

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN, PROCESAMIENTO Y
EVALUACIÓN DE DATOS PARA LA CALIBRACION DE TANQUES Y
EQUIPOS DE INSPECCION DE LINEAS DE TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS: PANAMETRICS, PCM Y CIPS MEDIANTE EL USO DE
LABVIEW**



FABIO ANDRES SALINAS CRUZ

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA-HUILA
2008**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN, PROCESAMIENTO Y
EVALUACIÓN DE DATOS PARA LA CALIBRACION DE TANQUES Y
EQUIPOS DE INSPECCION DE LINEAS DE TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS: PANAMETRICS, PCM Y CIPS MEDIANTE EL USO DE
LABVIEW**



FABIO ANDRES SALINAS CRUZ

**Trabajo de Pasantía Supervisada presentada como requisito para optar al título de
Ingeniera Electrónica**

**Director:
Ing. Javier Humberto Rubio
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA-HUILA
2008**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Neiva, Agosto de 2008.

A mi padre Fabio Salinas Tejada y a mi madre Leonor Cruz de Salinas por su constante apoyo durante toda mi vida, gracias por todos estos años de enseñanza. Dedico este triunfo y muchos más por venir a ellos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y regalarme años de felicidad al lado de mi familia.

A mi familia por creer en mí.

Al Ingeniero Javier Humberto Rubio, Director de Pasantía.

Ingeniero Elber Leonardo Urbano, Asesor del Proyecto.

A la empresa ATP Ingeniería LTDA. por la oportunidad de trabajar con ellos.

A mis profesores a quienes les debo todos mis conocimientos académicos.

A los compañeros que tuve en la carrera por apoyarme durante este largo camino.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	11
1. ATP INGENIERIA LTDA	12
1.1 BREVE RESEÑA HISTORICA	12
1.2 SERVICIOS	12
2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1 PANAMETRICS 37 DL-PLUS	15
3.2 PCM (PIPELINE CURRENT MAPPING)	16
3.3 CALIBRACION DE TANQUES HORIZONTALES	17
3.4 INTERCONEXION ENTRE EL COMPUTADOR Y LOS EQUIPOS	18
4. CONTENIDO	19
4.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION	19
4.1.1 ENLACE ENTRE EXCEL Y LABVIEW.....	19
4.1.2 GRAFICACION MULTIPLE	20
4.1.3 REALIZACION DE CALCULOS	21
4.2 MACROS EN EXCEL	21
4.2.1 FORMATOS EN EXCEL	21
4.2.2 LECTURA DATOS ALMACENADOS EN EXCEL.....	21
4.3 SOFTWARE PANAMETRICS SCAN A Y B	22
4.4 SOFTWARE EQUIPO PCM (pipeline current mapping)	25
4.5 SOFTWARE AFORO DE TANQUES	27
4.5.1 TABLA PARCIAL DE AFORO DE TANQUES	29
4.5.2 CORRECCION POR INCLINACION Y TEMPERATURA	30
4.5.3 TABLA DE RESULTADOS.....	31
4.6 DIAGRAMAS DE FLUJO	32
5. RESULTADOS OBTENIDOS	34
5.1 ESTADO PASADO DEL PROCESO (PANAMETRICS 37-DL PLUS)	34
5.1.1 RECOLECCION DE DATOS.....	34
5.1.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS.....	35
5.1.3 SOFTWARE DE PROCESAMIENTO UTILIZADO.....	35
5.2 ESTADO ACTUAL DEL PROCESO (PANAMETRICS 37-DL PLUS)	36
5.2.1 RECOLECCION DE DATOS.....	36
5.2.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS.....	37
5.2.3 SOFTWARE DE PROCESAMIENTO UTILIZADO.....	37
5.3 ESTADO PASADO DEL PROCESO (PCM)	38
5.3.1 RECOLECCION DE DATOS.....	38
5.3.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS.....	38
5.4 ESTADO ACTUAL DEL PROCESO (PCM)	39
5.4.1 RECOLECCION DE DATOS.....	39
5.4.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS.....	40
5.5 SOFTWARE AFORO TANQUES ESTADO PASADO Y ACTUAL	40
6. CONCLUSIONES	42

BIBLIOGRAFÍA..... 44
ANEXOS 45

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
<i>Figura 1. Equipo Panametrics 37-DL Plus</i>	15
<i>Figura 2. Manejo del equipo PCM</i>	16
<i>Figura 3. Equipo PCM</i>	16
<i>Figura 4. Tanque horizontal</i>	17
<i>Figura 5. Puertos de interconexión entre el computador y el equipo</i>	18
<i>Figura 6. Entorno gráfico ofrecido por LabVIEW</i>	19
<i>Figura 7. Configuración de enlace entre LabVIEW y Excel</i>	20
<i>Figura 8. Configuración para graficación múltiple</i>	20
<i>Figura 9. Herramienta MathScript de LabVIEW</i>	21
<i>Figura 10. Panel frontal del Software Panametrics Scan Ay B</i>	22
<i>Figura 11. Macro desarrollada para el software Panametrics Scan A</i>	23
<i>Figura 12. Formato utilizado para el Software Panametrics Scan B</i>	24
<i>Figura 13. Panel frontal del Software PCM</i>	25
<i>Figura 14. Formato de reporte equipo PCM</i>	26
<i>Figura 15. Tanques horizontales de almacenamiento de crudo</i>	27
<i>Figura 16. Panel frontal del software de aforos de tanques horizontales</i>	28
<i>Figura 17. Tabla parcial de aforo de tanques</i>	29
<i>Figura 18. Macro diseñada para la corrección de errores</i>	30
<i>Figura 19. Tabla de Aforo</i>	31
<i>Figura 20. Diagrama de Flujo del Software Panametrics Scan A y B</i>	32
<i>Figura 21. Diagrama de flujo del software de Aforos</i>	33
<i>Figura 22. Diagrama de flujo del software PCM</i>	33
<i>Figura 23. Panel principal Excel</i>	34
<i>Figura 24. Datos obtenidos en campo (Panametrics 37- DL PLUS)</i>	35
<i>Figura 25. Panel frontal del Software Panametrics Scan Ay B</i>	36
<i>Figura 25. Datos obtenidos en campo (Panametrics 37- DL PLUS)</i>	37
<i>Figura 26. Panel frontal PCM (pasado)</i>	38
<i>Figura 27. Datos obtenidos en campo (PCM)</i>	38
<i>Figura 28. Panel frontal del Software PCM</i>	39
<i>Figura 29. Panel frontal del software de aforos de tanques horizontales</i>	40

GLOSARIO

Ultrasonido: Vibración mecánica con un rango mayor al audible por el oído humano que se transmite a través de un medio físico y es orientado, registrado y medido en Hertz con ayuda de un aparato creado para ese fin. Los equipos de ultrasonido que se utilizan actualmente permiten detectar discontinuidades superficiales, subsuperficiales e internas, dependiendo del tipo de palpador utilizado y de las frecuencias que se seleccionen dentro de un rango que va desde 0.25 hasta 25 MHz.

Palpador: Dispositivo de contacto que forma parte de un detector o de un instrumento de medición y que consiste en una bola de precisión o de forma ahusada puntiaguda, que se monta a un mango y está conectado a una unidad de control. Dicho palpador es aquel que realiza el contacto directo entre el material a analizar y el equipo.

Scan A: Escaneo ultrasónico basado en una relación tiempo amplitud, esto significa que la condición de los materiales (la presencia de discontinuidades) es representada por medio de ecos, picos o reflexiones.

Scan B: Este barrido ultrasónico muestra una sección transversal del material inspeccionado. En la pantalla se tiene como referencia la superficie frontal y posterior del material así como la longitud y profundidad de las discontinuidades.

PCM: (pipeline current mapping- mapeo de corriente sobre tubería) técnica empleada para analizar tubería enterrada a través de mapeos de corriente que muestran en caso de daños en la tubería, cambios abruptos en el valor de la corriente que viaja por la tubería.

Calibración (aforo): Proceso para determinar la capacidad total del tanque, o las correspondientes capacidades parciales a diferentes alturas. Dicho proceso se realiza con cierta frecuencia con el fin de asegurar la cantidad de que almacena dicho contenedor.

Tabla de aforo: tabla mediante la cual se especifica el volumen de líquido contenido en el tanque en función de la altura del tanque.

Corrosión: Es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Las características fundamentales de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal.

Pitting: agujero en la tubería efecto de la corrosión.

Impedancia: resistencia que ofrece un material al paso de la corriente.

RESUMEN

Día a día, las empresas tratan de convertirse en entidades más competitivas con el fin de poder posicionarse de la mejor forma en los mercados buscando ser líderes en su campo. Es por esta razón que el departamento de operaciones de ATP INGENIERIA LTDA a través de proyectos investigativos busca optimizar sus procesos utilizando herramientas informáticas y electrónicas que permitan un desempeño más eficaz y efectivo.

Durante el proceso de pasantía se optimizaron procesos de recolección y análisis de datos obtenidos durante las salidas de campo realizadas por la compañía. Gracias al trabajo de pasantía realizado, la compañía ahora cuenta con software especializado que permite reducir significativamente el tiempo utilizado en la presentación de reportes acerca de los estudios realizados a tuberías de transporte de crudo, sus derivados y agua. Dicho software será aplicable a los equipos Panametrics 37-DL PLUS utilizado en SCAN A, B y al equipo PCM.

Por otra parte se realizó el diseño de un software que realizara la calibración de tanques horizontales. Dicho software permitirá que la empresa no recurra a terceros con el fin de generar las tablas de aforo. ATP contará con su propio software de aforo de tanques horizontales, lo cual permitirá que dicho proceso sea más confiable y exacto. Gracias a la realización de este software, la compañía podrá reducir gastos de licencia y mantenimiento que se venían realizando al software con el que anteriormente contaba la compañía.

ABSTRACT

Day by day, companies try to become into much more competitive entities seeking the best position in the market and leadership in their field.

For this reason, the operations department in ATP Ingenieria LTDA is constantly researching, trying to improve their processes using informatics and electronic tools permitting an effective and efficient performance.

During the internship, an optimization process of recollection and data analysis during field studies performed by the company was made. The development of the software right now is making possible the significative reduce of time used to build the reports about field studies on oil pipelines and pipelines in general. This software will be useful in studies using the Panametrics 37-DL PLUS performing SCAN A, B and PCM equipment.

On the other hand, a software design was built for horizontal tanks calibration. This software will make possible for the company to generate the tables without using external sources to generate them, making this process a more exact and reliable one. The company will save expenses in licence and maintenance by using their own software.

INTRODUCCION

En la industria del petróleo las tuberías y tanques son de vital importancia para el transporte y almacenamiento del petróleo, sus derivados y agua; el medio que los rodea representa una amenaza constante en contra de su vida útil, debido a efectos de corrosión y deterioro que puedan producir sobre estos. Es por esta razón que empresas especializadas en inspección metalmecánica como ATP Ingeniería deben proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo sobre los elementos anteriormente mencionados.

La empresa ATP Ingeniería LTDA se encarga de prestar el servicio de inspección de tanques y líneas a las diferentes empresas petroleras a través del uso de diferentes equipos electrónicos especializados. Para este proyecto de pasantía se busco optimizar el tiempo utilizado en la recolección y análisis de datos de campo a través de los servicios que ofrecen los equipos adquiridos por la compañía trabajando de la mano con software capaz de adquirir, interpretar y organizar la información en los reportes presentados a las compañías que contratan el servicio con ATP Ingeniería.

Por otro lado, se realizo el diseño de un software que fuera capaz de generar automáticamente las tablas de aforo a través de las medidas de los tanques obtenidas en campo. Las tablas de aforo son aquellas que permiten proporcionar exactamente la cantidad de líquido almacenado en un tanque a cierta altura, centímetro a centímetro. La tabla será capaz de calcular el volumen almacenado en el tanque. Dicho proceso es muy específico, pues un mal cálculo puede hacer que los valores de volumen sean erróneos y por lo tanto produzcan perdidas anuales significativas para las empresas. El diseño de este software le permitirá a ATP Ingeniería LTDA contar con su propio software de aforo de tanques, diseño que hará que la compañía no tenga que recurrir a terceros para generar las tablas de aforo.

1. ATP INGENIERIA LTDA

1.1 BREVE RESEÑA HISTORICA

ATP INGENIERÍA LTDA., fue constituida el dieciséis (16) de marzo de 1.995 en la ciudad de Neiva, departamento del Huila, República de Colombia; con el objetivo de ser una compañía líder a nivel nacional en la Asesoría, Consultoría e Interventoría de procesos de Control de Calidad de Productos, Inspección de Cantidades y Calidades de Productos, Monitoreos, Inspecciones y Evaluaciones de Procesos de Corrosión.

Los socios fundadores cuentan con experiencia profesional de más de diez (10) años de servicio a los sectores Petrolero, Químico, Petroquímico, Industrial y Ambiental de todo el país.

Actualmente ATP INGENIERÍA LTDA. cuenta con una planta de personal profesional de diez y seis (16) ingenieros de las áreas de Petróleos, Química y Ambiental, con experiencia profesional certificada de cinco (5) a diez (10) años. Económicamente hasta el momento, está clasificada en nuestro país como una compañía de tamaño mediano.

1.2 SERVICIOS

Todos los servicios cuentan con Certificado de Aseguramiento de la Calidad (ISO 9001. Año 2000), Certificado de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001. Año 2000) y Certificado de Gestión Ambiental (ISO 14001. Año 2004) todos éstos aprobados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación “ICONTEC”.

El objetivo principal es ser a corto plazo una compañía Líder y Modelo de servicios de integridad metalmecánica dirigida hacia el sector petrolero a nivel Nacional en la Prestación de:

- Servicios de monitoreo, análisis y evaluación de fenómenos de corrosión
- Servicio de inspección de varillas, tuberías y herramientas de producción, perforación y workover, ensayos NDT
- Servicio de manejo integral de desechos o residuos generados en la operación de campos petroleros
- Servicios de monitoreo, análisis y control de calidad y cantidad de fluidos (crudo, gas y agua)
- Operaciones de limpieza de tanques, vasijas y equipos en espacios confinados y/o abiertos
- Servicio de asesoría y capacitación en implementación de sistemas de gestión en calidad, medio ambiente, salud y seguridad industrial
- Servicio de aforo de tanques

- Servicios y equipos de última tecnología
- Planta de manejo integral de residuos de las operaciones de campos petroleros

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

ATP INGENIERIA LTDA es una empresa especializada en el monitoreo, análisis y evaluación de fenómenos de corrosión, siendo líder en su campo de acción, es por ello que día a día debe actualizar y mejorar sus procesos, haciendo uso de tecnología de punta. Para llevar a cabo dichas tareas, ATP INGENIERIA cuenta con equipos de avanzada para hacer su labor mucho más confiable y exacta, por lo que se hace necesario realizar un estudio a fondo de sus propiedades. El hecho de que todos los equipos incluyan memoria agiliza el proceso de generación de informes acerca del estado de las líneas de transporte de crudo analizadas.

Con el fin de convertirse en una empresa mucho más competitiva en su campo, la empresa ha decidido optimizar los procesos de recolección, análisis y presentación de reportes, reemplazando procesos antes manuales en procesos dirigidos por computadora. El gran desarrollo tecnológico que poseen los equipos de la empresa hace posible que ahora los datos sean fácilmente manipulables por software, reduciendo los tiempos de trabajo significativamente. Equipos como el Panametrics 37 DL-PLUS y el PCM al poseer salidas seriales de conexión con el computador además de memoria de almacenamiento de hasta 60.000 datos permiten el desarrollo del proyecto.

ATP INGENIERIA LTDA no solo se dedica al monitoreo de tuberías de transporte de petróleo, sus derivados y el agua, también realiza aforos sobre tanques horizontales y verticales, siendo esta actividad una de las más realizadas por la compañía recientemente. Es por esta razón que se hizo necesario realizar un software de aforo de tanques horizontales que le permitiera a la empresa total independencia en el análisis de medidas tomadas en campo, pues hasta el momento dependía de un tercero que les proporcionaba el software para realizar los cálculos. Este software poseía un costo anual por licencia y mantenimiento, era instalado solo en un equipo de la empresa y cada vez que había problemas con este equipo, se hacía necesario llamar a la empresa que les proporcionaba el software para realizar una nueva instalación, lo cual incluía un costo adicional.

Con la realización de esta pasantía se pretende dejar un documento completo y de fácil entendimiento para que, el personal que se encarga del manejo de los equipos en campo pueda tener una visión completa del equipo, le permita explotar todo su potencial, y además le facilite la comunicación entre los equipos y el PC para la transferencia de datos almacenados y la realización de reportes.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 PANAMETRICS 37 DL-PLUS

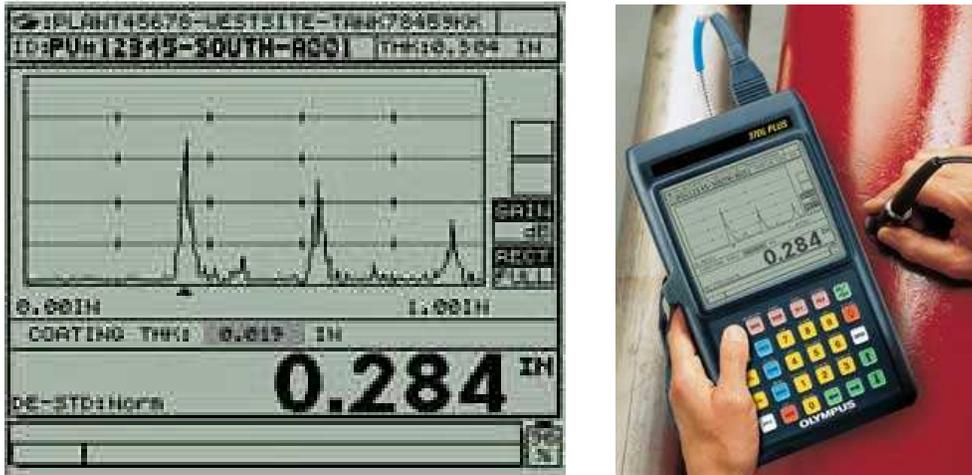


Figura 1. Equipo Panametrics 37-DL Plus

El 37DL PLUS de Panametrics es un medidor de espesor por ultrasonido que permite puntualmente analizar las condiciones del tubo. Gracias a la técnica que este utiliza, permite concluir si esa parte del tubo se encuentra afectada por corrosión o no gracias al gráfico y dato numérico presente en la pantalla. Por lo general el dato numérico debe ser un valor promedio similar a lo largo de todo el tubo, de lo contrario si se presentase una variación significativa en este valor, se podría entrar a analizar más a fondo para encontrar si en realidad el tubo se encuentra afectado o no. En casos de daño muy severo se encontrara pitting o agujero en el tubo.

El 37DL PLUS cuenta con numerosas características innovadoras que simplifican la medición real del espesor, incluso cuando la superficie expuesta está pintada o recubierta. La nueva tecnología Thru-Coat[®] mide e indica el espesor del metal y de su recubrimiento utilizando un único eco de fondo. La nueva función óxido/costra (opcional) permite medir y visualizar el espesor del acero y de las acumulaciones de óxido y de costras adheridas a la pared interna de los tubos de caldera, lo cual ayuda a determinar de manera más exacta la vida útil residual de los tubos. También es posible mejorar la exactitud de las medidas de espesor tomadas a elevadas temperaturas mediante la nueva función Compensación de temperatura, que ajusta la velocidad de propagación de la onda de ultrasonido en el material en función a los cambios de la temperatura en el mismo. La nueva función Promedio/Mín. registra el valor promedio o mínimo de varias medidas sucesivas de espesor.

Dicho equipo tiene la opción de realizar escaneos de tipo A o de tipo B. al realizar escaneos de tipo A, el equipo realiza medidas puntuales, mientras que al realizar SCAN B puede tomar medidas sucesivas a medida que se arrastra el tubo a lo largo del tubo.

3.2 PCM (PIPELINE CURRENT MAPPING)

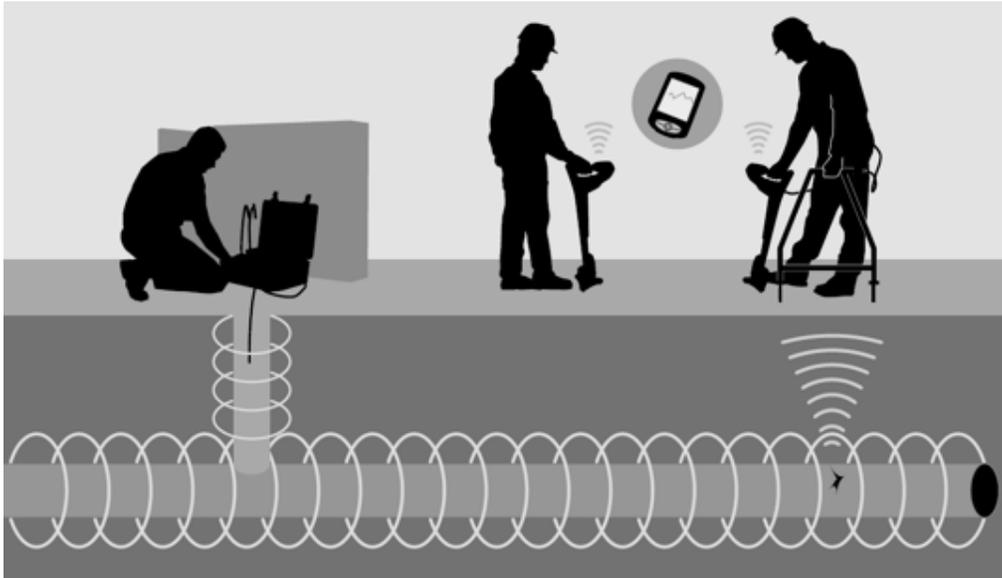


Figura 2. Manejo del equipo PCM



Figura 3. Equipo PCM

El equipo es capaz de analizar el tubo de forma más general y exacta que el Panametrics, gracias al uso de las dos partes que componen el equipo. Un emisor y un receptor ubicados entre dos puntos del tubo permiten hacer que una corriente viaje entre ellos, arrojando valores de corriente a lo largo del mismo. Para cada valor de longitud del tubo, existe un valor de corriente que se irá reduciendo debido a pérdidas por impedancia que ofrece el tubo. En el caso en el que la pérdida sea muy alta entre un punto y otro, se podrá entrar a analizar dicho tramo con el fin de saber si existen daños en esa sección del tubo o no.

Se emplean técnicas de proceso avanzadas filtran y amplifican la señal, de modo que se pueden realizar las medidas de magnitud y dirección de la señal. La función data-logging (registro de datos) permite el almacenamiento de estos datos para poder trazar la pérdida de corriente contra distancia.

La frecuencia extremadamente baja (4 hertzios) se utiliza para reflejar tan de cerca como sea posible la corriente DC generada por la protección catódica. También evita las pérdidas de la señal causadas por

capacitancias de tal manera que casi toda la pérdida de la señal es debida a las averías o a los cortocircuitos de la cobertura de la tubería con otras estructuras.

3.3 CALIBRACION DE TANQUES HORIZONTALES



Figura 4. Tanque horizontal

La exactitud en la determinación de las dimensiones de un tanque es un factor muy importante para la determinación del volumen del líquido si tenemos en cuenta las consecuencias que tienen las mediciones incorrectas en una Tabla de Capacidad errónea, la cual puede permanecer en uso durante un largo periodo de tiempo antes de que sea advertido el error. Los errores en la Tabla de Capacidad originan errores en la contabilización de los contenidos del tanque, y por tanto, que las transacciones comerciales y pagos están sujetos a litigios y discusiones. Los problemas que se plantean por estos errores son muy difíciles, y a veces, imposibles de resolver sin pérdidas por una de las partes involucradas. Como resulta tan importante el método y el grado de exactitud empleados al tomar las dimensiones de un tanque, deben ser presenciadas por todas las partes interesadas en determinar las existencias en un tanque calibrado.

A pesar de que muchos tanques en un mismo parque puedan parecer idénticos, si aplicamos mediciones con elevada exactitud notaremos que cada uno tiene dimensiones únicas. Por lo tanto no es aceptable realizar las tablas de calibración de tanques basados en los planos ingenieriles utilizados en su construcción, especialmente si estas medidas van a ser utilizadas para crear una base de datos para el posterior cálculo de masa y volumen.

Un pequeño error en las mediciones conlleva a serias discrepancias en el registro de calibración. Esto introduce errores sistemáticos en el cálculo de las cantidades, ya sean de entradas o salidas del tanque en el tiempo en que esté en servicio, o hasta que se le realice una nueva calibración.

3.4 INTERCONEXION ENTRE EL COMPUTADOR Y LOS EQUIPOS

La comunicación con aplicaciones exteriores se hace posible gracias a los puertos presentes en el computador, bien sean estos seriales, paralelos o USB. En este caso se hizo uso de la interfaz serie, pues era la que estaba presente en los equipos que posee la compañía. La conexión a través de esta interfaz es una ventaja pues este puerto posee gran flexibilidad.



Figura 5. Puertos de interconexión entre el computador y el equipo

Dicho tipo de transmisión transfiere los bits de información de uno en uno a través de una línea de datos, pudiendo ser transferidas síncrona o asincrónicamente, utilizando bits de paridad, tasas de transferencia entre otros recursos para hacer de la transmisión algo confiable.

TIPOS DE TRANSMISION

- **Simplex**

En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.

- **Duplex, half duplex o semi-duplex**

En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y un computador central.

- **Full Duplex**

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-duplex necesita normalmente uno solo. Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-duplex.

4. CONTENIDO

4.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION

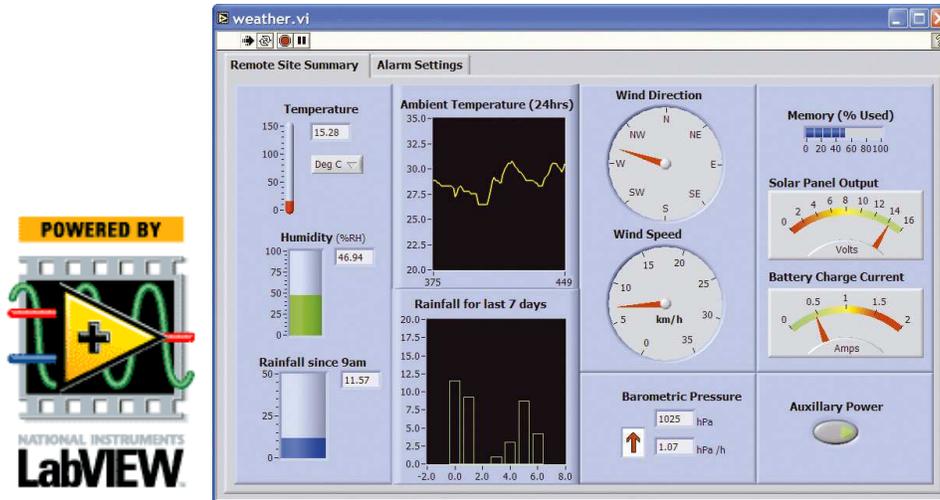


Figura 6. Entorno gráfico ofrecido por LabVIEW

Se utilizó LabVIEW 8.2 con el fin de explorar a fondo el potencial de este. Dicho lenguaje de programación resultó siendo enormemente útil y sencillo de manejar. La National Instruments se ha preocupado lo suficiente por impulsar dicho producto creando foros muy específicos a cerca de todas las aplicaciones que este ofrece. LabVIEW ofrece un entorno gráfico muy avanzado y amigable, haciendo del mundo de la programación algo práctico y sencillo. La principal ventaja de este con respecto a los demás lenguajes de programación yace en el hecho de que no son necesarias largas y muy puntuales instrucciones para realizar una tarea. Labview reemplaza con un objeto gráfico dicha instrucción puntual, acompañando al grafico de una ventana de ayuda muy sencilla y fácil de manipular.

Para el desarrollo de los diferentes programas realizados durante la pasantía, LabVIEW resultó ser la mejor elección en comparación con otros programas que cumplen con la misma función, como C++ por ejemplo; debido a que siempre se hizo presente la necesidad de generación de gráficas y enlaces con otros programas como EXCEL, proceso que se simplificó notoriamente al utilizar LabVIEW.

4.1.1 ENLACE ENTRE EXCEL Y LABVIEW

Para lograr que los procesos de adquisición de datos y generación de reportes se agilizaran, se hizo necesario enlazar directamente **LabVIEW 8.2** con **Microsoft Excel** en donde LabVIEW se encargaba de leer los datos descargados desde los equipos con el fin de utilizarlos para procesar la información y realizar los cálculos pertinentes para luego enviar los resultados y generar el reporte necesario. Dicho proceso resultó siendo

la herramienta principal, pues de esta forma, los reportes que anteriormente se generaban en meses, ahora serán realizados en días.

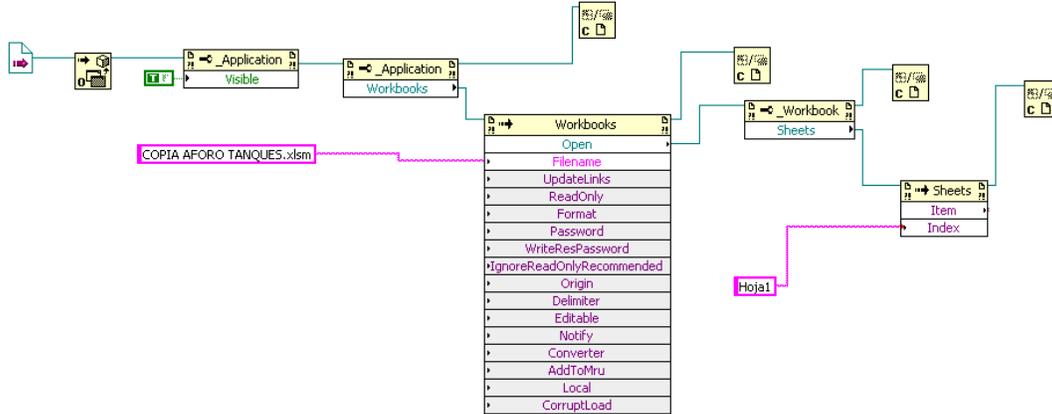


Figura 7. Configuración de enlace entre LabVIEW y Excel

4.1.2 GRAFICACION MULTIPLE

Realizar múltiples gráficas sobre un mismo plano es un proceso que no es simple de realizar. Programas como Matlab son capaces de realizar dicha tarea pero contando con un entorno poco agradable.

Labview implementa dicha tarea en una ambiente amigable y simple, tarea que resulta bastante útil en el desarrollo de la pasantía, pues constantemente se están comparando datos nominales contra datos encontrados con el fin de dar un diagnostico a cerca del estudio realizado.

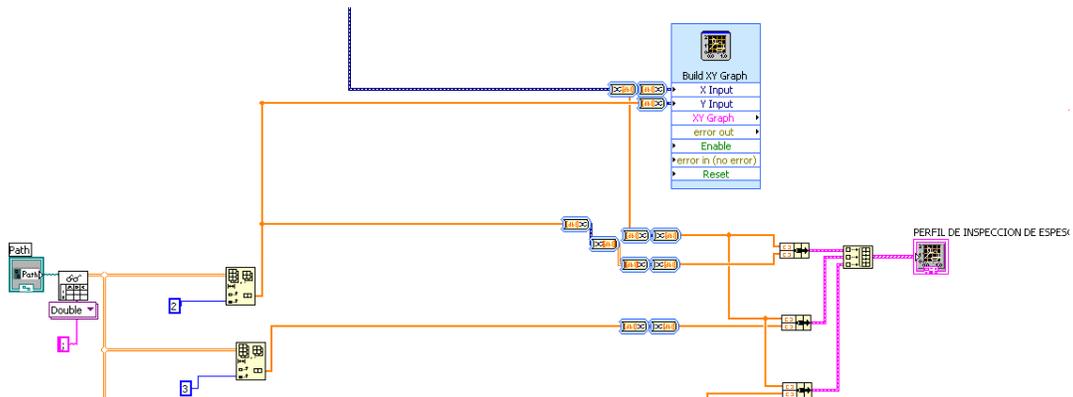


Figura 8. Configuración para graficación múltiple

4.1.3 REALIZACION DE CALCULOS

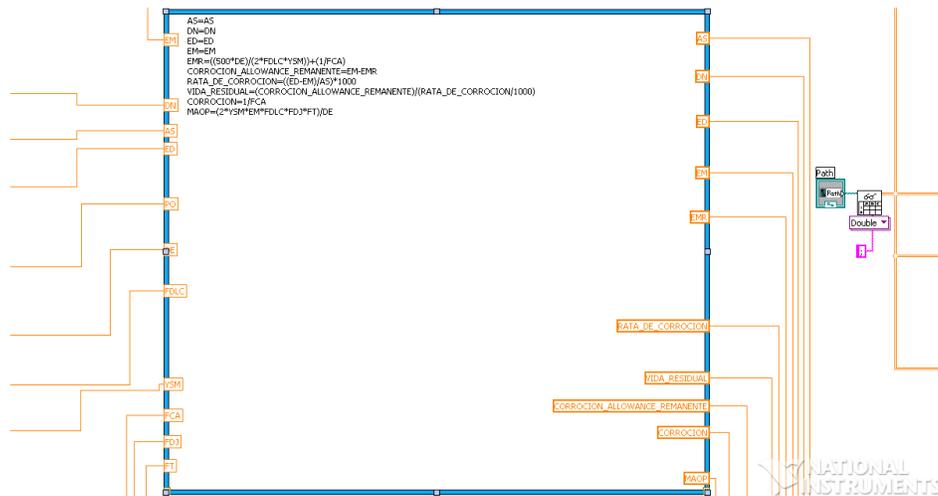


Figura 9. Herramienta MathScript de LabVIEW

LabVIEW cuenta con cuadros “MathScript” mostrados en la figura 9, para la realización de cálculos matemáticos; herramienta de bastante utilidad para aplicaciones que requieran cálculos sucesivos.

4.2 MACROS EN EXCEL

LabVIEW 8.2 trabajó de la mano todo el tiempo con Microsoft Excel, ya que en este programa se encontraban los formatos ya establecidos por la compañía para la presentación de los reportes a las empresas que contratan sus servicios. Se hizo necesario programar dentro de EXCEL utilizando lenguaje C dentro del menú “PROGRAMADOR”, botones que facilitaron el trabajo ya que estos procesos serían un poco más complejos de implementar en LabVIEW. En el caso del software diseñado para SCAN A, se crearon dos botones que permiten mover valores entre columnas a libre albedrío del usuario, además uno que calcula los mínimos de las medidas tomadas por anillo.

4.2.1 FORMATOS EN EXCEL

Para cada equipo la empresa diseñó un formato único el cual será utilizado para la presentación de los reportes, formatos sobre los cuales Labview realizaba la escritura celda por celda.

4.2.2 LECTURA DATOS ALMACENADOS EN EXCEL

Labview es un programa muy potente pero específico al momento de realizar tareas. Para lograr la lectura de los datos descargados en los equipos almacenados directamente en Excel, se hizo necesario almacenar dichos archivos con la extensión .CSV extensión

que le permite a LabVIEW diferenciar entre columnas de valores. De no guardarse los datos bajo dicha extensión, LabVIEW no será capaz de reconocer y diferenciar valores.

4.3 SOFTWARE PANAMETRICS SCAN A Y B

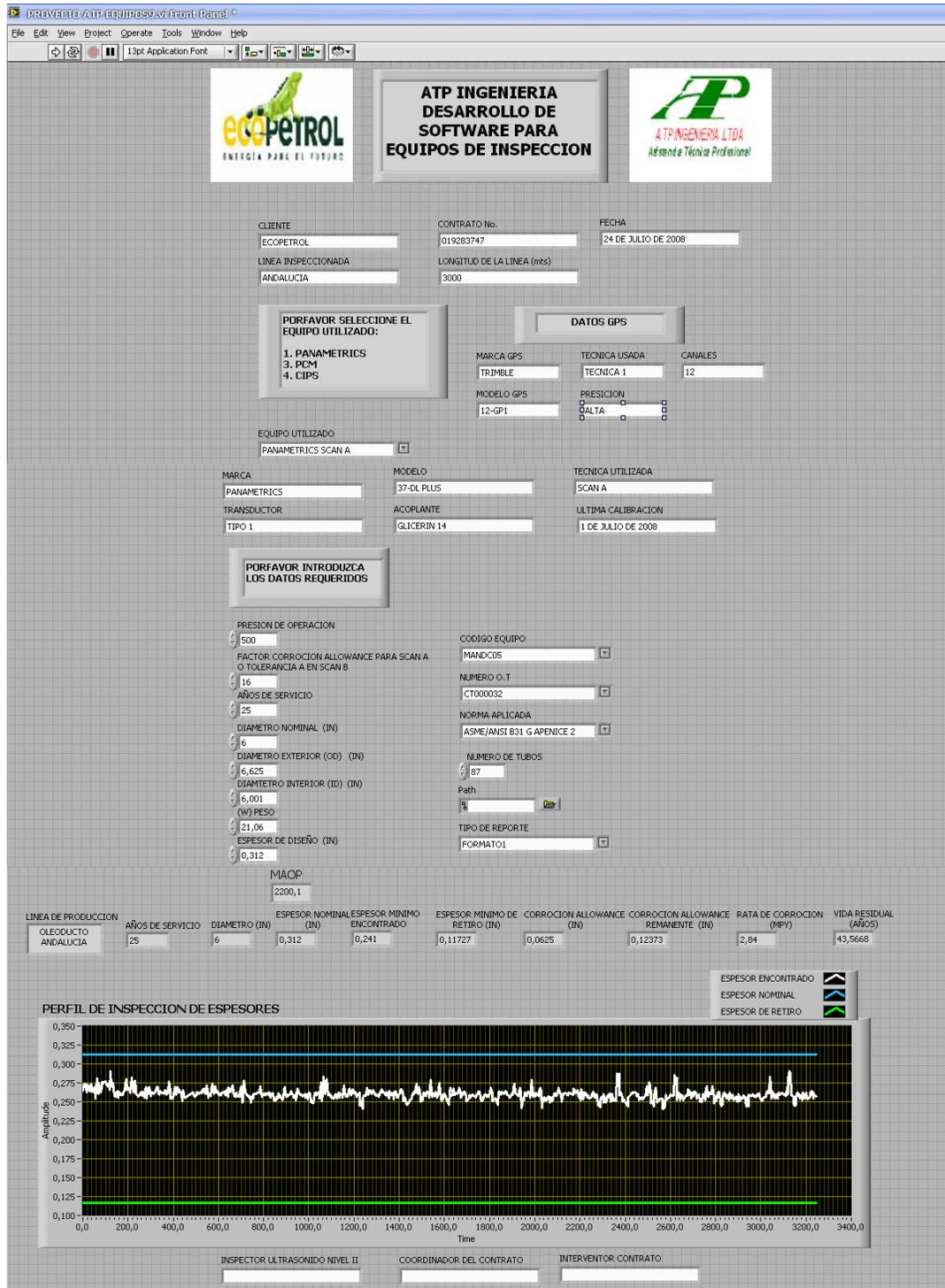


Figura 10. Panel frontal del Software Panametrics Scan Ay B

En el caso de Scan A, que es la técnica mas aplicada en la compañía; el formato y la macro aplicada se diseñaron de como se muestra en la figura 10. El software se encargó de leer los datos descargados desde el equipo alojados en un archivo de Excel para luego realizar el proceso de graficación, cálculo de vida residual e imprimir el reporte. Para la impresión del reporte, el software multiplica el número de hojas de reporte y pagina teniendo en cuenta la cantidad de datos a imprimir, además, se imprimen los datos del contrato tales como nombre del inspector, marca de los equipo, calibraciones, número de página entre otros.

Dicho proceso anteriormente debía ser realizado en formatos de hoja en campo para luego ser llevados a las oficinas para una posterior digitación, proceso que tomaba un tiempo significativo teniendo en cuenta la cantidad de datos tomados en campo.

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X																																																																																					
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24</																																																																																					

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T													
1	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION										DOCUMENTO EXTERNO		FORMATO F-DOLED-HOLED-06																			
2	SERVICIOS DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL MECANICO Y DE CORROSION DE TUBERIAS UBICADAS EN LOS CAMPOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES HUILA TOLIMA DE ECOPETROL S.A										FORMATO DE REGISTRO DE ESPESORES POR ULTRASONIDO SCAN.B.		PAGINA 1 DE 1																			
3	DATOS GENERALES																															
4	CONTRATIST: ATP Ingeniería										SECTOR: 2-75		AL 2-932																			
5	LINEA: TELLO 56										LONGITUD DE LINEA: 1350 mts		FORME CONSECUTIV 1																			
6	1. REGISTRO DE ESPESORES																															
7	ABSCISA										UBICACION GPS										ESPESORES ENCONTRADOS (in.)				ESPEOR MINIMO (in)		ESPEOR NOMINAL (in)		ESPEOR D RETIRO (in)		PRESION RESIDUAL (psi)	
8																					t		tn		REPARACIO							
9	1										0,28 0,275 0,282 0,285 0,28										0,270		0,28		0,117		2510,490566					
10	3										0,263 0,284 0,276 0,278 0,281										0,263		0,28		0,117		2400,941887					
11	5										0,281 0,28 0,282 0,282 0,277										0,277		0,28		0,117		2528,748679					
12	7										0,26 0,274 0,29 0,279 0,285										0,274		0,28		0,117		2501,061508					
13	9										0,277 0,283 0,286 0,285 0,29										0,277		0,28		0,117		2528,748679					
14	11										0,281 0,285 0,275 0,276 0,284										0,276		0,28		0,117		2510,490566					
15	13										0,284 0,28 0,281 0,288 0,274										0,268		0,28		0,117		2446,58717					
16	15										0,276 0,28 0,277 0,281 0,277										0,276		0,28		0,117		2519,619623					
17	17										0,275 0,278 0,277 0,287 0,288										0,275		0,28		0,117		2510,490566					
18	19										0,267 0,281 0,272 0,284 0,287										0,267		0,28		0,117		2437,458113					
19	21										0,282 0,287 0,285 0,284 0,286										0,282		0,28		0,117		2574,393962					
20	23										0,279 0,289 0,289 0,283 0,279										0,279		0,28		0,117		2547,006792					
21	25										0,287 0,287 0,287 0,28 0,282										0,28		0,28		0,117		2596,195849					
22	27										0,281 0,288 0,287 0,286 0,281										0,281		0,28		0,117		2565,264906					
23	29										0,281 0,288 0,287 0,286 0,281										0,281		0,28		0,117		2565,264906					
24	31										0,219 0,284 0,273 0,277 0,278										0,219		0,28		0,117		1999,263396					
25	33										0,282 0,285 0,284 0,282 0,283										0,282		0,28		0,117		2574,393962					
26	35										0,279 0,285 0,286 0,281 0,279										0,279		0,28		0,117		2547,006792					
27	37										0,277 0,282 0,278 0,278 0,283										0,277		0,28		0,117		2528,748679					
28	39										0,284 0,285 0,286 0,284 0,285										0,284		0,28		0,117		2592,652075					
29	41										0,283 0,281 0,278 0,282 0,278										0,278		0,28		0,117		2537,877736					
30	43										0,282 0,285 0,279 0,283 0,284										0,265		0,28		0,117		2419,2					
31	45										0,279 0,28 0,284 0,282 0,284										0,279		0,28		0,117		2547,006792					
32	47										0,279 0,28 0,284 0,282 0,284										0,279		0,28		0,117		2547,006792					
33	2. CALCULO DE LA VIDA RESIDUAL																															
34	ABSCISA										AÑOS DE SERVICIO		DIAMET. (in)		m		TOLERANCIA A REP. D (in)		ESPEOR ENCONTRADO (in)		ESPEOR NOMINADO (in)		RATA DE CORROSION (mpy)		A SEMANAS		VIDA RESIDUAL AÑOS					
35											25		6		0,312		0,0625		0,11727		0,219		3,72		0,017238		27,34673					
36	3. CALCULO DE LA PRESION MAXIMA DE OPERACION EN ESTE SECTOR																															
37	DIAMETRO NOMINAL										(in)		6																			
38	DIAMETRO EXTERIOR (OD)										(in)		6,625																			
39	DIAMETRO INTERIOR (ID)										(in)		6,001																			
40	V (PESO)										(in)		2106																			
41	ESPEOR DE DISEÑO										(in)		0,312																			
42	ESPEOR MINIMO ENCONTRADO										(in)		0,219																			
43	FACTOR DE TEMPERATURA (T)												1																			
44	YIELD STRENGTH DEL MATERIAL (S)										(PSI)		42000																			
45	FACTOR DISEÑO LOCATION CLASS (F)												0,72																			
46	FACTOR DE DISEÑO DE JUNTA (E)												1																			
47	MAOP = ((S*Y*E*F)/SD)												1999,263																			
48	4. OPERACIONES:																															
49																																
50																																
51																																
52																																
53																																
54																																
55																																
56																																
57																																
58																																
59																																
60																																
61																																
62																																
63																																
64																																
65																																
66																																
67																																
68																																
69																																
70																																
71																																
72																																
73	EMPRESA										INTERVENTORIA												ECOPETROL S.A									
74	ATP INGENIERIA LTDA																						ECOPETROL S.A									
75	NOMBRE										RODRIGO VELASCO MALDONADO												RODRIGO ANDRES CUBIDES									
76	FIRMA																															
77	FECHA										07-Ene																					

Figura 12. Formato utilizado para el Software Panametrics Scan B

El software permite escoger el tipo de reporte sobre el cual se va a realizar la impresión, pues dependiendo de la técnica utilizada se imprimen los datos sobre el reporte. Cada reporte se protegió contra cambios en el formato original, de tal forma que los cambios realizados en la hoja de reporte se guarden en un nuevo archivo, evitando que la hoja original se altere.

4.4 SOFTWARE EQUIPO PCM (pipeline current mapping)

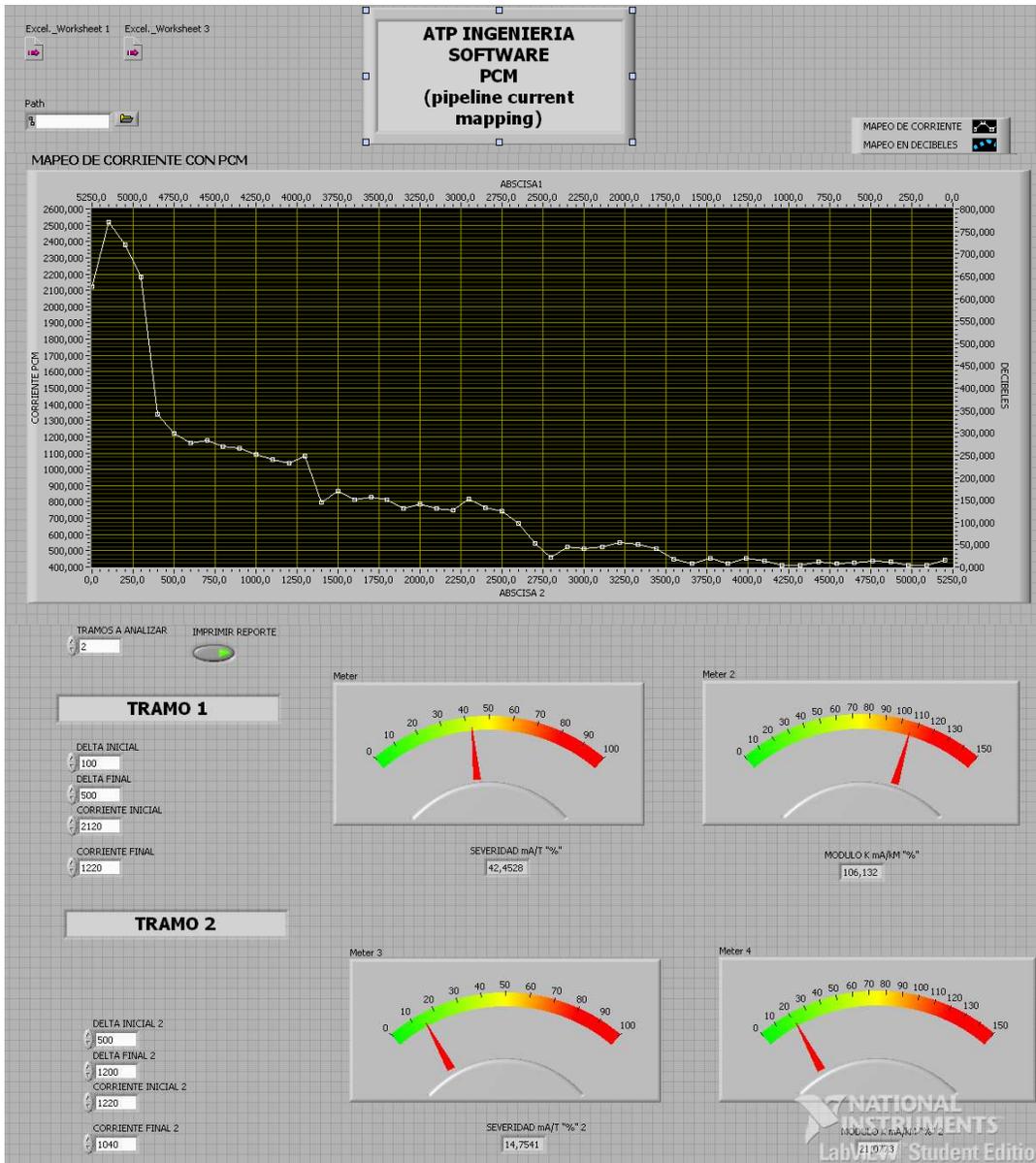


Figura 13. Panel frontal del Software PCM

El equipo PCM se encarga de enviar una corriente a un receptor el cual permite ver las caídas de corriente que se presentan a lo largo del tramo analizado, siendo estas caídas fallos en la tubería. De igual forma que el equipo Panametrics, permite almacenamiento de datos en memoria, lo cual facilita el tratamiento de datos. El operador utiliza la gráfica generada por LabVIEW para poder analizar la cantidad de tramos que se van a analizar. Dependiendo de las caídas de corriente, se podrán identificar diferentes tramos

con pendientes similares y de esta manera analizar las secciones del revestimiento del tubo que se encuentran en mal estado.

Para cada tramo se posicionaron indicadores visuales, acompañados de indicadores numéricos, para calcular la severidad del daño. El color verde indica que el tramo está en buenas condiciones, el amarillo que el tramo se encuentra de cierta forma afectado y el rojo que el tramo se encuentra severamente afectado.

Estos datos gráficos deberán ser impresos en un reporte escrito mostrado en la figura 14, el cual está establecido por la compañía. En dicho reporte se imprimirán valores de abscisa, deltas de corriente entre otros factores de importancia para el análisis.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	MAPEO DE CORRIENTE														
2	PCM TRAMO LINEA DAM. KM 0+000 A KM 5+200														
3	SEÑAL TRANSMISOR: 3 A. ESTACIÓN TENAY, EN EL KM 0+000														
4	INICIO: SE INICIA EN LA MALLA DE LA ESTACIÓN TENAY														
5	S	ABSCIS A	mA	PROFUN D. (m)	COMENT ARIOS	ALTURA	LATITUD	LONGITUD			Tramo	Long Tramo	Delta I _{ch}	Severidad	Modulo K
6											T _c	mts.	mA	mA/T	mA/Km
7															
8	1	0	2120	66											
9	2	100	2520	64							400	1300	51,5873	128,9683	
10	3	200	2380	63											
11	4	300	2180	62											
12	5	400	1340	63											
13	6	500	1220	60							700	180	14,7541	21,07728	
14	7	600	1160	62											
15	8	700	1180	61											
16	9	800	1140	61											
17	10	900	1130	62											
18	11	1000	1090	58											
19	12	1100	1060	60											
20	13	1200	1040	59							200	241	23,17308	115,8654	
21	14	1300	1080	58											
22	15	1400	799	58											
23	16	1500	869	59							1000	125	14,38435	14,38435	
24	17	1600	812	58											
25	18	1700	827	57											
26	19	1800	815	54											
27	20	1900	760	128											
28	21	2000	789	58											
29	22	2100	761	117											
30	23	2200	748	49											
31	24	2300	816	111											
32	25	2400	764	87											
33	26	2500	744	76							300	285	38,30645	127,6882	
34	27	2600	667	91											
35	28	2700	545	76											
36	29	2800	459	88											
37	30	2900	523	66							2300	82	15,67878	6,816859	
38	31	3000	513	71											
39	32	3110	525	77											
40	33	3220	549	74											
41	34	3330	538	79											
42	35	3440	513	81											
43	36	3550	450	84											
44	37	3660	420	85											
45	38	3770	454	89											
46	39	3880	421	91											
47	40	3990	451	92											
48	41	4100	437	73											
49	42	4210	410	74											
50	43	4320	410	71											
51	44	4430	431	77											
52	45	4540	421	69											
53	46	4650	426	87											
54	47	4760	439	103											
55	48	4870	434	97											
56	49	4980	413	89											
57	50	5090	413	76											
58	51	5200	441	87											

Figura 14. Formato de reporte equipo PCM

4.5 SOFTWARE AFORO DE TANQUES



Figura 15. Tanques horizontales de almacenamiento de crudo

Con la exponencial subida del valor de barril de petróleo, el petróleo se ha convertido en la actividad más productiva de la región y del país. Debido a esto las empresas colombianas deben hacer más exactos y confiables sus procesos. El aforo de tanques no es la excepción, siendo ATP INGENIERIA LTDA una de las pocas empresas que se dedican a esta actividad y esta se ha convertido en una de las actividades más realizadas por la empresa recientemente. Esta actividad está produciendo dividendos significativos para la compañía y es por esta razón que esta parte de la pasantía se convirtió en el objetivo más importante para ellos. La empresa ha venido teniendo ciertos inconvenientes con el software adquirido hace algunos meses, pues este no realiza correcciones necesarias para una tabla de aforo exacta tales como inclinación y temperatura; además, el hecho de depender de un tercero que les proporcione el software necesario para completar la tarea de la calibración de tanques hace que la empresa gaste dinero por motivos de instalación, licencia y mantenimiento del software proporcionado anualmente.

Para el diseño del software de aforo de tanques se hizo necesario estudiar a fondo el estándar API 2551 diseñada por el instituto americano del petróleo.

Dicho estándar especifica los cálculos que deberán ser realizados para realizar el cálculo del volumen total almacenado en el tanque, además de la generación de la tabla de aforo pertinente.

Dependiendo del tipo de cabeza con el que cuente el tanque, se variaran los cálculos.

Los tipos de cabezas más comunes son:

- Esféricas
- Elipsoidales
- Cónicas
- Planas

Los espesores de los tanques, al igual que las cabezas juegan un papel importante, pues dependiendo de este también variara el volumen del tanque.

El panel frontal del software diseñado para el aforo de tanques horizontales se muestra en la figura 16.

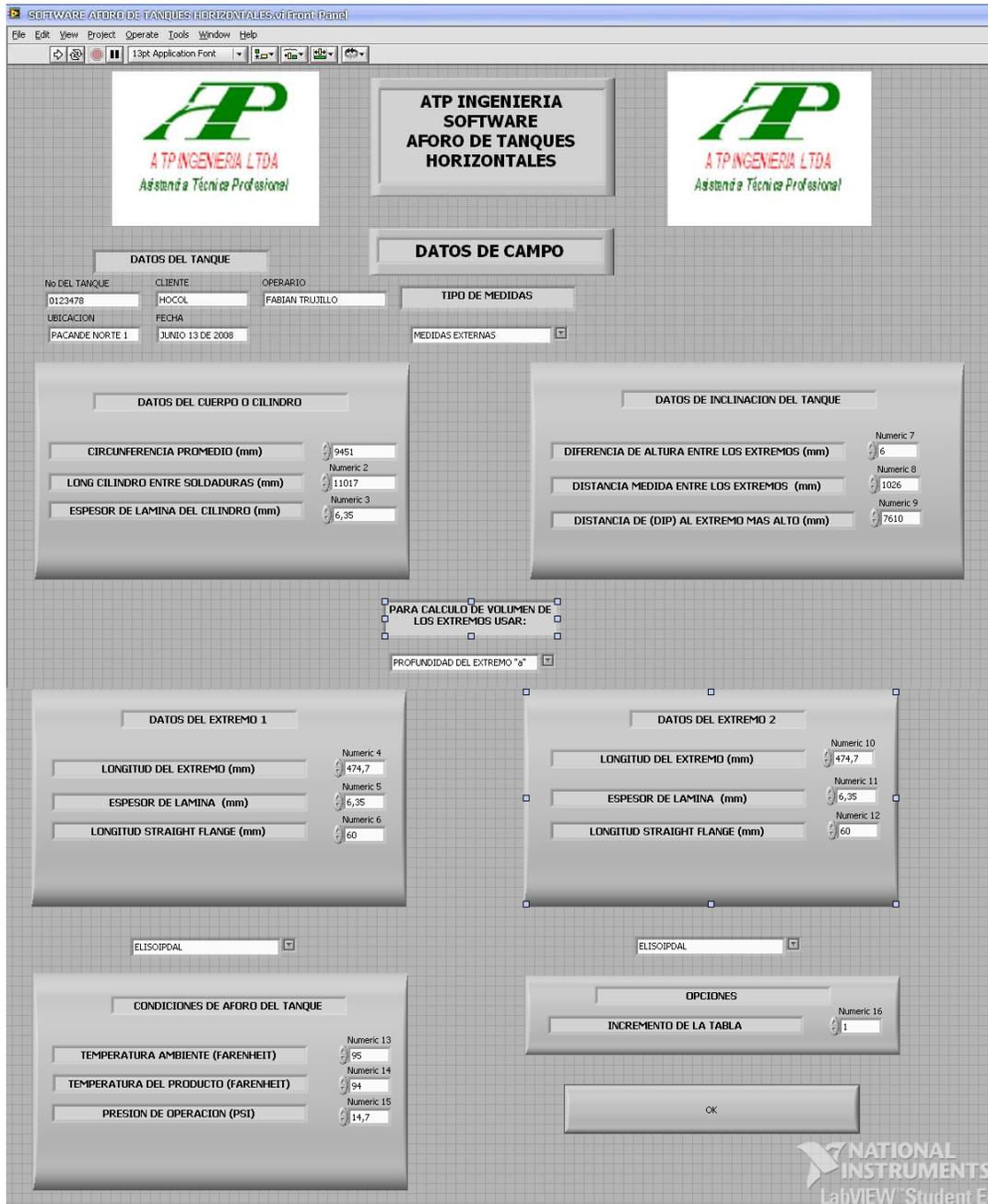
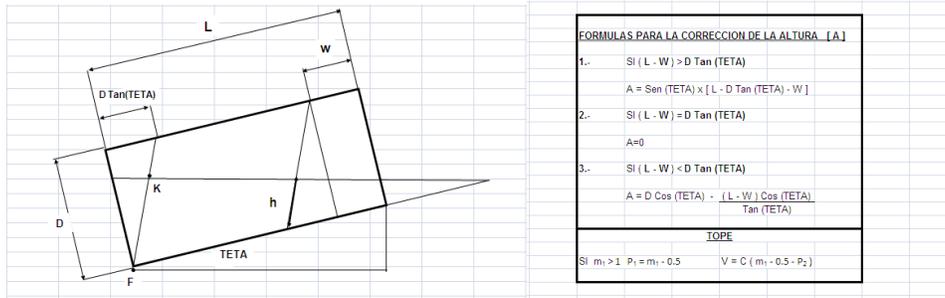


Figura 16. Panel frontal del software de aforos de tanques horizontales

4.5.1 TABLA PARCIAL DE AFORO DE TANQUES

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1													
2		ALTURA (cms)	H/D	CILINDRO		HEADS		PARTIAL	INTERNAL	GALLONS PER			
3				K OF	TIMES VOLUM	K OF	TIMES VOLUM	VOLUME	VOLUMES	MILLIMETER			
4	0	0,00000000	0,00000000	0	0	0	0	0	0	0			
5	1	0,00333317	0,00032973	6,83722059	3,41017E-05	0,03977004	6,87699064	6,87699064	6,87699064	0,687699064			
6	2	0,00666635	0,00065946	13,201074	0,00013701	0,05925009	13,3568991	13,3568991	13,3568991	1,335689907			
7	3	0,01000052	0,00101919	35,1637092	0,0002989	0,0495837	35,512929	35,512929	35,512929	3,55129292			
8	4	0,01333370	0,00152834	54,1281604	0,00053126	0,01951456	54,7476829	54,7476829	54,7476829	5,474768293			
9	5	0,01666687	0,00204284	75,5381918	0,000827015	0,06448104	76,5026729	76,5026729	76,5026729	7,650267297			
10	6	0,02000105	0,00256234	99,1906353	0,001187488	0,0846995	100,579505	100,579505	100,579505	10,05795048			
11	7	0,02333422	0,00308183	124,888032	0,001613309	0,10817369	126,769506	126,769506	126,769506	12,67695061			
12	8	0,02666740	0,00360132	152,399792	0,002020236	0,13457862	154,859578	154,859578	154,859578	15,48595785			
13	9	0,03000057	0,00412081	181,659427	0,002493712	0,16394921	184,764239	184,764239	184,764239	18,47642389			
14	10	0,03333374	0,00464030	212,593961	0,002993959	0,19624458	216,301458	216,301458	216,301458	21,63014582			
15	11	0,03666691	0,00515979	244,967595	0,003514196	0,23244458	249,560513	249,560513	249,560513	24,95605129			
16	12	0,04000009	0,00567928	279,8204	0,004034433	0,27144458	285,301458	285,301458	285,301458	28,53014582			
17	13	0,04333326	0,00619877	316,069548	0,004554670	0,31292266	322,458676	322,458676	322,458676	32,04867696			
18	14	0,04666643	0,00671826	354,049448	0,005074907	0,35744458	360,001458	360,001458	360,001458	36,00145829			
19	15	0,05000060	0,00723775	394,049448	0,005595144	0,40444458	408,001458	408,001458	408,001458	40,80145829			
20	16	0,05333377	0,00775724	435,049448	0,006115381	0,45392266	456,001458	456,001458	456,001458	45,60145829			
21	17	0,05666694	0,00827673	477,049448	0,006635618	0,50444458	504,001458	504,001458	504,001458	50,40145829			
22	18	0,06000011	0,00879622	520,049448	0,007155855	0,55692266	552,001458	552,001458	552,001458	55,20145829			
23	19	0,06333328	0,00931571	564,049448	0,007676092	0,61144458	600,001458	600,001458	600,001458	60,00145829			
24	20	0,06666645	0,00983520	609,049448	0,008196329	0,66792266	648,001458	648,001458	648,001458	64,80145829			
25	21	0,07000062	0,01035469	655,049448	0,008716566	0,72644458	696,001458	696,001458	696,001458	69,60145829			
26	22	0,07333379	0,01087418	702,049448	0,009236803	0,78692266	744,001458	744,001458	744,001458	74,40145829			
27	23	0,07666696	0,01139367	750,049448	0,009757040	0,84944458	792,001458	792,001458	792,001458	79,20145829			
28	24	0,08000013	0,01191316	799,049448	0,010277277	0,91392266	840,001458	840,001458	840,001458	84,00145829			
29	25	0,08333330	0,01243265	849,049448	0,010797514	0,98044458	888,001458	888,001458	888,001458	88,80145829			
30	26	0,08666647	0,01295214	900,049448	0,011317751	1,04892266	936,001458	936,001458	936,001458	93,60145829			
31	27	0,09000064	0,01347163	952,049448	0,011837988	1,11944458	984,001458	984,001458	984,001458	98,40145829			
32	28	0,09333381	0,01399112	1005,049448	0,012358225	1,19192266	1032,001458	1032,001458	1032,001458	103,20145829			
33	29	0,09666698	0,01451061	1059,049448	0,012878462	1,26644458	1080,001458	1080,001458	1080,001458	108,00145829			
34	30	0,10000015	0,01503010	1114,049448	0,013398699	1,34392266	1128,001458	1128,001458	1128,001458	112,80145829			
35	31	0,10333332	0,01554959	1170,049448	0,013918936	1,42444458	1176,001458	1176,001458	1176,001458	117,60145829			
36	32	0,10666649	0,01606908	1227,049448	0,014439173	1,50792266	1224,001458	1224,001458	1224,001458	122,40145829			
37	33	0,11000066	0,01658857	1285,049448	0,014959410	1,59444458	1272,001458	1272,001458	1272,001458	127,20145829			
38	34	0,11333383	0,01710806	1344,049448	0,015479647	1,68392266	1320,001458	1320,001458	1320,001458	132,00145829			
39	35	0,11666700	0,01762755	1404,049448	0,016000000	1,77644458	1368,001458	1368,001458	1368,001458	136,80145829			
40	36	0,12000017	0,01814704	1465,049448	0,016520443	1,87292266	1416,001458	1416,001458	1416,001458	141,60145829			
41	37	0,12333334	0,01866653	1527,049448	0,017040886	1,97344458	1464,001458	1464,001458	1464,001458	146,40145829			
42	38	0,12666651	0,01918602	1590,049448	0,017561329	2,07792266	1512,001458	1512,001458	1512,001458	151,20145829			
43	39	0,13000068	0,01970551	1654,049448	0,018081772	2,18644458	1560,001458	1560,001458	1560,001458	156,00145829			
44	40	0,13333385	0,02022500	1720,049448	0,018602215	2,29892266	1608,001458	1608,001458	1608,001458	160,80145829			
45	41	0,13666702	0,02074449	1787,049448	0,019122658	2,41544458	1656,001458	1656,001458	1656,001458	165,60145829			
46	42	0,14000019	0,02126398	1856,049448	0,019643101	2,53592266	1704,001458	1704,001458	1704,001458	170,40145829			
47	43	0,14333336	0,02178347	1927,049448	0,020163544	2,66044458	1752,001458	1752,001458	1752,001458	175,20145829			
48	44	0,14666653	0,02230296	2000,049448	0,020683987	2,78992266	1800,001458	1800,001458	1800,001458	180,00145829			
49	45	0,15000070	0,02282245	2075,049448	0,021204430	2,92344458	1848,001458	1848,001458	1848,001458	184,80145829			
50	46	0,15333387	0,02334194	2152,049448	0,021724873	3,06192266	1896,001458	1896,001458	1896,001458	189,60145829			
51	47	0,15666704	0,02386143	2231,049448	0,022245316	3,20544458	1944,001458	1944,001458	1944,001458	194,40145829			
52	48	0,16000021	0,02438092	2312,049448	0,022765759	3,35392266	1992,001458	1992,001458	1992,001458	199,20145829			
53	49	0,16333338	0,02490041	2395,049448	0,023286202	3,50744458	2040,001458	2040,001458	2040,001458	204,00145829			
54	50	0,16666655	0,02541990	2480,049448	0,023806645	3,66592266	2088,001458	2088,001458	2088,001458	208,80145829			
55	51	0,17000072	0,02593939	2567,049448	0,024327088	3,82944458	2136,001458	2136,001458	2136,001458	213,60145829			
56	52	0,17333389	0,02645888	2656,049448	0,024847531	4,00792266	2184,001458	2184,001458	2184,001458	218,40145829			
57	53	0,17666706	0,02697837	2747,049448	0,025367974	4,19144458	2232,001458	2232,001458	2232,001458	223,20145829			
58	54	0,18000023	0,02749786	2840,049448	0,025888417	4,38092266	2280,001458	2280,001458	2280,001458	228,00145829			
59	55	0,18333340	0,02801735	2935,049448	0,026408860	4,57644458	2328,001458	2328,001458	2328,001458	232,80145829			
60	56	0,18666657	0,02853684	3032,049448	0,026929303	4,77792266	2376,001458	2376,001458	2376,001458	237,60145829			
61	57	0,19000074	0,02905633	3131,049448	0,027449746	4,98544458	2424,001458	2424,001458	2424,001458	242,40145829			
62	58	0,19333391	0,02957582	3232,049448	0,027970189	5,19892266	2472,001458	2472,001458	2472,001458	247,20145829			
63	59	0,19666708	0,03009531	3335,049448	0,028490632	5,41844458	2520,001458	2520,001458	2520,001458	252,00145829			
64	60	0,20000025	0,03061480	3440,049448	0,029011075	5,64392266	2568,001458	2568,001458	2568,001458	256,80145829			
65	61	0,20333342	0,03113429	3547,049448	0,029531518	5,87544458	2616,001458	2616,001458	2616,001458	261,60145829			
66	62	0,20666659	0,03165378	3656,049448	0,030051961	6,11292266	2664,001458	2664,001458	2664,001458	266,40145829			
67	63	0,21000076	0,03217327	3767,049448	0,030572404	6,35644458	2712,001458	2712,001458	2712,001458	271,20145829			
68	64	0,21333393	0,03269276										

4.5.2 CORRECCION POR INCLINACION Y TEMPERATURA



H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	A [Vr. de correccion de la altura]			0.185460753	Cm	W [DISTANCIA DE LA ESQUINA MAS ALTA DEL TK AL B.M]			761.00	Cm			
2	L [Longitud del Cilindro]			1101.70	Cm	TETA [ANGULO DE INCLINACION]			0.000545	Radianes			
3	D [Diámetro]			299.5649275	Cm								
4	COS Q			0.999999852									
5	VH [Volumen Total de Cabezas]			1166.220047	Gallons								
6	V [Volumen Total del Cilindro]			20736.05666	Gallons								
7	S [HI / D COS Q]			0.002002905									
8	HI [Altura de Inclinción del tanque]			0.6	Cm								
9	REALIZAR CORRECCIONES												
10	INCREMENTO	Dip. Reading	m ₁	m ₂	P ₁	P ₂	VOL. CYLINDER	K1 OF HEAD	K2 OF HEAD	VOLUME OF EAST HEAD	VOLUME OF WEST HEAD	PARTIAL VOLUME GALLONS	
11	DE ALTURA	Actual	Corregido	C / (D Cos Q)	m ₁ - S		V * (P1 - P2) / S						
12	Cm	B	C = B + A				GALLONS						
13	1	0	0.185460753	0.000619100	-0.001383805	0.000009252	0.000000000	95.79	0.000001149	0.000000000	0.000670216	0.000000000	95.79
14		1	1.185460753	0.003957275	0.001954370	0.000016135	0.000000000	167.05	4.68561E-05	0.000011444	0.027322288	0.006672972	167.08
15		2	2.185460753	0.007295450	0.005292545	0.000025424	0.000000000	263.21	0.000158894	0.000083737	0.092652807	0.048827658	263.36
16		3	3.185460753	0.010633625	0.008630720	0.000037393	0.000000000	387.13	0.000336817	0.000222182	0.196401483	0.129556675	387.46
17		4	4.185460753	0.013971800	0.011968895	0.000052201	0.000000000	540.44	0.000580179	0.000426334	0.338308024	0.248599732	541.03
18		5	5.185460753	0.017309975	0.015307070	0.000070040	0.000000299	722.02	0.000888532	0.000695746	0.518112141	0.405696538	722.95
19		6	6.185460753	0.020648150	0.018645245	0.000091088	0.000001660	925.84	0.001261432	0.001029972	0.735553541	0.600586803	927.18
20		7	7.185460753	0.023986325	0.021983420	0.000115513	0.000004544	1148.86	0.001698431	0.001428564	0.990371934	0.833010235	1150.68
21		8	8.185460753	0.027324500	0.025321595	0.000143482	0.000009292	1389.27	0.002199082	0.001891078	1.282370229	1.102706544	1391.65
22		9	9.185460753	0.030662675	0.028659770	0.000175211	0.000016193	1646.31	0.002762941	0.002417066	1.611098535	1.409415439	1649.33
23		10	10.185460753	0.034000850	0.031997945	0.000210776	0.000025493	1918.23	0.003389556	0.003006082	1.976486162	1.752876628	1921.96
24		11	11.185460753	0.037339025	0.035336120	0.000250317	0.000037482	2203.48	0.004078492	0.003657680	2.378209617	2.132829821	2207.99
25		12	12.185460753	0.040677200	0.038674295	0.000293965	0.000052312	2501.84	0.004829292	0.004371413	2.816008661	2.549014726	2507.20
26		13	13.185460753	0.044015375	0.042012470	0.000341848	0.000070173	2812.65	0.005641513	0.005146835	3.289622851	3.001171053	2818.94
27		14	14.185460753	0.047353550	0.045350645	0.000394103	0.000091245	3135.49	0.006514709	0.005903499	3.798792048	3.489030512	3142.78
28		15	15.185460753	0.050691725	0.048688820	0.000450920	0.000115695	3470.57	0.007448433	0.006800960	4.342559111	4.012356810	3478.93
29		16	16.185460753	0.054029900	0.052026995	0.000512335	0.000143682	3816.66	0.008442239	0.007838771	4.922754148	4.570965657	3826.15
30		17	17.185460753	0.057368075	0.055365170	0.000578459	0.000175437	4172.48	0.009495688	0.008856484	5.537026469	5.164304763	4183.18
31		18	18.185460753	0.060706250	0.058703345	0.000649401	0.000210331	4538.44	0.010608311	0.009933655	6.165812582	5.792413835	4550.42
32		19	19.185460753	0.064044425	0.062041520	0.000725267	0.000250601	4914.21	0.011779685	0.011069836	6.888852196	6.454932584	4927.54
33		20	20.185460753	0.067382600	0.065379695	0.000806171	0.000294280	5299.60	0.013009355	0.012264582	7.585885022	7.151601718	5314.34
34		21	21.185460753	0.070720775	0.068717870	0.000892296	0.000342194	5695.19	0.014296874	0.013517445	8.336650767	7.882157946	5711.41
35		22	22.185460753	0.074058950	0.072056045	0.000983648	0.000394470	6099.75	0.015641798	0.014827980	9.120889141	8.646349878	6117.52
36		23	23.185460753	0.077397125	0.075394220	0.001080321	0.000451320	6512.04	0.017043679	0.016195740	9.938339853	9.443898522	6531.42
37		24	24.185460753	0.080735300	0.078732395	0.001182408	0.000512769	6932.77	0.01850207	0.017620279	10.78874261	10.274561287	6953.83
38		25	25.185460753	0.084073475	0.082070570	0.001289998	0.000578928	7361.71	0.020016526	0.019101150	11.67183713	11.278071983	7384.52
39		26	26.185460753	0.087411650	0.085408745	0.001403195	0.000649905	7798.80	0.0215866	0.020637907	12.58736311	12.334170319	7823.42
40		27	27.185460753	0.090749825	0.088746920	0.001522178	0.000725807	8244.82	0.023211846	0.022230103	13.53506026	12.962596004	8271.32
41		28	28.185460753	0.094088000	0.092085095	0.001646925	0.000806735	8698.48	0.024891818	0.023877293	14.5146683	13.923088746	8726.92
42		29	29.185460753	0.097426175	0.095423270	0.001777523	0.000892898	9158.52	0.026626068	0.025579029	15.52592693	14.915388265	9188.96
43		30	30.185460753	0.100764350	0.098761445	0.001914050	0.000984288	9625.82	0.02841415	0.027334866	16.56857586	15.939234240	9658.33
44		31	31.185460753	0.104102525	0.102099620	0.002056586	0.001081000	10100.24	0.030255619	0.029144356	17.6423548	16.994366410	10134.88
45		32	32.185460753	0.107440700	0.105437795	0.002205226	0.001183127	10581.79	0.032150028	0.031007055	18.74700346	18.080524474	10618.62
46		33	33.185460753	0.110778875	0.108775970	0.002360143	0.001290758	11071.33	0.03409693	0.032922514	19.88226155	19.197448141	11110.41
47		34	34.185460753	0.114117050	0.112114145	0.002521299	0.001403981	11567.58	0.036095879	0.034890289	21.04786878	20.344871120	11608.97
48		35	35.185460753	0.117455225	0.115452320	0.002688771	0.001523006	12069.16	0.038148429	0.036909932	22.24356485	21.522551120	12112.93
49		36	36.185460753	0.120793400	0.118790495	0.002862628	0.001647795	12577.15	0.040248132	0.038980997	23.46908948	22.730209850	12623.35
50		37	37.185460753	0.124131575	0.122128670	0.003042942	0.001778436	13091.42	0.042400544	0.041103037	24.72418237	23.967593020	13140.11
51		38	38.185460753	0.127469750	0.125466845	0.003229799	0.001915006	13612.04	0.044603218	0.043275607	26.00858324	25.234440338	13663.28
52		39	39.185460753	0.130807925	0.128805020	0.003423370	0.002057587	14139.95	0.046855706	0.045496260	27.32203179	26.530491514	14193.80
53		40	40.185460753	0.134146100	0.132143195	0.003623607	0.002206256	14673.82	0.049157563	0.047770550	28.66426773	27.855486256	14730.34
54		41	41.185460753	0.137484275	0.135481370	0.003830573	0.002361217	15212.22	0.051508342	0.050092029	30.03503078	29.209164274	15271.46
55		42	42.185460753	0.140822450	0.138819545	0.004044331	0.002522419	15756.34	0.053907598	0.052462252	31.43406063	30.591265276	15818.97
56		43	43.185460753	0.144160625	0.142157720	0.004264948	0.002689937	16306.08	0.056354883	0.054880773	32.861097	32.001528972	16370.94
57		44	44.185460753	0.147498800	0.145495895	0.004492503	0.002863841	16861.53	0.058849751	0.057347145	34.3158796	33.439695071	16929.28
58		45	45.185460753	0.150836975	0.148834070	0.004727167	0.003044202	17423.72	0.061391756	0.059860921	35.7914814	34.905503281	17494.42
59		46	46.185460753	0.154175150	0.152172245	0.004968875	0.003231091	17991.26	0.063980451	0.062421656	37.30764232	36.398993312	18064.97
60		47	47.185460753	0.157513325	0.155510420	0.005217687	0.003424710	18562.67	0.06661539	0.065028902	38.84410186	37.919004874	18639.43
61		48	48.185460753	0.160851500	0.158848595	0.005473661	0.003624995	19139.22	0.069296127	0.067682214	40.40726647	39.466177674	19219.10
62		49	49.185460753	0.164189675	0.162186770	0.005736954	0.003832010	19720.83	0.072022216	0.070381145	41.99687585	41.039951422	19803.87

Figura 18. Macro diseñada para la corrección de errores

4.5.3 TABLA DE RESULTADOS

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	VALORES PARCIALES					VALORES CORREGIDOS					
3	ALTURA (cms)	VOLUMEN (galones)	VOLUMEN (barriles)			ALTURA(CMS)	VOLUMEN (galones)	VOLUMEN(barriles)			
4	0	0	0			0	0	0			
5	1	6,876990637	0,163737872			1	167,083757	3,978184691			
6	2	19,35699907	0,46088093			2	263,3562022	6,270385767			
7	3	35,51229292	0,845530784			3	387,4553376	9,225127086			
8	4	54,74768293	1,30351626			4	541,0269604	12,8815943			
9	5	76,50267287	1,821492211			5	722,9482069	17,21305255			
10	6	100,5755048	2,394654876			6	927,1787637	22,07568485			
11	7	126,7695061	3,018321574			7	1150,683922	27,39723624			
12	8	154,8515785	3,686942344			8	1391,651714	33,13456461			
13	9	184,7642389	4,399148545			9	1649,334946	39,26987968			
14	10	216,3616024	5,151466724			10	1921,959646	45,76094395			
15	11	249,5605127	5,941916968			11	2207,986358	52,57110377			
16	12	284,2847654	6,768684891			12	2507,201876	59,69528276			
17	13	320,4686756	7,630206563			13	2818,943721	67,11770764			
18	14	358,0530048	8,525071543			14	3142,775729	74,82799356			
19	15	396,9180902	9,450430719			15	3478,929651	82,83165836			
20	16	437,1490768	10,40831135			16	3826,154381	91,09891383			
21	17	478,5518511	11,39409169			17	4183,181769	99,59956592			
22	18	520,062372	12,428714851			18	4550,42241	108,3433907			
23	19	561,7614812	13,5120955908			19	4927,537792	117,3223284			
24	20	603,51908148	14,64781305			20	5314,340373	126,5319136			
25	21	645,2639003	15,8238167			21	5711,412628	135,9860149			
26	22	687,0194683679	17,047305638			22	6117,519277	145,6552209			
27	23	728,1956902971	18,312929279			23	6531,422041	155,5100486			
28	24	769,32125737784	19,62128044			24	6953,831412	165,5674146			
29	25	810,491186175	20,9790147			25	7384,5191	175,8218833			
30	26	851,763976359	22,37208657			26	7823,424461	186,272011			
31	27	893,1410277	23,8050066			27	8271,31578	196,93609			
32	28	934,6179694	25,282423737			28	8726,919792	207,7838046			
33	29	976,1286138	26,8006223			29	9188,596662	218,7847539			
34	30	1017,74596296	28,35965785			30	9658,327086	229,9601687			
35	31	1059,388254609	29,9612812			31	10134,87656	241,3065948			
36	32	1101,08011141	31,602859795			32	10618,61756	252,6242277			
37	33	1142,833923479	33,32648447			33	11110,41462	264,5336813			
38	34	1184,65942259	35,091891014			34	11608,97404	276,4041439			
39	35	1226,403963444	36,90862725			35	12112,92556	288,4029895			
40	36	1268,147951711	38,76655169			36	12623,34604	300,555858			
41	37	1309,97902215	40,66167194			37	13140,11138	312,8597947			
42	38	1351,753639299	42,5956976			38	13663,27834	325,316151			



Figura 19. Tabla de Aforo

4.6 DIAGRAMAS DE FLUJO

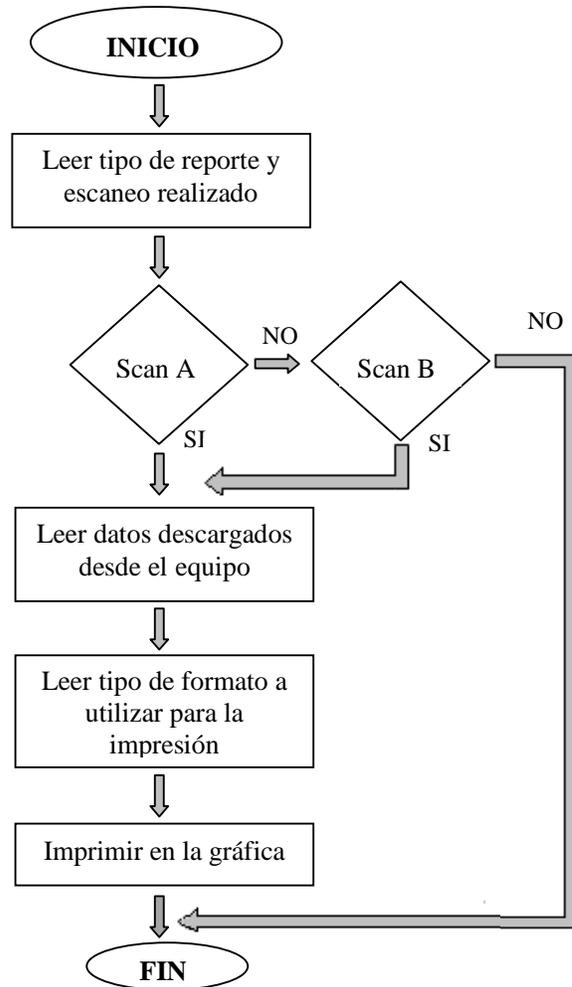


Figura 20. Diagrama de Flujo del Software Panametrics Scan A y B

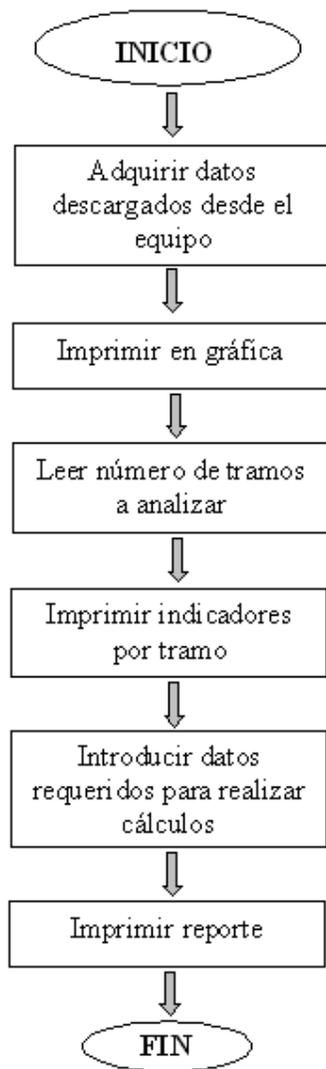


Figura 22. Diagrama de flujo del software PCM

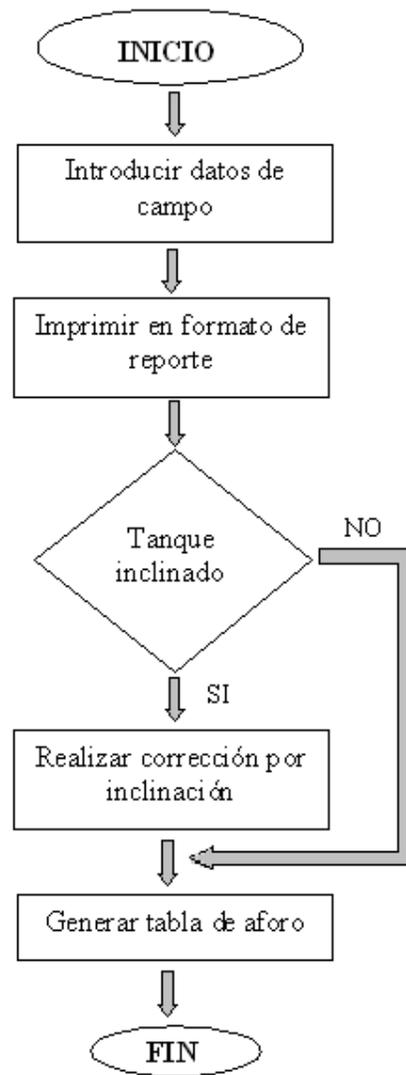


Figura 21. Diagrama de flujo del software de Aforos

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Con la realización de este proyecto se logró explotar al máximo el potencial que poseen algunos equipos con los que cuentan la empresa ATP Ingeniería LTDA, para realizar inspección metalmecánica y de recubrimiento para tanques y líneas.

Con la aplicación del software diseñado será posible que la empresa cuente con un software capaz de acelerar los procesos de inspección de líneas, además de su propio software de calibración de tanques horizontales.

5.1 ESTADO PASADO DEL PROCESO (PANAMETRICS 37-DL PLUS)

5.1.1 RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos se realiza de forma manual durante las salidas de campo realizadas por la compañía. Errores humanos durante la recolección de datos eran factibles de presentarse debido a agotamiento, entre otros factores.

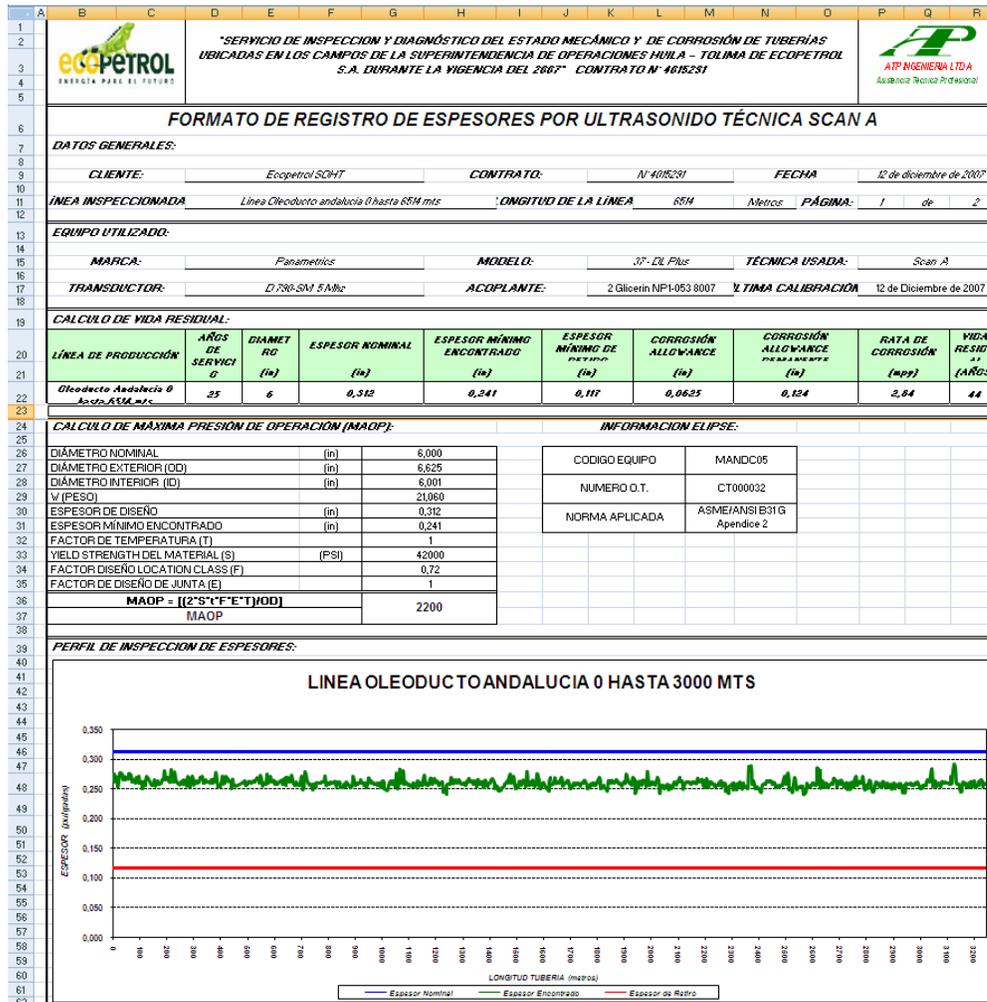


Figura 23. Panel principal Excel

5.1.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS

T		U		V		W		X		Y		Z		AA		AB		AC		AD		AE		AF		AG		AH		AI		AJ		AK		AL		AM					
										<p align="center">"SERVICIO DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO MECÁNICO Y DE CORROSIÓN DE TUBERÍAS UBICADAS EN LOS CAMPOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES HUIA - TOLIMA DE ECOPETROL S.A. DURANTE LA VIGENCIA DEL 2007" CONTRATO N° 4015291</p>																																	
FORMATO DE REGISTRO DE ESPESORES POR ULTRASONIDO TÉCNICA SCAN A																																											
DATOS GENERALES:																																											
CLIENTE: Ecopetrol SCHT												CONTRATO: N° 4015291												FECHA: 12 de diciembre de 2007																			
LÍNEA INSPECCIONADA: Línea Oleoducto andaluza 0 hasta 65H mts												LONGITUD DE LA LÍNEA: 65H						Metros:						PÁGINA: 2 de 2																			
EQUIPOS UTILIZADOS:																																											
MARCA: Panametrics												MODELO: 37-DL Plus						TÉCNICA USADA: Scan A						TRANSDUCTOR: DT700-SM 5 MHz						COPLANTE: 2 Glicerol NP1-053 8007													
MARCA: Thales												MODELO:						TÉCNICA USADA: Satelital						PRECISIÓN: Tiempo Real menos de 3m						CANALES: 12													
REGISTRO DE ESPESORES SCAN A Y POSICIÓN GPS:																																											
ABSCISA	ESPESORES (in)					ESPESOR MÍNIMO REGISTRADO	UBICACIÓN GPS			ABSCISA	ESPESORES (in)					ESPESOR MÍNIMO REGISTRADO	UBICACIÓN GPS																										
	PERFIL DE LA TUBERÍA						POSICIÓN GEODÉSICA				PERFIL DE LA TUBERÍA						POSICIÓN GEODÉSICA																										
	N° TUBO	0°	155°	180°	255°		N	E	ALTURA (m)		N° TUBO	0°	155°	180°	255°		N	E	ALTURA (m)																								
0+001	0.263	0.273	0.273	0.270	0.265				0+147	0.259	0.259	0.279	0.256	0.258																													
0+003				0.274	0.274				0+152				0.265	0.265																													
0+005	0.263	0.273	0.267	0.264	0.263				0+158	0.259	0.277	0.255	0.259	0.255																													
0+007	0.272	0.273	0.264	0.264	0.264				0+160	0.266	0.261	0.263	0.266	0.261																													
0+012				0.270	0.270				0+165				0.263	0.263																													
0+016	0.254	0.266	0.267	0.260	0.254				0+169	0.262	0.267	0.266	0.256	0.259																													
0+020	0.275	0.264	0.262	0.271	0.262				0+172	0.260	0.267	0.261	0.259	0.259																													
0+025				0.276	0.276				0+178				0.259	0.259																													
0+031	0.276	0.274	0.276	0.276	0.274				0+183	0.268	0.265	0.266	0.269	0.265																													
0+033	0.277	0.274	0.271	0.273	0.271				0+185	0.269	0.266	0.265	0.266	0.265																													
0+036				0.266	0.266				0+191				0.260	0.260																													
0+043	0.291	0.271	0.270	0.275	0.270				0+196	0.266	0.276	0.275	0.266	0.266																													
0+045	0.273	0.270	0.270	0.265	0.265				0+198	0.269	0.272	0.266	0.272	0.269																													
0+051				0.269	0.269				0+203				0.269	0.269																													
0+056	0.272	0.271	0.267	0.271	0.267				0+209	0.264	0.277	0.277	0.265	0.264																													
0+058	0.275	0.267	0.277	0.276	0.275				0+211	0.261	0.269	0.262	0.266	0.261																													
0+064				0.272	0.272				0+216				0.262	0.262																													
0+069	0.274	0.279	0.264	0.276	0.264				0+222	0.269	0.262	0.266	0.267	0.263																													
0+071	0.261	0.277	0.264	0.267	0.261				0+224	0.262	0.269	0.272	0.275	0.262																													
0+076				0.266	0.266				0+229				0.276	0.276																													
0+082	0.270	0.264	0.260	0.270	0.260				0+233	0.270	0.267	0.272	0.266	0.267																													
0+084	0.265	0.263	0.273	0.272	0.263				0+235	0.262	0.262	0.265	0.261	0.261																													
0+085				0.269	0.269				0+240				0.259	0.259																													
0+089	0.271	0.264	0.264	0.267	0.264				0+245	0.261	0.262	0.258	0.257	0.257																													
0+091				0.263	0.263				0+248	0.267	0.266	0.257	0.271	0.257																													
0+093	0.271	0.269	0.260	0.268	0.260				0+254				0.261	0.261																													
0+095	0.270	0.273	0.275	0.260	0.270				0+259	0.266	0.264	0.266	0.261	0.264																													
0+101				0.260	0.260				0+261	0.258	0.261	0.267	0.267	0.258																													
0+106	0.262	0.272	0.275	0.267	0.262				0+266				0.264	0.264																													
0+108	0.257	0.250	0.256	0.256	0.250				0+272	0.255	0.255	0.270	0.265	0.255																													
0+114				0.262	0.262				0+274	0.278	0.261	0.266	0.267	0.261																													
0+118	0.253	0.265	0.257	0.270	0.255				0+278	0.263	0.271	0.261	0.254	0.254																													
0+121	0.267	0.266	0.262	0.270	0.262				0+284	0.266	0.266	0.266	0.264	0.264																													
0+126				0.270	0.270				0+286				0.270	0.270																													
0+132	0.273	0.266	0.274	0.269	0.266				0+292	0.269	0.271	0.271	0.264	0.264																													
0+134	0.274	0.270	0.262	0.265	0.265				0+299	0.262	0.257	0.270	0.265	0.257																													
0+139				0.258	0.258				0+305				0.262	0.262																													
0+145	0.256	0.263	0.264	0.261	0.256				0+310	0.263	0.271	0.269	0.266	0.263																													
INSPECTOR ULTRASONIDO NIVEL II TEC. FABIAN RICARDO TRUJILLO ATP INGENIERÍA LTDA.												COORDINADOR DEL CONTRATO ING. OCTAVIO PÉREZ MORALES ATP INGENIERÍA LTDA.						INTERVENTOR CONTRATO ING. CAMILO TORRES RUIZ CONSORCIO E.T.S.A.-CONCOL																									

Figura 24. Datos obtenidos en campo (Panametrics 37- DL PLUS)

La inserción de datos se realiza digitando los valores obtenidos durante la salida de campo, proceso que no solo está sujeto a errores de digitación, sino también a un tiempo significativamente largo para la terminación del reporte.

5.1.3 SOFTWARE DE PROCESAMIENTO UTILIZADO

Microsoft Excel, como única herramienta en el procesamiento y presentación del reporte.



5.2 ESTADO ACTUAL DEL PROCESO (PANAMETRICS 37-DL PLUS)

5.2.1 RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos se realiza utilizando almacenamiento digital, herramienta presente en el equipo o bien utilizando un DATA-LOGGER, equipo que puede almacenar hasta 60.000 datos, dependiendo del tamaño de la memoria que posea. Dicho procedimiento disminuye los errores humanos significativamente.

The screenshot displays the 'Front Panel' of the Panametrics Scan A software. At the top, there are logos for 'ecopETROL' and 'ATP INGENIERIA DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EQUIPOS DE INSPECCION'. Below these are fields for 'CLIENTE' (ecopETROL), 'CONTRATO No.' (019283747), and 'FECHA' (24 DE JULIO DE 2008). Further down, 'LINEA INSPECCIONADA' is set to 'ANDALUCIA' and 'LONGITUD DE LA LINEA (mts)' is '3000'. A section titled 'PORFAVOR SELECCIONE EL EQUIPO UTILIZADO' lists '1. PANAMETRICS', '3. PCM', and '4. CIPS', with 'PANAMETRICS SCAN A' selected in a dropdown. The 'DATOS GPS' section includes 'MARCA GPS' (TRIMBLE), 'TECNICA USADA' (TECNICA 1), 'CANALES' (12), 'MODELO GPS' (12-GP1), and 'PRECISION' (BALTA). Another section for 'EQUIPO UTILIZADO' specifies 'MARCA' (PANAMETRICS), 'MODELO' (37-DL PLUS), 'TECNICA UTILIZADA' (SCAN A), 'TRANSDUCTOR' (TIPO 1), 'ACOPLANTE' (GLICERIN 14), and 'ULTIMA CALIBRACION' (1 DE JULIO DE 2008). A 'PORFAVOR INTRODUZCA LOS DATOS REQUERIDOS' section contains various input fields: 'PRESION DE OPERACION' (500), 'FACTOR CORRECCION ALLOWANCE PARA SCAN A O TOLERANCIA A EN SCAN B' (16), 'AÑOS DE SERVICIO' (25), 'DIAMETRO NOMINAL (IN)' (6), 'DIAMETRO EXTERIOR (OD) (IN)' (6.625), 'DIAMETRO INTERIOR (ID) (IN)' (5.001), 'UNIPESO' (21.06), 'ESPESOR DE DISEÑO (IN)' (0.312), 'MÁCP' (2200.1), 'CODIGO EQUIPO' (MANDCOS), 'NUMERO O. T' (CT000032), 'NORMA APLICADA' (ASME/ANSI B31 G APENDICE 2), and 'NUMERO DE TUBOS' (87). Below this is a table with columns: LINEA DE PRODUCCION (OLEODUCTO ANDALUCIA), AÑOS DE SERVICIO (25), DIAMETRO (IN) (6), ESPESOR NOMINAL ENCONTRADO (0,312), ESPESOR MINIMO ENCONTRADO (0,241), ESPESOR MINIMO DE RETIRO (IN) (0,11727), CORROSION ALLOWANCE (IN) (0,0625), CORROSION ALLOWANCE REMANENTE (IN) (0,12373), RATA DE CORROSION (MPY) (2,84), and VIDA RESIDUAL (AÑOS) (43,5668). At the bottom, there is a 'PERFIL DE INSPECCION DE ESPESORES' graph showing 'Amplitude' vs 'Time' with three horizontal lines representing 'ESPESOR ENCONTRADO', 'ESPESOR NOMINAL', and 'ESPESOR DE RETIRO'. The graph shows a fluctuating signal between 0,100 and 0,350 amplitude over a 3400,0 time period. At the very bottom, there are fields for 'INSPECTOR ULTRASONIDO NIVEL II', 'COORDINADOR DEL CONTRATO', and 'INTERVENTOR CONTRATO'.

Figura 25. Panel frontal del Software Panametrics Scan Ay B

5.2.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS

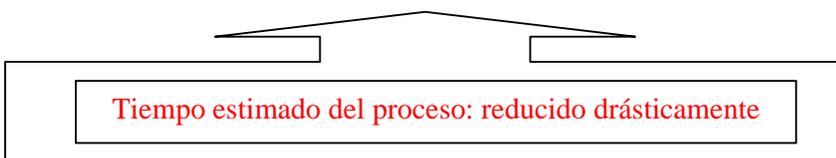
La graficación de los datos obtenidos en campo se realiza de forma automática una vez se hallan descargado desde el equipo de almacenamiento en memoria. Labview se encarga de organizar la información en el reporte de forma automática, proceso que hace que el reporte esté libre de errores por digitación y disminuya el tiempo de presentación del mismo de forma significativa. El proceso de inserción de datos se repetirá y creará nuevas hojas de reporte tantas veces como la cantidad de datos lo exija.

ESPESES (µ)		UBICACIÓN GPS		ESPESES (µ)		UBICACIÓN GPS													
ABSCISA	PERFIL DE LA TUBERÍA					ESPESES MÍNIMO REGISTRADO	POSICIÓN GEODÉSICA			ABSCISA	PERFIL DE LA TUBERÍA					ESPESES MÍNIMO REGISTRADO	POSICIÓN GEODÉSICA		
	N° TUBO	0"	135"	180"	235"		N	E	ALTURA (m)		N° TUBO	0"	135"	180"	235"		N	E	ALTURA (m)
0-001	0,265	0,270	0,270	0,270	0,265	0,265				0-047	0,259	0,258	0,270	0,258	0,258				
0-003			0,274		0,274	0,274				0-052			0,268		0,268				
0-005	0,265	0,270	0,267	0,264	0,263	0,263				0-056	0,259	0,257	0,255	0,259	0,255				
0-007	0,272	0,270	0,264	0,264	0,270	0,270				0-060	0,266	0,261	0,265	0,264	0,261				
0-012					0,270	0,270				0-065			0,265		0,265				
0-018	0,254	0,266	0,267	0,260	0,254	0,254				0-070	0,262	0,267	0,266	0,250	0,258				
0-020	0,275	0,264	0,264	0,271	0,262	0,262				0-072	0,260	0,267	0,261	0,259	0,259				
0-023			0,276		0,276	0,276				0-076			0,259		0,259				
0-021	0,276	0,274	0,276	0,276	0,274	0,274				0-083	0,268	0,265	0,268	0,269	0,265				
0-023	0,277	0,274	0,271	0,275	0,271	0,271				0-085	0,269	0,266	0,265	0,266	0,265				
0-028					0,266	0,266				0-091			0,260		0,260				
0-043	0,281	0,271	0,270	0,275	0,270	0,270				0-096	0,264	0,276	0,276	0,260	0,266				
0-045	0,270	0,270	0,270	0,265	0,265	0,265				0-098	0,269	0,270	0,266	0,270	0,269				
0-051					0,269	0,269				0-093			0,269		0,269				
0-056	0,272	0,271	0,267	0,271	0,261	0,261				0-099	0,264	0,277	0,277	0,265	0,264				
0-058	0,275	0,267	0,277	0,276	0,275	0,275				0-111	0,261	0,269	0,262	0,266	0,261				
0-064			0,272		0,272	0,272				0-116			0,262		0,262				
0-069	0,274	0,270	0,264	0,276	0,264	0,264				0-122	0,269	0,262	0,266	0,267	0,262				
0-071	0,261	0,277	0,264	0,267	0,261	0,261				0-124	0,262	0,269	0,272	0,270	0,262				
0-076			0,266		0,266	0,266				0-129			0,276		0,276				
0-082	0,270	0,264	0,260	0,270	0,260	0,260				0-132	0,270	0,267	0,272	0,260	0,267				
0-084	0,265	0,265	0,272	0,272	0,265	0,265				0-135	0,262	0,262	0,265	0,267	0,261				
0-085					0,269	0,269				0-140	0,261	0,262	0,250	0,251	0,257				
0-089	0,271	0,264	0,264	0,267	0,264	0,264				0-148	0,267	0,266	0,267	0,271	0,257				
0-091					0,263	0,263				0-154			0,261		0,261				
0-093	0,271	0,260	0,260	0,266	0,260	0,260				0-159	0,266	0,264	0,260	0,261	0,264				
0-095	0,270	0,270	0,272	0,260	0,270	0,270				0-161	0,259	0,261	0,267	0,267	0,256				
0-091					0,260	0,260				0-166			0,264		0,264				
0-096	0,262	0,272	0,277	0,267	0,262	0,262				0-172	0,255	0,255	0,270	0,265	0,255				
0-098	0,257	0,250	0,256	0,256	0,250	0,250				0-174	0,276	0,261	0,266	0,267	0,261				
0-104					0,262	0,262				0-179			0,270		0,270				
0-108	0,255	0,265	0,257	0,270	0,255	0,255				0-184	0,265	0,271	0,261	0,254	0,254				
0-101	0,267	0,266	0,262	0,270	0,262	0,262				0-186	0,260	0,260	0,266	0,264	0,264				
0-106					0,270	0,270				0-192			0,270		0,270				
0-102	0,272	0,266	0,274	0,269	0,266	0,266				0-197	0,269	0,271	0,277	0,264	0,264				
0-104	0,274	0,270	0,262	0,267	0,265	0,265				0-200	0,264	0,257	0,270	0,265	0,257				
0-102					0,255	0,255				0-205			0,261		0,262				
0-105	0,256	0,265	0,264	0,261	0,256	0,256				0-210	0,265	0,271	0,265	0,266	0,265				

Figura 25. Datos obtenidos en campo (Panametrics 37- DL PLUS)

5.2.3 SOFTWARE DE PROCESAMIENTO UTILIZADO

Labview como software de adquisición y procesamiento de datos, acompañado de Excel.



5.3 ESTADO PASADO DEL PROCESO (PCM)

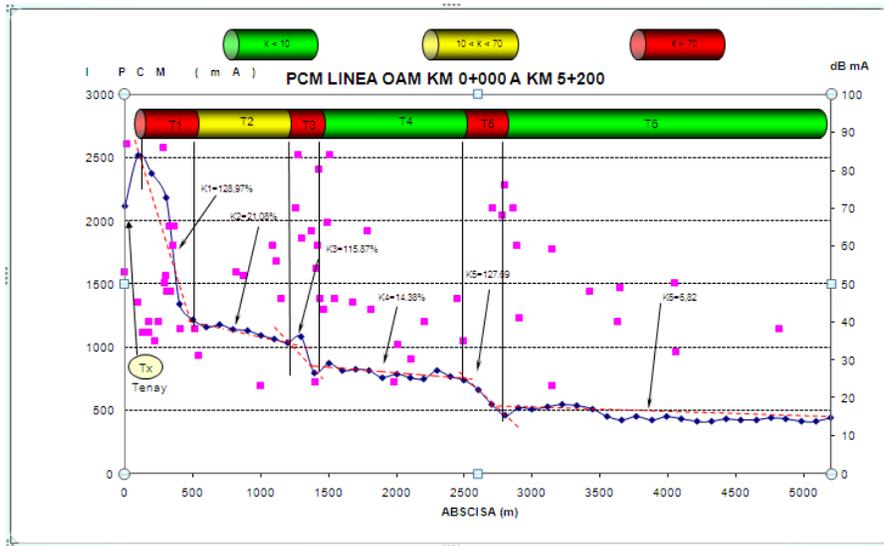


Figura 26. Panel frontal PCM (pasado)

5.3.1 RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos se realiza de forma manual durante las salidas de campo realizadas por la compañía. Errores humanos durante la recolección de datos eran factibles de presentarse debido a agotamiento, entre otros aspectos.

5.3.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS

La inserción de datos se realiza digitando los valores obtenidos durante la salida de campo, proceso que no solo está sujeto a errores de digitación, sino también a un tiempo significativamente largo para la terminación del reporte. Graficación compleja.

#	ABSCISA A	mA	PROFUNDI	COMENTARI	ALTURA	LATITUD	LONGITUD	Tramo	Long Tramo	Delta I _{PCM}	Severidad	Modulo K
1	0	2120			447.584	3 04 37.113363197 N	75 17 57.184883232 D					
2	100	2520			451.098	3 04 37.146109500 N	75 17 57.285032320 D	T ₁	400	1300	51.58%	128.87%
3	200	2390			447.420	3 04 38.163395291 N	75 17 57.712099200 D					
4	300	2180			444.687	3 04 41.434148582 N	75 17 56.924964150 D					
5	400	1340			444.618	3 04 44.688628707 N	75 17 56.131072228 D					
6	500	1220			435.768	3 04 47.344644414 N	75 17 55.094838859 D	T ₁	700	180	14.75%	21.08%
7	600	1160			437.279	3 04 51.402637793 N	75 17 54.842667191 D					
8	700	1190			442.740	3 04 54.625697793 N	75 17 54.235224139 D					
9	800	1140			443.957	3 04 58.140036887 N	75 17 53.959302785 D					
10	900	1130			445.330	3 05 01.583018226 N	75 17 53.891735084 D					
11	1000	1090	2.20		448.717	3 05 03.348477389 N	75 17 51.084395337 D					
12	1100	1060	1.04		451.304	3 05 06.405667385 N	75 17 48.116317157 D					
13	1200	1040	1.81		448.550	3 05 08.397220409 N	75 17 45.742157505 D	T ₁	200	241	23.07%	115.87%
14	1300	1060	2.34		442.463	3 05 11.546648569 N	75 17 43.335822028 D					
15	1400	799	1.94		438.293	3 05 13.376732898 N	75 17 41.204035304 D					
16	1500	859	1.70		433.487	3 05 16.442824854 N	75 17 38.959508634 D	T ₁	1000	125	14.38%	14.38%
17	1600	812	1.75		441.393	3 05 20.091496705 N	75 17 35.650058678 D					
18	1700	827	1.79		445.971	3 05 23.060869749 N	75 17 34.073842031 D					
19	1800	815	3.09		449.769	3 05 26.185227260 N	75 17 33.068104445 D					
20	1900	760	1.82		450.347	3 05 29.493912849 N	75 17 31.889476230 D					
21	2000	799	2.27		444.969	3 05 32.93777995 N	75 17 30.987494817 D					
22	2100	761	2.28		444.500	3 05 35.827461807 N	75 17 28.923123899 D					
23	2200	748	1.35		443.003	3 05 39.045583475 N	75 17 28.872172397 D					
24	2300	816	3.51		437.361	3 05 42.778064411 N	75 17 28.241070421 D					
25	2400	764	1.67		439.267	3 05 46.112253938 N	75 17 27.622767547 D					
26	2500	744	1.94		434.792	3 05 49.542593848 N	75 17 26.387102945 D	T ₁	300	285	38.31%	127.69%
27	2600	667	1.75		442.319	3 05 53.044569571 N	75 17 26.31125556 D					
28	2700	545	1.82		438.076	3 05 56.855248230 N	75 17 25.060104916 D					

Figura 27. Datos obtenidos en campo (PCM)

5.4 ESTADO ACTUAL DEL PROCESO (PCM)

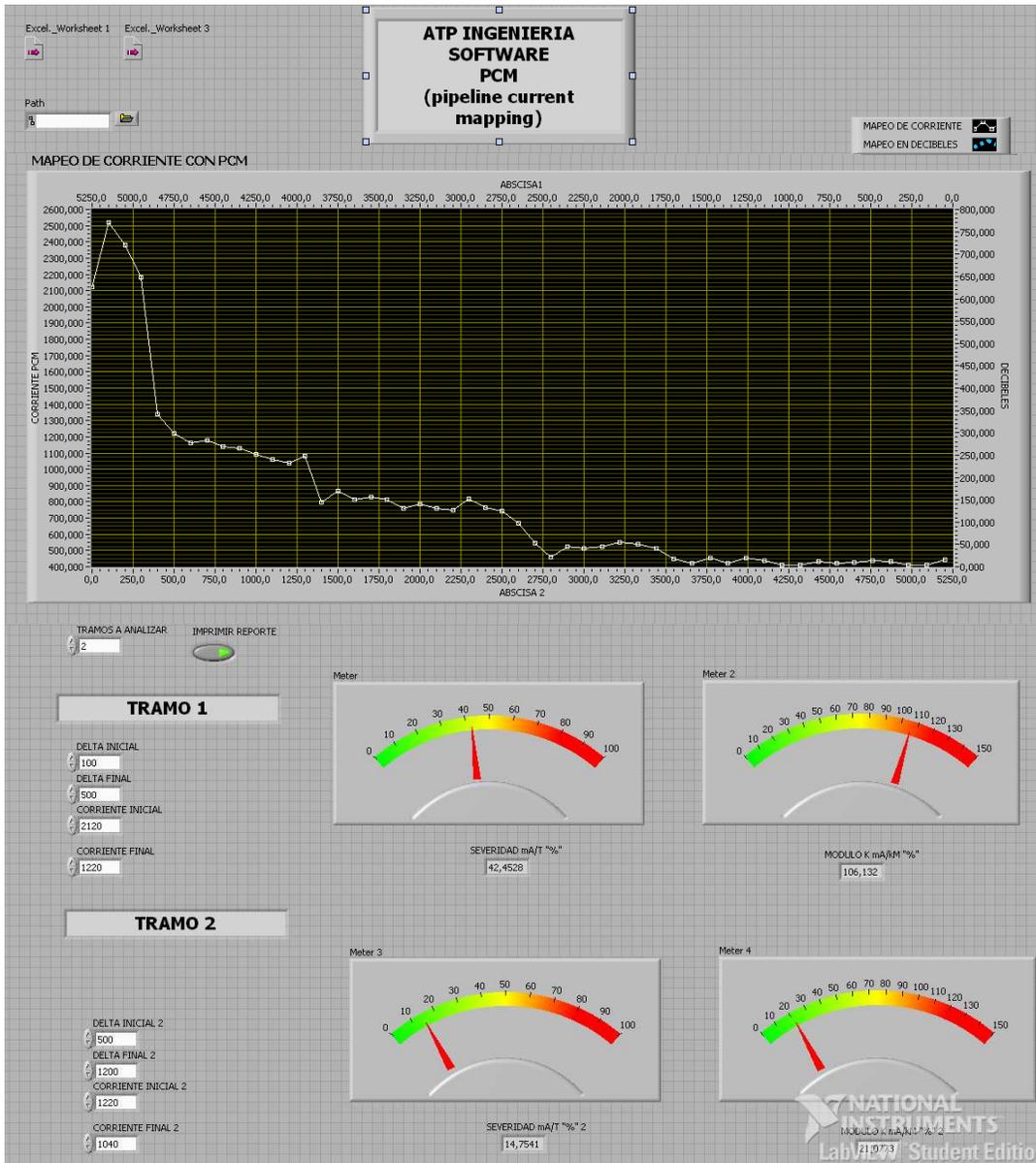


Figura 28. Panel frontal del Software PCM

5.4.1 RECOLECCION DE DATOS

Ayudas graficas permitirán identificar inmediatamente daños en el tubo, además de su grado de severidad. la recolección de datos se realiza utilizando almacenamiento digital, herramienta presente en el equipo o bien utilizando un DATA-LOGGER, equipo que puede almacenar hasta 60.000 datos, dependiendo del tamaño de la memoria que posea. Dicho procedimiento disminuye los errores humanos significativamente.

5.4.2 ANALISIS E INSERCIÓN DE DATOS

La graficación de los datos obtenidos en campo se realiza de forma automática una vez se hallan descargado desde el equipo de almacenamiento en memoria. Labview se encarga de organizar la información en el reporte de forma automática, proceso que hace que el reporte esté libre de errores por digitación y disminuya el tiempo de presentación del mismo de forma significativa.

5.5 SOFTWARE AFORO TANQUES ESTADO PASADO Y ACTUAL

The screenshot displays the front panel of the 'SOFTWARE AFORO DE TANQUES HORIZONTALES' application. The interface is organized into several sections for data entry:

- Header:** Features the logo of 'ATP INGENIERIA LTDA Asistencia Técnica Profesional' and the title 'ATP INGENIERIA SOFTWARE AFORO DE TANQUES HORIZONTALES'.
- DATOS DEL TANQUE:** Fields for 'No. DEL TANQUE' (0123478), 'CLIENTE' (MOCCOL), 'OPERARIO' (FABIAN TRUJILLO), 'UBICACION' (PACANDE NORTE 1), and 'FECHA' (JUNIO 13 DE 2008).
- DATOS DE CAMPO:** Includes a 'TIPO DE MEDIDAS' dropdown menu and a 'MEDIDAS EXTERNAS' checkbox.
- DATOS DEL CUERPO O CILINDRO:** Fields for 'CIRCUNFERENCIA PROMEDIO (mm)' (9451), 'LONG CILINDRO ENTRE SOLDADURAS (mm)' (11017), and 'ESPOSOR DE LAMINA DEL CILINDRO (mm)' (6,35).
- DATOS DE INCLINACION DEL TANQUE:** Fields for 'DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LOS EXTREMOS (mm)' (6), 'DISTANCIA MEDIDA ENTRE LOS EXTREMOS (mm)' (1026), and 'DISTANCIA DE (DIP) AL EXTREMO MAS ALTO (mm)' (7610).
- PARA CALCULO DE VOLUMEN DE LOS EXTREMOS USAR:** A section with checkboxes for volume calculation and a 'PROFUNDIDAD DEL EXTREMO "B"' dropdown.
- DATOS DEL EXTREMO 1:** Fields for 'LONGITUD DEL EXTREMO (mm)' (474,7), 'ESPOSOR DE LAMINA (mm)' (6,35), and 'LONGITUD STRAIGHT FLANGE (mm)' (60).
- DATOS DEL EXTREMO 2:** Fields for 'LONGITUD DEL EXTREMO (mm)' (474,7), 'ESPOSOR DE LAMINA (mm)' (6,35), and 'LONGITUD STRAIGHT FLANGE (mm)' (60).
- CONDICIONES DE AFORO DEL TANQUE:** Fields for 'TEMPERATURA AMBIENTE (FAHRENHEIT)' (55), 'TEMPERATURA DEL PRODUCTO (FAHRENHEIT)' (94), and 'PRESION DE OPERACION (PSI)' (14,7).
- OPCIONES:** Includes an 'INCREMENTO DE LA TABLA' dropdown (set to 1) and an 'OK' button.

The interface also includes a 'LabVIEW Student Edition' watermark and a 'NATIONAL INSTRUMENTS' logo in the bottom right corner.

Figura 29. Panel frontal del software de aforos de tanques horizontales

El software utilizado para la calibración de tanques horizontales posee las mismas características que el anteriormente utilizado por la compañía, la ventaja yace en el hecho que este software será propio de la compañía a diferencia del anterior que era proporcionado por otra empresa a la cual se le tenía que reconocer anualmente dinero por renovación del licencia y mantenimiento del software.

AHORRO ESTIMATIVO

La empresa espera ahorrar un valor significativo de dinero, pues anualmente en gastos de mantenimiento, reinstalación del software de aforo y licencia, gastaba un valor considerable. No solo esto, con el software de reportes espera ahorrar el dinero que se le pagaba a los digitadores por el tiempo que les tomaba transcribir los datos tomados en campo para ser plasmados en Excel.

La aceleración de dichos procesos convertirá a ATP Ingeniería LTDA en una empresa de mayor prestigio, lo que contribuirá a la obtención de más contratos, ya que se entregarán trabajos de gran calidad y confiabilidad en un menor tiempo.

6. CONCLUSIONES

- Se logro desarrollar un sistema de adquisición, procesamiento y evaluación de datos para la calibración de tanques y equipos de inspección de líneas de transporte de hidrocarburos: Panametrics y PCM optimizando los tiempos y reduciendo costos a la empresa.
- Se logro obtener conocimiento acerca del tipo de tecnología y técnicas utilizadas por la empresa, orientadas al servicio de integridad metalmecánica.
- Se desarrollo un software dirigido a la calibración de tanques horizontales bajo la norma correspondiente que representara un ahorro monetario significativo para la compañía en licencias y mantenimiento.
- Se conocieron las ventajas del lenguaje de programación grafico con respecto a los demás, mostrándose este como uno flexible capaz de incluir otros lenguajes como “C” y de fácil uso.
- Se conoció mucho más a fondo el potencial que tiene la herramienta de programación LabVIEW, siendo esta muy potente tanto para la programación como para adquisición de datos. Durante la carrera se manejo este software netamente como una herramienta de adquisición de datos e interfaz grafica, siendo esta este capaz de realizar cualquier tipo de tarea que realzarían otros lenguajes de programación.
- Se conoció la tecnología que las empresas prestadoras de servicio como ATP INGENIERIA LTDA. están utilizando para el mantenimiento y la inspección metalmecánica. En el caso de los equipos PANAMETRICS, el ultrasonido fue la base para la inspección de espesores, mientras que para el equipo PCM el análisis del transporte de corriente a lo largo de la tubería fue la base para la inspección.
- Se comprendió la capacidad que posee Labview para enlazarse y trabajar de la mano con otros programas como Matlab o Microsoft Excel que fue el utilizado en este caso, facilitando muchas tareas que tal vez Labview no pudo solucionar tan fácilmente como lo harían otros.
- la interfaz visual ofrecida por Labview se considero como una de las ventajas principales al momento de escoger el software para desarrollar el proyecto. No solo esto, la facilidad con la que permite enlazarse con otros programas fue decisivo para la decisión tomada.
- Se entendió la facilidad con la que labview permite realizar tareas, pues al ser un lenguaje de programación grafico, permite una mejor comprensión acerca de la manera como trabajan las herramientas que el software ofrece para realizar programación.
- Para lograr la lectura de datos por parte de Labview se hizo necesario almacenar los datos en Excel utilizando la extensión .CSV, extensión que permite identificar columnas

una a una mediante el delimitador “;” utilizado en labview, de otra forma, Labview no reconoce los datos almacenados en Excel.

- Se aprendió a manejar la herramienta de programación suministrada por Excel, herramienta que facilito la manipulación de datos suministrados por labview una vez insertados en los formatos establecidos por la empresa. Dicho código se presenta como lenguaje C con algunas variaciones en los términos utilizados al realizar la programación.

BIBLIOGRAFÍA

Jose Rafael Lajara Vizcano, Jose Pelegri Sebastián. Labview Entorno gráfico de programación, 2007.

National Instruments, <http://forums.ni.com/ni/>.

American Petroleum Institute, Standard Method for Measurement and Calibration of Horizontal Tanks, API Standard 2551 , 1987.

ASM International (American Society for Materials). Corrosion 5^a éd, vol. 13 de ASM Handbook.

Radiotection. Pipeline Current Mapper User Guide.

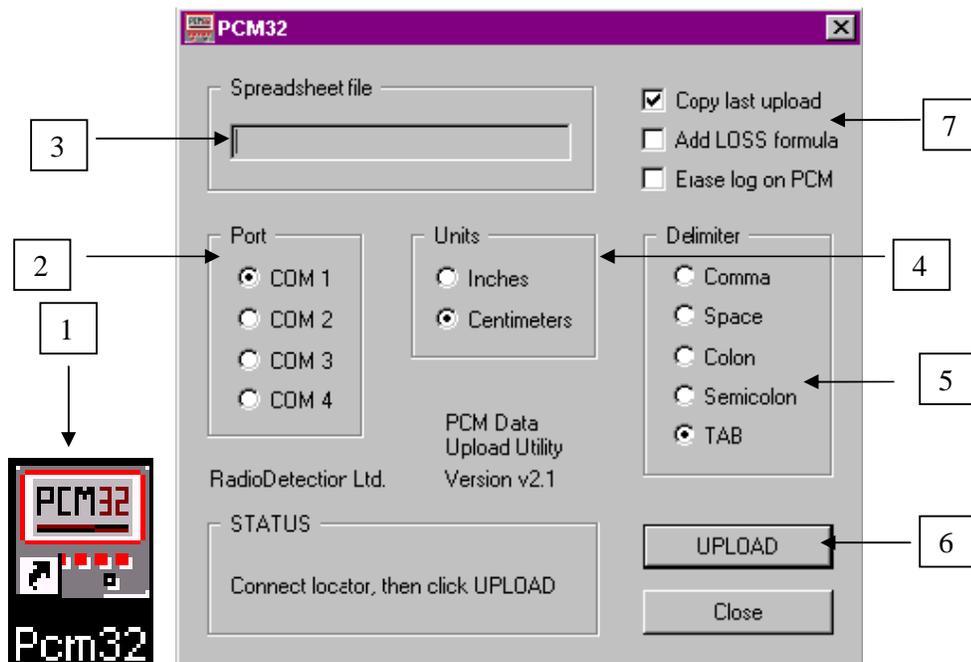
PCM Plus™ Pipeline Current Mapper by Radiodetection.
<http://www.farwestcorrosion.com/fwst/instrum/pcm01.htm>.

ANEXOS

MANUAL DEL USUARIO SOFTWARE ATP INGENIERIA



1. DESCARGA DE DATOS (PCM)



1. SOFTWARE UTILIZADO PARA LA DESCARGA DE DATOS.
2. PUERTO SERIAL A UTILIZAR PARA REALIZAR LA CONEXIÓN ENTRE EL EQUIPO Y EL COMPUTADOR.
3. NOMBRE DEL ARCHIVO EN EL CUAL SE VAN A ALMACENAR LOS DATOS.
4. UNIDADES UTILIZADAS
5. DEPENDIENDO DE LA FORMA EN LA QUE SE VAYAN A DESCARGAR LOS DATOS SE ESCOGERA UNO U OTRO, POR EJEMPLO, SI LOS DATOS VA A SER DESCARGADOS A UN ARCHIVO DE EXCEL SE DEBE ESCOGER EL DELIMITADOR "TAB". POR OTRO LADO, SI LOS DATOS SE VAN A DESCARGAR LOTUS123, EL DELIMITADOR USADO DEBE SER "COMMA".
6. BOTON DE EJECUCION.

7. OPCIONES DE DESCARGA:

Copy last upload

ESTA OPCION PERMITE UNA DESCARGA SENCILLA EN MICROSOFT EXCEL. NOTA: SOLO FUNCIONARA CON MICROSOFT EXCEL.

Add LOSS formula

AL SELECCIONAR ESTA OPCION, UNA NUEVA COLUMNA SERA INCLUIDA, COLUMNA QUE CALCULARA LA PERDIDA EN DECIBELES "dB" POR KILOMETRO.

Erase log on PCM

AL SELECCIONAR ESTA OPCION, LA INFORMACION ALMACENADA EN EL PCM SERA BORRADA INMEDIATAMENTE DESPUES DELA DESCARGA DE LOS DATOS EN EL COMPUTADOR.

Microsoft Excel - SimulationGasPipelinedata

File Edit View Insert Format Tools Data Window

Arial 10 B I U

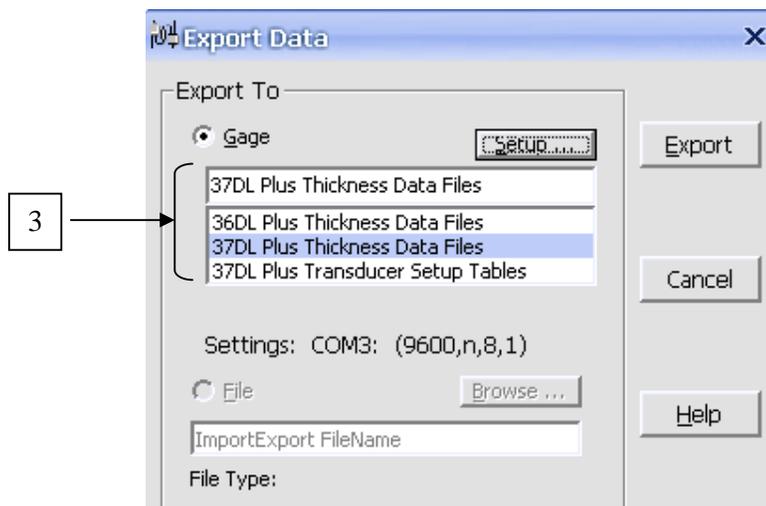
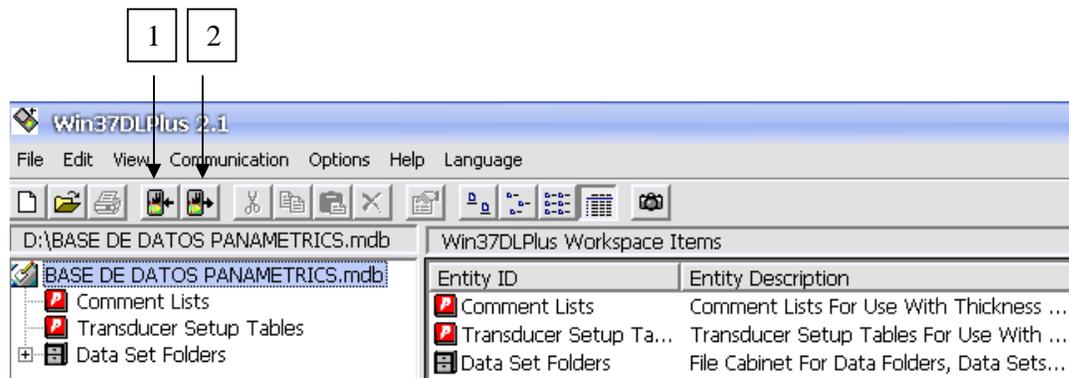
B7 = 0

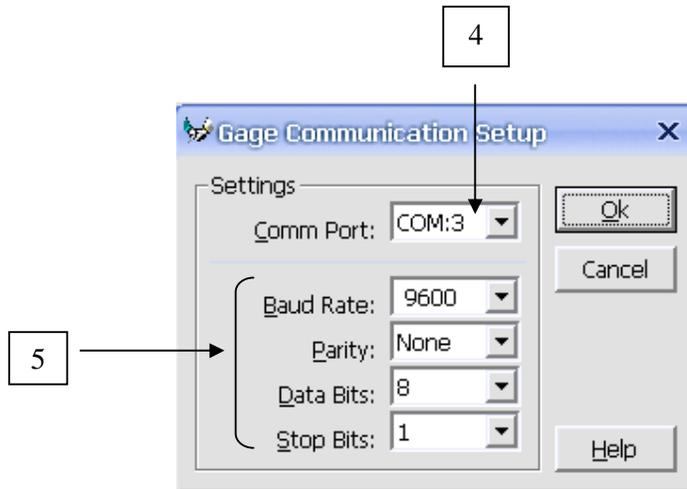
	A	B	C	D	E	F
1	PCM Receiver Datalog Upload File - September 7 '99 17:28:16					
2						
3	Log	Distance	4Hz	4Hz	Direction	Depth
4	Number		(mA)	(dBmA)		(cm)
5						
6						
7	1	0	293.3	49.35	Undefined	66
8	2	25	273.5	48.74	Reverse	64
9	3	50	265	48.46	Reverse	63
10	4	75	263.5	48.42	Reverse	62
11	5	100	260.1	48.3	Reverse	63
12	6	125	257.4	48.21	Reverse	60
13	7	150	257.3	48.21	Reverse	62
14	8	175	254.6	48.12	Reverse	61
15	9	200	253.8	48.09	Reverse	61
16	10	225	253.3	48.07	Reverse	62
17	11	250	249.2	47.93	Reverse	58

2. DESCARGA DE DATOS (PANAMETRICS)



2.1 PANEL FRONTAL





1. IMPORTAR DATOS: IMPORTA DATOS DEL PC AL EQUIPO.
2. EXPORTAR DATOS: EXPORTA DATOS DEL EQUIPO AL PC, UTILIZANDO MICROSOFT EXCE O EL BLOCK DE NOTAS COMO VISORES.
3. REFERENCIA DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA INSPECCION.
4. PUERTO MEDIANTE EL CUAL SE REALIZARA LA COMUNICACIÓN ENTRE EL PC Y EL EQUIPO.
5. CONFIGURACION DE LA VELOCIDAD DE TRANSMICION, BITS DE PARIDAD, BITS DE PARADA.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3				Measurements Only						
4										
5										
6				PANAMETRICS Ultrasonic Thickness Gage						
7										
8	File Name:					MF1	Survey Date:			10/03/2008
9	File Type:				Sequential With Custom Points		Erase Protection:			ON
10	File Mode:	THK								
11	File Description:									
12	Location Note:									
13	Inspector ID	FRT								
14										
15										
16	Data Point I	Thickness	Units	Flags	Setup	Comments	Date	Active	Modified	
17	001A	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
18	001B	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
19	001C	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
20	001D	0,28	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
21	001E	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
22	001F	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
23	001G	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	
24	001H	0,29	IN	L-m-F	0002	----	23/11/2007	Yes	No	

1. DATOS PERTENECIENTES A LOS EQUIPOS, CONTRATO, CLIENTES, FECHA.
2. **EQUIPO UTILIZADO: AQUÍ SE ESCOGE EL TIPO DE EQUIPO Y ESCANEADO REALIZADO POR ESTE SIENDO ESTOS TIPO DE ESCANEADO SCAN A O B.**
3. DATOS TOMADOS EN CAMPO Y NOMINALES DE LA TUBERIA, NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL CALCULO DE VIDA RESIDUAL.
4. **NUMERO DE TUBOS: MUY IMPORTANTE, DE ESTA FORMA EL SOFTWARE SABE LA CANTIDAD DE DATOS Y HOJAS QUE DEBE IMPRIMIR.**
Z
5. **TIPO DE REPORTE: EL TIPO DE REPORTE ESCOGIDO, SEA EL “FORMATO 1” FORMATO DEL SCAN A O “FORMATO 2” FORMATO DEL SCAN B, ESCOGERA EL FORMATO SOBRE EL CUAL SE VA A REALIZAR LA IMPRESIÓN.**
6. RESULTADOS OBTENIDOS
7. GRAFICA COMPARATIVA ENTRE ESPESORES TOMADOS EN CAMPO, ESPESORES NOMINALES Y ESPESORES DE RETIRO.
8. DATOS DE INSPECTOR, INTERVENTOR Y COORDINADOR DEL CONTRATO.

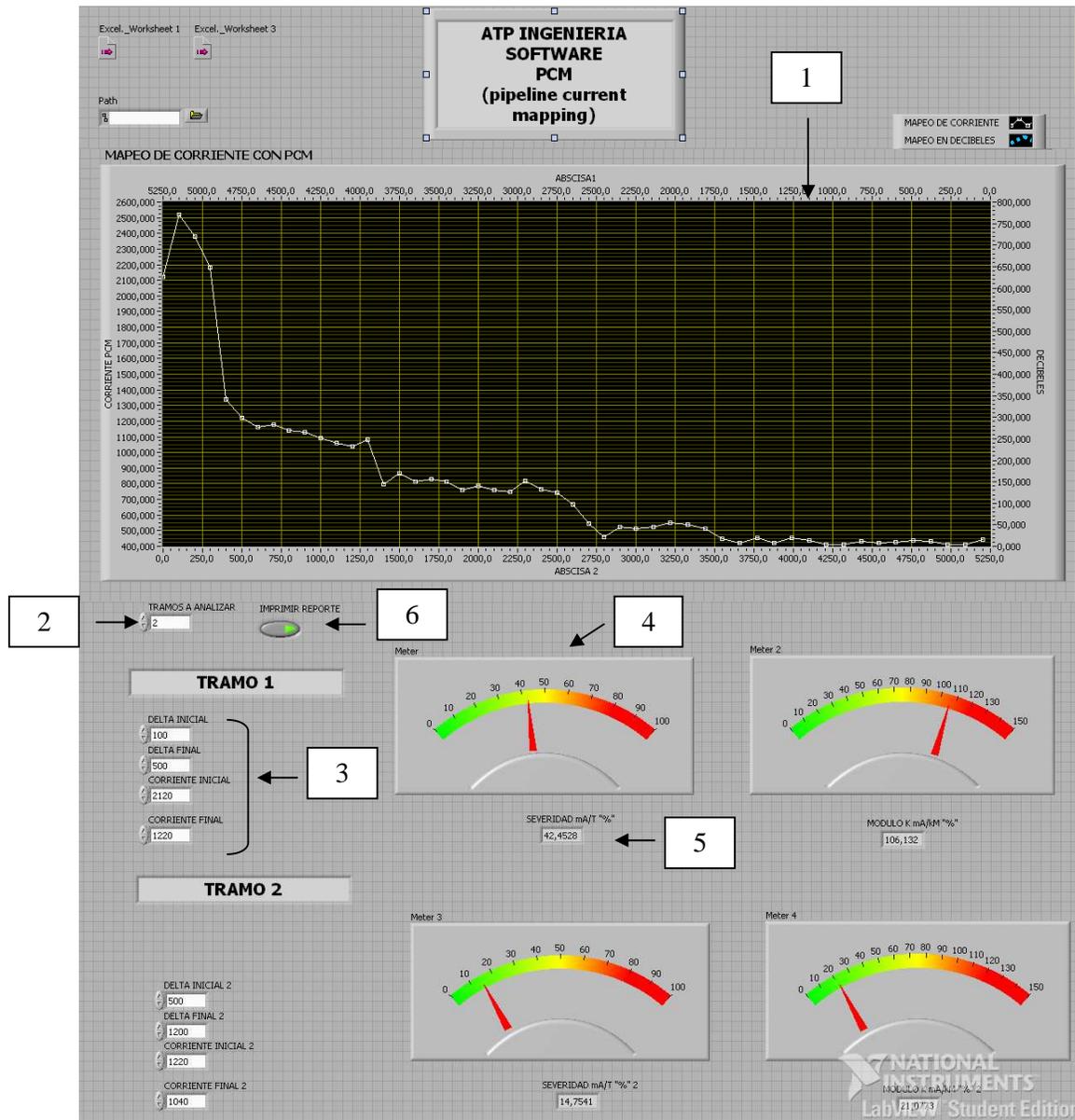
NOTA: ESTE SOFTWARE VIENE ACOMPAÑADO DE DOS MACROS REALIZADOS EN EXCEL LLAMADOS FORMATO 1 Y FORMATO 2. LAS MACROS VIENEN ACOMPAÑADAS DE BOTONES QUE REALIZAN UNA FUNCION ESPECIFICA EN EL REPORTE Y QUE SE EXPLICAN A CONTINUACION.

3.1 MACROS

eCOPETROL		CONTRATO ECOPETROL																		ATA INGENIERIA LTDA	
DATOS GENERALES:																				MOVER DATOS	
CLIENTE: ECOPETROL CONTRATO: ALBERTO FECHA: 21/04/2022																				MINIMO VALOR	
LINEA INSPECCIONADA: CLECONTO-MANALCUM LONGITUD DE LA LINEA: 2000 PLATA: PUNTO: 1 DI: 4																					
EQUIPOS UTILIZADOS:																					
MARCA: PANMETRO MODELO: SP-2L PLUS TECNICA USADA: JCOANA TRANSDUCTOR: SP-1 SOPORTE: GUERIN-18																					
MARCA: TIBRE MODELO: 25-11 TECNICA USADA: HORTEL PRECISION: 0.05 DAMALES: 12																					
REGISTRO DE ESPESORES SCAN A Y POSICION GPS:																					
ARBITRO	ESPESORES (mm)				INICIALES GPS			ARBITRO	ESPESORES (mm)				INICIALES GPS								
	#	F	IMP	IMP	#	X	Y		#	F	IMP	IMP	#	X	Y						
25	1	0,265	0,272	0,273	0,27			152													
26	5	0,263	0,273	0,267	0,264			158	0,268	0,265	0,26	0,272									
27	7	0,272	0,273	0,264	0,264			165	0,265	0,255	0,26	0,257									
28	12			0,27				170			0,263										
29	18	0,254	0,266	0,261	0,26			172	0,274	0,26	0,267	0,271									
30	20	0,275	0,264	0,262	0,271			178	0,262	0,263	0,264	0,259									
31	25			0,276				183			0,261										
32	31	0,276	0,274	0,276	0,276			185	0,258	0,262	0,262	0,263									
33	33	0,277	0,274	0,271	0,273			191	0,264	0,258	0,258	0,256									
34	38			0,266				196			0,263										
35	43	0,291	0,271	0,27	0,275			198	0,268	0,262	0,266	0,272									
36	45	0,256	0,256	0,258	0,265			203	0,263	0,261	0,256	0,262									
37	51			0,255				208			0,257										
38	56	0,261	0,263	0,259	0,259			211	0,258	0,256	0,262	0,271									
39	59	0,259	0,265	0,265	0,26			216	0,249	0,252	0,278	0,263									
40	64			0,266				222			0,26										
41	69	0,269	0,269	0,264	0,261			224	0,257	0,258	0,255	0,257									
42	71	0,262	0,262	0,262	0,278			229	0,249	0,257	0,254	0,26									
43	76			0,267				233			0,26										
44	82	0,261	0,259	0,257	0,257			235	0,26	0,26	0,262	0,261									
45	84	0,261	0,264	0,258	0,264			240	0,262	0,271	0,256	0,259									
46	85			0,255				245			0,26										
47	89	0,261	0,27	0,254	0,264			246	0,258	0,261	0,26	0,259									
48	91	0,27	0,264	0,267	0,262			254	0,261	0,262	0,255	0,261									
49	93			0,263				258			0,259										
50	95	0,26	0,261	0,267	0,269			261	0,261	0,253	0,252	0,252									
51	101	0,27	0,26	0,259	0,265			266	0,257	0,256	0,254	0,255									
52	106			0,262				272			0,261										
53	109	0,261	0,261	0,26	0,266			274	0,252	0,255	0,265	0,27									
54	114	0,259	0,266	0,261	0,277			279	0,265	0,256	0,267	0,259									
55	119			0,265				284			0,257										
56	121	0,254	0,255	0,254	0,259			286	0,259	0,26	0,265	0,26									
57	126	0,27	0,259	0,26	0,27			292	0,259	0,255	0,259	0,252									
58	132			0,263				297			0,258										
59	134	0,266	0,268	0,26	0,261			299	0,268	0,26	0,263	0,259									
60	139	0,266	0,265	0,261	0,263			305	0,259	0,257	0,258	0,26									
61	145			0,26				310			0,256										
62	147	0,256	0,259	0,262	0,262			312	0,26	0,253	0,26	0,263									
63	INSPECTOR ULTRASONIDO NIVEL II				COORDINADOR DEL CONTRATO				INTERVENIENTE CONTRATO												
64	FADIAN TORREALBA				DIEGAM FAREZ				EDGAM PERALTA												
65	ATA INGENIERIA LTDA.				ATA INGENIERIA LTDA.				CONSORCIO ETEA-CONOCI												

1. MOVER DATOS: DESPLAZA EL DATO TOMADO EN LA MITAD DEL TUBO, DEPENDIENDO SI FUERON TOMADOS A 0 GRADOS, A 355 ETC.
2. MINIMO VALOR: ENCUENTRA EL MINIMO VALOR DE LAS 4 MEDIDAS TOMADAS Y LO IMPRIME EN LA CASILLA LLAMADA

4. SOFTWARE EQUIPO PCM (pipeline current mapping)



1. GRAFICA DE MAPEO DE CORRIENTE: MUESTRA LA CORRIENTE EN mA QUE CIRCULA POR EL TUBO EN FUNCION DE LA LONGITUD DEL TUBO.
2. TRAMOS A ANALIZAR: INDICA LA CANTIDAD DE TRAMOS EN LOS CUALES SE VA A DIVIDIR LA GRAFICA PARA EL ANALISIS.
3. VALORES POR TRAMOS QUE DEBEN SER INTRODUCIDOS PARA CALCULAR LA SEVERIDAD Y EL MODULO K, SIENDO DELTA INICIAL EL VALOR DE ABCISA DEL INICIO DEL TRAMO Y DELTA FINAL EL VALOR DE ABCISA FINAL DEL TRAMO.
4. INDICADOR GRAFICO DEL VALOR DE LA SEVERIDAD Y DEL MODULO K, SIENDO EL COLOR VERDE UN DAÑO NULO, EL COLOR AMARILLO DAÑO MEDIO Y EL ROJO DAÑO SEVERO.
5. INDICADOR NUMERICO CORRESPONDIENTE AL INDICADOR GRAFICO.
6. IMPRIMIR REPORTE: AL SER PRESIONADO IMPRIME EL REPORTE EN MICROSOFT EXCEL.

5. SOFTWARE AFORO DE TANQUES HORIZONTALES

The screenshot shows the software interface for horizontal tank gauging. It features a menu bar at the top and a main workspace with several data entry panels. The panels are organized as follows:

- ATP INGENIERIA SOFTWARE AFORO DE TANQUES HORIZONTALES** (Title Bar)
- DATOS DEL TANQUE** (Tank Data): Includes fields for No DEL TANQUE (0123478), CLIENTE (HOCOL), OPERARIO (FABIAN TRUJILLO), UBICACION (PACANDE NORTE 1), and FECHA (JUNIO 13 DE 2008).
- DATOS DE CAMPO** (Field Data): Includes TIPO DE MEDIDAS and MEDIDAS EXTERNAS.
- DATOS DEL CUERPO O CILINDRO** (Body/Cylinder Data): Includes CIRCUNFERENCIA PROMEDIO (mm) (9451), LONG CILINDRO ENTRE SOLDADURAS (mm) (11017), and ESPESOR DE LAMINA DEL CILINDRO (mm) (6,35).
- DATOS DE INCLINACION DEL TANQUE** (Tank Inclination Data): Includes DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LOS EXTREMOS (mm) (6), DISTANCIA MEDIDA ENTRE LOS EXTREMOS (mm) (1026), and DISTANCIA DE (DIP) AL EXTREMO MAS ALTO (mm) (7610).
- PARA CALCULO DE VOLUMEN DE LOS EXTREMOS USAR:** (For volume calculation of the ends use:). Includes PROFUNDIDAD DEL EXTREMO "a" (Depth of end "a").
- DATOS DEL EXTREMO 1** (End 1 Data): Includes LONGITUD DEL EXTREMO (mm) (474,7), ESPESOR DE LAMINA (mm) (6,35), and LONGITUD STRAIGHT FLANGE (mm) (60).
- DATOS DEL EXTREMO 2** (End 2 Data): Includes LONGITUD DEL EXTREMO (mm) (474,7), ESPESOR DE LAMINA (mm) (6,35), and LONGITUD STRAIGHT FLANGE (mm) (60).
- CONDICIONES DE AFORO DEL TANQUE** (Tank Gauging Conditions): Includes TEMPERATURA AMBIENTE (FAREHEIT) (55), TEMPERATURA DEL PRODUCTO (FAREHEIT) (94), and PRESION DE OPERACION (PSI) (14,7).
- OPCIONES** (Options): Includes INCREMENTO DE LA TABLA (1) and an OK button.

Numbered callouts (1-9) point to specific elements:

- 1: Points to the 'DATOS DEL TANQUE' section.
- 2: Points to the 'MEDIDAS EXTERNAS' dropdown menu.
- 3: Points to the 'DATOS DEL CUERPO O CILINDRO' section.
- 4: Points to the 'DATOS DE INCLINACION DEL TANQUE' section.
- 5: Points to the 'PROFUNDIDAD DEL EXTREMO "a"' dropdown menu.
- 6: Points to the 'DATOS DEL EXTREMO 1' and 'DATOS DEL EXTREMO 2' sections.
- 7: Points to the 'ELISOIPDAL' dropdown menu.
- 8: Points to the 'CONDICIONES DE AFORO DEL TANQUE' section.
- 9: Points to the 'INCREMENTO DE LA TABLA' field.

NATIONAL INSTRUMENTS
LabVIEW Student Edition

1. DATOS DEL TANQUE TALES COMO CLIENTE, NUMERO DE TANQUE, OPERARIO, FECHA EN GENERAL DATOS DE IDENTIFICACION.
2. TIPO DE MEDIDAS REALIZADAS QUE PUEDEN SER DE TIPO INTERNO O EXTERNO, EN GENERAL SE REALIZAN DE TIPO EXTERNO.
3. DATOS DEL CUERPO O CILINDRO TOMADOS EN CAMPO UTILIZANDO LA CINTA METALICA CALIBRADA.
4. MEDIDAS NECESARIAS PARA REALIZAR LAS CORRECCIONES POR INCLINACION.
5. TIPO DE MEDIDA REALIZADA PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE LAS CABEZAS.
6. DATOS DEL EXTREMO HACE REFERENCIA A LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO PARA REALIZAR EL CALCULO DEL VOLUMEN DE LA CABEZAS DEL TANQUE.
7. TIPO DE CABEZA SOBRE LA CUAL SE REALIZARON LAS MEDIDAS, LAS CUALES PUEDEN SER DE TIPO ELIPSOIDAL, PLANA, ESFERICA O CONICA.
8. DATOS DE TEMPERATURA Y PRESION TOMADOS EN EL TANQUE, NECESARIOS PARA REALIZAR CORRECCIONES.
9. INCREMENTO EN LA TABLA DE AFORO, EL CUAL SIEMPRE VA A SER DE 1 cm.

5.1 MACRO SOFTWARE AFORO DE TANQUES

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													

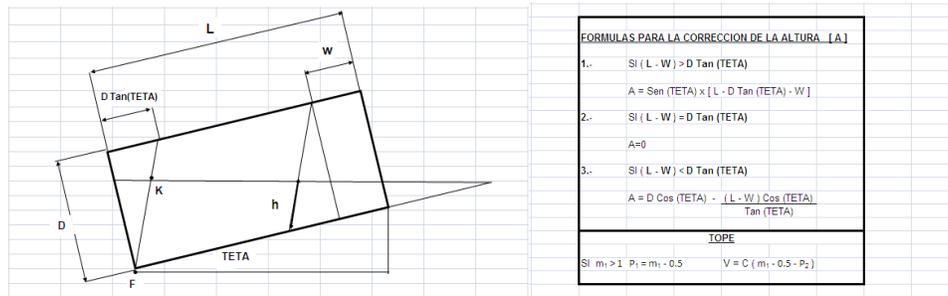
D (m):	117,338478
D (mts):	2,395643275
DZ (cms):	143,7824638
LONGITUD DEL CILINDRO (mm):	11017
DISTANCIA DE (DIP) AL EXTREMO MAS ALTO (mm):	7610
INCLINACION DEL TANQUE (mm):	6

VOLUMEN CABEZAS (gls):	1166,220047
VOLUMEN CILINDRO (gls):	20736,05656
VOLUMEN TOTAL (gls):	21902,27681
VOLUMEN TOTAL (Bts):	5214627765

No DEL TANQUE:	123478
UBICACION:	PACANDE MORTE I
CLIENTE:	HCDL
FECHA:	JUNIO DE 2008
OPERARIO:	FABIAN TRUJILLO

Después de insertar los datos requeridos por el software de aforo de tanques y correr el programa, automáticamente la hoja de Excel de la figura será la primera en llenarse, la cual es la tabla de aforo parcial.

Seguidamente se debe ir a la hoja llamada "CORRECCIONES" presionar el botón "REALIZAR CORRECCIONES" las cuales serán correcciones por inclinación y temperatura, necesarias para un aforo confiable.



H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

REALIZAR CORRECCIONES

Luego de realizar las correcciones pertinentes se hace necesario pasar a la hoja de resultados en donde se encontraran resultados parciales y resultados corregidos.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	VALORES PARCIALES					VALORES CORREGIDOS					
3	ALTURA (cms)	VOLUMEN (galones)	VOLUMEN (barriles)			ALTURA(CMS)	VOLUMEN (galones)	VOLUMEN(barriles)			
4	0	0	0			0	0	0			
5	1	6,876990637	0,163737872			1	167,083757	3,978184691			
6	2	19,35699907	0,46088093			2	263,3562022	6,270385767			
7	3	35,51229292	0,845530784			3	387,4553376	9,225127086			
8	4	54,74768293	1,30351626			4	541,0269604	12,8815943			
9	5	76,50267287	1,821492211			5	722,9482069	17,21305255			
10	6	100,5755048	2,394654876			6	927,1787637	22,07568485			
11	7	126,7695061	3,018321574			7	1150,683922	27,39723624			
12	8	154,8515785	3,686942344			8	1391,651714	33,13456461			
13	9	184,7642389	4,399148545			9	1649,334946	39,26987968			
14	10	216,3616024	5,151466724			10	1921,959646	45,76094395			
15	11	249,5605127	5,941916968			11	2207,986358	52,57110377			
16	12	284,2847654	6,768684891			12	2507,201876	59,69528276			
17	13	320,4686756	7,630206563			13	2818,943721	67,11770764			
18	14	358,0530048	8,525071543			14	3142,775729	74,82799356			
19	15	396,9180902	9,450430719			15	3478,929651	82,83165836			
20	16	437,1490768	10,40831135			16	3826,154381	91,09891383			

