

UNIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS GEODÉSICOS

Cart. Germán Ramírez, Cart. Gabriel Álvarez

Repsol – YPF, Av. Roque Sáenz Peña 777, Buenos Aires, C1035AAC

Keywords Cartography, Geodetic systems, Datum, Posgar.

Abstract

Como consecuencia de la crónica inconsistencia, el desajuste, las diferencias de precisión, los inconvenientes de vinculación y esencialmente la confusión que generan el uso simultáneo de diversidad de sistemas de referencia geodésicos en Argentina, se decidió encarar este trabajo de envergadura, aprovechando las tecnologías con que dispone la compañía, tales como los GIS, los GPS y las imágenes satelitales. A las que se agrega la experiencia de profesionales capacitados.

La cantidad de datos georreferenciados, es decir con coordenadas reales, es enorme. No obstante el porcentaje de estos datos que disponen de una clara especificación del sistema geodésico en el cual se apoyaron sus coordenadas al ser medidas, es ínfimo.

Para contribuir más a lo engorroso del problema, cada cuenca con actividad hidrocarburífera tiene su sistema local, propio, independiente y restringido a su área de influencia. A su vez, entre 1969 y 1994 empezó a convivir el que fuera sistema geodésico nacional Campo Inchauspe, con una muy densa red de puntos, pero no uniformemente distribuidos. Que posteriormente fuera reemplazado por otro nuevo sistema geodésico nacional, el POSGAR (Posiciones Geodésicas Argentinas), que constituye la materialización en territorio argentino del sistema geodésico global WGS84 que usa la tecnología satelital GPS.

Introducción

El desarrollo de la exploración hidrocarburífera en Argentina se inició mucho antes de que el IGM constituyera una red geodésica de referencia única y de alta precisión para todo el país.

Por esta razón en cada cuenca con actividad productiva se realizaron trabajos geodésicos que hasta hoy perduran y sobre los cuales se apoyaron mensuras de áreas, ubicación de pozos, programas sísmicos, etc.

Actualmente en cada una de las cuencas existe un gran cúmulo de información referenciada a los sistemas geodésicos llamados "locales". Tal el caso de Aguaray en el Noroeste, 25 de Mayo en la cuenca Cuyana, Quiñi-Huao en la Neuquina, Pampa del Castillo en Golfo San Jorge y Tapi Aike en la cuenca Austral. Difiriendo todos ellos en mayor o menor precisión con respecto al sistema geodésico nacional de Campo Inchauspe que estableció el IGM en 1969 como red geodésica oficial.

Pero el desarrollo tecnológico de los últimos años y la expansión de los sistemas satelitales de posicionamiento tales como el GPS constituyó un nuevo orden geodésico mundial.

Argentina se incorporó rápidamente a este nuevo orden a través de la implementación por parte del IGM de un nuevo sistema geodésico de carácter nacional, la denominada red POSGAR (Fig.1), que sustituyó al antiguo sistema nacional Campo Inchauspe. No obstante, este avance contribuyó a agravar aún más la caótica situación imperante en cuanto a la georreferenciación correcta y precisa de los datos con que



Fig. 1 Distribución de los puntos Posgar en la República Argentina.

cuentan compañías petroleras. Debido a que agrega un tercer sistema de referencia a cada cuenca. De esta manera, nos encontramos que en cada una de ellas conviven por un lado un sistema local, por otro lado el que fuera sistema nacional hasta 1994: Campo Inchauspe y finalmente el reciente sistema nacional satelital : la red POSGAR, que a diferencia de los dos primeros que son planimétricos, éste es de carácter geocéntrico. Esta diversidad y complejidad de sistemas de referencia provoca inconsistencia notoria y va en detrimento de la calidad y la precisión métrica del dato.

El objetivo de este trabajo es exponer un proyecto serio y concreto para la unificación de todos los datos medidos en los sistemas geodésicos locales a un único sistema de alta precisión, ajustado a las normas de los organismos oficiales y vinculado a un marco de referencia global a través de la red geodésica sudamericana SIRGAS, para, de este modo, ganar en consistencia, en precisión y en definitiva, en calidad.

Metodología

A partir de los 132 puntos POSGAR establecidos por el IGM y distribuidos uniformemente por todo el país, Repsol-YPF a través de la empresa Energicon, densificó esa red en las cuencas Neuquina y Golfo San Jorge. En la primera de ellas se trabajó en el sistema local Chos Malal (densificado y renombrado por YPF con el nombre Quiñi-Huao) , en el anterior sistema nacional Campo Inchauspe 69, y en el nuevo sistema nacional POSGAR 94. Abarcando las provincias del Neuquén y de Mendoza.

Fueron medidos 62 vectores con 47 vértices. De los cuales 39 eran mojones preexistentes de la Red de Nivelación del IGM y de las Redes de los Sistemas POSGAR 94, Campo Inchauspe 69 y Chos Malal (Fig.2). Y 8 mojones fueron construidos a los efectos de conformar la geometría de la Red con puntos de fácil acceso.

El objetivo del trabajo fue determinar: un marco de referencia planimétrico en los 3 sistemas anteriormente citados, un marco de referencia altimétrico para la zona, los parámetros de transformación entre los sistemas, y la separación geoide-elipsoide.

Para las mediciones se usaron 3 equipos marca Ashtech doble frecuencia, con supresión del código P, que permiten obtener L2 con longitud de onda completa. Para los trabajos de reconocimiento y de ubicación de los mojones existentes se utilizó un receptor tipo navegador Garmin modelo GPS12. El tiempo de observación simultánea para vectores de menos de 40 km fue siempre mayor que una hora, y para vectores mayores de 40 km, fue de no menos de una hora y media.

Estas observaciones GPS son del orden de precisión de 2 cm +/- 2 partes por millón en planimetría, y de 2 cm +/- 3 partes por millón para altimetría.

En lo que respecta a la cuenca Golfo San Jorge, las mediciones fueron efectuadas en el sistema local de la zona: Pampa del Castillo, en el sistema nacional Campo Inchauspe 69, y en el sistema POSGAR 94. Abarcando parte de las provincias del Chubut y de Santa Cruz.

En este caso fueron medidos 31 vectores con 22 vértices. De los cuales 20 fueron mojones preexistentes, y 2 fueron monumentados para completar la geometría de la red (Fig.3).

En líneas generales, los trabajos en ambas cuencas mantuvieron los mismos órdenes de precisión en las

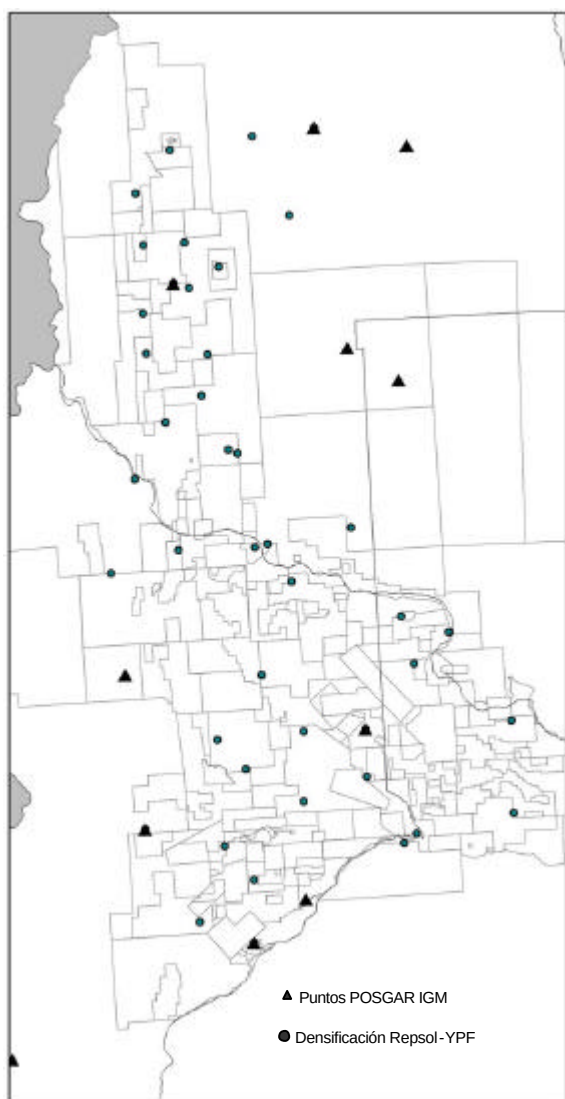


Fig. 2 Densificación de la red Posgar en la Cuenca Neuquina.

mediciones con GPS, el mismo tiempo de lectura y se utilizaron los mismos equipos y softwares.

Posteriormente, la compañía adquirió imágenes Ikonos de 1 metro de resolución, cuya georreferenciación se apoyó en los puntos de las redes densificadas. Y se efectuó por el modelo geométrico polinómico y por el método de remuestreo “cubic convolution” que produce un resultado visualmente más atractivo a expensas de los valores de píxel originales. El fin de esta elección se hizo para favorecer el tipo de interpretación basado en la observación visual para lograr una mejor discriminación de los rasgos de la imagen.

Las imágenes sirvieron de apoyo sustentable para comparar la precisión de los datos vectoriales preexistentes con coordenadas reales de que dispone la compañía. Para ello se volcaron sobre las imágenes datos de pozos, de líneas sísmicas y de caminos, para obtener una primera aproximación de la exactitud de los mismos (Fig.4).



Fig. 3 Punto Fijo cercano a oficinas de Yacimiento.

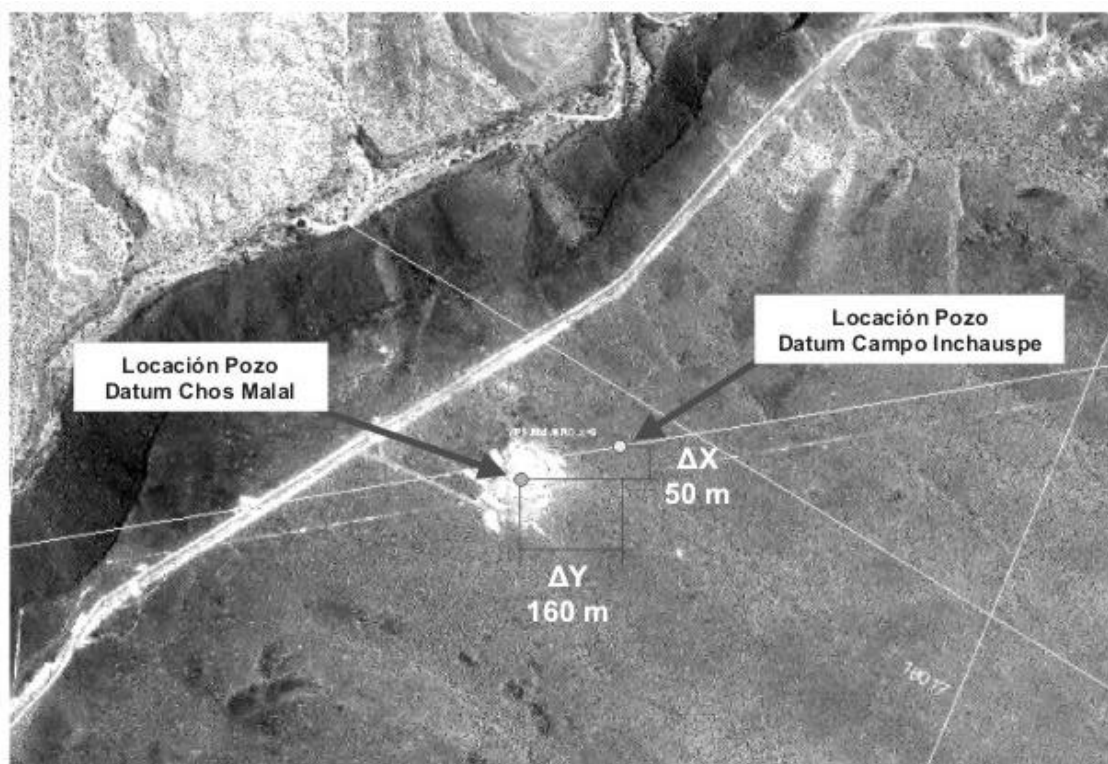


Fig. 4 Imagen Ikonos (resolución un metro) georreferenciada con datum Chos Malal con superposición de datos con datum Campo Inchauspe.

Cabe aclarar que existen datos vectoriales muy antiguos, medidos con escasa precisión, e inclusive apoyados en elementos que ya no existen porque fueron removidos, o lo que es peor, medidos en coordenadas relativas a otros pozos que servían de origen 0,0 de una improvisada red planimétrica.

La comparación visual preliminar permitió hacer un análisis de las imprecisiones en las coordenadas de los datos vectoriales, pudiendo realizar una tipificación de los errores encontrados. En base a ésta se determinó cuales pozos y líneas sísmicas requerían un replanteo ineludible in situ para corregir sus coordenadas erróneas, insalvables por otros métodos.

Una vez concluida la tarea de corrección de los datos vectoriales con errores groseros, mediante la re-medición en el lugar con apoyo en los puntos de la red GPS, se procede a efectuar la corrección diferencial de las coordenadas de los datos medidos en el terreno en los 3 sistemas geodésicos. Esta operación es automática y relativamente sencilla. En la conversión de un sistema geodésico a otro los deltas planimétricos se presentan siempre en el mismo sentido, a diferencia de los datos de coordenadas con errores groseros que presentan desplazamientos erráticos y en general fácilmente identificables en la apreciación a simple vista

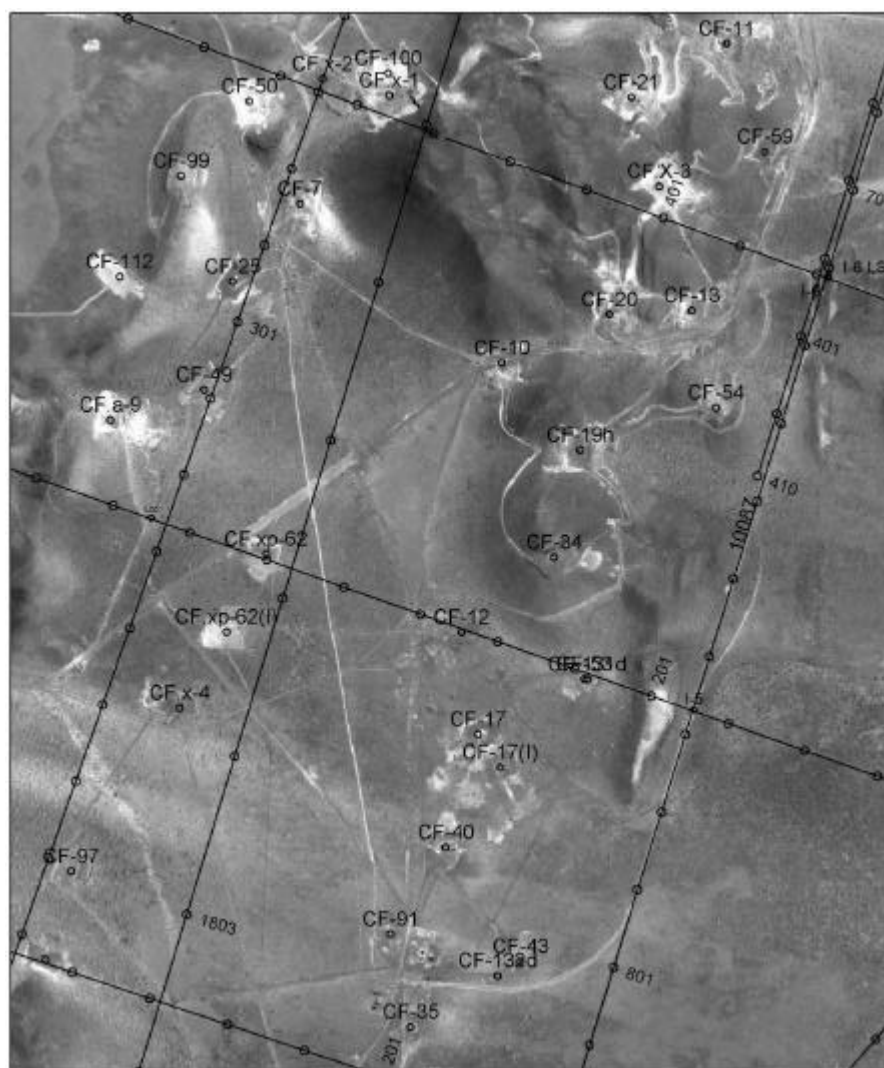


Fig. 5 Imagen Ikonos (resolución un metro) georreferenciada con datum Campo Inchauspe con datos de pozos y sísmica medidos en el terreno. Plano Final

sobre la imagen satelital. Finalmente, luego de las correcciones diferenciales en los 3 sistemas geodésicos, se hace la necesaria verificación que puede ser visual (superponiendo nuevamente el dato corregido con la imagen satelital) o matemática (con planilla de cálculos), para descartar cualquier error durante el reprocesamiento (Fig.5).

Resultados

El análisis de los desplazamientos encontrados entre algunos datos vectoriales y su identificación en la imagen, permitió efectuar la siguiente tipificación de errores:

1-Humanos. Incluyendo los de tipeo, de escucha, de lectura, de escritura y de negligencia.

De tipeo: se encontraron coordenadas con números invertidos, o números equivocados al ser introducidos por teclado en la computadora.

De escucha, de escritura: se supone que se verificaban en el lugar donde se efectuaban las mediciones y se debían a razones tales como interferencia en los equipos de comunicación al dictar valores numéricos de coordenadas, ilegibilidad en la escritura de las planillas que se realizaban a mano, etc.

De negligencia: son los más groseros, cuando se evita colocar los aparatos de medición en el lugar exacto de ubicación del punto a ser medido, por razones de cualquier índole (difícil acceso, condiciones climáticas, etc.).

2-De precisión de la época: debido al instrumental usado en décadas pasadas antes del advenimiento y desarrollo de la tecnología satelital. Partiendo de las mediciones con cintas invar., teodolitos, etc. que requerían una larga y tediosa serie de mediciones para calcular el valor más probable de una medición.

Estos tipos de errores se hacen evidentes al comparar las mediciones efectuadas en el pasado con las actuales para los mismos puntos de los sistemas geodésicos locales. El comportamiento del error es uniforme en ambos ejes planimétricos, y es del orden de los 25 metros en diagonal.

3-De sistema geodésico propiamente dicho: en muchos casos se pudo comprobar que pozos de una misma cuenca fueron medidos en el sistema nacional Campo Inchauspe 69, y otros en el sistema local Chos Malal. Suponiendo esta dualidad de aplicación de sistemas que se debía a las cercanías y accesibilidad de mojones referidos a una u otra red geodésica.

En el caso de este tipo de errores, la corrección se simplifica a la aplicación de los desplazamientos entre sistemas, calculados con precisión por la empresa que llevó a cabo los trabajos, en las fórmulas de transformación contenidas en los softwares GIS de que dispone Repsol-YPF.

Conclusiones

El volumen de información vectorial georreferenciada que requiere un replanteo de sus coordenadas es muy vasto para encararlo todo al mismo tiempo. Estamos hablando de más de 30.000 pozos (sumando los exploratorios, productivos y de avanzada), de unos 622.000 km de líneas sísmicas 2D y de más de 50 cubos sísmicos 3D. Por tal razón la tarea se está llevando a cabo en forma ordenada, meticulosa y metódicamente, y además, dividida por yacimiento.

Probablemente en esta primera etapa que se podría considerar de transición hacia la unificación, sea necesario administrar las coordenadas de los datos vectoriales en los tres sistemas al mismo tiempo. Considerando como sustento a tal aseveración, en primer lugar el hecho de que una enorme cantidad de datos ya históricos fueron medidos en sus sistemas locales. En segundo lugar que en el largo período que abarca aproximadamente desde 1969 hasta 1994 el único sistema nacional vigente fuera el de Campo Inchauspe. Y en tercer lugar que los trabajos actuales se vienen realizando con el sistema satelital POSGAR a través de la lectura directa en ese sistema que permiten los GPS.

Finalmente amerita mencionarse que así como el replanteo de las coordenadas de pozos, líneas sísmicas 2D y cubos sísmicos 3D tienen un carácter predominantemente geológico-geofísico, las mensuras de las áreas refieren esencialmente al aspecto legal. En el primer caso, la buena calidad de esos datos servirá para ajustar con mayor precisión toda la información necesaria (imágenes satelitales, estructurales, secciones sísmicas, litológicos, topográficos, etc) para los proyectos y estudios geológicos-geofísicos posteriores, y propuestas de pozos futuros. Y en el caso de las áreas, evitará conflictos legales con áreas contiguas operadas por otras compañías que ya tienen sus mensuras apoyadas en el sistema geodésico nacional.

Bibliografía

Martín Asin (1990) "Geodesia y Cartografía matemática".

Energicon (2000, 2001) Red GPS Cuencas Golfo San Jorge y Neuquina.