

# TEMARIO

## **Tecnología GPS:**

Qué es un GPS y para qué se usa. Tipos y modelos disponibles.

Principio de funcionamiento. Propagación de ondas y medición de distancia por diferencia de fase.

Elementos básicos: waypoint, rutas y tracks

Utilización práctica y cálculos derivados: velocidades, tiempos estimados de arriba, distancias entre puntos, etc.

## **Cartografía:**

Forma de la Tierra – Modelos matemáticos - Sistemas de coordenadas asociados: WGS84

Como representar sectores de la tierra a través de modelos planos: las distintas proyecciones.

Mapas disponibles en el mercado e Internet

Uso de programas para PC con datos de los GPS: Mapsource, NRoute, OziExplorer, Google Earth.

## **Aplicaciones a un hobby:**

Cacería de Confluencias Geográficas.

De que se trata, algunos ejemplos.

## **TECNOLOGÍA GPS**

### ***Qué es un GPS?***

Un GPS es un aparato electrónico con la capacidad de indicarnos con una precisión conocida la posición del mismo sobre la superficie terrestre en relación a un sistema de referencia prefijado.

A diferencia de otros métodos antiguos, para la medición no utiliza elementos visuales sino ondas de radio emitidas desde satélites que se mueven orbitando por nuestra atmósfera.

GPS son las iniciales de las palabras en inglés **G**lobal **P**ositional **S**ystem (en castellano, Sistema de Posicionamiento Global).

### ***Tipos y modelos disponibles***

Como en toda cuestión técnica, existen diversidad de modelos que proporcionan más o menos precisión, más o menos prestaciones y que se adaptan mejor o peor a las necesidades del usuario, pero básicamente sólo están diferenciados en su costo, ya que el principio de funcionamiento es esencialmente el mismo.

Así encontramos una gama que va desde los 120 U\$\$ hasta los 10 000 U\$\$ o más, pero cuando se va al fondo de la cuestión terminan siendo todos aparatos similares, ya que todas comparten las señales emitidas desde los satélites y sólo se diferencian en la forma en que las procesan y las muestran.

Hay aparatos de mano con pequeñas pantallas monocromo y pocas teclas para trekking (Garmin 12), modelos "ciegos" que requieren una PC, Notebook o Pocket PC para poder mostrar y procesar lo que reciben, modelos con pantallas LCD color más fáciles de leer para uso automotor o náutico y sofisticados equipos para topografía con grandes capacidades de memoria y procesamiento. Últimamente hasta hay teléfonos celulares que incluyen en sus funciones la de GPS.

A continuación algunos modelos disponibles:



## **Principio de funcionamiento**

El principio básico, más allá de la complejidad tecnológica, es la triangulación: conocidos algunos puntos se determina la posición del punto de interés resolviendo ecuaciones matemáticas con el viejo concepto de tantas ecuaciones como incógnitas.

Antes de ver la forma en que un GPS lo resuelve veamos un poco de geometría y sentido común:

Supongamos conocer tres puntos con precisión y que se nos informa la distancia en línea recta que nos separa de cada uno de uno de ellos. Veremos que con un simple razonamiento geométrico podemos determinar nuestra posición en relación a esos puntos:

Un punto más una distancia es una esfera de posibilidades:

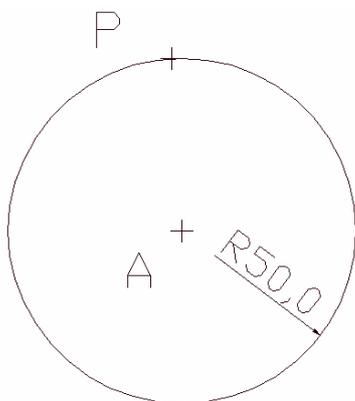


Otro punto y su respectiva distancia generan otra esfera que al intersectarse con la primera genera una circunferencia de lugares posibles. Si estuviéramos tratando de determinar posiciones 2D ya casi sería suficiente.

Un tercer punto y su respectiva distancia generan otra esfera que se podrá intersectar a lo sumo en dos puntos con la circunferencia anterior, que son nuestras posibles ubicaciones.

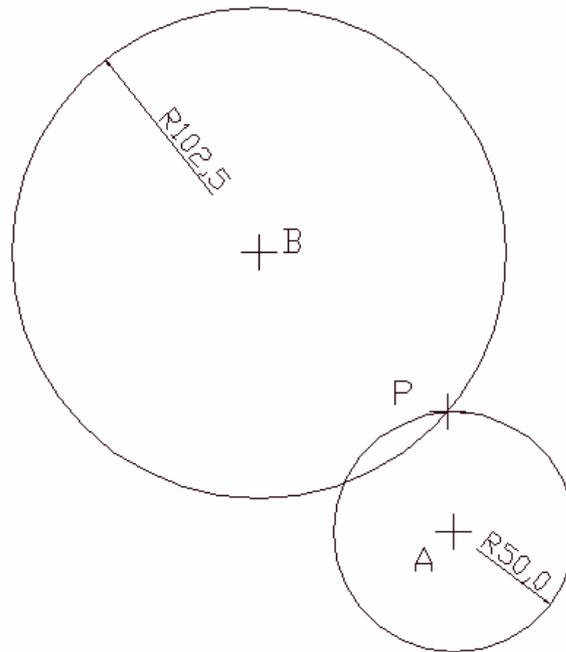
Normalmente no se necesita más ya que uno de los puntos es una posición absurda que se puede descartar sin más.

Para hacer más entendible los dibujos lo anterior se ha representado en 2D un ejemplo cualquiera

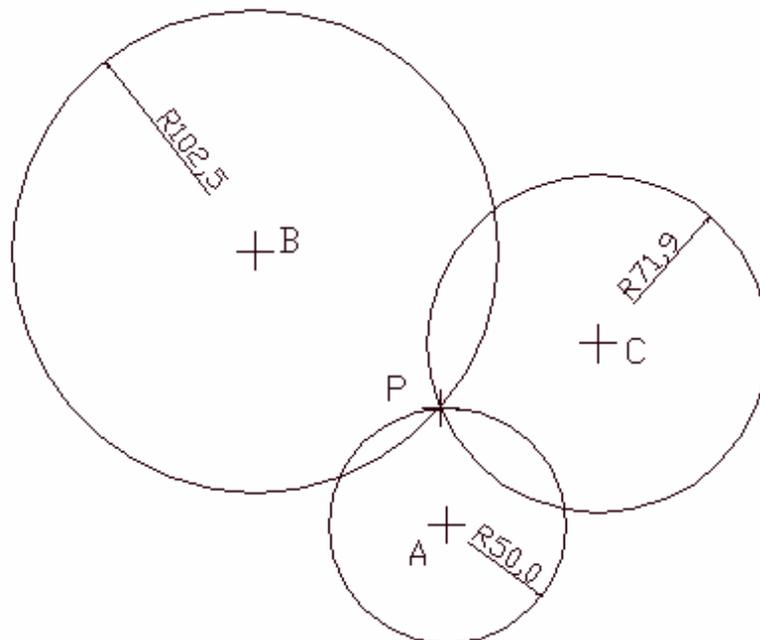


El satélite A está a 50 unidades de distancia del GPS, lo que define una circunferencia de posibilidades

## INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS



El satélite B está a 102.5 unidades del GPS, entonces al intersectar a la otra circunferencia aparecen las dos posibles ubicaciones.



El satélite C ubicado a 71,9 unidades del GPS termina de definir el punto exacto donde está el GPS

Como se puede apreciar, el asunto es conocer puntos y sus distancias a ellos. Esto es algo que usamos todos los días en la vida diaria para decir donde estamos y sino veamos algunos ejemplos:

- *Estoy en el km 115 de la ruta 2.* El punto fijo es la Plaza del Congreso y no necesitamos más datos ya que el otro dato es que la distancia la medimos sobre la traza de la ruta 2.
- *Llego a en 10 minutos a tu casa.* Se da por sentado que conocemos el lugar a adonde llegar y en realidad, en forma indirecta, conocemos la distancia: nos movemos a una velocidad tal que en 10 minutos llegamos o sea  $\text{espacio} = \text{velocidad} \times \text{tiempo}$ .
- *Vivo en Quilmes a tres cuadras de la estación y a dos del supermercado:* intersección de dos círculos con centro en los puntos dados.

Entendido el concepto, veamos cómo lo resuelve el GPS.

## Módulos o segmentos

El sistema GPS consta de tres segmentos básicos:

- Módulo o segmento espacial
- Módulo o segmento de control
- Módulo o segmento usuario

### **Modulo espacial**

El módulo o segmento espacial está compuesto por los satélites (SV = space vehicle) (21 + 3) que describen órbitas circulares a unos 20000 km de altura de modo que en cualquier lugar de la tierra sea posible "ver" al menos 4 de ellos simultáneamente por encima de 15° de elevación sobre el horizonte.

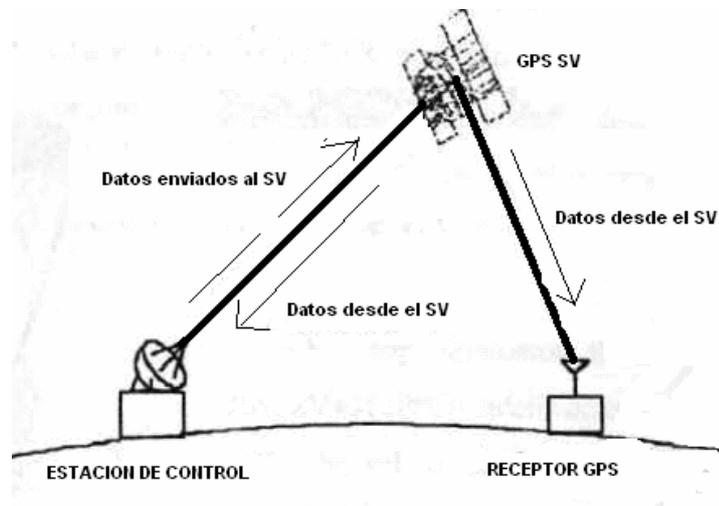
### **Modulo de control**

Son estaciones terrestres (hay 10 activas en todo el mundo, una en Migueletes, Argentina) que en función de las órbitas prefijadas y comunicación permanente con los SV, monitorean la posición de cada uno y transmiten las efemérides actualizadas (Hora, error de reloj, correcciones, estado del satélite, etc.). Inyectan los datos de posición de cada SV de modo que luego el SV las retransmita a los usuarios. Actúan como una especie de "repetidoras"

### **Módulos de usuario**

Son los receptores comerciales que computan la posición del usuario por medio de las señales recibidas.

En la figura que sigue se esquematiza lo indicado:



En resumen:

- el sistema resuelve la intersección de distancias a puntos fijos por medio de un número de ecuaciones matemáticas igual a las incógnitas.
- las posiciones de los puntos fijos son determinadas con exactitud por los módulos de control. En realidad más que puntos fijos, se requieren puntos de posición conocida.
- las distancias se miden a través del tiempo de desplazamiento de las señales desde los satélites a los usuarios, sincronizando la emisión de las mismas con relojes atómicos.

## Resolución matemática:

Existen una gran cantidad de modelos matemáticos que tratan de reproducir la forma de la tierra y la trayectoria de los satélites. Un modelo matemático es una fórmula más o menos compleja, dependiendo de la exactitud deseada, que permite conocer cual juego de coordenadas pertenecen a un conjunto dado.

Por ejemplo  $x^2 + y^2 = 16$  es un modelo matemático que reproduce los pares de valores  $x,y$  que pertenecen a una circunferencia centrada en el origen de radio 4. Así existen fórmulas más complejas que permiten reproducir formas más complejas, una de ellas es el geoide que intenta representar la superficie terrestre.

Un punto en el espacio requiere de tres coordenadas ( $x,y, z$  ó latitud, longitud y altura) por lo que se necesitan tres fórmulas independientes que las relacionen. Esa es la razón por la cual son indispensables al menos tres puntos de posición conocida y sus distancias al punto en cuestión para determinar la posición de dicho punto.

Más adelante veremos que debido al artilugio utilizado para “medir” las distancias se necesita una ecuación más.

Basados en estos modelos matemáticos, los módulos de control calculan e informan “online” a los satélites su exacta posición para que estos informen a los usuarios a través de paquetes de datos.

Como se imaginarán “medir” las distancias instantáneamente entre elementos que están en movimiento y separados miles de kilómetros nos es algo sencillo y para ello debió recurrirse a un ingenioso artilugio basado en que las ondas electromagnéticas viajan a velocidad constante y conocida: la velocidad de la luz, es decir 300 000 km/seg. Conocer la distancia a un satélite es fácil si conocemos el tiempo que tarda una señal en hacer ese recorrido.

Mucho no avanzamos: si bien nos desentendimos de la distancia, ahora tenemos que medir con precisión señales que típicamente tardan centésimas de segundo en llegar para lo cual todos los “cronómetros” deben estar sincronizados y tener precisiones debajo de ese orden de magnitud. Los satélites lo pueden resolver con relojes atómicos, pero nuestros elementos de mano no. Y entonces?

Ahí aparece el ingenio: Si no podemos medir los tiempos (o el error puede ser mayor que la magnitud medida), tal vez podamos medir la diferencia de tiempo entre las diferentes señales si las mismas revisten algunas características que lo permitan, algo así como el fotochart que se usa en los hipódromos. De ese modo, ya deja de ser importante la perfecta sincronización de los relojes de los equipos receptores.

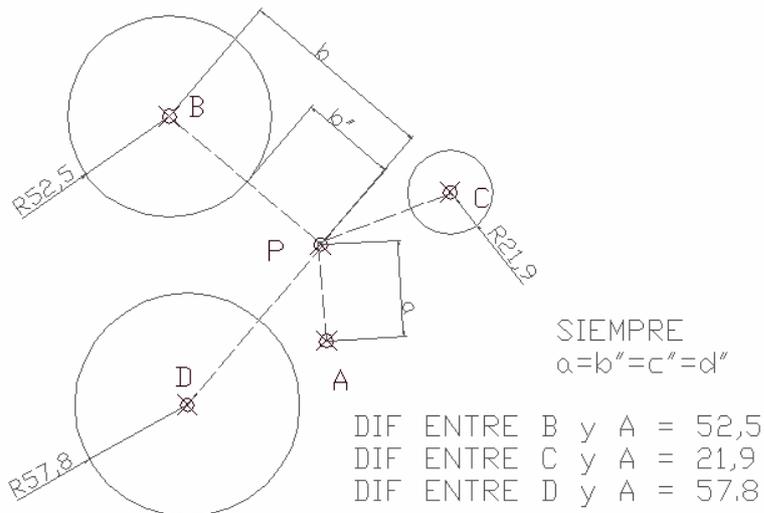
Para ello, los satélites emiten unas señales con una forma de onda predefinida (Se la llama código pseudoaleatorio), las cuales al ser recibidas por los receptores pueden ser procesadas de modo de poder medir la diferencia de tiempo en la llegada de las mismas.

Para comprender cómo, imaginemos que las señales en realidad son “trenes” muy largos con vagones todos iguales pero numerados de uno en fondo, que viajan todos a la misma velocidad. Si todos salen de cada terminal en forma sincronizada, leyendo los números de los vagones de cada tren en cada instante de llegada, automáticamente se conoce la diferencia de tiempo o lo que es lo mismo la diferencia de distancia entre el punto de llegada y las terminales.

El paso siguiente es asociar las diferencias de tiempo o de distancias a la señal que llegó primero, con lo que se introduce una nueva incógnita para la cual se realiza una medición adicional para volver al sistema de igual cantidad de incógnitas que de ecuaciones.

Gráficamente veremos que “probando” se puede encontrar la solución, lo que demuestra que hay solución única.

## INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS



El gráfico de al lado reproduce las posiciones conocidas A, B y C y agrega una cuarta D, necesaria ya que hemos cambiado el tipo de datos para posicionar P por una necesidad tecnológica.

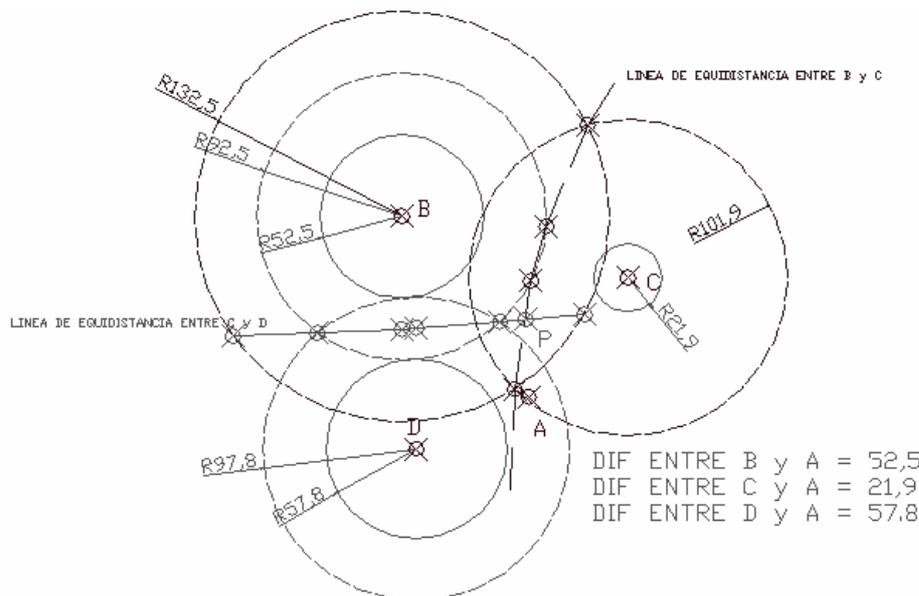
Alrededor de cada uno de esos puntos se dibujó una "circunferencia de exclusión" que representa, en escala, la diferencia de distancia en línea recta entre el punto que contiene y el punto A, siempre respecto del punto P que buscamos. Los radios de esas tres circunferencias son los datos que tenemos para posicionar el punto P. Parecen raros pero vamos a ver que son "fáciles" de determinar para los GPS convencionales.

Analizando la figura se puede concluir que es indispensable que las distancias entre P y cada una de las circunferencias de exclusión medidas a lo largo de las líneas que unen a P con cada uno de los demás puntos deben ser iguales entre sí y a su vez igual a la distancia entre P y A.

$$\text{Dif BA} = b - a = b - b'' \Rightarrow a = b''; \text{Dif CA} = c - a = c - c'' \Rightarrow a = c''; \text{Dif DA} = d - a = d - d'' \Rightarrow a = d''$$

$$\text{Entonces } a = b'' = c'' = d''$$

Esta conclusión es la que nos permite determinar P con los nuevos datos.



Como son muchas cosas variables a la vez, las analizaremos de a una. Cualquiera sea la posición de P (no la sabemos) sin duda debe estar sobre una curva que equidiste de las circunferencias de exclusión entre B y C.

Un modo de determinarla es través de puntos auxiliares creados agrandando en una misma cantidad ambas circunferencias de exclusión: donde se corten tendremos posibles posiciones de P, que será definida por los otros datos.

Si hacemos lo mismo entre B y D, tendremos otra curva de posibles posiciones de P de acuerdo a los datos que manejamos para ese par de puntos. A esta altura podemos notar que el punto P va estar donde se corten esas dos curvas ya que es el lugar equidistante de las tres circunferencias de exclusión y por supuesto, también de A. En términos matemáticos encontramos una circunferencia tangente a las tres circunferencias de exclusión que a su vez contiene al punto A, cuyo centro es precisamente el punto P que buscamos.

Normalmente el receptor recibe más de cuatro señales con lo cual los errores intrínsecos de medición se pueden corregir bastante, por eso dependiendo del momento del día, la precisión es un dato que informan en forma permanente, de acuerdo a las condiciones de recepción.

## ***Cómo se muestran de una manera amigable los cálculos de un GPS***

### **Elementos básicos:**

Un GPS determina puntos en algún sistema de coordenadas. Por defecto, un GPS está realizando mediciones a intervalos prefijados y las muestra en pantalla online sin almacenarla, excepto que se lo indique.

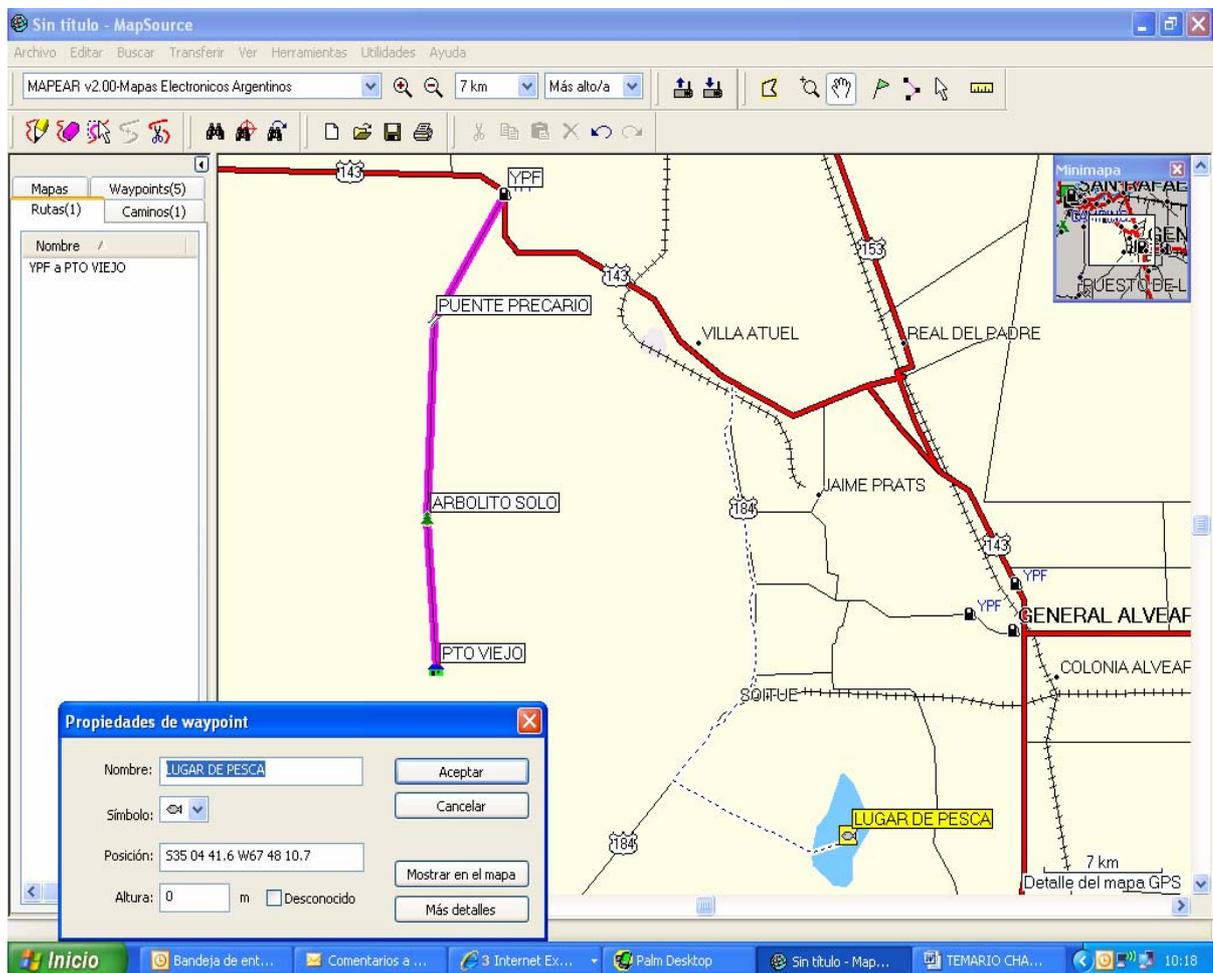
La forma más simple de almacenar esa información se denomina Waypoint (WP) y se lo ordena en forma manual por el usuario.

Un WP, además de sus coordenadas y la hora en que se hizo la medición, acepta un nombre (El GPS lo puede asignar automático, pero se puede cambiar) y dependiendo de la capacidad del aparato se le pueden asociar descripciones breves, iconos, medición de temperatura, etc. Es la forma práctica de identificar lugares puntuales y fijarlos en mapas.

Una colección ordenada de WP es una Ruta. Una Ruta permite seguir un recorrido a través de una poligonal que los une de acuerdo al orden prefijado. Las rutas se diseñan en el GPS ordenando puntos y poniéndole un nombre.

Un track o camino es una sucesión mediciones de posición seleccionadas automáticamente por el GPS de acuerdo a criterios que se le pueden fijar que muestran un recorrido completo. No es posible agregar información adicional a cada punto ya que el objeto es reproducir con precisión un trayecto sin intervención del usuario. Se puede dar un nombre al track para posterior identificación.

En la figura el puntito pequeño que termina en LUGAR DE PESCA es un track, la línea poligonal gruesa entre YPF y PTO VIEJO es una ruta que enhebra varios WP. Los cartelitos son WP.



### **Utilización práctica y cálculos derivados: velocidades, tiempos estimados de arriba, distancias entre puntos, etc.**

Con los datos almacenados de acuerdo a los descriptos en elementos básicos, el mismo aparato, utilizando las leyes físicas, puede entregar una cantidad importante de información que surge de relacionar las variables medidas: por ejemplo con dos mediciones sucesivas se puede determinar la velocidad instantánea, el rumbo, el tiempo estimado de arribo a otro punto, el consumo de combustible de un vehículo si se le informa la tasa unitaria, distancia entre puntos, etc.

Sin embargo, las funciones más salientes son GO TO, RUTEAR y TRACBACK.

GO TO (IR A) se utiliza para conocer la dirección y distancia que hay desde donde estamos a un punto prefijado, con todos los cálculos auxiliares relacionados que se puedan imaginar. Por ejemplo si tenemos cargados los WP de las repetidoras de VHF podemos saber cuales tenemos cerca y a qué distancia.

RUTEAR es una combinación de sucesivos GO TO a diferentes WP ordenados que permite ir de un lugar a otro pasando por puntos intermedios dados.

TRACKBACK es una forma mucho más precisa de rutear que permite desandar un camino hecho previamente con mucha exactitud.

Lo bueno es que luego todos los datos se pueden pasar a una PC y procesarlos como uno quiera, como comentaremos más adelante.

### **CARTOGRAFÍA:**

Hasta ahora hemos hablado de sistemas de referencia para definir posiciones terrestres pero sin especificar cómo se materializan.

El problema de posicionarnos sobre nuestro planeta ha sido siempre una dificultad a resolver toda vez que la forma de la tierra tampoco es exactamente esférica y aún si lo fuera no es posible “aplanar” una superficie esférica para plasmarla en un papel sin sacrificar algo por el camino (deformación).

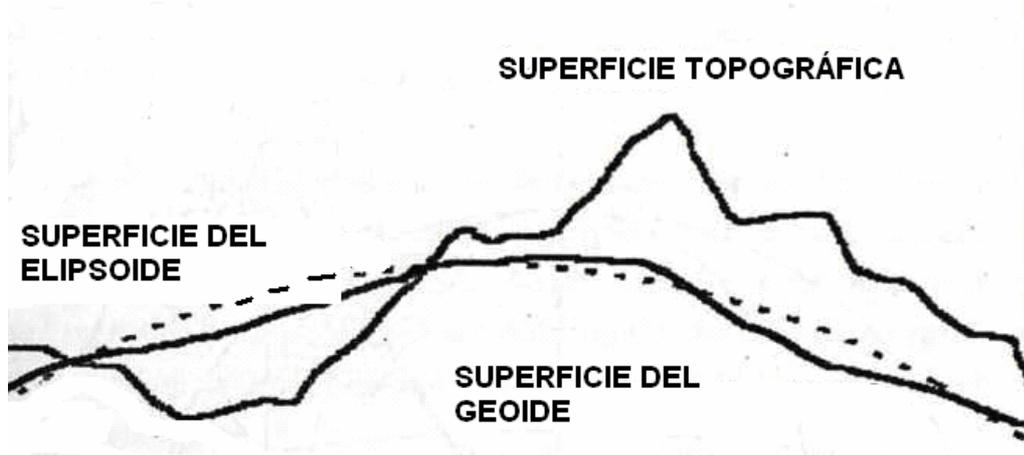
Como siempre, aparecen las soluciones de compromiso para ambos problemas

### ***Forma de la Tierra – Modelos matemáticos - Sistemas de coordenadas asociados: WGS84***

Desde la antigüedad se trató de asociar la forma de la Tierra a formatos amigables: desde la plenitud previa a Colon a la esfera perfecta de los matemáticos. La realidad es que la forma de la Tierra es muy difícil de representar matemáticamente y encima varía con el tiempo (desde las mareas diarias a los desplazamientos de los continentes, entre otros).

La aproximación más precisa se denomina geode que se define como la superficie donde el valor del campo gravitatorio es fijo y corresponde a una superficie que coincide con el “nivel medio del mar”; sin embargo no es práctica para realizar cálculos con elementos convencionales. Está asociada a la nivelación mediante un líquido y tiene una forma irregular dado que la gravedad, entre otras cosas depende la densidad de la materia que la origina.

Para fijar idea, la superficie de un líquido referenciada al nivel medio del mar, es parte de un geode.



La manera práctica es asociarla a un elipsoide de revolución que tiene una fórmula matemática sencilla y representa suficientemente bien la forma de la Tierra. Ahora bien, hay infinitos elipsoides de revolución que se adaptan a la forma de la tierra y dependiendo del lugar de la Tierra que nos interese, algunos coinciden puntualmente mejor que otros. Mientras no hubo técnicas satelitales, cada país trató de adoptar el elipsoide que mejor coincidía con su geografía, lo que derivó en multitud de sistemas de referencia, con distintos parámetros del elipsoide y con distinta orientación de sus ejes.

En otras palabras, cada uno eligió el que tenía mayor coincidencia con el territorio en cuestión. Argentina por muchos años eligió el denominado Campo Inchauspe por ser el paraje donde son tangentes el elipsoide con el geode antes de adoptar, para la era satelital uno global o universal denominado WGS 84, que es el más utilizado hoy por la mayoría de los usuarios.

Entre otras características el WGS 84 tiene alineado su eje menor con la orientación norte sur y sus parámetros son:

- Radio polar  $b = 6\,356\,752,3142$  mts
- Radio ecuatorial  $a = 6\,378\,137,00$  mts
- Aplanamiento:  $(a-b)/a = 1/298,257223563$
- Diferencia de radios: algo menos de 22 kilómetros

Hay que tener cuidado al utilizar un GPS de verificar en que sistema de referencia informa sus datos ya que los mismos poseen la capacidad de hacer la conversión. Lo mismo al tomar datos de mapas antiguos. Por ejemplo la misma posición en latitud y longitud en ambos sistemas antes mencionados difiere en aprox. 220 mts.

En cuanto a la precisión bidimensional el elipsoide es exacto y no se justifica utilizar la extraña forma del geoide, pero no es lo mismo cuando tratamos de identificar la elevación

### ***Latitud y Longitud***

Hay muchas maneras matemáticas de expresar la posición de un punto sobre el geoide o elipsoide, siempre tomando algún sistema de referencia: desde el conceptual en coordenadas ortogonales  $x,y,z$  al sistema polar (radio y dos ángulos) hasta el universalmente utilizado de latitud y longitud, que pasaremos a explicar de una manera gráfica y cotidiana.

Imaginemos al geoide como una naranja.

- cuando la cortamos en gajos “verticales” estamos generando “meridianos”, que se caracterizan por una Longitud medida en grados sexagesimales.
- cuando la cortamos en fetas horizontales generamos “paralelos”, que se caracterizan por una Latitud medida en grados sexagesimales.
- si medimos el diámetro (o el radio) estamos determinando la “elevación” típicamente en metros.

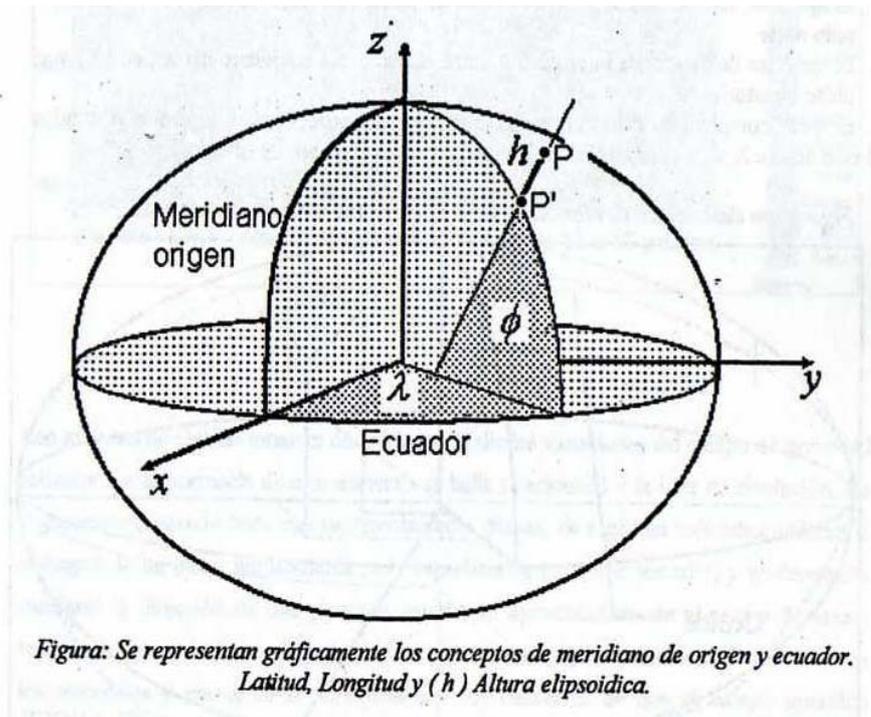
Entendido esto para su implementación matemática hay que fijar cuales son los puntos fijos o planos de referencia a adoptar, que para cada magnitud son diferentes:

Los meridianos podrían fijarse a partir de cualquier meridiano en forma arbitraria, ya que la simetría del elipsoide así lo indica: para la Tierra se fijó como referencia aquel meridiano que pasa por el observatorio de Greenwich en Inglaterra: como cada nuevo meridiano es un plano que forma un ángulo definido con el de “Cero” de Greenwich, se adoptó indicar a los restantes a través del ángulo que forma cada uno de ellos con el de referencia: a la derecha de Greenwich los ángulos se pueden variar de 0 a 180° y se los denomina E (Este) y a la izquierda lo mismo pero con denominación O (Oeste). De este modo cualquier meridiano terrestre queda perfectamente posicionado respecto del origen por un ángulo denominado LONGITUD.

Para los paralelos la situación es similar, pero la elección del plano de referencia es más obvia: naturalmente es el Ecuador, que es el círculo más grande que pasa por el centro del elipsoide, perpendicular a los meridianos. Allí, el ángulo que se forma entre el plano del ecuador y el radio que une el centro del elipsoide con cualquier punto del paralelo define exactamente su posición: hacia arriba habrá un abanico entre 0 y 90° denominado N (Norte) y hacia abajo, lo mismo pero denominado S (Sur), definiendo lo que se llama LATITUD.

A este momento se puede ver claramente que indicando un meridiano y un paralelo sobre la superficie del elipsoide terrestre, tenemos definida con precisión la posición de un punto sobre el mismo. Ahora bien, si se trata de un punto que no está sobre el elipsoide, solo necesitamos conocer la altura (o profundidad) sobre la superficie del mismo que nos es más que la conocida altura sobre el nivel del mar.

En resumen: un paralelo, un meridiano y una altura nos definen exactamente donde estamos. En el dibujo se ha representado todo esto sobre un geoide, para mostrar la diferencia con el elipsoide: al ser irregular no siempre la línea que une el centro de la Tierra con cualquier punto sobre el mismo coincide con la vertical del lugar ya que la gravedad no depende únicamente de la geometría, sino de la densidad de masa. En el elipsoide la coincidencia es permanente pero a los efectos prácticos no reviste mayor importancia.



### **Como representar sectores de la tierra a través de modelos planos: las distintas proyecciones.**

Siempre ha sido un problema “enderezar” la superficie de la tierra para poder representarla en un papel plano. Es fácil de entender que un casquete esférico no se puede “aplanar” sin introducirle arrugas o deformaciones. Las mismas serán tanto menores cuanto menor sea el casquete esférico que se quiera “aplanar”.

Si el sector es pequeño, la dificultad existe pero es tan imperceptible que no nos damos cuenta. Un mapa de la guía Filcar, de un barrio o una ciudad pequeña no ofrece mayores dificultades; por el contrario si se quiere representar una provincia mediana, son inevitables las deformaciones.

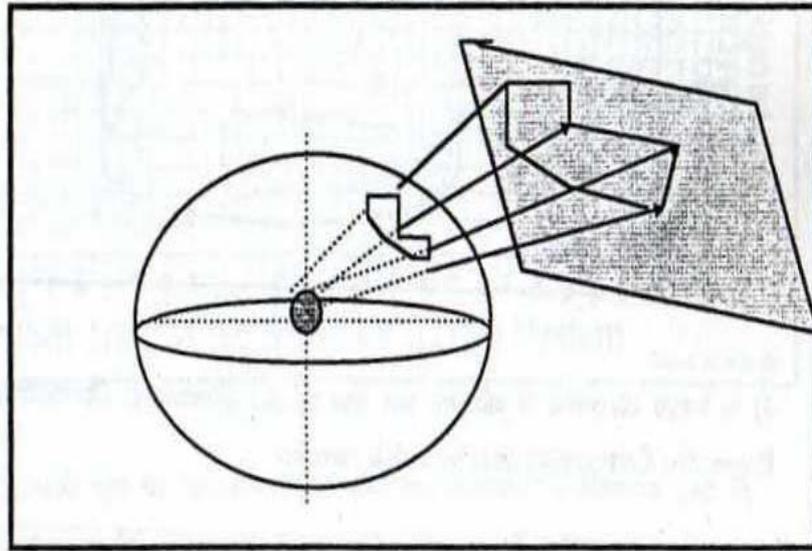
Para tratar de atender el problema se han diseñado variadas formas de “proyectar” el casquete esférico sobre un plano todas ellas con ventajas y desventajas.

La más obvia es colocar frente al casquete esférico un plano convenientemente orientado y realizar una correspondencia entre cada punto del casquete y el plano, uniéndolos a través de una línea que pase por el centro de la esfera al cual pertenece el casquete. Acá se puede ver claramente como dependiendo del tamaño del casquete y de la posición y orientación del plano, las distancias entre puntos del casquete no son iguales a la distancia a los puntos correspondientes del plano. Ni siquiera mantienen una proporción fija, lo que implica que las formas de las figuras del casquete (rutas, lagos, etc.) se deforman: dos líneas perpendiculares sobre en el casquete (como los paralelos y meridianos) pueden no serlo en el plano y viceversa.

La curiosidad es que un desplazamiento “recto” sobre el geoide puede no serlo sobre la proyección: un tramo de ruta recto puede mostrar una curvatura...

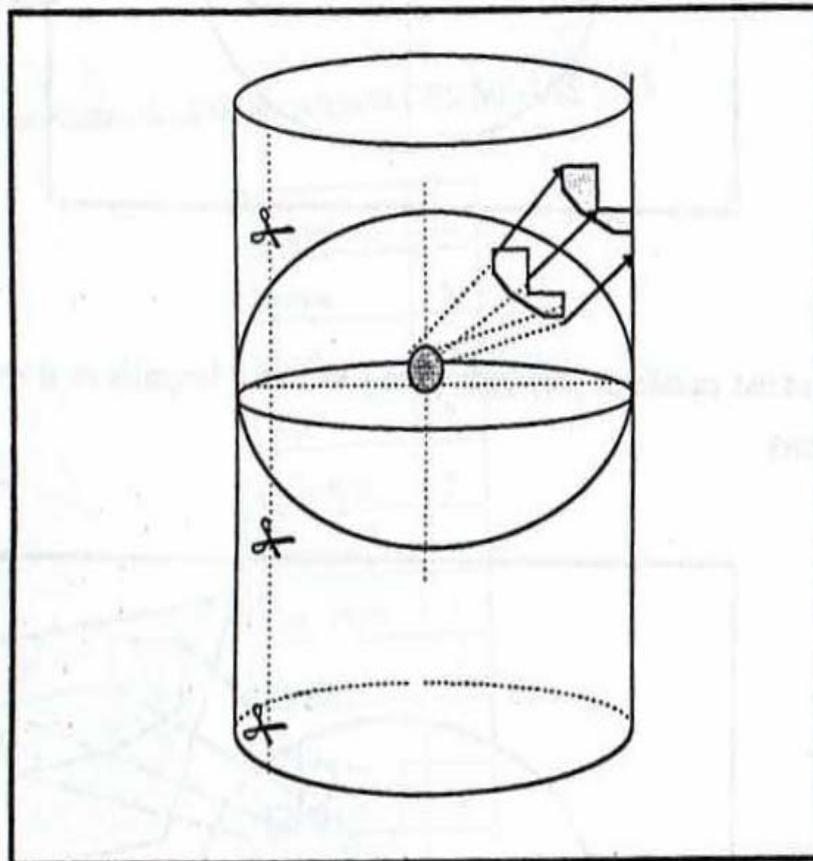
La única manera de minimizar este efecto es utilizando áreas pequeñas donde la deformación sea despreciable.

## INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS



Sin embargo hay una solución de compromiso para áreas más grandes: la proyección Mercator

La proyección Mercator utiliza el truco de proyectar el geode sobre una superficie que sí sea desarrollable en un plano sin deformación: un cilindro.



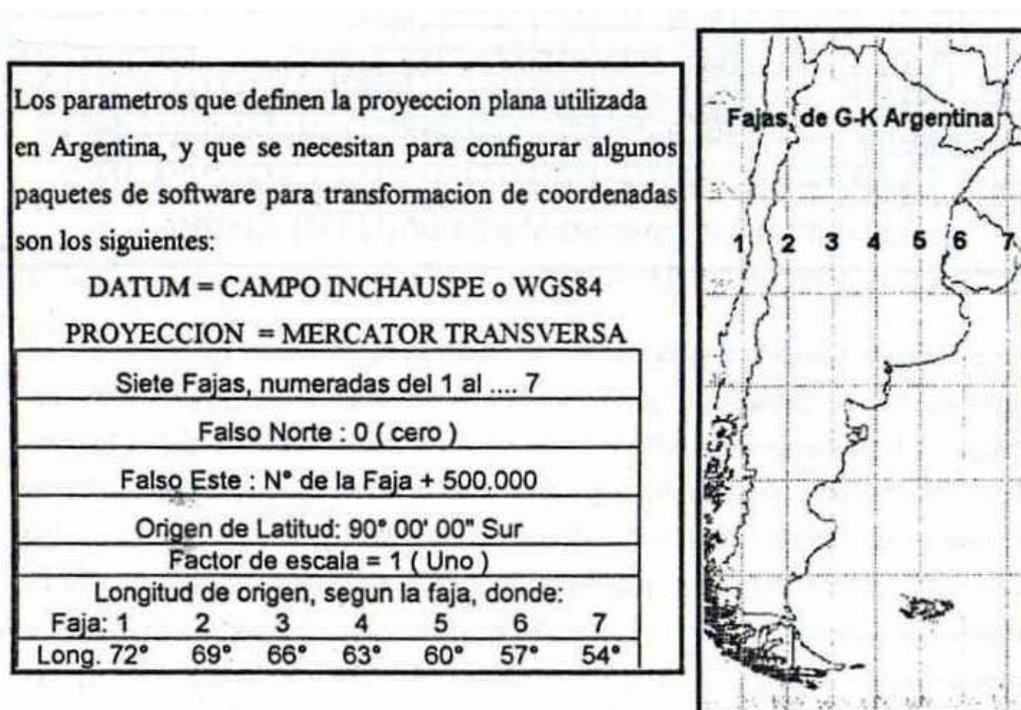
Si se proyecta el geode sobre un cilindro tangente al mismo (puede ser cualquier punto pero el ecuador es una buena elección) se produce el siguiente efecto: los paralelos siguen siendo rectos y paralelos entre sí y la separación en grados se traduce en una distancia fija; los meridianos se mantienen rectos y la separación angular se transforma en una separación fija entre los mismos. De este modo se mantienen ambos perpendiculares entre sí y la distancia en grados se expresa como una distancia en metros. El precio: las

## INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS

distancias entre puntos en metros no son proporcionales. Las ventajas es bastante intuitiva para su visualización y es relativamente simple relacionar matemáticamente los ángulos con las distancias.

Como en todos los casos hay variantes de acuerdo a las necesidades de los usuarios: según donde se coloca el cilindro y con que orientación se pierde generalidad pero se gana precisión: así nace la Mercator Transversa donde cada zona tiene un cilindro diferente para tratar de hacer menos deformadas las distancias reales entre el geode y el cilindro para un sector dado en desmedro de otros fuera de interés. El sistema que nuestro país desarrollo sus mapas a traves del IGM es el llamado "Gauss Krugger" que no es más que un conjunto de 7 cilindros diferentes tangente a nuestro territorio con una diferencia de 3° en longitud.

Son las conocidas 7 fajas en las que se divide nuestro país, que dieron origen a toda nuestra cartografía:

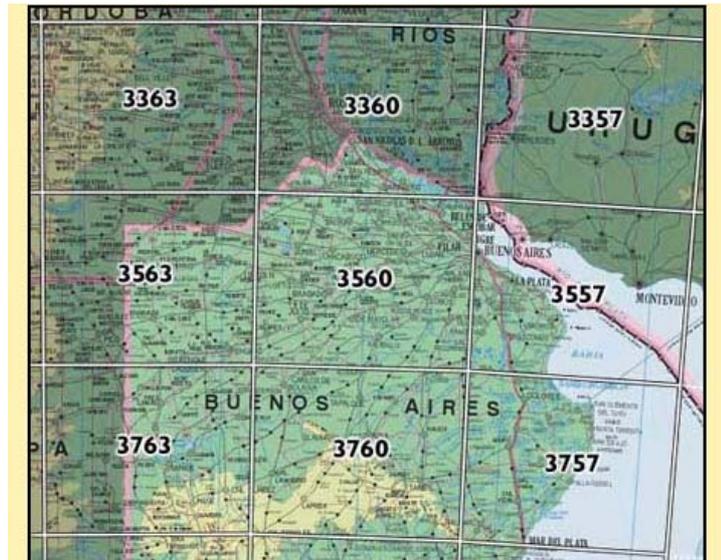


### **Mapas disponibles en el mercado e Internet**

La cartografía clásica y más detallada, aunque a veces un poco desactualizada es la del IGM (Instituto Geográfico Militar) que utilizando el concepto de franjas, nos provee mapas de 3° de ancho en longitud y 2° de alto en latitud, cubriendo todo el país. Por supuesto hay más de diferentes escalas y sectores pero el paquete básico esta formado por los citados.

Cada mapa tiene asignado un meridiano central propio de la franja o cilindro a la que pertenece y un paralelo central. Por ejemplo un mapa posible es el 37°S 60°O, que significa disponer de un área delimitada por los paralelos 38 y 39 y los meridianos 58°30' y 61°30'. Como es de imaginar las deformaciones son casi nulas en la zona central y un poco mayores en la periferia, aunque razonables para usos normales.

## INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS



Para mejorar la precisión están disponibles también unos mapas que son cuartos de los mapas anteriores que duplican la escala: para el mismo caso anterior tendríamos el 3760-I, 3760-II, 3760-III y 3760-IV, que no son más que el 3760 dividido en cuatro designando cada uno de ellos en sentido horario empezando por arriba a la izquierda. Cada mapa tiene un vértice que es 37°S 60°O en distinta posición.

### Escala 1:250.000



Estos mapas se compran en el IGM en papel o formato de imagen y se disponen mapas con información topográfica y con formato satelital

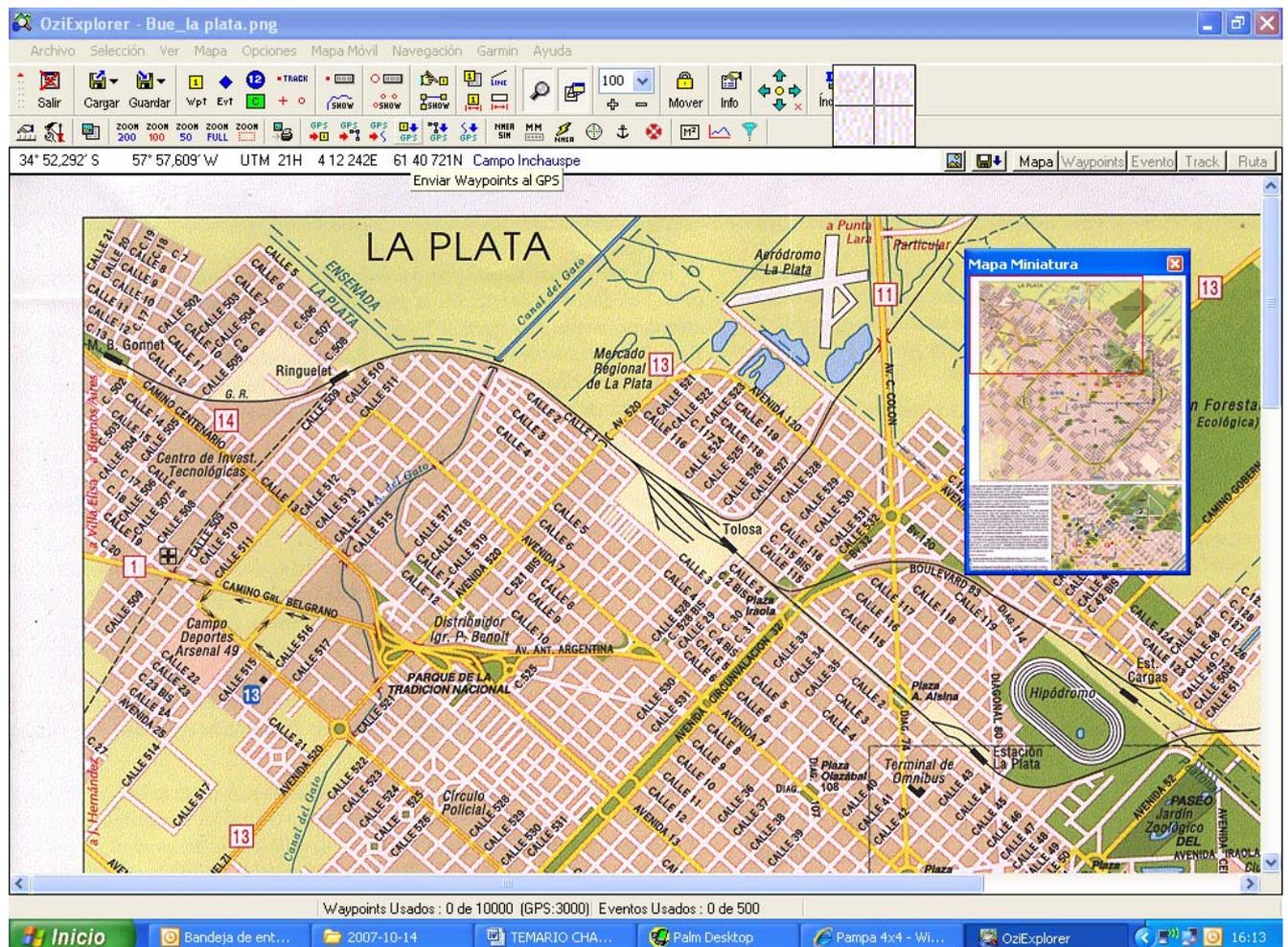
Por otra parte son bastante buenos los del ACA, generalmente clasificados por provincias o conjunto de ellas. Aquí la precisión es variable dependiendo del área que abarquen.

También hay mapas gratuitos con fotos satelitales de cierta antigüedad en un sitio de la NASA, ahora no tan necesarios debido a la fácil disponibilidad del Google Earth con sólo tener una buena PC con conexión de banda ancha ([www.earthgoogle.com](http://www.earthgoogle.com))

## USO DE PROGRAMAS PARA PC CON DATOS DE LOS GPS: MAPSOURCE, OZIEXPLORER, GOOGLE EARTH.

Hay muchísimos programas para procesar mapas y datos de GPS en forma relacionada. Los hay de carácter genérico, como el Ozi Explorer, que permiten utilizar cualquier imagen que pretenda ser un mapa (desde un mapa del IGM hasta un simple bosquejo a mano de un área) donde previa calibración a través puntos conocidos permite volcar sobre el mismo la información de un GPS y también existen los específicos creados por los fabricantes de GPS como por ejemplo Mapsource, que son menos flexibles.

Ozi Explorer ([www.ozicom.com](http://www.ozicom.com)) es un programa completo y versátil que con un buen juego de mapas permite calcular y verificar recorridos en forma teórica (incluso se puede trabajar en 3D) para planificar travesías y expediciones. Dispone de multitud de herramientas para calcular áreas, distancias, tiempos, velocidades, etc. Inclusive, si el GPS se lo conecta a una Notebook, es posible visualizar en tiempo real la posición de mismo en cualquiera de los mapas que se disponga. Es extremadamente útil para moverse en áreas desconocidas, particularmente de noche o cuando no hay referencias claras. Su gran ventaja es poder utilizar cualquier imagen como mapa, previa calibración, como por ejemplo la que se muestra de la ciudad de La Plata.



Las diferentes marcas de GPS incluyen su propio software para relacionar mapas y GPS. GARMIN provee software llamado Mapsource y NRoute que utilizan mapas específicos de tipo vectorial (no son dibujos, sino bases de datos con puntos que permiten dibujarlos). Los mapas de esta zona del planeta no son muy detallados, pero felizmente hay usuarios que han aprendido a modificarlos y ponen a disposición los mismos en Internet en forma libre y gratuita. Aquí en Argentina existen el Proyecto Mapear ([www.proyectomapear.com.ar](http://www.proyectomapear.com.ar)) y Viajeros ([www.viajeros.freesevers.com](http://www.viajeros.freesevers.com)), entre otros, que procesan información propia y la que uno puede realimentar y en forma periódica emiten versiones de diferentes sitios

## **INTRODUCCION A LA TECNOLOGÍA GPS**

del país. Lo bueno de estos mapas es que se pueden ver directamente en la pantalla del GPS mientras que los que utiliza Oziexplorer no.

Últimamente Google Earth ha proporcionado una herramienta muy valiosa a la hora de planificar y/o reproducir viajes ya que de una manera relativamente sencilla es posible ubicar datos de GPS en cualquier lugar del planeta y viceversa. Si bien las imágenes no son muy nuevas (dos o tres años de antigüedad) lo bueno es que cubren todo el planeta, se pueden visualizar en 3D y son gratis.

En general el uso combinado de estos programas permiten estudiar cuidadosamente un recorrido en forma teórica de modo de prever las dificultades antes de enfrentarlas en la realidad.

### **APLICACION A UN HOBBY PERSONAL**

Como se puede inferir todo lo desarrollado implica un gran avance tecnológico que permite su utilización en muchísimos campos de la vida diaria: desde la planificación de viajes a la posibilidad de poder conocer el rendimiento por cada hectárea particular de un cultivo, por citar dos ejemplos nada más.

Como una simple muestra de un hobby al que me adherido relacionado con esta tecnología, citaré la “Cacería de Confluencias Geográficas” que no es más que el desafío de ir y “conquistar” aquellos puntos del planeta donde se intersectan (confluyen) paralelos y meridianos con números entero de grados.

Son lugares que generalmente no tienen nada de particular y si lo tienen, es puramente casual.

El desafío es llegar a ellos y registrarlo a través fotografías, como quien colecciona fotos de estaciones de trenes, por ejemplo.

La utilización combinada de GPS, mapas, vehículos 4x4, diplomacia, caminatas, equipos de radio, etc. posibilitan acceder a lugares donde uno puede sentirse el primer hombre sobre la tierra en “pisarlo” al menos en forma conciente.

Hay de todo: de acceso fácil, de acceso difícil, con larguísimas caminatas, con escaladas, con viajes cuidadosamente planificados por zonas sin caminos, con el desafío de explicarle a un puestero que venimos de mas de mil kilómetros a sacar una foto en el medio de la nada, con la frustración de no poder lograrlo por una tranquera cerrada, etc. pero siempre con la satisfacción de conocer lugares y personas a los que de otra manera nunca siquiera se me hubieran ocurrido.

No es un invento mío, por supuesto. Lo descubrí navegando en Internet en el sitio [www.confluence.org](http://www.confluence.org) donde antes que yo lo descubriera ya había cientos de locos que se dedicaban a cazar líneas geográficas o quimeras, como las bautizó una periodista de La nación que alguna vez me entrevistó.

Desde que empecé con esto ya visité 70 confluencias, muchas de las cuales fueron “descubiertas” por mí. Sólo en Argentina hay más de 100 esperando ser descubiertas.

En el sitio podrán encontrar mis aventuras y las de muchos colegas de todo el mundo. Recomiendo su lectura ya que es una especie de ventana “online” al mundo, dónde no sólo hay fotografías del GPS y sus “ceros” sino un sinfín de anécdotas y personajes imperdibles.

