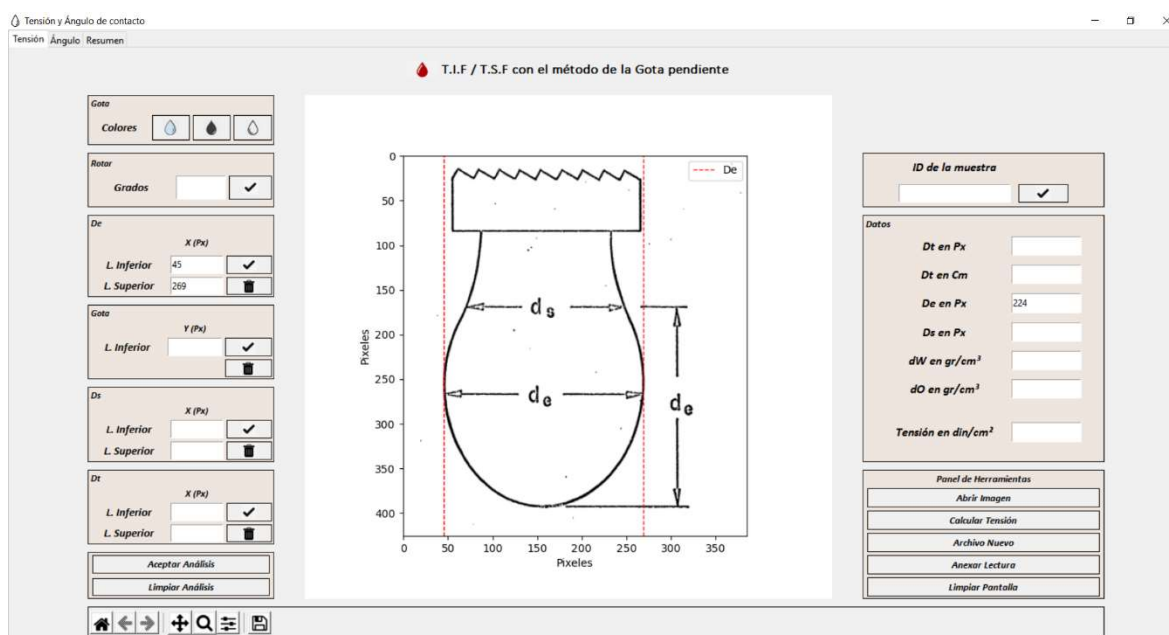


Imagen No.1: Diámetro Ecuatorial (De)

Paso 7:

Dentro la sección “Gota” mide el Límite Inferior de la gota. Para ello ubica la coordenada del Límite Inferior (L. Inferior) de la gota en la imagen (línea horizontal color olive en la imagen No.2), ponlo en su respectiva casilla de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el Límite Inferior medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas deben de ser números enteros.

Nota: Automáticamente al aceptar un Límite Inferior de la gota, se dibujará una línea horizontal llamada “P Ds” (Plano del Diámetro del Cuello) (línea horizontal color morada en la imagen No.2) que será necesaria para el paso 7.

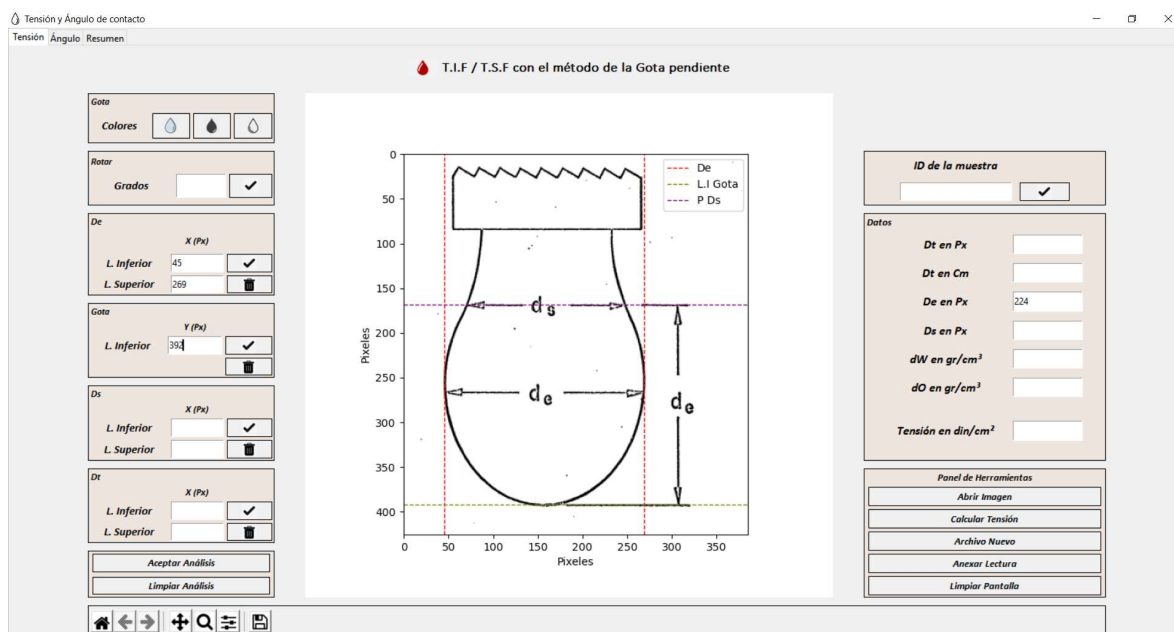
Ejemplo:

Imagen No.2: Límite Inferior de la gota y plano del Diámetro del Cuello.

Paso 8:

Dentro la sección “Ds” mide el Diámetro del Cuello de la gota. Para ello ubica las coordenadas del Límite Inferior y Superior (L. Inferior, L. Superior) del Ds en la imagen (líneas verticales color azul en la imagen No.3) ponlos en su respectiva casilla de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el Ds medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas deben de ser números enteros.

Nota: las coordenadas que elijas serán aquellas donde el plano del Ds (P Ds) (línea horizontal color morada de la imagen No.2 corte con los bordes de la gota).

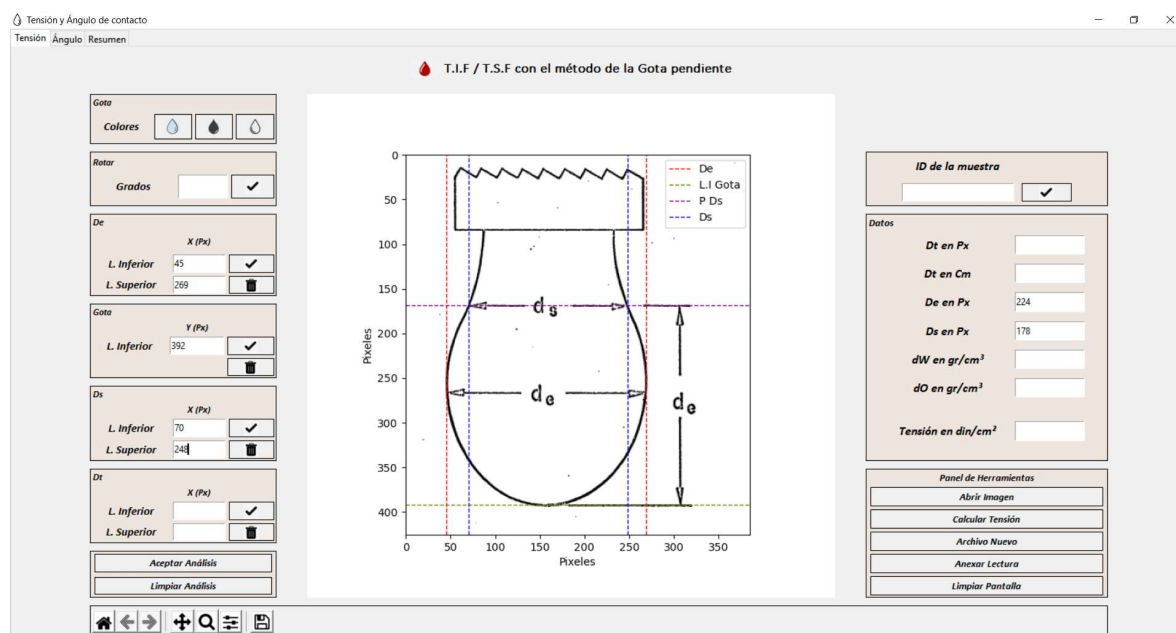
Ejemplo:

Imagen No.3: Diámetro del Cuello (Ds).

Paso 9:

Dentro la sección “Dt” mide el **Diámetro del Tubo del experimento**. Para ello ubica las coordenadas del Límite Inferior y Superior (L. Inferior, L. Superior) del Dt en la imagen (líneas verticales color rosa en la imagen No.4) ponlos en su respectiva casilla de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el Dt medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas deben de ser números enteros.

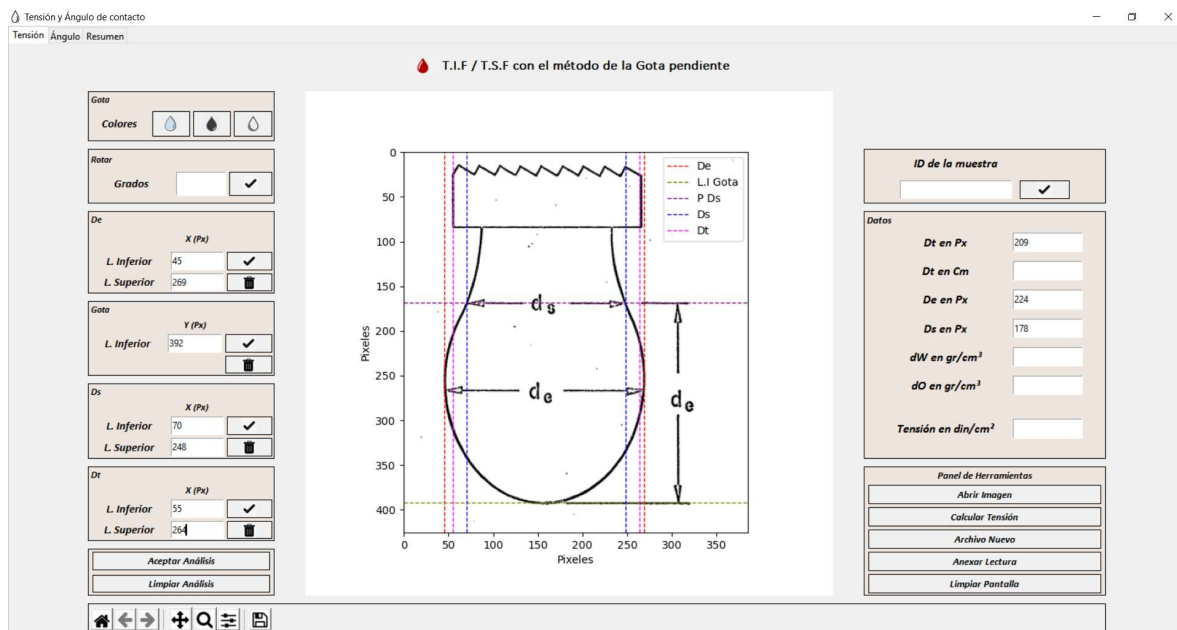
Ejemplo:

Imagen No.4: Diámetro del Tubo (D_t).

Paso 10:

Presiona el botón “Aceptar Análisis”, al presionar el botón “Aceptar Análisis” se generará un reporte (Imagen No.5) en donde se indicará de manera más ordenada y limpia, las líneas y medidas de los todos los diámetros dibujados con su longitud en Px.

Nota: En caso de que después de haber aceptado el análisis no estas conforme con él, puedes presionar el botón “Limpiar Análisis” y la imagen se limpiará de todo diámetro dibujado, manteniendo las coordenadas medidas para su posterior corrección.

Paso 11: (Opcional)

Para finalizar con el análisis de la imagen basta con **asignarle un nombre a la muestra** cómo se indica en la imagen No.5.

Esta será la imagen que se guardará como reporte final del análisis de la imagen.

Ejemplo:

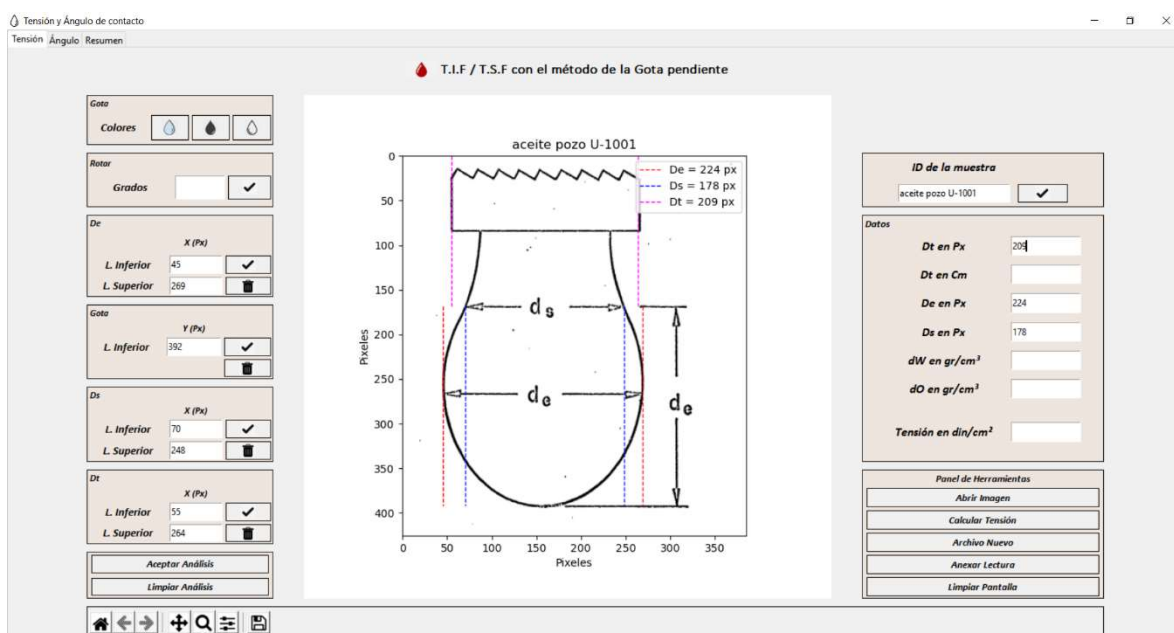


Imagen No.5: Reporte de imagen a guardar.

Paso 12: (Opcional)

Presiona el botón con el ícono del disquete para guardar la imagen analizada en tu computadora.

Paso 13:

Dentro de la sección “Datos”, termina de completar los datos faltantes.

por ejemplo, Dt en cm = 0.15, dW (densidad del agua) en gr / cm^3 = 0.99 y dO (densidad del aceite) en gr / cm^3 = 0.66.

Nota: la introducción de datos ilógicos como densidades extremadamente altas o datos que nunca se presentarían en el experimento real pueden causar problemas de ejecución. (todo problema de ejecución en el código aun no manejado se soluciona cerrando y abriendo el software.)

Paso 14:

Dentro de la sección “Panel de Herramientas” presiona el botón “Calcular Tensión”.

Una vez realizado lo anterior, la casilla Tensión en Din / Cm^2 se llenará con el resultado de la tensión de la gota. (Imagen No.6)

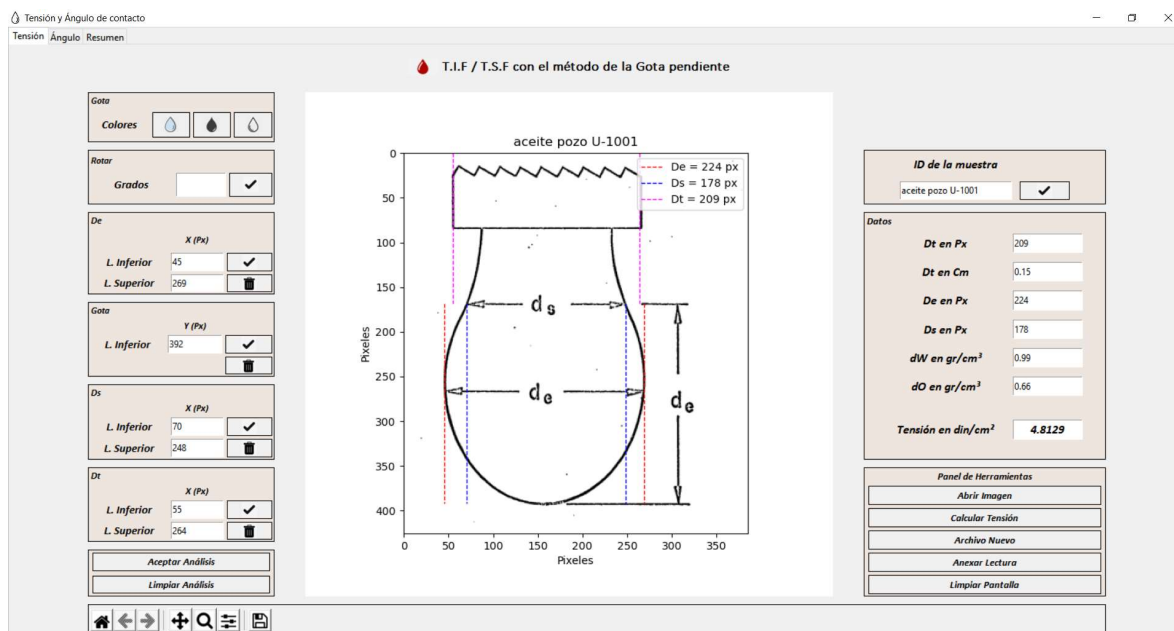


Imagen No.6: Análisis con Tensión calculada.

Paso 15: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de herramientas” presiona el botón “Archivo Nuevo”.

Al presionar este botón y responder “sí” al aviso que se manda, se limpiarán todos los datos guardados previamente en el archivo TensionOutPut.csv.

Paso 16: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de herramientas” presiona el botón “Anexar Lectura”.

Al presionar este botón se guardarán todos los datos del análisis actual excepto la imagen en el archivo TensionOutPut.csv. (Imagen No.7) y además obtendrás una visualización rápida y más completa de ellos en la pestaña “Resumen (Imagen No.8)”

Nota: En la pestaña “Resumen” puedes ver un resumen de los últimos 10 análisis que realizado durante la actual ejecución del programa.

Autoguardado

TensionOutPut

Buscar

Archivo

Inicio

Insertar

Disposición de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Ayuda

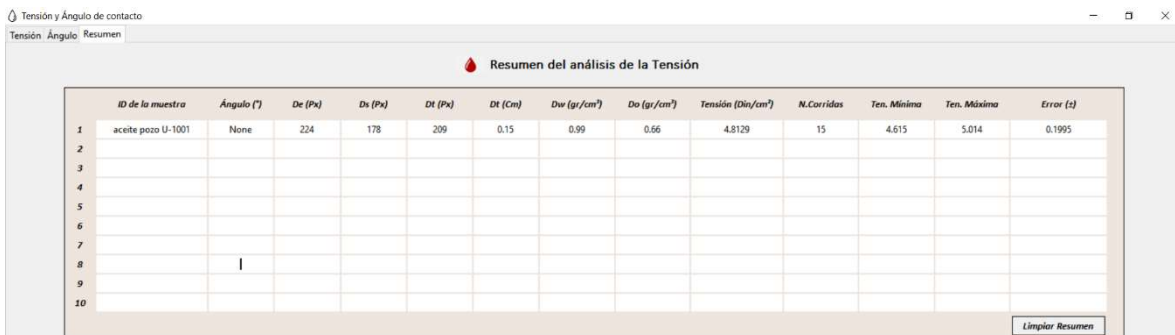
Pegar

Calibri

11

A^A

Imagen No.7: Datos guardados en el archivo TensionOutPut.csv



ID de la muestra	Ángulo (°)	De (Px)	Ds (Px)	Dt (Px)	Dt (Cm)	Dw (gr/cm ³)	Do (gr/cm ³)	Tensión (Din/cm ²)	N.Corridas	Ten. Mínima	Ten. Máxima	Error (±)
1 aceite pozo U-1001	None	224	178	209	0.15	0.99	0.66	4.8129	15	4.615	5.014	0.1995
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Imagen No.8: Visualización de los últimos 10 datos guardados en la ejecución actual en el archivo TensionOutPut.csv

Paso 17: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de herramientas” presiona el botón “Limpiar Pantalla”.

Al presionar este botón se limpian todos los datos escritos en la pestaña “Tensión”, excepto la imagen.

FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA ÁNGULO

La pestaña Ángulo esta diseñada para medir ángulos de contacto entre un fluido y una roca, estos ángulos pueden ser menores o mayores a 90 grados, e izquierdo y derecho.

Usualmente estos ángulos derecho e izquierdo son similares, pero básicamente nunca idénticos.

Nota: La calidad del análisis dependerá fuertemente de la resolución de tu imagen y de la cantidad de ruido visual que haya en ella. El correcto seguimiento de este flujo de trabajo te llevará a una correcta medición del ángulo de contacto.

Paso 1:

Ubícate en la pestaña llamada "Ángulo". (Esta se encuentra en la esquina superior izquierda)

Paso 2:

Dentro de la sección "Panel de Herramientas" presiona el botón "Abrir Imagen".

Paso 3:

Elige la imagen que quieres analizar del explorador de archivos de tu computadora.

(Si es la primera vez que ocupas el software puedes abrir la imagen llamada "AnguloEjemplo1.PNG" por cuestiones didácticas).

El software por defecto abrirá toda la imagen a escala de grises.

Nota: El software por el momento solo puede leer imágenes con extensión .png, .jpg, .bmp, .jpeg. En caso de elegir alguna otra extensión se presentará un error de ejecución, de ser así cierre y vuelva a abrir el software.

Paso 4: (opcional)

Dentro de la sección "Gota" elija una de las tres opciones disponibles: Gota con relleno azul (imagen a color), gota con relleno negro (imagen a escala de grises), gota sin relleno (bordes de la gota). Elija la opción que le permita visualizar de mejor manera la imagen.

Nota: Tome en cuenta que no se debe cambiar una imagen que originalmente está en escala de grises a una con colores, el software lo permite, pero no es lo correcto. A su vez considere que no a todas las imágenes se le pueden extraer los bordes de la gota, esto dependerá de la calidad de la imagen.

Paso 5: (Opcional)

Dentro de la sección “Rotar”, rota la imagen según la cantidad de grados que necesites. (Sentido contrario de las manecillas del reloj: números positivos, sentido de las manecillas del reloj: números negativos.)

Nota: Es necesario que la gota esté apuntando hacia arriba para que el algoritmo funcione, de no ser así, se presentarán errores de medición.

Paso 6:

Dentro la sección “Áng. Izq” elija las coordenadas del punto superior del ángulo izquierdo. Para ello ubique las coordenadas del punto superior (P.S) del ángulo izquierdo en la imagen (punto color cyan en la posición superior del ángulo izquierdo en la imagen No.9), ponlas en sus respectivas casillas de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el punto superior del Ángulo izquierdo medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas pueden ser números decimales.

Nota: En caso de ser necesario, puede ocupar la barra de herramientas inferior que le permitirá: regresar a la vista original, mover la imagen, hacer un acercamiento de una sección de la imagen y guardar la imagen. Esta barra de herramientas puede ser usada en cualquier punto del análisis de la imagen.

Ejemplo:

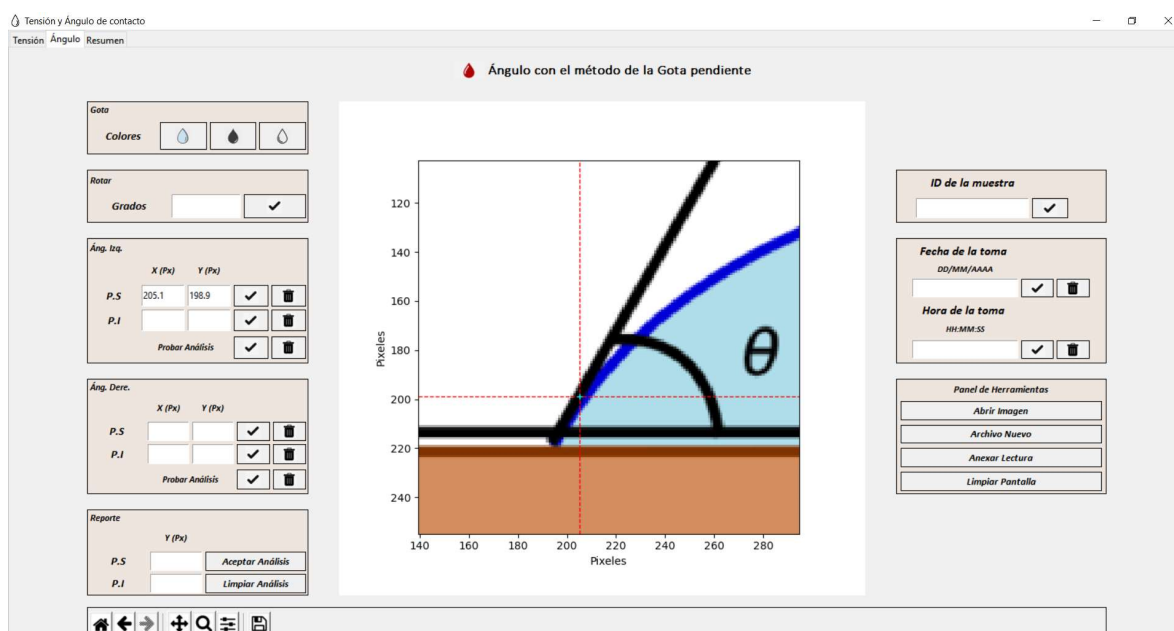


Imagen No.9: Punto superior del ángulo izquierdo.

Paso 7:

Dentro la sección “Áng. Izq” elija las coordenadas del punto inferior del ángulo izquierdo.

Para ello ubique las coordenadas del punto inferior (P.I) del ángulo izquierdo en la imagen (punto color cyan en la posición inferior del ángulo izquierdo en la imagen No.10), ponlas en sus respectivas casillas de entrada y presiona el botón con la palomita (aceptar). En caso de no estar satisfecho con el punto Inferior del Angulo izquierdo medido, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

Las coordenadas a elegir aparecerán como x e y en la esquina inferior derecha al pasar el cursor sobre la imagen. Las coordenadas elegidas pueden ser números decimales.

Nota: para el análisis del ángulo, se recomienda profundamente que se ocupe la tecla Tabulador para desplazarse entre las entradas de las coordenadas x e y de los puntos, ya que de esta manera puede escribir una coordenada en una entrada sin necesidad de mover el mouse de la coordenada.

Ejemplo:

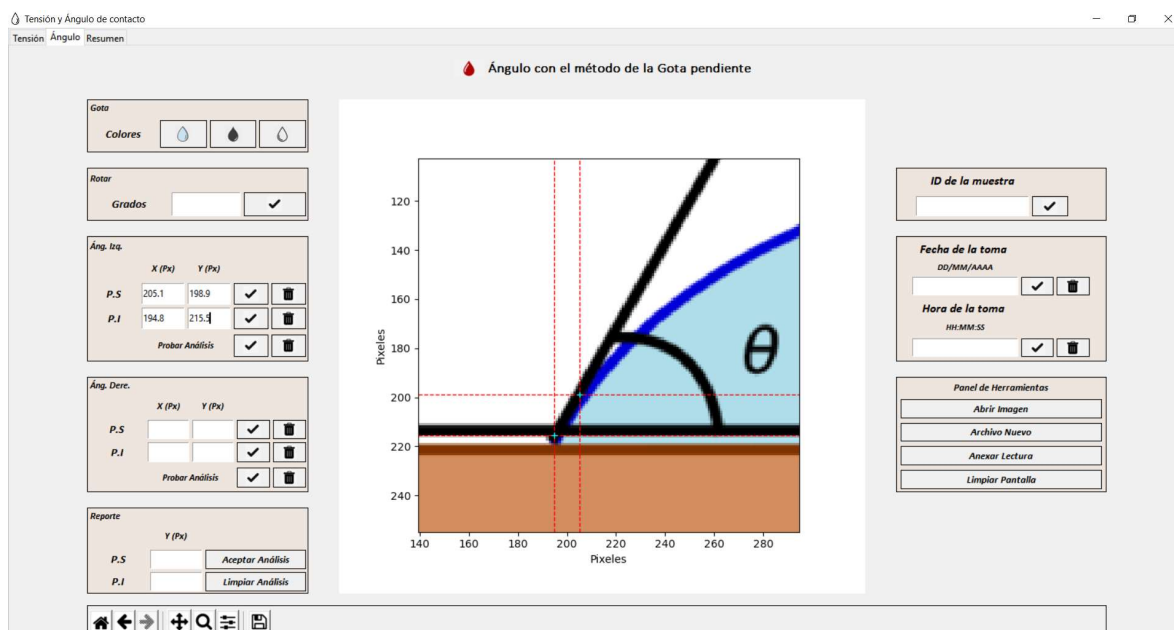


Imagen No.10: Punto Inferior del ángulo izquierdo.

Paso 8:

Dentro de la sección “Áng. Izq” presione el botón con la palomita (aceptar) que está en la misma fila que la palabra “Probar Análisis”. Al realizar esta acción se unirán los puntos inferior y superior de ángulo izquierdo formando una línea inclinada color cyan (Imagen No.11), y aparecerá una leyenda con un número, ese número es la medida del Ángulo izquierdo. En caso de no estar satisfecho con el análisis del ángulo izquierdo hasta ahora realizado, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

La exactitud del ángulo determinado va a depender de que tan bien se enciman la línea color cyan y ángulo de entre la gota y la roca.

Ejemplo:

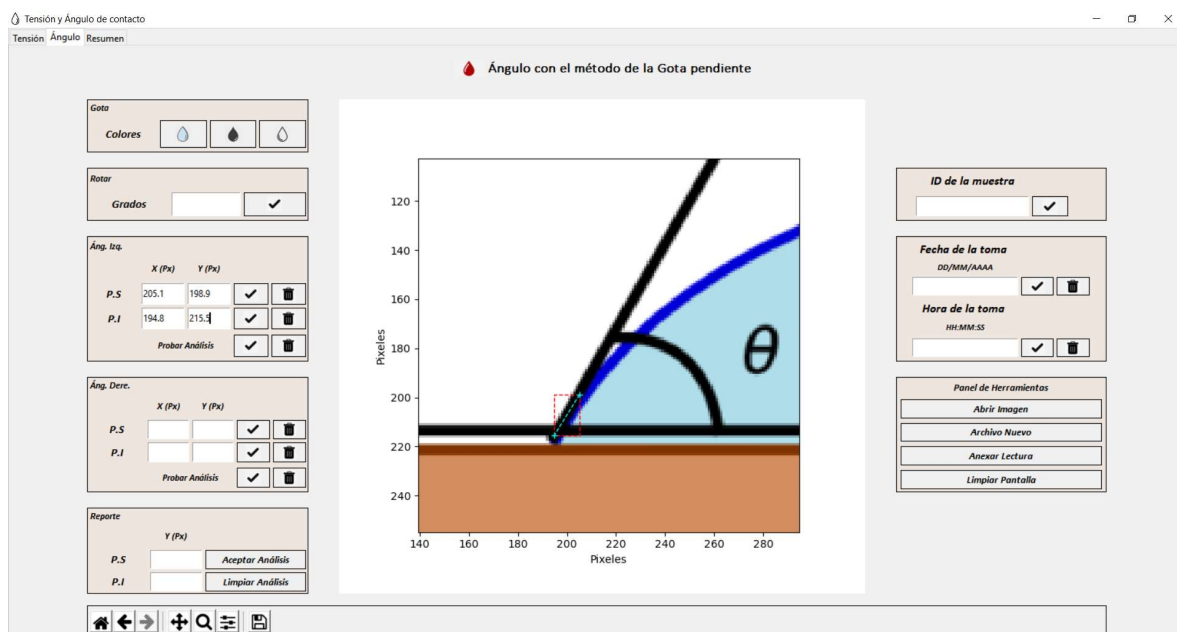


Imagen No.11: Unión entre el punto superior y el punto inferior a través de una línea.

Paso 9:

Repita los pasos 6, 7 y 8 pero esta vez con el ángulo derecho.

Paso 10:

Dentro de la sección "Reporte ", elige las coordenadas del Plano Superior (P.S) y Plano Inferior (P.I); esto con el objetivo de indicar los límites del reporte. (Imagen No.12).

En caso de no estar satisfecho con el reporte resultante hasta ahora, presiona el botón con el bote de basura (eliminar) y repita el proceso de medir.

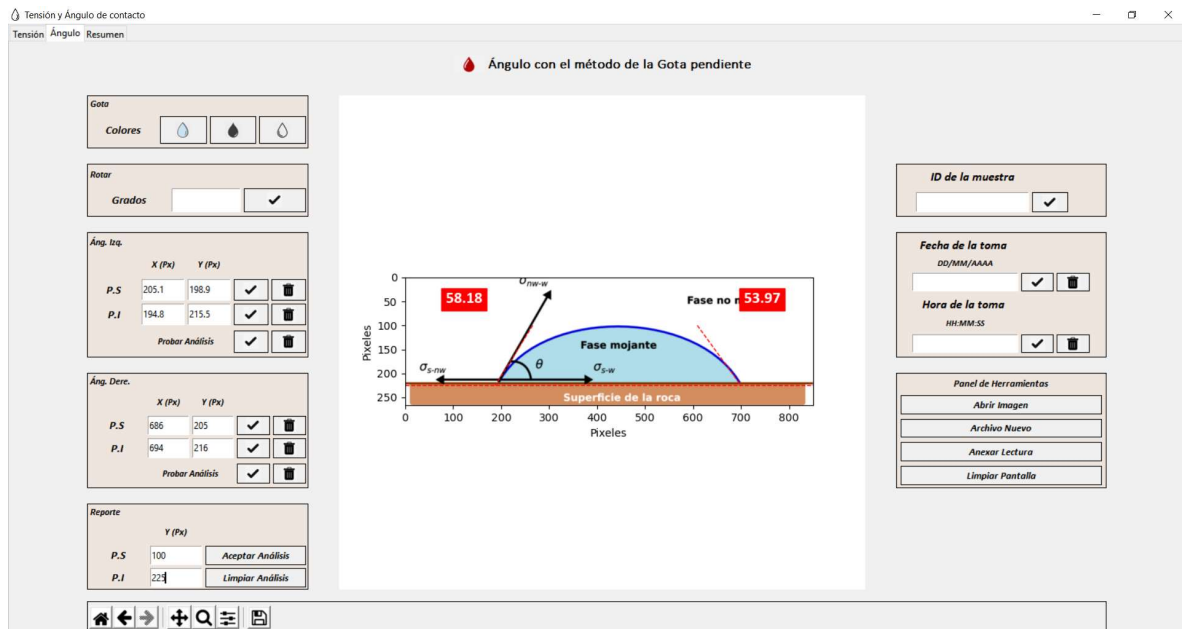


Imagen No.12: Límites del reporte.

Paso 11: Escribe el nombre de la muestra, la fecha de la toma de la imagen y la hora de toma de la imagen.

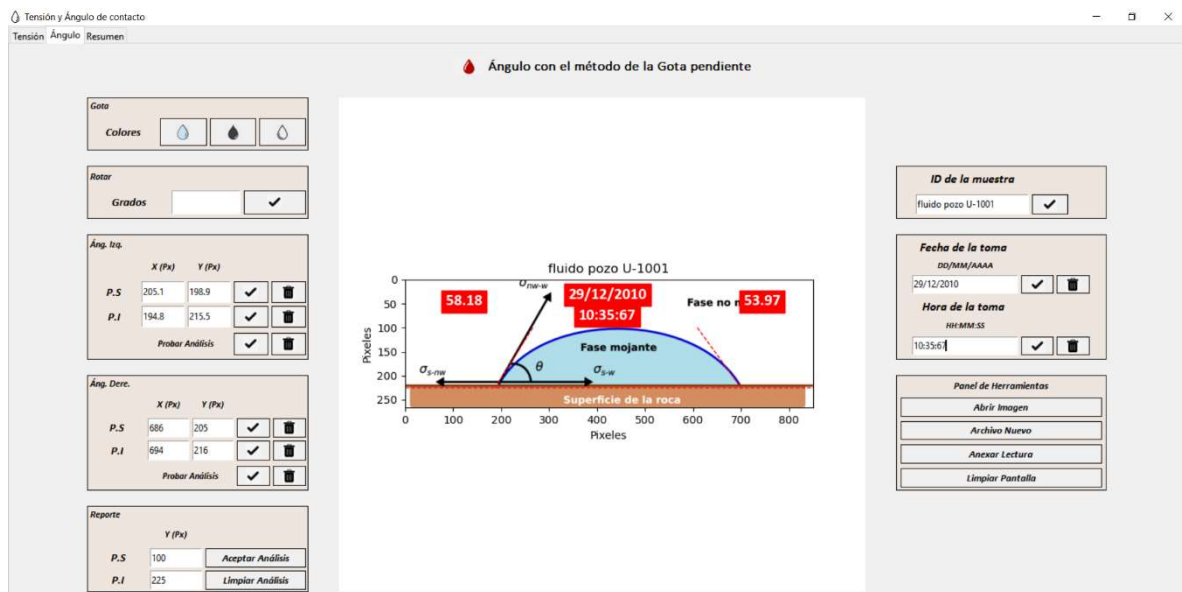
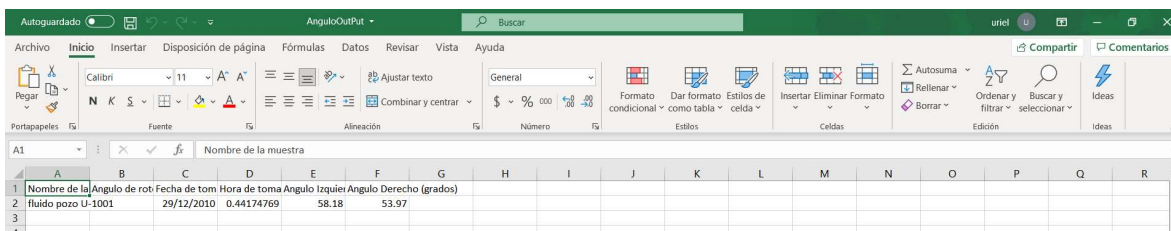


Imagen No.13: Imagen para reportar.

Paso 12: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de herramientas” presiona el botón “Archivo Nuevo”.

Al presionar este botón y responder “sí” al aviso que se manda, se limpiarán todos los datos guardados previamente en el archivo AnguloOutPut.csv



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Nombre de la muestra	Ángulo de rote	Fecha de tom	Hora de toma	Ángulo Izquier	Ángulo Derecho (grados)												
2	fluido pozo U-1001	29/12/2010	0.44174769	58.18	53.97													
3																		
4																		

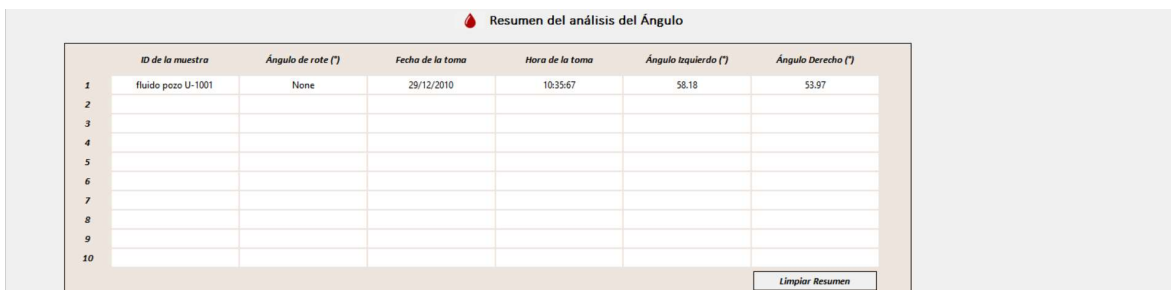
Imagen No.14: Datos guardados en el archivo TensionOutPut.csv

Paso 13: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de herramientas” presiona el botón “Anexar Lectura”.

Al presionar este botón se guardarán todos los datos del análisis actual excepto la imagen en el archivo AnguloOutPut.csv, y además obtendrás una visualización rápida y más completa de ellos en la pestaña “Resumen”.

Nota: En la pestaña “Resumen” puedes ver un resumen de los últimos 10 análisis que ha realizado durante la actual ejecución del programa.



	ID de la muestra	Ángulo de rote (°)	Fecha de la toma	Hora de la toma	Ángulo izquierdo (°)	Ángulo Derecho (°)
1	fluido pozo U-1001	None	29/12/2010	10:35:67	58.18	53.97
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Limpiar Resumen

Imagen No.15: Visualización de los últimos 10 datos guardados en la ejecución actual en el archivo AnguloOutPut.csv

Paso 14: (Opcional)

Dentro de la sección “Panel de Herramientas” presiona el botón “Limpiar Pantalla”.

Al presionar este botón se limpian todos los datos escritos en la pestaña “Ángulo”, excepto la imagen.

FLUJO DE TRABAJO DE LA PESTAÑA RESUMEN.

El único objetivo de esta pestaña es facilitar la visualización de las lecturas guardadas, así con la existencia de esta pestaña el usuario ya no tiene que ir y abrir los archivos .CSV para ver su progreso, sino que ya lo puede ver desde el software.

En caso de querer limpiar los datos de una tabla en el software y no en los archivos .CSV, solo basta con presionar el botón de “Limpiar resumen” que está disponible para cada tabla.

BIBLIOGRAFÍA

Método: D. Misak, M. *"Equations for Determining $1/H$ Versus S Values for Interfacial Tension Calculations by the Pendent Drop Method."* Halliburton Services, Duncan, Oklahoma.

Imágenes:

TensionEjemplo1: D. Misak, M. *"Equations for Determining $1/H$ Versus S Values for Interfacial Tension Calculations by the Pendent Drop Method."* (p.8) Halliburton Services, Duncan, Oklahoma.

TensionEjemplo2: https://www.researchgate.net/figure/Figura-31-Angulos-de-contacto-A-y-C-y-gotas-colgantes-B-y-D-usados-para-calcul_fig1_283908842

TensionEjemplo3: https://www.researchgate.net/figure/Figura-31-Angulos-de-contacto-A-y-C-y-gotas-colgantes-B-y-D-usados-para-calcul_fig1_283908842

AnguloEjemplo1: https://www.researchgate.net/figure/Figura-63-Eschema-del-angulo-de-contacto-El-angulo-de-contacto-es-un-parametro-que_fig4_334448714

AnguloEjemplo2: https://www.researchgate.net/figure/Figura-31-Angulos-de-contacto-A-y-C-y-gotas-colgantes-B-y-D-usados-para-calcul_fig1_283908842

AnguloEjemplo3: https://www.researchgate.net/figure/Figura-31-Angulos-de-contacto-A-y-C-y-gotas-colgantes-B-y-D-usados-para-calcul_fig1_283908842