

Elaboración de un programa en AUTOCAD 3D para realizar análisis anticolidión de pozos petroleros del Bloque Tarapoa

Jose Carlos Gencón Torres ⁽¹⁾, Ing. Daniel Tapia Falconi ⁽²⁾, Ing. Xavier Vargas ⁽³⁾

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Escuela Superior Politécnica del Litoral ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

jose_gencon@petroamazonas.ec@espol.edu.ec ⁽¹⁾, dtapia@espol.edu.ec ⁽²⁾, xevargas@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Este proyecto surgió de una exposición en la compañía Andespetroleum sobre Análisis Anticolisión de pozos petroleros empleando "COMPASS", programa de Halliburton Landmark. El análisis era entregado al cliente por medio de un reporte numérico, el cual debía ser interpretado por las personas responsables en el control direccional de los pozos. Pensando en que se podía realizar este análisis anticolidión visualizando los pozos de un pad en tres dimensiones, en el transcurso de los meses se buscó llegar a un programa práctico, amigable y eficiente para realizar el objetivo propuesto. En el capítulo 1, veremos una introducción al compendio de esta tesis, sabremos porqué es importante tratar este tema, que objetivos busca este proyecto y cuáles son las hipótesis con las que partimos para alcanzar nuestra meta. En el capítulo 2, se abordará el tema de la ubicación, geología, litología, historia y desarrollo del Bloque Tarapoa. En el capítulo 3, podremos apreciar la historia de los primeros instrumentos para medir la inclinación de los pozos perforados hasta llegar a los equipos modernos que utilizan telemetría para transportar información de profundidad, inclinación y azimuth. En el capítulo 4, veremos una información teórica sobre Visual Basic Application, para poder meternos en el mundo de la programación orientada a objetos. Y finalmente poder en el capítulo 5, encontrar si se logró o no hacer una herramienta para que podamos realizar un análisis anticolidión en forma gráfica en 3 D.

Palabras Claves: Andepetroleums, Bloque Tarapoa, anticolidion, compass.

Abstract

This project grew out of an exhibition in the company Andespetroleum on Collision Analysis of oil wells using "COMPASS" Halliburton Landmark program. The analysis was delivered to the customer by means of a numerical report, which should be interpreted by the individual in the directional control wells. Thinking that this analysis could be performed by visualizing the wells collision of a pad in three dimensions, in the course of the months was sought to reach a practical program, friendly and efficient for the intended purpose. In Chapter 1, we see an introduction to the compilation of this thesis, we will know why it is important to address this issue, which seeks to project objectives and what are the assumptions with which we started to reach our meta. En Chapter 2, will address the issue location, geology, lithology, history and development of Block Tarapoa. In chapter 3, we can appreciate the history of the first instruments to measure the slope of the wells drilled down to the modern equipment used to transport telemetry information depth, inclination and azimuth. En Chapter 4, we see a theoretical information on Visual Basic Application in order to get into the world of objetos. Y finally oriented programming power in Chapter 5, find if it succeeded or not make a tool so we can make a collision avoidance analysis graphically in 3 D.

Key Words: Andepetroleums, Block Tarapoa, collision, compass

1. Introducción

En la edad de piedra, el hombre practicaba agujeros en las rocas para la fabricación de sus herramientas. Es necesario, sin embargo, llegar a épocas menos antiguas para encontrar aproximadamente en los años 347 AC en los chinos, los perforadores con brocas más o menos evolucionadas unidas a barras de bambú para perforar; viajando en el tiempo llegamos a los primeros pozos modernos perforados en Asia por el Ingeniero Ruso F. N. Semyenov en el año 1848 y en Estados Unidos de Norte América en 1859 en Penssylvania por el Coronel Edwin Drake pasando a la década de los 20 cuando se inició la perforación direccional controlada que tenía como objetivos: Impedir que los hoyos verticales se desviaran, evitar las obstrucciones generadas por herramientas y tramos de sarta dejadas en el pozo, perforar pozos aliviadores de presión en una arremetida de pozos, incluso para acceder a reservas de crudo y gas de propiedades privadas en forma ilegal.

1.1 Objetivos

- Realizar Análisis Anticolisión con una herramienta gráfica tridimensional que permita la visualización del conjunto de pozos existentes en un pad “patio de pozos” de manera práctica y eficaz.
- Efectuar un programa que facilite graficar en AutoCad 3D a partir de los surveys obtenidos de las herramientas MWD durante la perforación de pozos petroleros.

2. Localización geográfica

2.1 Ubicación del área de estudio

El Bloque Tarapoa está localizado en la cuenca oriente de Ecuador como se presenta en la figura 1 y 2. Está operado por la compañía Andespetroleum y se encuentra ubicado en la provincia de Sucumbíos al Noreste de Ecuador, en la región Amazónica. [García, 2008]

El bloque Tarapoa se encuentra limitado por:

Norte: La reserva natural Cuyabeno.

Sur: Los campos San Roque y Pañacocha del Bloque 15 operados por Petroecuador y Petroamazonas.

Este: Los campos petroleros Shushufindi.

Oeste: La reserva natural Cuyabeno

El bloque Tarapoa cuenta con una extensión de 15 km² aproximadamente y se encuentra ubicado geográficamente entre las coordenadas

00°05'00" y 00°11'00" de Latitud Sur y entre 76°18'00" y 76°27'30" de Latitud Oeste.

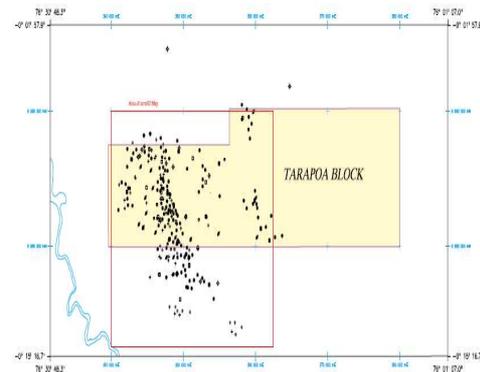


Figura 1. Ubicación del bloque TARAPOA.

Fuente: GLJ Petroleum Consultants, 2007

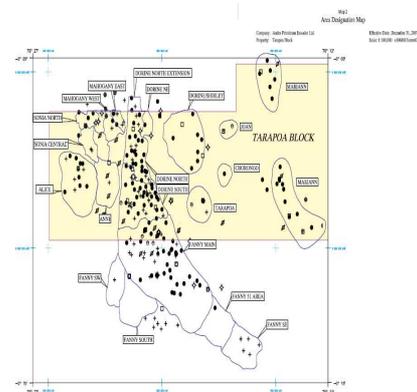


Figura 2. Bloques TARAPOA. Fuente: GLJ

Petroleum Consultants, 2007.

2.2 Ubicación del área

El bloque Tarapoa, es uno de los bloques del oriente más antiguos del país, se empezó a operar en 1975, en ese entonces la compañía Estatal Cepe firma el contrato de exploración con la compañía City en conjunto con las compañías Caiman Ca. Y Southern Union Production Ca.

En 1977, las compañías Caiman Ca. Y Southern Union Production Ca dejan el país y la compañía City cambia su nombre a City Ecuatoriana Production C.O. quienes luego cambiaron su nombre a City Investing Company Limited. Luego de muchos años de operación la compañía entrega el bloque a Pacarta Resources Ltda. de Canadá empresa que luego sería comprada por Alberta Energy Company que a su vez fue comprada por la compañía Encana igual de Canadá y finalmente en el 2005 la compañía vende sus acciones a la compañía Andes Petroleum, un consorcio de empresas Chinas.

2.3 Tipos de pozos perforados en el campo Tarapo

Al momento de iniciar la campaña de perforación de los 12 pozos horizontales el campo Tarapoa contaba con aproximadamente 250 pozos perforados de los cuales 170 se encuentran en producción, 26 fueron abandonados, 7 son de inyección de agua de formación, 9 son pozos que fueron cementados y abandonados, 15 son pozos de inyección para mantener la presión y 23 pozos cerrados esperando reacondicionamiento. En el campo Tarapoa existen pozos verticales, pozos direccionales perfiles tipo J y S Y hasta antes de iniciada la campaña de perforación solo existían tres pozos horizontales con información insuficiente para enfrentar esta campaña de perforación.

3. Instrumentos de medición y azimuth

Para medir las desviaciones de los aparatos respecto a la vertical se emplean unos aparatos llamados clinómetros. Son sencillos y robustos y existen varios tipos: químicos, mecánicos, ópticos y electromagnéticos. También se puede emplear un método exclusivamente eléctrico para levantar un plano acotado del pozo. Es preciso añadir a cada punto de medida el valor del azimuth del plano vertical en que está el clinómetro, es decir, hay que orientar el instrumento a menos que se emplee el método llamado de las "lecturas sucesivas". Se descendía en el pozo con la ayuda de un cable en una sección de la sarta de perforación, de unos 20 m, por ejemplo, con un clinómetro en cada extremo, teniendo estos dos aparatos una posición mutua fija. La primera medida se hace a la entrada del pozo y después por tramos descendentes sucesivos, ocupando el aparato superior el lugar que ocupa el inferior y así progresivamente. Este método acumula los errores de todas las medidas, por lo que no se le empleaba más que si las inclinaciones sea muy grandes, en cuyo caso los errores relativos son pequeños. En caso contrario había que realizar las medidas con un clinómetro orientado.

Orientación de los aparatos

Esta orientación se hace de un modo muy elegante proveyendo al instrumento de una aguja imantada o de una brújula, como se verá más adelante. Naturalmente, es preciso que las rocas no sean magnéticas y que el pozo no esté entubado o demasiado cerca de otro entubado. También se puede orientar la sarta de perforación separadamente con cada nuevo tubo que se introduce en el pozo. Para esto, una vez

descendidos los tubos se les orienta mediante un sistema óptico o una alidada fija cerca de la última junta que permita enfocar siempre al mismo punto.

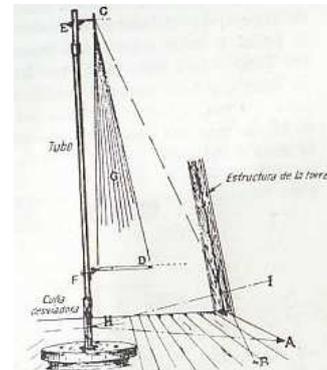


Figura 3. Orientación de la sarta de perforación. Fuente: Libro "Perforaciones y Sondeos" de 1962.

Clinómetros Químicos: El principio de estos aparatos es muy sencillo:

Se descende en el pozo un tubo cilíndrico parcialmente lleno de líquido. Su eje es paralelo al de la perforación. Si el pozo es vertical, la superficie del líquido es circular; en caso contrario es elíptica. La inclinación del pozo se deduce de las características de esta elipse, que debe poderse materializar en el aparato descendido hasta la profundidad deseada.

Clinómetros mecánicos: Clinómetros de péndulo.- Estos aparatos llevan, en general, un péndulo articulado o fijo en su parte superior. Los péndulos articulados acaban en su parte inferior en una aguja que en el momento oportuno se hincan en un redondel de papel graduado, fijo sobre una capa de cera, perpendicular al eje de la perforación. Cuando el aparato llega a la posición de medida ésta se efectúa mediante un dispositivo especial: presión del lodo, un muelle, una corriente de un líquido que hace subir un flotador que lleva el círculo de papel.

Clinómetro Óptico Estos aparatos pueden ser de varios tipos:

Uno de ellos lleva un péndulo que orienta un sistema óptico de eje vertical. El cilindro plástico de los aparatos mecánicos análogos esta reemplazado por una película fotográfica que se puede impresionar en el momento que se quiera.

4. Visual Basic Applications

Visual Basic es un lenguaje de programación desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. El lenguaje de programación es un dialecto de

BASIC, con importantes añadidos. Su primera versión fue presentada en 1991 con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo completamente gráfico que facilitara la creación de interfaces gráficas y en cierta medida también la programación misma. Desde el 2001 Microsoft ha propuesto abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a trabajar sobre un framework o marco común de librerías independiente de la versión del sistema operativo, .NET Framework, a través de Visual Basic .NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos) que presenta serias incompatibilidades con el código Visual Basic existente. Visual Basic (Visual Studio) constituye un IDE (entorno de desarrollo integrado o en inglés Integrated Development Environment) que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código (programa donde se escribe el código fuente), un depurador (programa que corrige errores en el código fuente para que pueda ser bien compilado), un compilador (programa que traduce el código fuente a lenguaje de máquina), y un constructor de interfaz gráfica o GUI (es una forma de programar en la que no es necesario escribir el código para la parte gráfica del programa, sino que se puede hacer de forma visual). Su utilidad principal es automatizar tareas cotidianas, así como crear aplicaciones y servicios de bases de datos para el escritorio. Permite acceder a las funcionalidades de un lenguaje orientado a eventos con acceso a la API de Windows.

4.1 Presentación general de la interfaz entre AutoCAD y Visual Basic para aplicaciones (VBA)

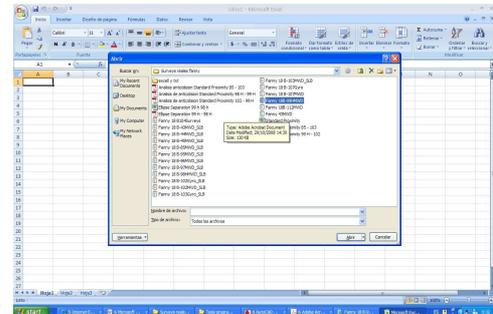
Microsoft VBA es un entorno de programación orientado a objetos, concebido para suministrar funciones avanzadas de desarrollo. VBA se ejecuta en el mismo espacio de proceso que AutoCAD, lo que proporciona un entorno de programación muy rápido y compatible con AutoCAD. VBA permite también la integración con otras aplicaciones que admiten VBA. Lo que significa que AutoCAD puede, mediante las bibliotecas de objetos de otras aplicaciones, funcionar como controlador de automatización de otras aplicaciones como Microsoft Word o Excel. Las ediciones de desarrollo independientes de Visual Basic 6, que deben adquirirse por separado, complementan a VBA de AutoCAD con componentes adicionales, como un motor de base de datos externo y funciones de generación de informes.

5. Programación de la herramienta grafica para el control de colisión de pozos petroleros

5.1 Surveys de pozos perforados en un mismo pad del bloque Tarapoa campo Fanny

Se toma como modelo el survey del pozo MAO 1 para proceder a graficar en tres dimensiones en AutoCad. Conociendo que los parámetros necesarios para que se genere un gráfico tridimensional de un pozo con: Profundidad Vertical (ft), Coordenadas UTM Norte (ft) y Coordenadas UTM Este (ft); se procederá a llevar a estos parámetros a un lenguaje entendible a AutoCad empleando los siguientes pasos:

1. Abrir el survey MAO 1.txt en una hoja de excel.



Cuadro 1. Demuestra como abrir un archivo txt en una hoja de Excel.

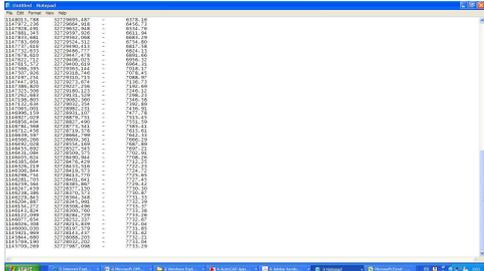
2. Tomar los parámetros de la profundidad vertical, coordenadas UTM al este y al norte y colocarlos como se muestra en el cuadro de abajo antecediendo el signo “-“ a la profundidad vertical.

	Coordenadas	UTM	Vertical
1	1548790.000	3270463.887	630
2	1548790.000	3270463.833	340.00
3	1548804.000	3270464.222	460.00
4	1548804.000	3270463.834	630.00
5	1548804.000	3270463.887	790.00
6	1548804.000	3270463.887	790.00
7	1548804.000	3270463.844	900.00
8	1548804.000	3270463.888	1124.00
9	1548804.000	3270463.889	1200.00
10	1548804.000	3270463.890	1340.00
11	1548804.000	3270463.891	1500.00
12	1548804.000	3270463.892	1680.00
13	1548804.000	3270463.893	1880.00
14	1548804.000	3270463.894	2100.00
15	1548804.000	3270463.895	2340.00
16	1548804.000	3270463.896	2600.00
17	1548804.000	3270463.897	2880.00
18	1548804.000	3270463.898	3180.00
19	1548804.000	3270463.899	3500.00
20	1548790.000	3270464.000	3840.00
21	1548790.000	3270464.000	4200.00
22	1548790.000	3270464.000	4580.00
23	1548790.000	3270464.000	5000.00
24	1548790.000	3270464.000	5460.00

Cuadro 2. Orden de los 3 parámetros necesarios para graficar en 3D.

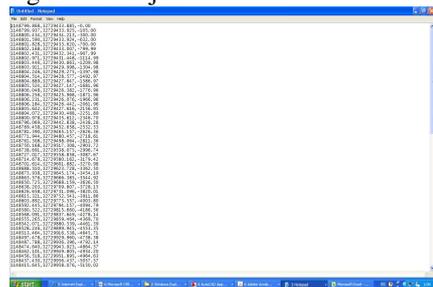
3. Llevar la información numérica de las 3 columnas y colocarlas en un block de notas (como se muestra en el cuadro 3) y con la ayuda de la función Reemplazar ubicado en la pestaña Edición eliminar el espacio existente entre el signo “-“ y la columna de la

profundidad vertical, luego en donde exista el signo “,” reemplazarlo por el signo “.” y por último en donde exista “espacio” reemplazarlo por el signo “,” obteniendo los valores en un lenguaje entendible para AutoCad como se muestra en el cuadro 4.



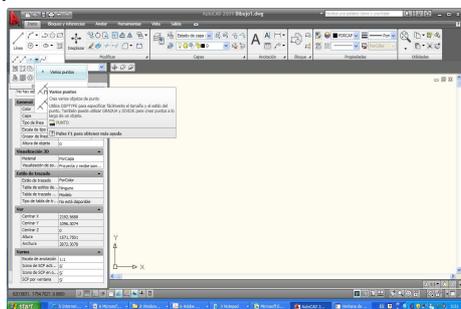
Cuadro 3. Colocación de la información de los 3 parámetros en un block de notas.

4. Abrir el programa AutoCad para el ejemplo mostrado se utiliza la versión de AutoCad 2009, en las barras de herramientas de la sección inicio se encuentra un bloque “Dibujo” abrir la pestaña en la sección punto y seleccionar varios puntos para graficar en tres dimensiones, como se muestra en la figura de abajo.



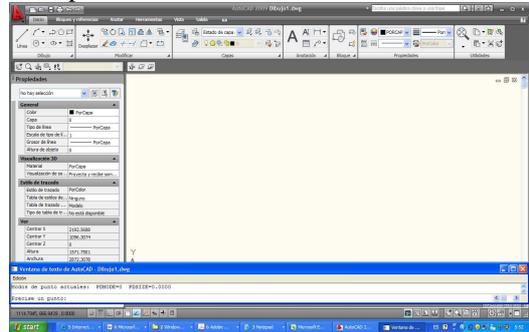
Cuadro 4. Información expuesta en un formato legible para AutoCad.

5. Copiar los puntos de los parámetros obtenidos en el ítem 3 y pegarlos en la ventana de texto de AutoCad (figura 6), realizar un zoom y dentro de este escoger la opción escala y se podrá visualizar tridimensionalmente el pozo MAO 1 como se puede observar en la figura 7.

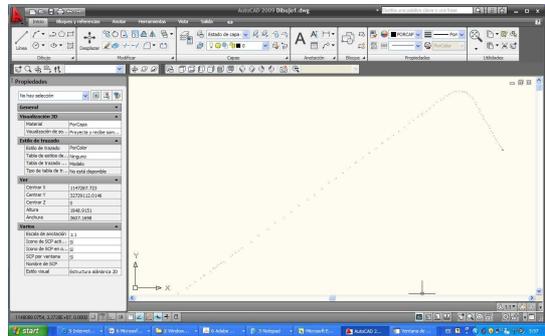


Cuadro 5. Pantalla de AutoCad 2009, seleccionando el comando para graficar varios puntos en 3D.

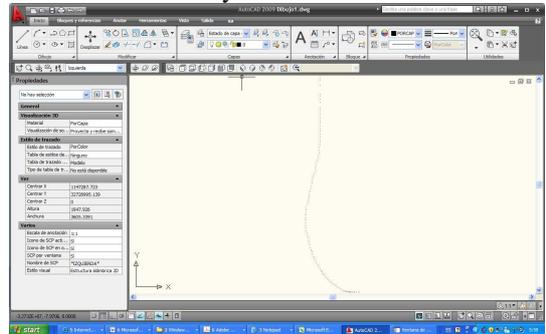
6. Se podrá visualizar el pozo MAO 1 en las diferentes vistas en 3D (figura 8 y 9), inclusive hay la opción de rotar el gráfico con lo que se puede observar y analizar mejor la trayectoria del pozo.



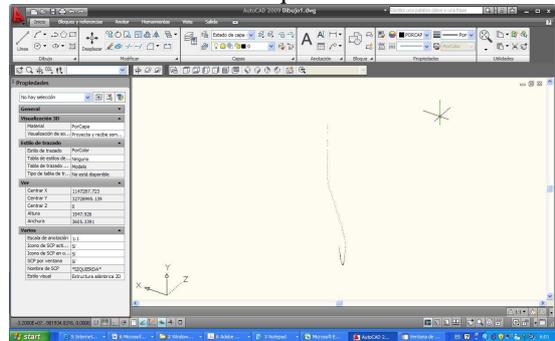
Cuadro 6. Pegar los puntos en la ventana de texto de AutoCad.



Cuadro 7. Vista superior tridimensional del pozo Fanny 18B 99H.



Cuadro 8. Estableciendo el punto de vista desde la izquierda



Cuadro 9. Vista posterior del pozo Fanny 18B 99H.

Si siguiendo esta secuencia de pasos para todos los surveys de los 13 diferentes pozos de un

mismo pad del Bloque Tarapoa, se podrá obtener un gráfico tridimensional de todos los pozos de dicho pad, lo que no resultaría ni eficiente ni práctico realizar, por lo que se presenta a continuación un programa realizado en Visual Basic Applications que interactúa con AutoCad para automatizar la graficación en 3D a partir de un survey en formato txt.

Después de un sin número de intentos se llegó a programar la siguiente herramienta en Visual Basic Applications que interactúa con AutoCad y que permite automatizar y sintetizar los pasos para graficar en 3D a partir de surveys en formato txt.

Programa:

```
Option Explicit
Dim startPt(2) As Double
Dim pointObj As AcadPoint
```

```
Sub OpenTextFileTest()
    Dim tmpStr As String
    Dim i, fin As Integer
    Dim sLine As String
```

```
Open "C:\Documents and Settings\JuanPablo.PC18135256551\Desktop\anticolision\Surveys reales fanny\Fanny 18B-99HMWD.txt" For Input As #1
```

```
fin = 0
i = 0
Do While (Not EOF(1) And (fin = 0))
    Line Input #1, sLine
    If ((i >= 14) And (Len(sLine) > 1)) Then
        startPt(0) = Mid(sLine, 97, 13)
        startPt(1) = Mid(sLine, 81, 12)
        startPt(2) = (Trim(Mid(sLine, 42, 8))) *
```

(-1))

```
Set pointObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddPoint(startPt)
```

```
Else
    If i > 14 Then
        fin = 1
    End If
End If
i = i + 1
Loop
```

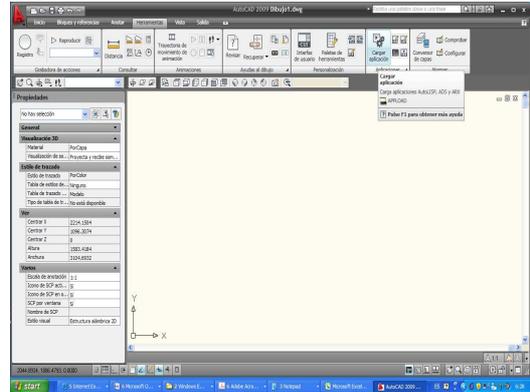
```
Close #1
ThisDrawing.SetVariable "PDMODE", 34
ThisDrawing.SetVariable "PDSIZE", 1
ZoomExtents
```

End Sub

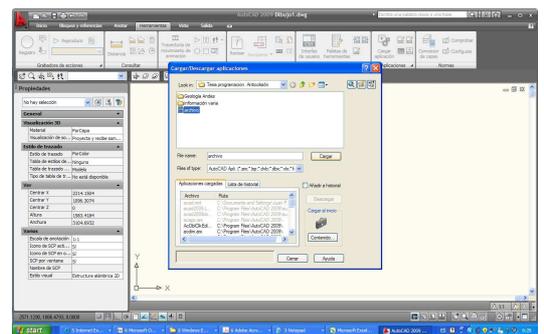
Procedimiento para graficar en tres dimensiones en AutoCad utilizando el programa diseñado en Visual Basic.

Los pasos para poder graficar en 3D en AutoCad a partir del programa diseñado en Visual Basic son los siguientes:

1. Abrir AutoCad y en el bloque de "Herramientas" escoger la casilla "Cargar Aplicación", buscar la dirección y cargar el programa con extensión dvb como se indica en las figuras 1 y 2.

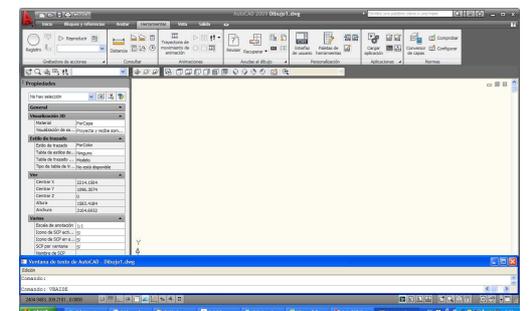


Cuadro 10. Hacer click en la barra de "Herramientas" en "Cargar Aplicación"

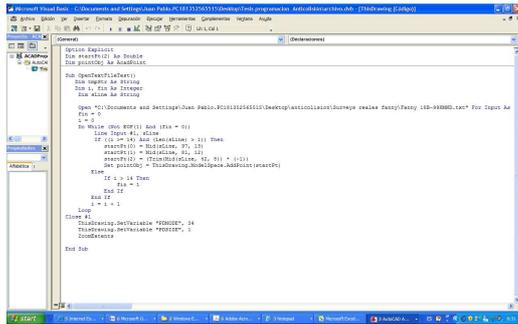


Cuadro 11. Tomar el archivo de extensión dvb y cargar.

2. Para llamar al programa colocar "VBAIDE" (entorno de desarrollo integrado o en inglés Integrated Development Environment) en la ventana de texto y aparecerá el código fuente como se muestra en las figuras 2 y 3

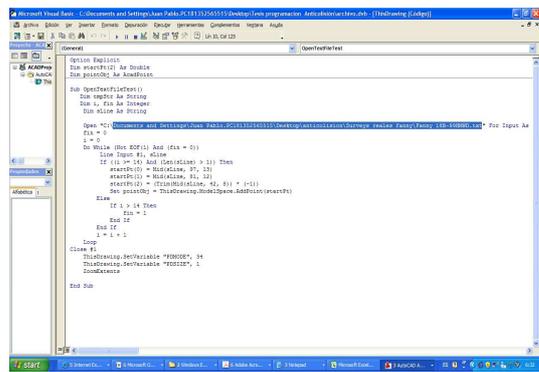


Cuadro 13. Llamando al código fuente de visual basic application.

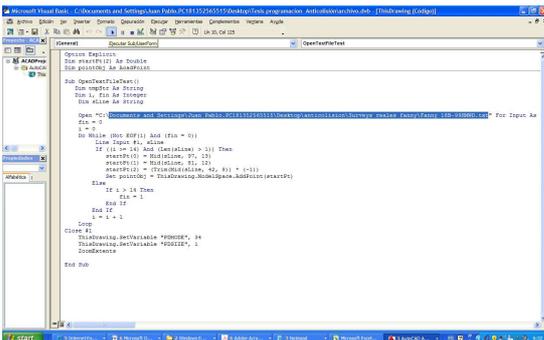


Cuadro 14 . Código Fuente en visual basic application.

3.En el espacio seleccionado en la figura se colocará la dirección del survey del pozo perforado a graficar. Luego dando un click en el icono de ejecutar programa se grafica automáticamente dicho survey. El programa selecciona y toma los parámetros a graficar de un survey en txt y lo envía a graficar en 3 D en el formato y lenguaje entendible para autocad.

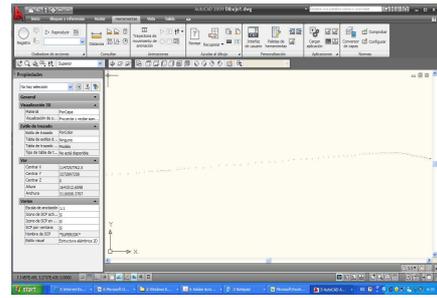


Cuadro 15. Espacio seleccionado en donde se pondrá la dirección de los surveys.

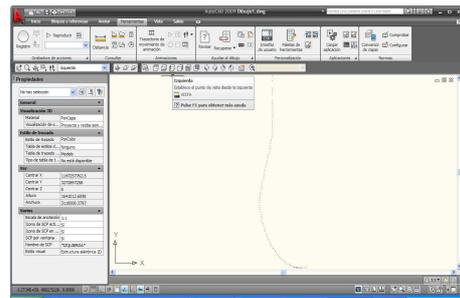


Cuadro 16. Seleccionando el icono Ejecutar, se graficará en AutoCad 3D automáticamente.

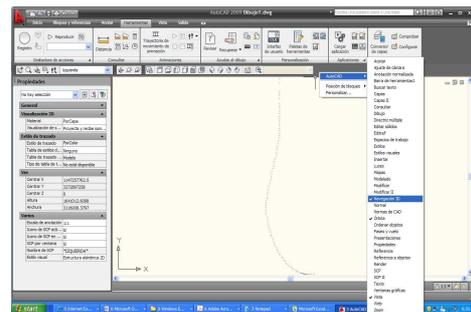
4. Automáticamente se podrá visualizar el pozo en tres dimensiones, pudiendo observarlo en todas sus vistas y analizando el gráfico en 3D con las herramientas “Navegación 3D” y “Orbita”.



Cuadro 17. Automáticamente se genera el grafico tri dimensional en AutoCad.

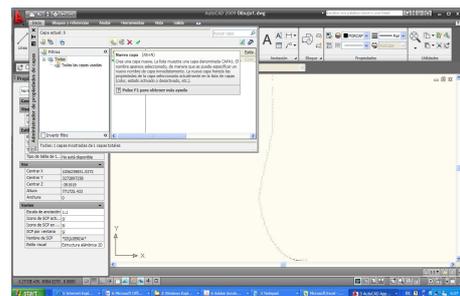


Cuadro 18. Seleccionando la vista lateral izquierda, para analizar la trayectoria del pozo.

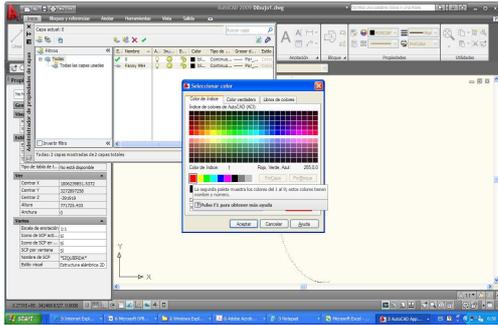


Cuadro 19. Se puede analizar el gráfico del pozo y su trayectoria empleando las herramientas “Navegación 3D” y “Orbita”.

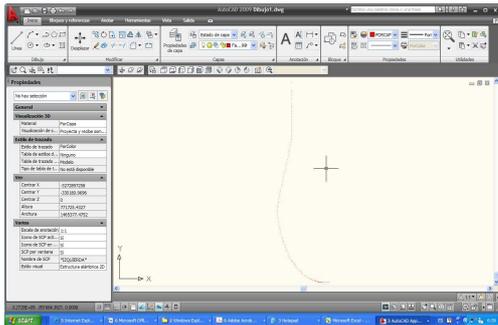
Como se puede establecer con la ayuda de este programa se hace mucho más práctico y amigable poder graficar pozos en tres dimensiones en AutoCad. Para organizar los gráficos se usa la opción Administrador de propiedades de capas y se podrá poner una capa con cada pozo y se le podrá también asignar cualquier color que se establezca como se ve en las figuras.



Cuadro 20. Administrador de propiedades de capas.

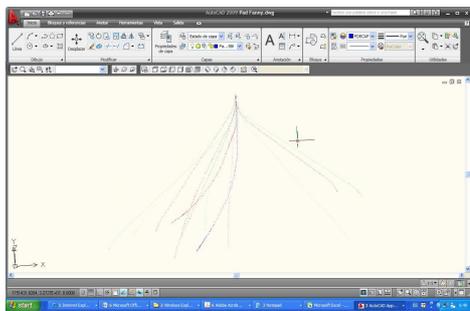


Cuadro 21. Creando una capa y seleccionando el color.

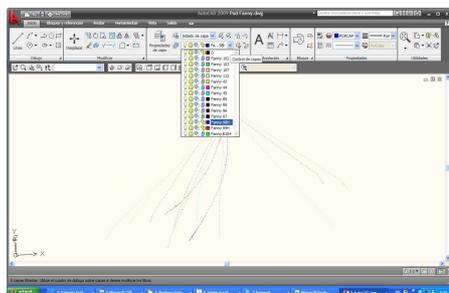


Cuadro 22. Visualizando el pozo en 3D luego de haberle asignado una capa.

Siguiendo estos pasos con todos los surveys que se tienen se podrá obtener el gráfico en 3D de todos los pozos del pad como se muestra en la figura de abajo y con la ayuda del administrador de capas se puede organizar y asignar a cada gráfico una capa y color de puntos respectivos.

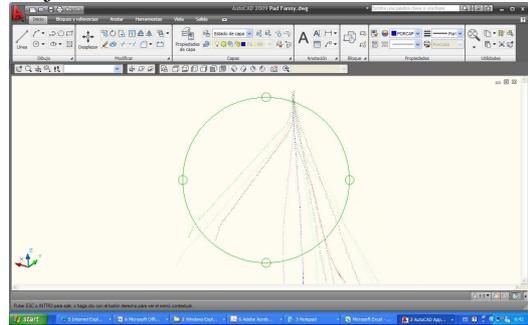


Cuadro 23. Pozos del mismo pad en 3D.



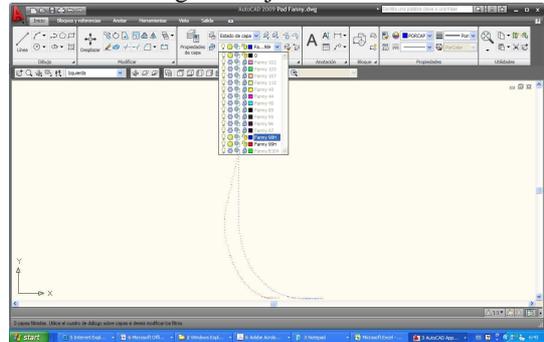
Cuadro 24. Capas creadas para el conjunto de pozos del pad.

Con las herramientas de navegación y orbita en 3D, se podrá analizar con más detalle los pozos del mismo pad como se aprecia en la figura de abajo.



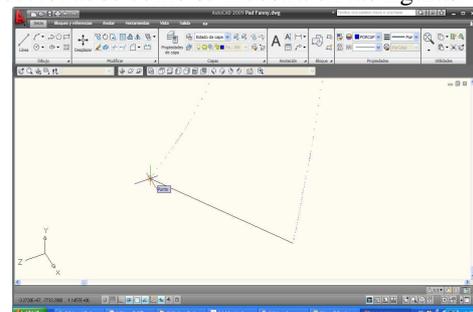
Cuadro 25. Utilizando la herramienta "Orbita" para navegar en 3D.

El administrador de capas también nos permite ocultar los pozos que no deseo visualizar y solo dejar visibles los pozos a los que deseo analizar su trayectoria y distancias de separación como se muestra en la figura abajo incluida.

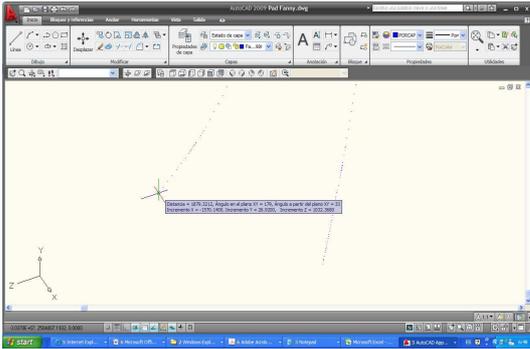


Cuadro 26. Cálculo de la distancia entre dos puntos de diferentes pozos.

Realizar un análisis anticolidión es obtener la distancia que existe entre dos puntos entre diferentes pozos para así establecer los riesgos de colapso que puede haber. AutoCad nos permite conocer mediante el comando distancia "DI" la separación correspondiente entre dos puntos, solo se debe digitar "DI" y seleccionar gráficamente los puntos de interés y se podrá obtener rápidamente la distancia entre los puntos seleccionados como se muestra en las figuras.



Cuadro 27. Calculando la distancia entre dos puntos en AutoCad.



Cuadro 28. Resultado del cálculo de la distancia entre dos puntos.

Conocer la distancia entre pozos, es de suma importancia para el desarrollo de las operaciones de perforación de pozos petroleros, como se pudo apreciar esta herramienta nos ofrece las funciones para poder realizar un análisis anticolidión.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Se logró graficar en el espacio a partir de los datos obtenidos de los surveys realizados en pozos perforados en el bloque Tarapoa.

Se comprobó que la herramienta funciona correctamente y que es confiable el análisis anticolidión que se obtiene de esta.

El programa interactivo con autocad realizado en visual basic, permitió graficar en tres dimensiones a partir de un survey en formato txt automatizando este proceso y haciendo eficiente y rápido graficar en 3 D y conocer las distancias que existen entre uno u otro pozo más ágilmente.

Visualizar tridimensionalmente los pozos de un pad, hace más rápida la detección del pozo o pozos cercanos al que se esté perforando con su respectiva distancia de aproximación, previniendo cualquier riesgo de colapso.

La herramienta diseñada es confiable, práctica y de fácil uso, orientada para que la apliquen un mayor número de usuarios que necesiten controlar la trayectoria de un pozo en perforación y su respectivo control de anticolidión sin ningún inconveniente.

Con los modestos logros obtenidos se recomienda el uso de esta herramienta gráfica a todas las personas inmiscuidas en la perforación para mejorar el desempeño y control de la trayectoria de un pozo a perforar así como también tener un menor riesgo de colisión.

Conocer control direccional de pozos es de gran importancia para el correcto desarrollo de la perforación, por lo tanto se recomienda la utilización de este programa a todos los compañeros estudiantes que estén cursando las materias de perforación de pozos, haciendo de esta herramienta un apoyo para el aprendizaje de los análisis anticolidión y de los perfiles de pozos.

6. Agradecimientos

Agradezco el aporte intelectual del Ing. Daniel Tapia y al Ing. Xavier Vargas y a la Compañía Andespetroleum por su apoyo para la realización de esta tesina.

7. Referencias

- [1] "Tesis: Estudio del Rendimiento de la Broca HCM605Z para la sección de 12 ¼" diseñada para la perforación de pozos horizontales en el campo Tarapoa.
Autor: Raul García Villaroel Año: 2008
- [2] Andes Petroleum LTD. Tarapoa Block. Por GLJ Petroleum Consultants. Dr. Wang Genjiu CNPC International Research Center Beijing, China febrero, 2007
- [3] Programación con Microsoft Excel 2002 Macros y Visual Basic para Aplicaciones Autor Reed Jacobson Mc Graw – Hill Professional Primera Edición 2002
- [4] La cuenca oriente: Geología y Petróleo por Patrice Baby, Marco Rivadeneira, Roberto Barragán Año: 1999
- [5] Páginas de internet como:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3358/1/5880.pdf>
http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_for_Applications
<http://www.sjgs.com/history.html>
http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_66569_HTML.html?idDocumento=66569
<http://industria-petrolera.blogspot.com/2009/01/perforacion-vertical-horizontal-y.html>
<http://balance-de-materiales.blogspot.com/2009/05/innovaciones-de-perforacion-i.html>
http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish00/sum00/p20_31.pdf