

**Universidad Nacional de Ingeniería**

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA



## **Uso de Posicionadores Satelitales G.P.S. en el Catastro Minero**

### **INFORME DE INGENIERIA**

Para Optar el Título Profesional de :  
**INGENIERO DE MINAS**

**HUELVÉR JAVIER ARIAS ARZAPALO**

Lima - Perú  
1996

## INDICE

	Pag.
Introducción	3
1. Catastro Minero	4
1.1 Faces del levantamiento Catastral	4
1.2 Características del G.P.S.	6
1.2.2 Segmento de Control	7
1.2.3 Segmento del Usuario	8
1.3 Utilidad y Manejo	9
1.3.1 Geo-Explorer	9
1.3.2 PRO-XL	19
1.3.3 GPS 4000SSE	40
1.4 Técnicas Geodésicas de Medición	41
1.4.1 Modelo Matemático	41
1.4.2 La Superficie Geoidal	42

## INTRODUCCION

El uso de G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Global) en las diversas áreas de ingeniería, como un elemento de ubicación precisa esta obligando a los profesionales ha tener mayor conocimiento del sistema y en sus diversas aplicaciones.

Es así que uno de los usos es en el catastro Minero, que nos permite realizar redes de triangulación y poligonación con lo que se realiza un control altimétrico y planimétrico, basado en métodos geodésicos satelitales, con la finalidad de densificar la Red Geodésica Minera.

La introducción de estos equipos ha generado una Geodesia diferente a la del siglo pasado la cual era bidimensional, En la actualidad trabaja con tres posiciones , haciendo más fácil su calculo y compresibles las ecuaciones. lo cual nos permite usar los valores obtenidos con los equipos G.P.S. y procesarlo y obtener posiciones

# 1. CATASTRO MINERO

El catastro Minero, tiene por objetivo realizar el inventario físico de todos los derechos mineros vigentes, con el apoyo de un documento cartográfico que respalde fehacientemente la tenencia de dichos derechos e impida la superposición de sus áreas..

El inventario físico consiste en conocer y fijar sobre el terreno por medio de coordenadas del sistema Geográfico Nacional, los puntos de partida de denuncias y concesiones, señalando así de modo inconfundible la posición de los mismos dentro del territorio nacional a partir de sus títulos originales.

## 1.1 FASES DEL LEVANTAMIENTO CATASTRAL

Para realizar el levantamiento catastral a nivel Nacional se tiene que realizar las siguientes fases.

### - Análisis y evaluación de expedientes

Analizar la información que figura en los planos pre-catastrales para determinar las zonas de mayor densidad minera y obtener la información técnica básica, directamente de los expedientes mineros.

### -Planeamiento de campo

Con la información técnica básica se planifica la densidad de la red geodésica en las zonas mineras, el número de derechos a catastrar, infraestructura, presupuesto y personal necesario.

### -Reconocimiento

Verificación física en el terreno de las señales geodésicas establecidas por el IGN y/o RPM, puntos de partida, puntos de referencia, vértice de cuadratura, datos cartográficos para el replanteo de coordenadas UTM de derechos mineros adecuados de Selva y Ceja de Selva, vértices de cuadratura, etc.

### - Densificación de puntos geodésicos

Ampliación de la RED GEODESICA NACIONAL establecida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en las zonas de mayor densidad minera.

### -Monumentación de hitos geodésicos

Los puntos geodésicos, establecidos deben ser construidos de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas establecida por catastro.

Tratándose de hitos establecidos por otros agrimensores, se verifica si cumplen con las condiciones técnicas requeridas y de ser favorable se asumen estos hitos como puntos geodésicos.

**-Descripción de estaciones**

Después de haber monumentado los hitos geodésicos, se realiza su descripción en el formato oficial.

**-Medición Geodésica convencional**

Las mediciones se inician estacionando el teodolito en una de las señales de la BASE GEODESICA.

**Especificaciones técnicas**

**Ángulo Horizontales:** Se han observado Sets de 04 posiciones con telescopio directo e invertido, rechazándose los valores discrepantes con mas de  $\pm 5''$  a partir de la media. Cada set fue aceptado con un minimo de tres series.

**Ángulos Vertical** Se determinado mediante observaciones con el telescopio directo e invertido, rechazándose los valores discrepantes en mas de  $\pm 10''$  a partir de la media. Cada set fue captado con un minimo de tres series , anotandose también las alturas de instrumento y señal, valores que intervienen en el calculo de elevaciones.

**Distancia inclinada** Se reducirán al horizonte y al nivel del mar antes del calculo definitivo de coordenadas UTM.

**-Método Geodésico Satelital**

Se empleará el método diferencial que consiste en ubicar un equipo en una señal geodésica o Estación Base comunitaria (base fija) y el otro equipo en el punto desconocido que seamos identificar (base móvil).

**-Replanteo de coordenadas UTM**

Las coordenadas UTM de los vértices de la cuadratura de los derechos mineros adecuados a coordenadas UTM de la carta Nacional así como los vértices de las cuadrículas de los petitorios Mineros, deben replantearse en el terreno con los métodos geodésicos convencionales o métodos geodésicos satelitales de precisión al sub metro.

## **-Calculo de coordenadas UTM**

Cuando se utilicen métodos topográficos convencionales se empleará el software de cálculos de redes de triangulación o poligonación electrónica.

## **-Elaboracion de Planos Catastrales**

Las coordenadas UTM obtenidas de la cuadratura de los derechos mineros deben ingresarse a la base de datos del Sistema Catastral, para su graficación automática.

## **1.2 CARACTERISTICAS DEL G.P.S.**

El sistema de posicionamiento global (GPS) basado en una constelación de 24 satélites, que orbita la tierra a gran altitud. La cual reemplaza a las estrellas que tradicionalmente se utilizaba.

Los satélites se encuentran a una distancia de aproximadamente 22,000 km, se usa para dar posición con exactitud, a cualquier punto durante las 24 horas del día.

Se utiliza el modo diferencial

La tecnología de Circuitos integrados, los georeceptores son pequeños.

Cada metro cuadrado en la tierra tendrá una única posición

Esta definido por tres segmentos:

Segmento Espacial

Segmento de control

Segmento Utilitario

### **1.2.1 EL SEGMENTO ESPACIAL**

Cuando se lanza el 22 de febrero de 1978 el primer Satélite NAVSTAR-GPS, se inicia una nueva era en la determinación tridimensional de posiciones, la constelación NAVSTAR (Navigation satellite Timing and Ranging- rango y horario de navegación satelital) el cual comprende de 24 satélites, para dar información las 24 horas del día, 21 de ellas se consideran principales y 3 son de emergencia, una altura promedio de 20200 km y un periodo de 12 horas, de los cuales 18 satélites se distribuyen en 6 planos orbitales, con una inclinación de 55 con respecto al plano ecuatorial, rotados 60 con respecto a los planos orbitales adyacentes y un ángulo de 90 entre ellos.

- Se asegura la cobertura continua en toda la superficie terrestre.

- La mayor altura de los mismos requerirá menor número de satélites para un cubrimiento total de la superficie.

Cada Satelite GPS genera una frecuencia fundamental de 10.23 Mhz, de la cual se derivan las restantes frecuencias y señales integrados, Mediante los factores multiplicadores 154 y 120 se obtienen dos frecuencias portadoras de banda L:

-Código P (Precise positioning service). solo puede modularse hasta encriptarse sobre 1 o dos frecuencia portadoras. con modulaciones 10.23 Mhz , se divide asignado a cada satelite una única fracción de una semana del codigo.corresponde unos 100 nanosegundos , que equivale aproximadamente a una distancia de 30 metros. Esta resolución puede mejorarse por medio de interpolación a nivel de submetro (menor a 1 metro) y el código C/A (Course/Adquisition o clear/access) sobre L1.

- Código C/A También llamado código S (standard Positioning Service);: si lo comparamos con el código P este resulta mas complejo. Es una señal de codigo de frecuencia 1,023 Mhz lo cual corresponde a una resolución de distancia del orden de los 300 metros (también puede mejorarse por interpolación). El código S se repite cada milisegundo.

### 1.2.2 SEGMENTO DE CONTROL

Este segmento tiene la tarea de llevar a cabo el rastreo, calculo, transmisión de datos y supervisión necesarios para el control diario de todos los satélites del sistema, enviando informes de efemérides y luego las recepciona, compara, establece los factores de corrección y modifica existen 5 estaciones, de las cuales 4 de ellas están emplazadas en:

-Hawai Ascension Kwajalein Diego Garcia la principal Master Control Station esta ubicado en colorado Springs U.S.A. Todas estas estaciones se encuentran igualmente espaciadas, además de cumplir 3 funciones especiales:

- Cumplen labores de monitoreo, rastrean todas las señales de GPS para ser empleadas en el control de los satélites y predecir sus órbitas . Este rastreo se efectúa mediante receptores de doble frecuencia equipados con osciladores de cesio.

- estaciones Ascension, Diego Gracia y Kwajalein están capacitadas para transmitir información hacia satélites, incluyendo nuevas efemérides, correcciones de reloj, mensajes de transmisión de datos y comandos de telemetría. Estas se realizan un seguimiento permanente de la constelación NAVSTAR transmitiendo los datos recogidos al consolidate Space Operations Center(Centro de operaciones Especiales Unidas), de la estación principal, donde estas observaciones y las efemérides de referencia proporcionadas por Naval Surface Weapons Center- NSWC. obtenidas mediante integración de labores arcos de trayectoria, se calculan las efemérides de cada satélite para un periodo posterior.

La información se inyecta desde la estacion principal al receptor colocado a bordo de cada satélite.

ser procesadas. Este procesamiento involucra el cálculo de las efemérides de los satélites y correcciones de reloj a los mismos. La Estación de control las corecciones orbitales cuando cualquier satélite se desvía de su posición asignada. Además como función adicional, La estación de control Principal esta en capacidad de realizar las maniobras necesarias para que un satélite va inactivado sea reemplazado por uno de repuesto.

Como el tiempo de sincronización del satélite es una de las mas importantes tareas del segmento de control, la estación de control Principal esta directamente conectada con el tiempo estándar del observatorio Naval de los Estados Unidos en Washington .

### **1.2.3 SEGMENTO DEL USUARIO**

Esta constituido por todos los equipos, permanentes u ocasionales,utilizados para la reparación de señales emitidas por los satélites y empleados para el posicionamiento o para la precisa determinación de tiempo

Se conoce como receptores GPS a un equipo constituido por una antena con preamplificador para la captación de las señales emitidas por los satélites y un receptor integrador los elementos físicos y lógica necesarios para el control, seguimiento, registro, almacenamiento, visualización de los datos, cálculos pre y post-observados y presentación de resultados.

Un receptor GPS normalmente utiliza un canal o mas. un canal consta de un Hardware y un software necesarios para rastrear la señal de un satélite en una de las dos frecuencia portadoras.

Algunos receptores llevan incorporados el calculador, así como en elemento para registro de datos sobre soporte magnético, en tanto que otros precisan de un ordenador exterior, generaimente de tipo PC, y unidad de registro en diskette.Ademas pueden acoplarse a otros elementos exteriores, tales como un oscilador atómico, sensores meteorológicos.



## **1.3 UTILIDAD Y MANEJO**

Dentro de equipos geodésicos satelitales tenemos de diferentes marcas y modelos estos de acuerdo a la precisión y alcance tenemos los siguientes:

- Geo-explorer
- Pro-xl
- 400sse

### **1.3.1 GEO-EXPLORER**

Es un receptor con seis canales de alta performance, cuya fuente de energía es una batería portátil diseñada para ser usada en el campo. Con el receptor se puede navegar, almacenar posiciones e información de atributos para puntos, líneas o áreas.

### **COMPONENTES DEL SISTEMA**

El Sistema Geoexplorer estándar incluye lo siguiente :

- . Receptor Geoexplorer
- . Un kit de baterías
- . Cable de transferencia de datos
- . Software GEO-PC y candado del software
- . Software PFINDER
- . Software Decimeter Processor

### **BATERÍAS**

El sistema estándar viene con 04 pilas alcalinas que le proporciona dos horas de operación continua; si esto no es suficiente para las necesidades que la colección de datos requiere, existe un kit recargable de batería que puede suministrar 06 horas de operación continua.

### **CABLE DE TRANSFERENCIA**

Es un cable incluido para la transferencia de datos entre el receptor Geoexplorer y el software PC; el pequeño extremo circular va conectado al receptor y el otro extremo DE-9 al puerto seleccionado en el computador.






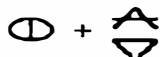
## SOFTWARE PFINDER

PFINDER (versión 2.5 ó posterior) es un paquete de software más avanzado que puede adquirir como un "actualizador" del GEO-PC , posee todas las funcionalidades del GEO-PC, le permite realizar gráficos para tareas de planeamiento, editar datos, transferir datos al GIS, plotear datos, crear y transferir diccionarios de datos.

## SOFTWARE DECIMETER PROCESSOR

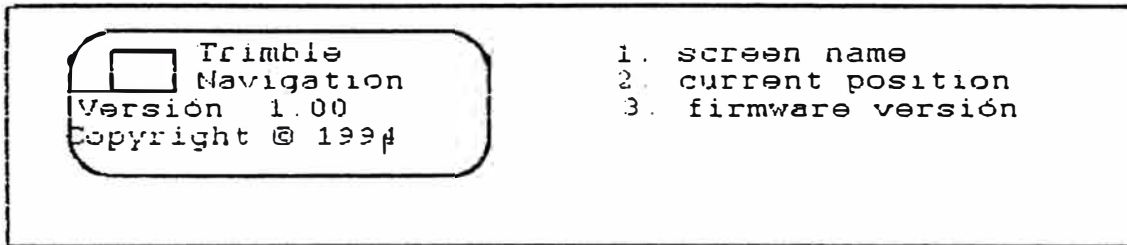
Este paquete de software es usado para el procesamiento en alta precisión de datos al submetro de precisión.

### DESCRIPCIÓN DEL TECLADO

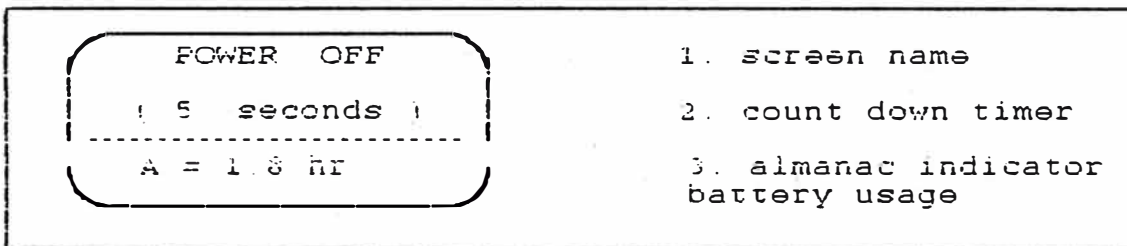
TECLA	D E S C R I P C I O N
	MUEVE EL CURSOR DE UN CARÁCTER A OTRO. HACIA LA DERECHA O IZQUIERDA MUEVE LA PANTALLA A TRAVÉS DE LOS ATRIBUTOS AL INGRESAR NUEVOS DATOS.
	MUEVE EL CURSOR A TRAVÉS DEL MENÚ DE ARRIBA HACIA ABAJO O VICEVERSA.
	SELECCIONA UNA OPCIÓN DEL MENÚ Y ACEPTA DATOS INGRESADOS
	ACEPTA CAMBIOS DE DATOS PARA PUNTOS DE RUTA EN MODO EDIT WPT
<b>ESC</b>	SALE DE LA PANTALLA ACTUAL Y VA A LA ANTERIOR SALE DE PANTALLA ACTUAL HACIA MENÚ PRINCIPAL AL INGRESAR DATOS. ABANDONA CUALQUIER CAMBIO REALIZADO
	ENCIENDE O APAGA EL RECEPTOR
	AUMENTA O DISMINUYE EL CONTRASTE DE PANTALLA


## ENCENDIDO Y APAGADO

Para encender, pulsar  y aparecerá en pantalla:



Para apagar, pulsar  sosteniéndolo así durante 05 seg., aparece la pantalla :



Para apagado rápido, pulsar  + 

Si ya no se desea apagar, se puede detener la cuenta regresiva liberando las teclas.

## MENÚ PRINCIPAL

Cuando se enciende el receptor por primera vez, es mostrado el menú principal que tiene las siguientes opciones :

1. DATA CAPTURA
2. POSITION
3. GPS STATUS
4. NAVIGATION
5. DATA & TIME
6. CONFIGURATION
7. DATA TRANSFER

### MENÚ PRINCIPAL

OPCIÓN	DESCRIPCION
DATA CAPTURE	LOS ÍTEMS DENTRO DE DATA CAPTURE. PERMITE ABRIR Y GRAEAR UN ARCHIVO BASE O ROVER, PODEMOS TAMBIÉN REVISAR O BORRAR ARCHIVOS Y BORRAR UN DICCIONARIO DE DATOS.
POSITION	ESTA OPCION MUESTRA LA POSICIÓN ACTUAL, LATITUD, LONGITUD Y ALTURA. PODEMOS CHEQUEAR SI LAS POSICIONES SON CALCULADAS ACTUALMENTE O SI LA POSICIÓN MOSTRADA ES ANTERIOR.
GPS STATUS	PERMITE CHEQUEAR LOS SATÉLITES QUE ESTAN SIENDO RASTREADOS, SU POSICIÓN Y LA FUERZA DE SUS SEÑALES, PODEMOS TAMBIÉN TENER UNA IDEA DE LA PRECISIÓN DE LAS POSICIONES CALCULADAS.
NAVIGATION	LOS ITEMS DENTRO DE ESTA OPCION, NOS PERMITE ALMACENAR PUNTOS DE RUTA, SELECCIONAR LOS PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO QUE DESEAMOS PARA NAVEGAR. ELEGIR LOS FORMATOS DE NAVEGACION EN PANTALLA QUE SE REQUIERE Y VER COMO SE NAVEGA.
DATA & TIME	MUESTRA HORA Y FECHA ACTUALES.
CONFIGURATION	PERMITE FIJAR PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA COLECCIÓN DE DATOS, MUESTRA Y TRANSFIERE DATOS.
DATA TRANSFER	ESTA OPCION NOS PERMITE TRANSFERIR ARCHIVOS DEL RECEPTOR GEOEXPLORER A LA PC.

## CONFIGURACIÓN

Antes de iniciar la sesión de campo, revisar la configuración de los parámetros críticos que afectan directamente en la captura de datos rover, éstos se encuentran dentro de ROVER OPTION.

PARÁMETRO	ALTA PRECISIÓN	BAJA PRECISIÓN
<b>FEATURE LOGGING</b>		
POINTS	01 SEG	01 SEG
LINE/ÁREA	05 SEG	05 SEG
MIN POSN	120	120
<b>NOT IN FEATURE</b>		
RATE	ALL	ALL
<b>HIGH ACCURACY</b>		
RECORDING	ON	OFF
LOG RATE	15 SEG	05 SEG
MIN TIME	15 MIN	15 MIN
DYNAMICS	LAND	LAND
PT FEATS	OFF	OFF
POS MODE	3D	3D
3D ALT	00	00
ELEV MASK	15°	15°
SNR MASK	6	4
PDOP MASK	6	6
PDOP SWITCH	6	6
ANTENNA HT	OPCIONAL	OPCIONAL
LOG DOPs	OFF	OFF
VELOCITY	OFF	OFF
FILE PREFIX	OPCIONAL	OPCIONAL

Hasta ahora solo se han visto los parámetros críticos, seguidamente debemos configurar de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y a las necesidades del trabajo de campo, los demás parámetros dentro del menú CONFIGURATION el cual presenta las siguientes opciones :

1. ROVER OPTIONS
2. BASE OPTIONS
3. COORDINATES
4. DATUM
5. UNITS
6. DATE & TIME
7. COMMUNICATION

8. RTCM
9. SAT HEALTH
10. BATTERY USE
11. WPT AVERAGING
12. FACT. DEFAULTS
13. ABOUT GEOEXPLORER

## REVISANDO ESTADO GPS

Cuando estamos colectando datos y el estado GPS no es el óptimo ó existe escasa visibilidad, observará que se detiene la cuenta regresiva hasta que mejoren las condiciones; cuando esto ocurra ó desea cambiar opciones en la configuración, puede ejecutarlos sin que la captura de datos se detenga, procediendo así

1. Seleccione **GPS Status** del menú principal.

2. Seleccione **Sat Tracking** y mostrará :

Los satélites rastreados representados por sus PRNs, las flechas al lado de los PRNs indican que esos satélites están siendo usados.

El PDOP, que es la medida de la precisión de posición, PDOP < 4 es bueno, PDOP entre 5 y 8 es aceptable, PDOP > 8 es pobre. Cuando el PDOP es mayor que el configurado, se detendrá la cuenta regresiva .

3. Seleccione **Sat Posn & SNR** y mostrará :

La posición de los satélites mediante su azimut y elevación, y el SRN que representa la fuerza de las señales, un SRN >6 es bueno.

4. Seleccione **Sat Hlth & URA**, y mostrará :

Información de PRN, salud y URA de los satélites; el URA indica la precisión de cada uno de ellos, si el S/A está activado, el URA será mayor de 32.

Al concluir con la configuración y chequeo del estado GPS, estamos listos para iniciar la sesión de campo.

## CAPTURA DE DATOS

1. Seleccione **Data Capture** , aparece en pantalla :

2. Seleccione **Open Rover File**

3. Seleccione **Proceed**, aparecerá en pantalla :

La cuenta regresiva se inicia en 900 que equivale a 15 min. valor configurado para **MIN TIME**.

4. Cuando termine la cuenta regresiva, seleccione **Close File** y luego **Yes**, así finaliza la grabación de un archivo para una posición.

-----  
**REVISANDO ARCHIVOS**  
-----

1. Seleccione **Data Capture**
2. Seleccione **Review File** y mostrará todos los archivos enumerados en orden de grabación. Cada uno está identificado por 08 caracteres. Ejm : F110821A, donde :
  - F = Prefijo asignado previamente en la configuración.
  - 11 = Mes de grabación del archivo
  - 08 = Día de grabación del archivo
  - 21 = Hora GMT de grabación del archivo
  - A = Orden de grabación del archivo durante una misma hora.
3. Para conocer las características de cada archivo, estando en la opción **Review File** posicione el cursor en el archivo deseado y pulse .

-----  
**BORRANDO ARCHIVOS**  
-----

1. Seleccione **Data Capture**
2. Seleccione **Delete File**
3. Ubique el cursor en el archivo que desea borrar y seleccione.
4. Seleccione **Yes**, el archivo ya ha sido borrado.

-----  
**RENOMBRANDO ARCHIVOS**  
-----

1. Seleccione **Data Capture**
2. Seleccione **Rename File**
3. Seleccione el archivo que desea renombrar.
4. El cursor quedará ubicado en el primer carácter del archivo

seleccionado. Pulse los botones  $\leftarrow$  ó  $\rightarrow$  hasta encontrar el carácter deseado.

5. Una vez cambiado este carácter, pulse  $\rightarrow$  para pasar al siguiente de izquierda a derecha .
6. Proceda como el paso anterior para cambiar este carácter.
7. Continúe hasta cambiar todos los caracteres deseados.

---

#### POSICIÓN ACTUAL

---

Para conocer la posición actual del receptor Geoexplorer, seguir los pasos siguientes :

1. Seleccione la opción **Position** del menú principal, aparece en pantalla :
2. Si  $PDOP > 6$  (configurado) lo mostrado en pantalla será la última posición que el receptor registró.
3. Cuando  $PDOP < 6$ , mostrará la posición actual.

---

#### NAVEGACION

---

Consiste en trasladarse de una posición a otra y podemos hacerlo grabando estas posiciones como puntos de ruta para navegar entre dos puntos, ó navegar desde nuestra posición actual hacia un punto de ruta. Al navegar, el geoexplorer nos guiará siguiendo la ruta más corta entre dos puntos.

Las opciones del menú **Navigation** son :

1. Start Navigate
2. To Waypoint
3. From Waypoint
4. Waypoint Setup
5. Display Format

---

#### ANTES DE NAVEGAR

---

Antes de iniciar la navegación debemos hacer lo siguiente :



1. Crear los puntos de ruta y tenemos la posibilidad de almacenar hasta 99 de ellos, un WPT será completo cuando tenga número, nombre y coordenadas.
2. Seleccionar los puntos de origen y destino.
3. Seleccionar el formato que debe mostrarse en pantalla.

---

CREANDO WPT

---

1. Seleccione la opción **Navigation** del menú principal.
2. Seleccione **Waypoint Setup**.
3. Seleccione **Edit WPT** y aparece en pantalla:
4. Use los botones **←** ó **→** hasta encontrar el WPT que se desea cambiar o crear y pulse **ENTER**.
5. Pulse **←** para llevar el cursor al primer carácter del nombre del wpt y luego **→** ó **←** hasta seleccionar el carácter deseado.
6. Después de ingresar el primer carácter del nombre, proceda como el paso anterior para los siguientes caracteres hasta completar el nombre.
7. Pulse **ENTER** para cambiar de renglón y repita la misma operación **→** hasta ingresar todos los datos del wpt.
8. Pulse **ENTER**, aparece una pantalla similar:
9. Seleccione **Yes** para finalizar la creación de un wpt.

---

SELECCIONANDO ORIGEN Y DESTINO

---

1. Seleccione la opción **Navigation** en el menú principal.
2. Seleccione **To Waypoint** y aparecerá en pantalla :
3. Usando **←** ó **→** seleccione el WPT que será el origen.
4. Pulse **ENTER** para finalizar la selección del punto de destino.

Para seleccionar el punto de origen proceda análogamente, con la única diferencia en el paso 2 donde seleccionará **From Waypoint** .

---

---

**ELIGIENDO FORMATO**

---

---

1. Seleccione **Navigation** del menú principal.
2. Seleccione **Display Format** y aparece en pantalla :
3. Elija una de las opciones mostradas y pulse

---

---

**INICIANDO LA NAVEGACIÓN**

---

---

Después de realizar todos los pasos previos, estamos listos para iniciar la navegación :

1. Seleccione la opción **Navigation** del menú principal.
2. Seleccione los puntos de origen y destino.
3. Seleccione el formato que desea ver en pantalla.
4. Seleccione **Start Navegate** y pulse .
5. Inicie el desplazamiento.

**TÉRMINOS USADOS**

---

---

<b>TERMINO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
----------------	--------------------

---

---

**BEARING**      Dirección que se requiere seguir para llegar a destino.

**E T A**          Tiempo Estimado de Arribo, el tiempo en que llegará a destino.

**HEADING**      Dirección actual de viaje.

**RANGE**        Distancia a destino.

**T T G**          El tiempo que falta para llegar a destino.

**VELOCITY**      Velocidad actual de viaje.

**X T E**      Distancia y dirección (derecha o izquierda) de la posición actual respecto de la línea imaginaria que une el punto de origen con el destino. Ejm: XTE = 2 millas a la derecha, significa que nos encontramos a 2 millas a la derecha de esa línea y se debe girar a la izquierda para retornar a ella.

### **1.3.2 PRO-XL**

Es un receptor de 8 canales o 12 canales de alta performance geográfica con esto es posible obtener precisión al sub metro usando dos receptores como rover y base, con el uso de corrección diferencial.

#### **Factores que afectan la Precisión**

La precisión que se puede obtener durante la colección de datos, depende de varios factores

- Tipo de receptor en la estación base.
- Número de satélites visibles.
- Medio ambiente.
- Tipo de mediciones y sus intervalos en la estación base y móvil.
- Distancia entre la estación base y los receptores móviles.
- Dilución de posición de la precisión ( PDOP ).
- Señales de los satélites.
- Elevación de los satélites.

#### **TIPO DE RECEPTOR**

Para obtener el código C/A de precisiones submetro, la corrección diferencial de datos debe estar provista de un receptor de alta calidad en la estación base, que pueda grabar base de datos o realizar correcciones RTCM con mediciones sincronizadas.

Las mediciones sincronizadas ocurren cuando mediciones de todos los satélites rastreados por la base y los rovers, son realizadas en los mismos intervalos y están sincronizadas para el inicio de la semana GPS.

Las mediciones sincronizadas pueden ser grabadas con las siguientes estaciones bases compatibles :

- Sistema Pro XL cuando el software Asset Surveyor está en modo Estación Base.
- Sistema Pro XL cuando Decimeter Mode es fijado en el software PathLog , antes que modo estación base sea iniciado.
- Estación base comunitaria de 12 canales Maxwell.
- Trimble Maxwell 4000, series 4000 SSE ó 4000 SE.

#### **NUMERO DE SATÉLITES VISIBLES .**

Para calcular una posición en tres dimensiones (latitud, longitud y altura ) deben ser visibles 04 ó más satélites, y si operamos en modo sobredeterminado , deben ser visibles 05 ó más satélites.

#### **FACTORES AMBIENTALES**

Las señales de los satélites algunas veces pueden ser desviadas por objetos, en particular objetos metálicos; causando señales erróneas ó falsas que son recepcionadas por la antena GPS , este fenómeno es conocido como " multipath ".

Un multipath severo puede inducir errores de docenas de metros, mientras que otro leve podría causar pequeños errores solamente de unos metros ó menos.

Una óptima precisión es obtenida colectando datos en un medio ambiental sin grandes superficies reflexivas y además con una vista clara del cielo.

#### **INTERVALOS**

Para asegurar la mejor exactitud posible, los intervalos para el cálculo de datos sincronizados en la base debe ser los mismos que los determinados para los receptores rovers .

Si los intervalos de grabación de la base y los rovers son distintos, se puede mejorar la precisión en las posiciones rovers haciendo que su intervalo considerado sea un número entero múltiplo del intervalo de cálculo para la base.

## **DISTANCIA ESTACIÓN BASE - ROVER**

La precisión disminuye con la distancia entre la estación base y el rover ; un estimado de este deterioro es 10 partes por millón ( ppm ).

Por ejemplo, por cada Km. de distancia se producirá un deterioro en la precisión de 10 mm; para precisiones submetro la máxima longitud entre la estación base y el rover es de 50 Km. aproximadamente.

## **MASK PDOP**

**PDOP** es una medida que indica cuándo la geometría de los satélites pueden proveer resultados más precisos. Cuando los satélites se encuentran diseminados en el cielo, el valor del PDOP es bajo y la posición computada será más precisa.

Si los satélites están agrupados muy juntos, el PDOP será alto y la posición menos precisa, el PDOP Mask nos permite el control del punto para el cual la grabación debe detenerse si el PDOP se hace demasiado alto.

Para precisiones submetro , los datos deben ser colectados con valores de PDOP Mask iguales ó menores que 04.

## **SNR MASK**

SNR es una medida de la fuerza de la señal de los satélites, la precisión se deteriora del mismo modo como la fuerza de la señal decrece. Para calcular posiciones con señales débiles, el SNR Mask deberá estar configurado para 06 ó más.

NOTA.- PDOP y SNR actúan en direcciones opuestas; con PDOPs bajos y SNRs altos se obtienen excelentes precisiones.

## **ELEVACIÓN**

Cuando un satélite se encuentra debajo del horizonte, las señales satelitales deben viajar grandes distancias a través de la atmósfera, resultando débiles y retrasadas su recepción en el receptor GPS .

Los datos para el posicionamiento deben ser colectados usando solo satélites que están al menos 15° por encima del horizonte, esto puede ser logrado configurando una elevación de 15° ó más.

## RESUMEN

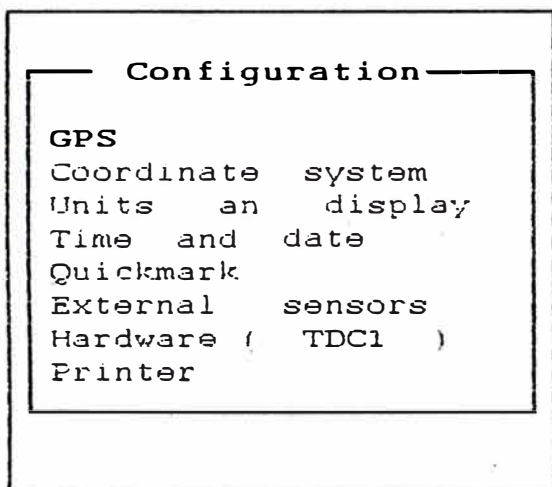
Recomendaciones para obtener precisiones submetro :

PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES
Tipo Receptor Base pueden 4000SSE	Cálculos sincronizados ser grabados por Trimble ó Pro XL.
Distancia Base- Rover	Menor de 50 Km.
Intervalos de grabación	Igual a la base ó múltiplos
PDOP Mask	4 o menos
SNR Mask	6 ó más
Elevación	15° o más
Modo posición	3D

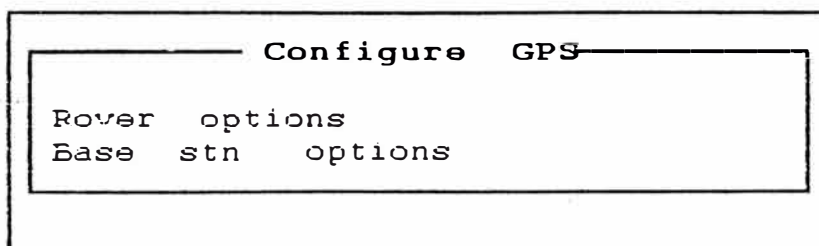
## *CONFIGURACIÓN*

1. Antes de iniciar la colección de datos, configurar el sistema, para ello seleccione la opción configuración presionando la tecla **FUNC** y luego **GPS** en **TDC1**, o presione **SH2** y **F9** en **MC-V**.

2. Seleccione **GPS** para mostrar en pantalla el menú **CONFIGURE GPS**



3. Seleccione **ROVER OPTIONS** para configurar el rover .



Rover options		
Loggin	intervals	
Point	feature	: 01 s
Line / area		: 05 s
Not in feature		: None
Measurements		: Unused
Minimum	posn	: 180
Pos mode		: Manual 3D
Elev	mask	: 15
SNR	mask	: Unused
PDOP	mask	: 6.0
PDOP	switch	: Unused
Audible	click	: Yes
Log	DOP data	: No
Log	velocity	: Unused
	Initial	position
Lat		: ?
Lon		: ?
RTCM	ANTENA	

#### POINT FEATURE :

Se coloca el intervalo de grabación de las características del punto, siendo lo recomendado 01 segundo.

#### LINE / ÁREA :

Intervalos de grabación de líneas y áreas, si estamos grabando características de una línea (tal como una calle), colocar un intervalo apropiado de acuerdo a la velocidad, 05 segundos es bueno si estamos caminando a través de alguna vía, pero 01 segundo es mejor si estamos conduciendo por una carretera.

#### NOT IN FEATURE :

Cuando no estamos grabando una característica, se inicia la grabación de posiciones en NOT IN FEATURE, los datos serán grabados entre características, no en características; para cualquier valor, operar en NOT IN FEATURE es apropiado por la velocidad que nos desplazamos entre características.

## **MEASUREMENTS :**

Nos permite especificar los intervalos de grabación para mediciones GPS sin clasificar, normalmente debería estar a la izquierda de NONE .

## **MINIMUM POSNS :**

Nos permite fijar el número de posiciones para los cuales el software Asset Surveyor emitirá un sonido " beep " indicando que el menor número de posiciones deseadas para las características del punto, ha sido registrado. Este parámetro se aplica solo para características de puntos. El valor recomendado es 01.

El mínimo número de posiciones para una línea es colocado automáticamente a 02 y para un área a 03.

## **POS MODE :**

En este campo se tiene: Manual 2D , Auto 2D /3D , Manual 3D ó Overdet. 3D . Este modo afecta la forma en que el receptor Pro XL opera y el número de satélites rastreados. Se recomienda usar ambos, Manual 3D ó Overdet. 3D .

Cuando use las otras alternativas recomendadas, Overdet. 3D ( Overdetermined 3D ) proporcionará la mejor precisión, éste usa 05 ó más satélites, mientras que Manual 3D usa 04 ó más satélites para la solución de una posición tridimensional; por lo tanto si son visibles más de 04 satélites, puede obtener automáticamente soluciones Overdet 3D .

Use Manual 3D en caso que algunos satélites sean bloqueados por algunas obstrucciones. No use Manual 2D ó Auto 2D /3D si desea posiciones con precisión submetro .

## **ELEVATION MASK**

Este campo permite limitar al receptor Pro XL, el uso solo de aquellos satélites cuyas elevaciones han sido especificadas previamente. La elevación recomendada para lograr precisiones submetro es 15.

Para asegurar una corrección diferencial exitosa, la elevación del rover debe ser siempre mayor que el de la Estación Base. Si la elevación fijada es menor de 15°, los satélites tenderán a producir datos defectuosos que reducirá la precisión de las posiciones.



## **SNR MASK**

Permite especificar la mínima fuerza de la señal satelital , si la señal es más débil que el valor fijado, entonces ese satélite no será usado para computar posiciones. El valor de SNR recomendado para precisiones submetro es 6.

## **PDOP MASK :**

Nos permite definir el máximo valor del PDOP para el cual, el receptor puede computar posiciones.

PDOP es una medida de la fuerza de la geometría de los satélites, cuando los satélites están repartidos alrededor del cielo, el valor del PDOP es bajo y la posición fija computada será más precisa.

Si los satélites se encuentran agrupados cerradamente juntos, el PDOP será alto y la posición calculada menos precisa. El valor de PDOP recomendado para precisiones submetro es 4.

## **PDOP SWITCH :**

Sirve para especificar el valor del PDOP al cual el receptor cambiará de 3D a 2D solo si se encuentre en modo Auto 2D /3D . Cuando el PDOP (para 04 satélites) excede este valor, el receptor computará solamente posiciones 2D (de 03 satélites).

## **AUDIBLE CLIC**

Permite controlar si el dato colector hará un clic audible cada vez que una posición es grabada. Esta información proporcionada indica que su sistema está operando normalmente.

## **LOG DOP**

Hace posible elegir la dilución de los valores de la precisión ( DOP ), entonces tenemos un registro de las condiciones GPS que prevalecieron durante una medición.

Esos valores DOP pueden ser usados para proveer un grado de garantía de la calidad, especialmente si estamos capturando datos y suministrándolo a un tercer grupo que debe necesitar evidencias de que los datos fueron tomados cuidadosamente bajo condiciones GPS aceptables.

## LOG VELOCITY :

Sirve para precisar intervalo al cual las grabaciones de velocidad son registradas. Lo recomendado es NONE.

## INITIAL POSITION :

Permite determinar su posición aproximada como latitud y longitud ó como norte y este (dependiendo del sistema de coordenadas seleccionado).

Cuando el GPS está operando, éstos campos serán mantenidos con la posición GPS actual. Cuando el GPS no está siendo operado, podemos consultar éstos campos para ver dónde estuvimos cuando el GPS operaba la última vez.

Si se ha cargado un nuevo receptor Pro XL, ó si se recorre una ruta larga entre posiciones conocidas, podemos asegurar un inicio rápido ingresando una posición inicial aproximada para la colección de datos de la nueva ubicación.

## RTCM ANTENA :

Pulsar RTCM para definir las opciones RTCM y los parámetros de comunicación como se muestra en la siguiente figura :

RTCM input mode	:	Auto
Warning time	:	5 s
Baud rate	:	9600
Data bits	:	8
Stop bits	:	1
Parity	:	odd

## **RTCM INPUT MODE TO AUTO :**

Fijar RTCM input mode to auto significa que cuando las correcciones en tiempo real están disponibles, el software Asset Surveyor los utiliza automáticamente.

Cuando ellos no están disponibles, las posiciones no corregidas serán grabadas para su posterior corrección diferencial. Si se requiere solamente correcciones en tiempo real, tal vez para navegación, entonces se debe fijar el modo RTCM input en 0.

## **ANTENA :**

Presione **ANTENA** para especificar los detalles de la antena como se muestra en la siguiente figura :

**Antena**

Height : 0.000m  
MeasureVertical  
Type : EC

### **Height :**

En el campo height se ingresa la altura de la antena para el receptor móvil; debemos estar seguro de que el número ingresado es el apropiado para las unidades seleccionadas en la opción Unit and Display del menú configuración.

### **Measure :**

En el campo Measure fijar "**Vertical**".

**Type :**

En el campo Type fijar EC si estamos usando una antena compacta ..

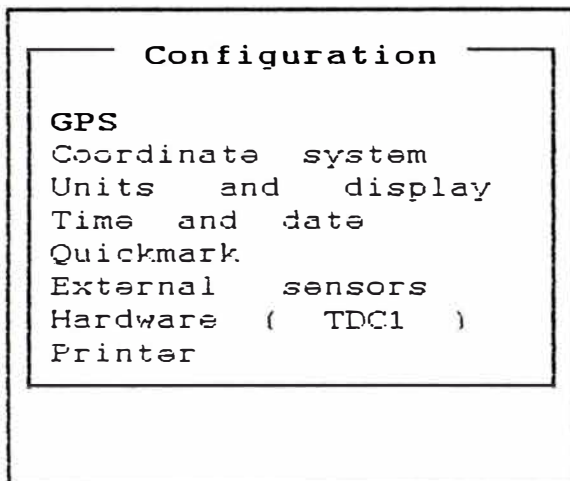
Presionar OK para salir y grabar los cambios en la pantalla antena; para salir sin grabar presionar CLEAR .

Ahora hemos regresado a la pantalla Rover Options , presionar OK para salir grabando los cambios realizados ó CLEAR para hacerlo sin grabar.

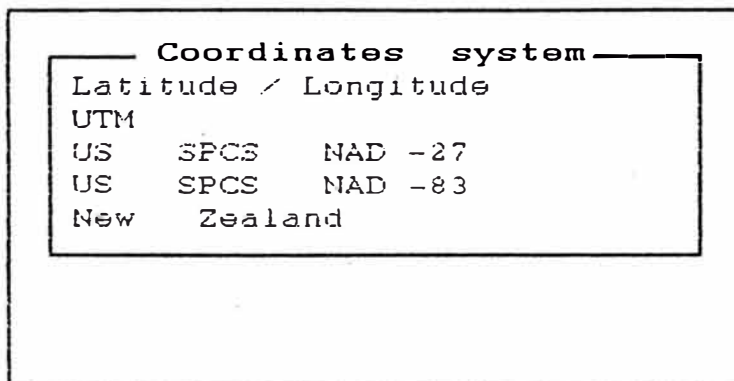
**SISTEMA DE COORDENADAS**

El paso siguiente consiste en configurar el sistema de coordenadas.

En el menú Configuration , elegir Coordinate System como se muestra en la siguiente figura:



Cuando seleccione Coordinate Systems , aparecerá un menú disponible como el mostrado en la figura :



## CREATE DATUM DEL INFO

Seleccione el sistema de coordenadas de este menú, después se puede seleccionar una zona específica dentro de este sistema, no hay zonas para latitud y longitud pero se puede especificar cual datum se va usar.

El diskette del Asset Surveyor contiene varios datums y sistemas de coordenadas.

### UNIDADES

A continuación debemos configurar las unidades y "display".

En *Configuration* seleccionar *Units and Display* y aparecerá la siguiente figura :

Units		and		display	
Units					
Coords	:	Meters	(	m	)
Height	:	Meters	(	m	)
Distance	:	Meters	(	m	)
Velocity	:	Km	/	hour	
Angles	:	DD	:	MMSSss	
Order	:	North	/	East	
Altitud ref	:			M S L	
North ref	:			True	
Magnetic decl	:			Auto	
Null string	:			?	
Language	:			English	

#### Coords :

Se debe fijar las unidades de las coordenadas de acuerdo al mapa local, si deseamos poder identificar posiciones en mapas y leer coordenadas para crear puntos de ruta.

#### Altitud ref :

Nos permite elegir la visión de alturas medias del nivel del mar (MSL) versus alturas sobre el elipsoide (HAE). El software Asset Surveyor incorpora un modelo de geoide mundial el cual convierte las alturas del elipsoide WGS -84 a alturas geoidales; por defecto, el software muestra alturas geoidales.

No importa cual ha elegido, todos los datos siempre estarán grabados con referencia al elipsoide en coordenadas WGS -84.

**North ref :**

Este campo es también importante si estamos usando mapas, fijar **TRUE** si estamos navegando, pero si está navegando con un compas, fijar **MAGNETIC**.

## **ESTACIÓN BASE**

Los parámetros en la configuración son necesarios tanto para la base como para los rover. La estación base tiene parámetros para asegurar que, por cada satélite, todos los datos GPS medidos necesarios para la corrección diferencial, son grabados en el archivo de la base.

<b>Base</b>	<b>Stn</b>	<b>Options</b>
Logging	intervals	
Measurements	:	5s
Positions	:	30s
Log Dop data	:	No
Decimeter mode	:	Off
Pos mode	:	Manual 3D
Elev mask	:	10
SNR mask	:	4.0
PDOP mask	:	8.0
PDOP switch	:	8.0
Audible clic	:	Yes
<b>ANTENA</b>		

En la corrección diferencial, es requisito fundamental que cada satélite usado por el rover para computar una posición, sea también rastreado por la estación base.

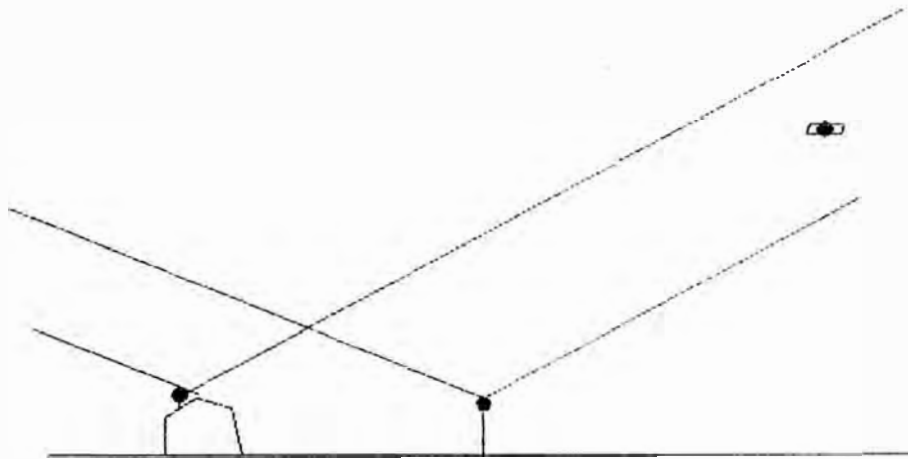
Para asegurarse de esto, los valores recomendados en la estación base para *Elevation Mask* y *SNR Mask* están debajo de los correspondientes al rover como se aprecia en la figura anterior.

## **GRABANDO EN LA ESTACIÓN BASE**

Una vez configurado los parámetros, podemos iniciar la grabación en la estación base.

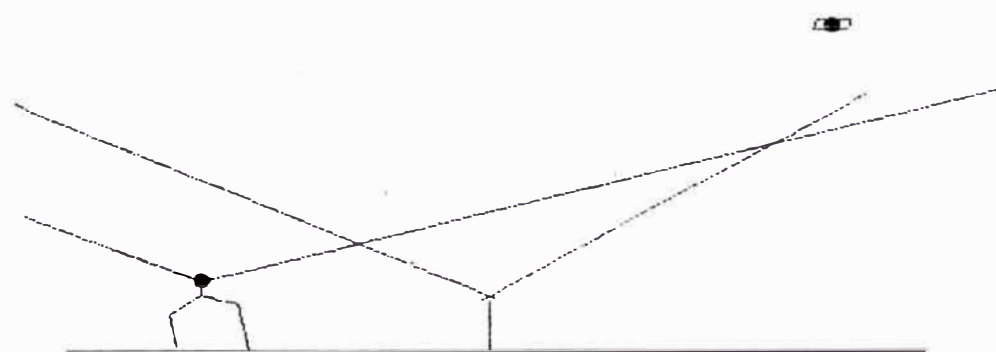
a) En el menú principal del software *Asset Surveyor*, seleccionar la opción *Base station* y aparecerá la siguiente figura :

## *ELEVACION DE LA MASCARA*



*E.BASE :10 GRAD.*

*E.BASE :16 GRAD.*



*E.BASE :10 GRAD.*

*E.BASE :16 GRAD.*

*1 GRADO POR 100 KM DE DISTANCIA ENTRE ROVER Y BASE*

Create file	
File	B100613a
Free space	490KB

Ingresar el nombre del archivo de creado ó aceptar por defecto; el otro campo *Free space* indica el espacio de almacenaje que resta para los archivos.

b) Presionar OK para continuar ó CLEAR para retornar al menú principal, por ejemplo si necesitamos borrar algunos archivos para obtener más espacio de almacenaje.

c) Aparecerá en pantalla todos los detalles de antena :

Antena	
Height	0.000m
Measure	Vertical
Type	EC

d) En el campo *Height* ingresar la altura de antena para el receptor de la estación base, esta altura se considera desde la superficie terrestre al centro de la antena; asegurarse de que las unidades ingresadas sean las seleccionadas en *Units and Display*.

e) En el campo *Measure* seleccionar Vertical.

f) En *Field* colocar EC para antena compacta tipo domo, si se usa otro tipo, ver la tabla 3-6.

g) Presionar OK para continuar.



b) Aparecerá la pantalla mostrando las últimas coordenadas especificadas. Si éstas son incorrectas y se conocen las exactas, entonces puede ingresarlos ahora ó cambiarlos después en el Pfinder . Si no los conoce, presione *UNKNOWN* e ingrese después en el Pfinder .

Si no se requiere posiciones de precisión absoluta, presione *HERE* . Si se tiene varios puntos como estación base, lo más conveniente es fijarlos como waypoints ; si esto ha sido realizado, presione *WAYPT* y seleccione un punto de ruta.

i) Cuando se ha elegido una posición referencial apropiada, presione OK para iniciar el registro de datos en la estación base, en la figura siguiente aparecerá el estado de la pantalla.

```
Base station
Free space      :          481KB
Start
Time           :    08:30:00 am
Date          :   10/12/1995 Mon
Logging for    :           1h26m
```

#### SETUP

j) Cuando se ha finalizado la grabación de datos en la Estación Base, presione OK (ó CLEAR) para salir y responder YES para confirmar.

### TRABAJO DE CAMPO

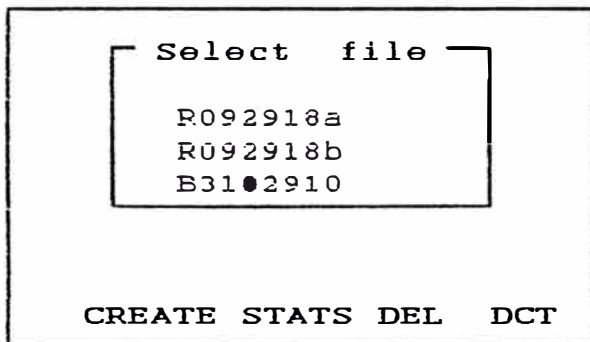
#### CREANDO O SELECCIONANDO ARCHIVOS

Para iniciar el proceso de colección de datos, hacer lo siguiente:

a) Usando ó seleccione *Data Capture* del Asset Surveyor del menú principal, como se muestra en la siguiente figura :

```
Main menú
Data capture
Navigation
File transfer
Utilities
Base station
Info for new users
INFO
```

b) Presione Enter , *Select file* será mostrado en pantalla como en la figura que sigue :



En la pantalla *Select file* seleccionar un archivo existente marcando el nombre y presionando *Enter* ó crear uno nuevo con *Create*.

El archivo que se crea ó selecciona, contendrá todas las características y posiciones colectadas durante la captura de datos en el campo.

c) Para abrir el archivo, marcar su nombre y presionar *Enter*; entonces es mostrado una lista de atributos en el diccionario de datos asociado con el archivo actual.

d) Para crear un nuevo archivo presionar *Create*, la pantalla *Create file* tiene tres campos: *File*, *Data dict* y *Free space*.

e) Para nombrar el archivo, use las teclas alfanuméricas del colector de datos para tipear un nombre en el campo *File* ó acepte el nombre por defecto basado en el tiempo local fijado en *Time and Date* bajo el menú *Configuration*.

Usualmente es mejor aceptar el nombre por defecto generado automáticamente en función a la hora y fecha que fue creado; los archivos del rover y estación base son fácilmente distinguidos por sus nombres convencionales:

**Archivos Rovers :** RMMDDHHA

donde : R = Indica Rover  
MM = Mes  
DD = Día  
HH = Hora  
A = Contador, A es el primer archivo creado en esa hora, B el segundo, etc.

**Archivos Base :** BYMMDDHH

donde : B = Indica base  
Y = Año  
MM = Mes  
DD = Día  
HH = Hora

f) Después de seleccionar un nombre, especificar el diccionario de datos que usa para el archivo.

Presionar **Enter** en el campo *Data dict* para mostrar una lista de los diccionarios de datos existentes en el colector de datos; elegir el diccionario de datos deseado, para obtener información detallada sobre creación de diccionarios de datos, ver la guía del usuario del software Pfinder .

g) Chequear *Free space* que le indica la memoria libre que ha dejado en el colector de datos para el archivo que estamos por crear, este campo no puede ser editado.

Si existe pequeño espacio libre en la memoria, no se podrá coleccionar todos los datos deseados en este archivo mientras no se descargue y borre otros archivos.

h) Presionar **OK** para crear el archivo nuevo; una vez abierto un archivo, se mostrará una lista de características o atributos en el diccionario de datos asociado con el archivo actual.

i) Presionar **Clear** para salir de la pantalla *Create file* sin crear el archivo.

## GRABANDO UNA CARACTERÍSTICA

Hacer lo siguiente para grabar una característica después de seleccionar ó crear un archivo:

a) En el campo, ir a la primera característica que se desea capturar; cuando estamos en un punto que deseamos grabar su posición, buscar en la lista de la pantalla *Select feature* el nombre de la característica y presionar **Enter** (también se puede seleccionar características tipeando su primera letra).

b) Los atributos asociados con las características son mostrados y podemos entonces ingresar valores apropiados de atributos.

c) Finalizado el ingreso de atributos para la característica actual, presionar **OK** para aceptar y almacenar la característica con todos los valores de sus atributos.

d) Continuar el mismo proceso para el resto de características que se desea grabar. Si estamos continuamente recolectando información de características similares, podemos usar la tecla **Repeat**

Los mismos valores de atributos que fueron usados en características anteriores marcados en la lista de características son usados otra vez; por tanto, cualquier valor de atributo que deseamos cambiar puede todavía ser editado.

## **OTRAS OPERACIONES**

En cualquier momento durante el trabajo, podemos acceder a *GPS Operations* presionando la tecla inferior izquierda GPS de TDC1, ó acceder a información de *Configuration* presionando FUNC y luego GPS; podemos también presionar VIEW durante ó después de las mediciones para revisar ó posiblemente editar rápidamente las características capturadas.

## **VIENDO LA CALIDAD DE LAS POSICIONES**

La línea de estado muestra el número de satélites visibles y el valor del PDOP que nos da una clara indicación de la calidad de las posiciones que estamos grabando; también es mostrado el número de posiciones registradas para la característica actual.

## **RETORNO AL MENÚ PRINCIPAL**

Cuando se ha finalizado la colección de características, presionar *CLEAR* para salir a *Data Capture* y retornar al Asset Surveyor del menú principal, luego *YES* si deseamos concluir la captura de datos ó *NO* si se prefiere continuar.

## **CONFIGURACIÓN RÁPIDA**

Es una versión simplificada que provee de un guía para configurar rápidamente.

## **ASSET SURVEYOR ROVER**

**De algún punto :**

Configuración                    TDC1 , presione FUNC y luego la tecla GPS.

### **Menú de Configuración**

. GPS                                    Presionar Enter

**Configurar el menú GPS** ( archivo rover no abierto)

. Rover Options                    Presione Enter

### **Pantalla de la Opción Rover**

. RTCM : RTCM

### **Pantalla RTCM**

RTCM Input Mode : AUTO

Warning Time : 05 ó 10 (dependiendo del radio, intentar con 05)

. Baud Rate (\*) : 9600

. Data Bits : 8

. Stop Bits : 1

. Parity : ODD

. To accept : Presionar OK

. To return To

Rover options : Presionar CLEAR ó ESC

### **Pantalla de la opción Rover**

. Antena : Presionar antena

### **Pantalla Antena**

Height : Altura al centro de fase a la antena

Measure : VERTICAL

Type : EC , ver tabla

To accept : Presionar O

. To return to

Rover options : Presionar CLEAR ó ESC .

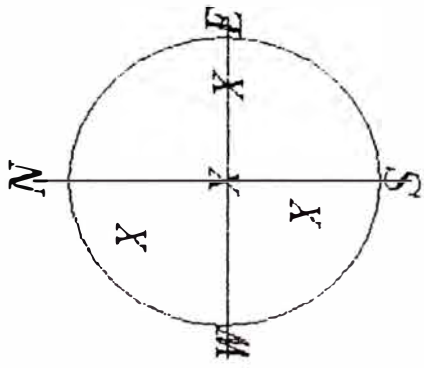
**Pantalla opciones Rover**

- Point feature : 01 seg
- . Line / área : Su elección
- . Not in feature : Su elección
- . Measurements : Ninguno
- . Minimum Posns  
( per point feature ) : 1
- . Pos Mode : Manual 3D ó Overdet. 3D  
depende del medio ambiente.
- Elev. Mask : 15
- SNR Mask : 6
- . PDOP Mask : 4
- . PDOP Switch : 4
- . Audible clic : SI
- Log DOP Data : NO
- . Log Velocity Data : Ninguno
- . Initial Position : Si es conocido, de lo  
contrario dejar como está.
- . To accept : Presionar OK
- . To return to  
Configuration Menú : Presionar CLEAR ó ESC

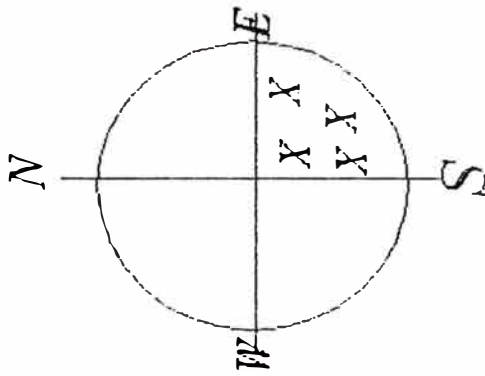
---

(\* ) BAUD = baudio. bit/seg. derivado de BAUDOT.  
Bauds rate = velocidad en bit/seg

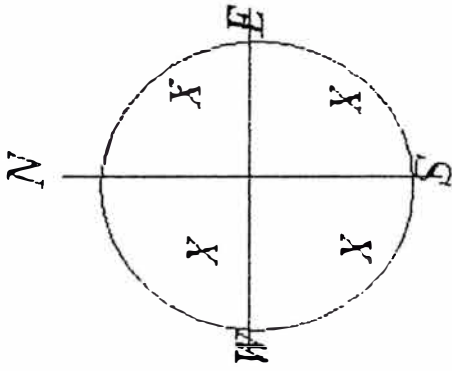
DIAGRAMA PDOP



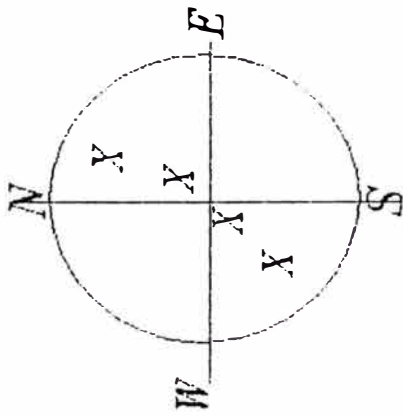
BUEN PDOP



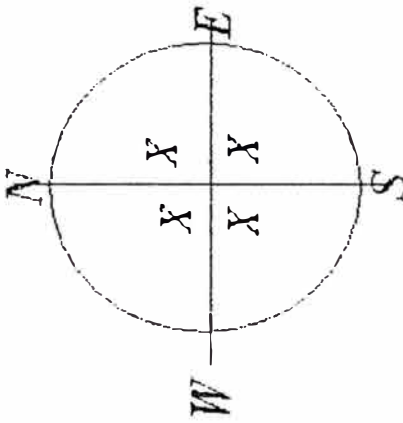
PEOR PDOP



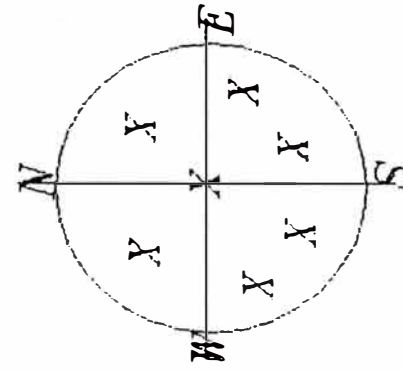
PEOR PDOP



PEOR PDOP



PEOR PDOP



TIENE UN BUEN PDOP

## **Menú Configuración**

To exit the Configuration Menú : Presionar CLEAR ó ESC

## **Asset Surveyor Data Capture**

Usar los siguientes procedimientos para fijar el Sistema PRO XL para Data Capture Rover .

## **Menú Principal**

. Data Capture : Presionar ENTER

## **Select File Screen**

Create a data file : Presionar la tecla CREATE, luego OK y ENTER.

ó

Add to an existing data file : Seleccionar un archivo y presionar ENTER.

## **Menú de Características**

To exit Data Capture : Presionar CLEAR ó ESC y luego YES para confirmar la salida.

## **Asset Surveyor Base Station**

Use los siguientes procedimientos para fijar el Sistema PRO XL en la configuración de una Estación Base.

## **De cualquier lugar**

Configuration : TDC1, presionar FUNC, luego la tecla inferior izquierda GPS

ó



MC-V, presionar SV2, luego F9 (CNG).

### **Menú Configuración**

. GPS : Presionar ENTER

### **Configurar Menú GPS**

. Base Stn Options : Presionar ENTER

### **Pantalla Opciones Estación Base**

. Measurements : 1 a 5 segundos (dependiendo del intervalo rover y espacio libre.

. Positions : 30 segundos

. Log DOP Data : NO

. Decimeter Mode : ON

. Pos Mode : MANUAL 3D

. Elev. Mask : 10

. SNR Mask : 4

. PDOP Mask : 8

. PDOP Switch : 8

. Audible Clic : YES

. To accept : Presionar OK

. To return to Configuration Menú : Presionar CLEAR ó ESC

### **Menú Configuración**

. To exit the Configuration menú : Presionar CLEAR ó ESC

### **Asset Surveyor Base Station Data Capture**

Usar los siguientes procedimientos para fijar el Sistema PRO XL para Data Capture Rover.

### **Menú Principal**

Base Station : Presionar ENTER

### **Pantalla Create File**

Create a data file : Presionar OK

ó

Add to an existing data file : Típear el nombre y presiona OK

### **Pantalla Antena**

Height : Altura al centro de fase de la antena

. Measure : VERTICAL

. Type : EC, ver tabla

To accept : Presionar OK

### **Pantalla Reference Positions**

. Enter reference positions : Típear lat/long. (ó nort/est.) y altitud y presionar OK.

ó

Use an existing waypoint : Presionar la tecla WAYPT, seleccionar el punto de ruta y presionar OK.

ó

Use an approximate : Presionar la tecla HERE y OK.

Leave as is and set in PFINDER : Presionar OK

### **Pantalla Base Station**

. To exit Base Station : TDC1, presionar CLEAR ó OK y responder YES para confirmar la salida.

## **1.3.3 GPS 400SSE**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

#### **Características físicas**

Recibidor/datalogger

Dimensiones : 9.8" (24.8cm)x 11" (28cm)Dx 4"(10.2cm)H

Peso : 6.8lbs (3.1 kg.) datalogger

Memory : Medicion geodesica 1. Mb

### Sistema de Medición geodesica 2.5Mb

Temperatura de Operacion : -20 a + 55C

Temperatura promedio : -30 a +75C

Humedad : 100 %

Medicion estatica : L1/L2 P-criptado

Presicion Horizontal : 5mm +1ppm

Presicion Vertical : 10mm+1ppm

Azimut : 1. arc seno + 5/longitud de km de linea de base

## 1.4 TÉCNICAS GEODÉSICAS DE MEDICIÓN

**GEODESIA** .Es una ciencia que se ocupa de la medida y forma del globo terráqueo y que posteriormente ha intervenido en la conformación de mapas nacionales e internacionales,asi como cartas de aplicaciones especificas.

En la actualidad el sistema GPS ha generado una geodesia diferente al siglo pasado, la cual era una geodesia bidimensional ,(latitud,longitud) , la altura era una coordenada independiente, en la actualidad la geodesia se trabaja con estos tres parámetros(latiutd,longitud y altura).

### 1.4.1 MODELO MATEMÁTICO

Las coordenadas rectangulares de un punto son (X,Y,Z) se define la función tal que:

$$F(X,Y,Z)=0$$

como el punto esta orbitando alrededor de una elipse

$$F(X,Y,Z) = (X^2+Y^2)/Ro^2 + Z^2/Ro^2(1+f)^2-1=0$$

Donde:

Ro = es el semieje mayor

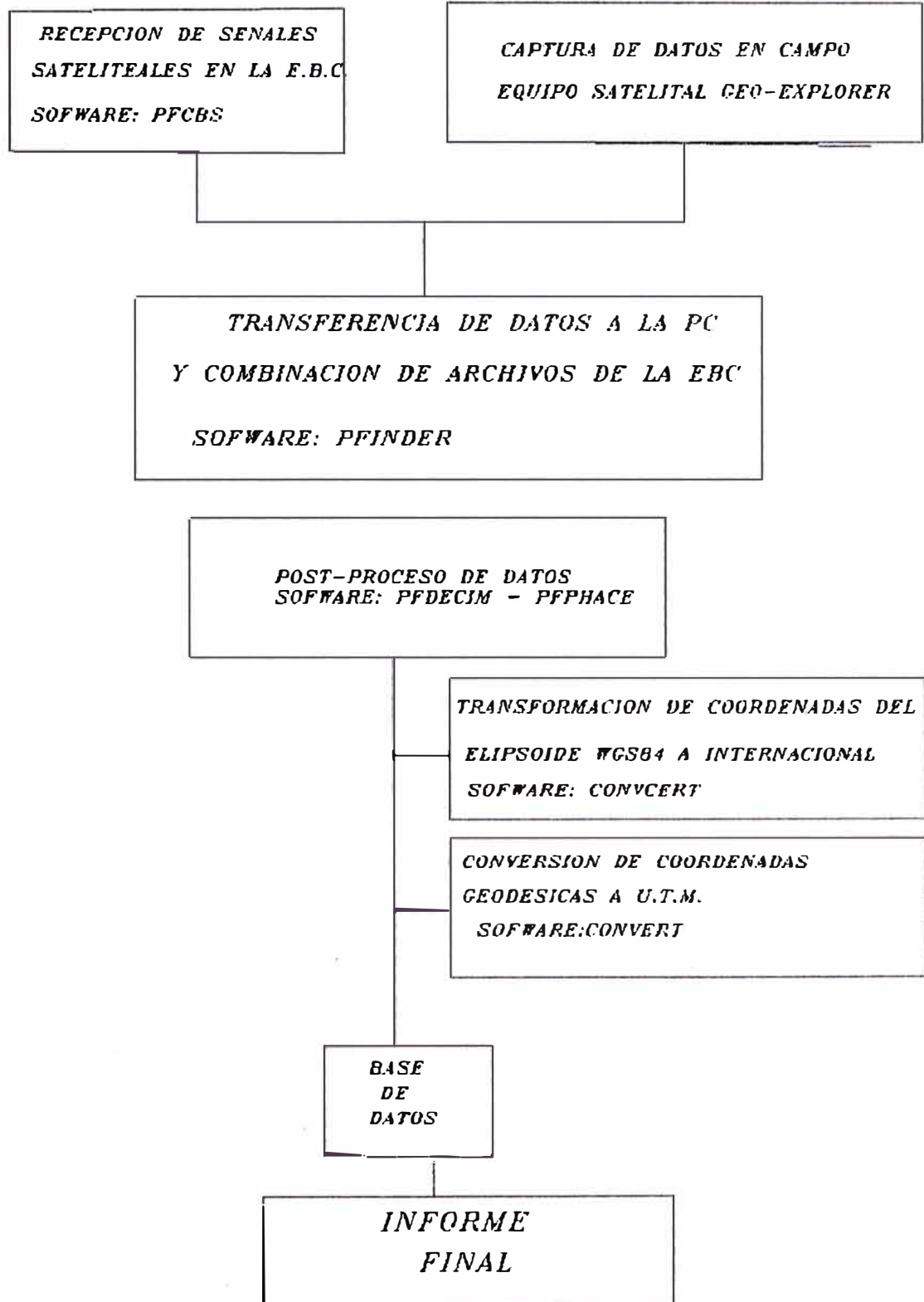
f = achatamiento

la diferenciando parcialmente :

$$dF(x,y,z)/dx =Fx =2x/Ro^2$$

$$dF(x,y,z)/dy =Fy= 2y/Ro^2$$

# FLUJOGRAMA DE POST-PROCESO



$$dF(x,y,z)/dz = Fz = 2z/R_0(1-f)^2$$

los cosenos directores están dados por:

$$X = (N+h) \cos \varphi \cos \lambda$$

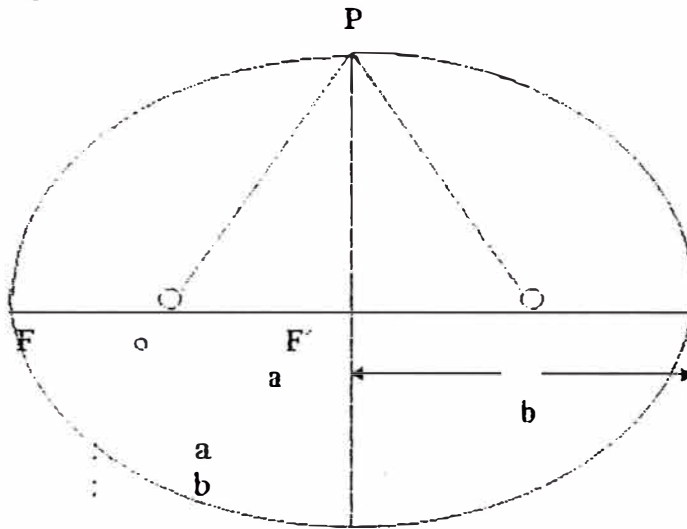
$$Y = (N+h) \cos \varphi \sin \lambda$$

$$Z = (N(1-e^2) + h) \sin \varphi$$

donde

$$N = a / (1 - e^2 \sin^2 \varphi)$$

Parámetros del elipsoide :



Semieje mayor : a  
Semieje menor : b

Focos : F, F'  
OF = OF'  
PF = PF' = a

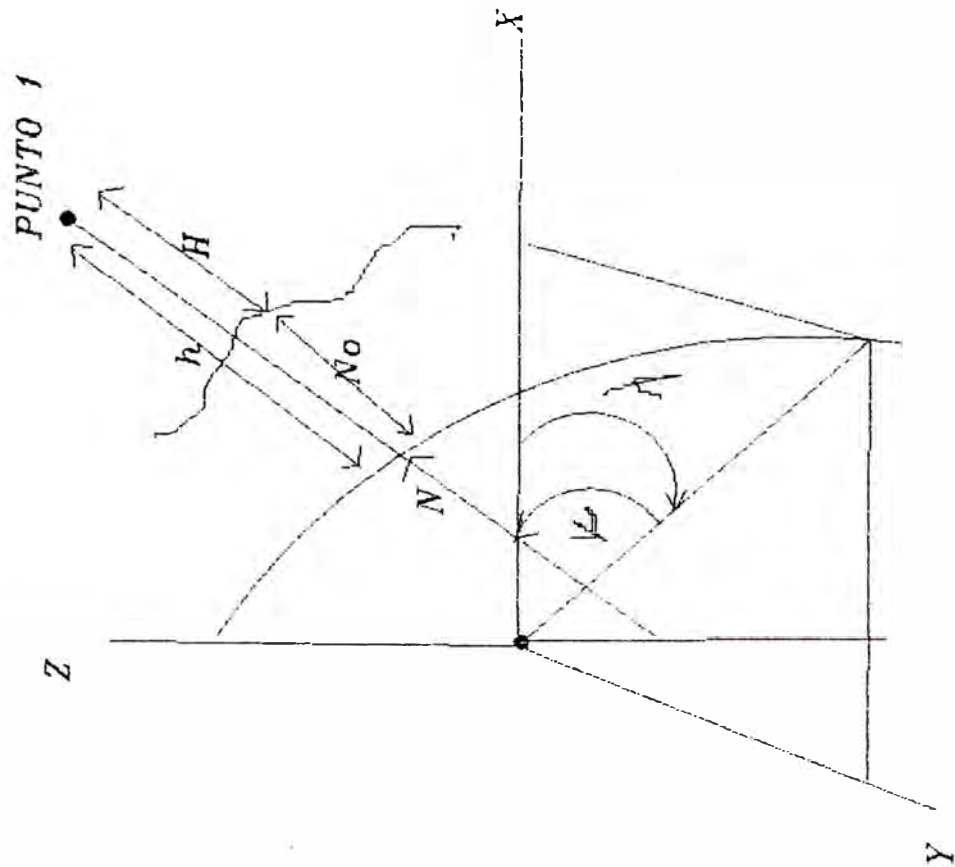
Achatamiento :  $f = \frac{a-b}{a}$

La transformación de datums se realiza utilizando coordenadas cartesianas ya que son completamente independientes de los elipsoides y se considera  $h = 0$  por que se realiza al nivel del elipsoide.

### 1.4.2 LA SUPERFICIE GEOIDAL

Es una superficie en el campo de gravedad de la tierra que coincide con la superficie media de los mares, extendida a través de los continentes.

# SISTEMA GEOCENTRICO



$h$  : Altura elipsoidal

$H$  : Altura ortometrica

$N_o$ : ondulacion

$N$  : Gran normal

La forma real de la tierra es muy compleja y no se ajusta a alguna superficie de expresión matemática definida.

La figura que mas se asemeja a la tierra, en el que el potencial de la gravedad es constante, recibe el nombre de Geoide o superficie equipotencial.

La superficie Geoidal se define como superficie que coincide con la superficie del agua en reposo de los oceanos, idelamente extendida bajo los continentes, de modo que las líneas verticales crucen perpendicularmente esta superficie en todos los puntos.

La superficie Geoidal es continua, cerrada y convexa, en todas sus partes, pero no sigue ninguna forma matemática determinada. Cuando existe, en alguna región del geoide una baja densidad de masa, este se hunde y en forma inversa, donde existe densidad de masa, el geoide se levanta dando como resultado una superficie de forma irregular que sensiblemente se parece a la superficie elipsoidal rigurosamente matemática.

Los hundimientos y levantamientos del geoide varían hasta en 100 metros aproximadamente, y constituye las ondulaciones geoidales.

La forma del Geoide es diferente y propia para cada región de la tierra.  
**EL ELIPSOIDE DE REFERENCIA**

Los cálculos y observaciones geodésicos son referidos a una superficie de forma regular que se asemeja a la superficie geoidal en un país o región determinada. Esta superficie de referencia coincide con la superficie regular matemática de un elipsoide, definido por sus semiejes.

El elipsoide tienen diferente forma en cada región amplia de la tierra, el elipsoide de referencia para cada una de estas regional, será diferente y propio para ella.

El elipsoide de referencia para América del norte y Centroamericana es el de Clarke 1866, y para América del sur es el internacional de Hayford que tiene diferentes dimensiones.

Los elipsoides se distinguen uno de otro por las dimensiones de sus semiejes mayor y menor, en la operación con equipos satelitales (GPS se ha tomado el elipsoide de referencia al WGS84, que puede ser considerado como un elipsoide promedio de los elipsoides que se emplean en toda la extensión de la tierra.

Los semiejes de los tres elipsoides mencionados son:

semieje mayor = a

semieje menor = b

**ELIPSOIDE**

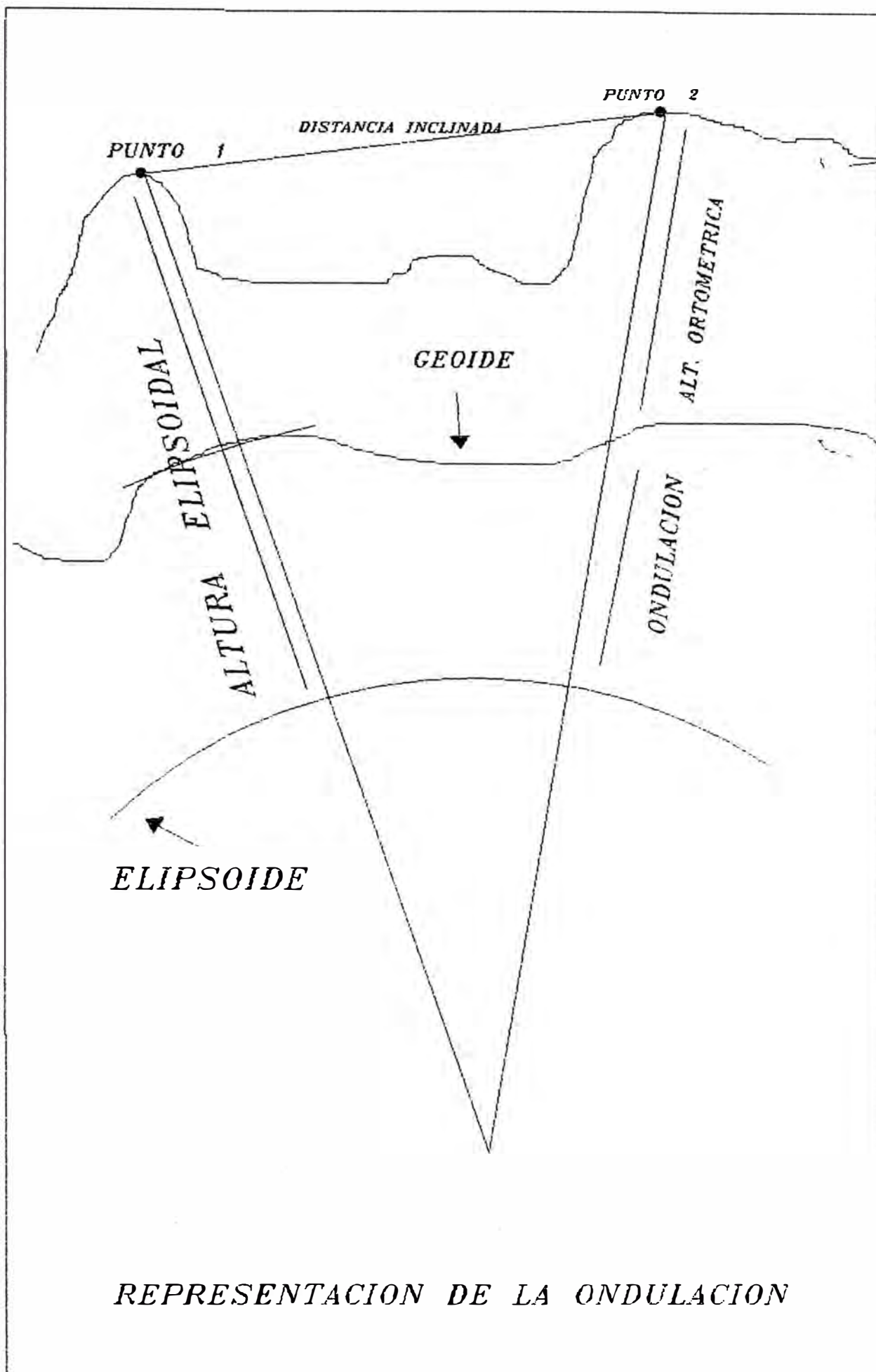
**a**

**b**

**CLARKE 1866**

**6378206.4000**

**6356583.80000**





<b>INTERNACIONAL</b>	<b>6378388.0000</b>	<b>6356911.94613</b>
<b>WGS84</b>	<b>6378137.0000</b>	<b>6356752.31410</b>

### 1.4.3 LOS ELEMENTOS DEL ELIPSOIDE

El semieje mayor de un elipsoide es la dimensión longitudinal lineal del radio del círculo ecuatorial.

El semieje menor de un elipsoide se define como la mitad de la longitud lineal del eje de revolución de la elipse máxima.

El achatamiento se prefiere definir los elipsoides con el eje semieje mayor “a” y el achatamiento elipsoidal o polar (f).

En función de los semiejes se determinan las constantes o parámetros propios de cada elipsoide que intervienen en el desarrollo de las fórmulas Geodésicas empleadas en determinados cálculos.

semieje mayor :        a

semieje menor        b

Achatamiento         $f = (a-b)/a$

Cuadrado excentricidad :  $e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$

### 1.4.4 SISTEMA TOPOCENTRICO

Las coordenadas X,Y,Z del punto P son obtenidas por medio por medio de datos que se graban en los instrumentos rastreadores GPS y posteriormente se dará coordenadas geocéntricas a otros puntos radiados mediante GPS o método convencional.

el punto P tiene coordenadas geocéntricas X,Y,Z referida al elipsoide WGS84.

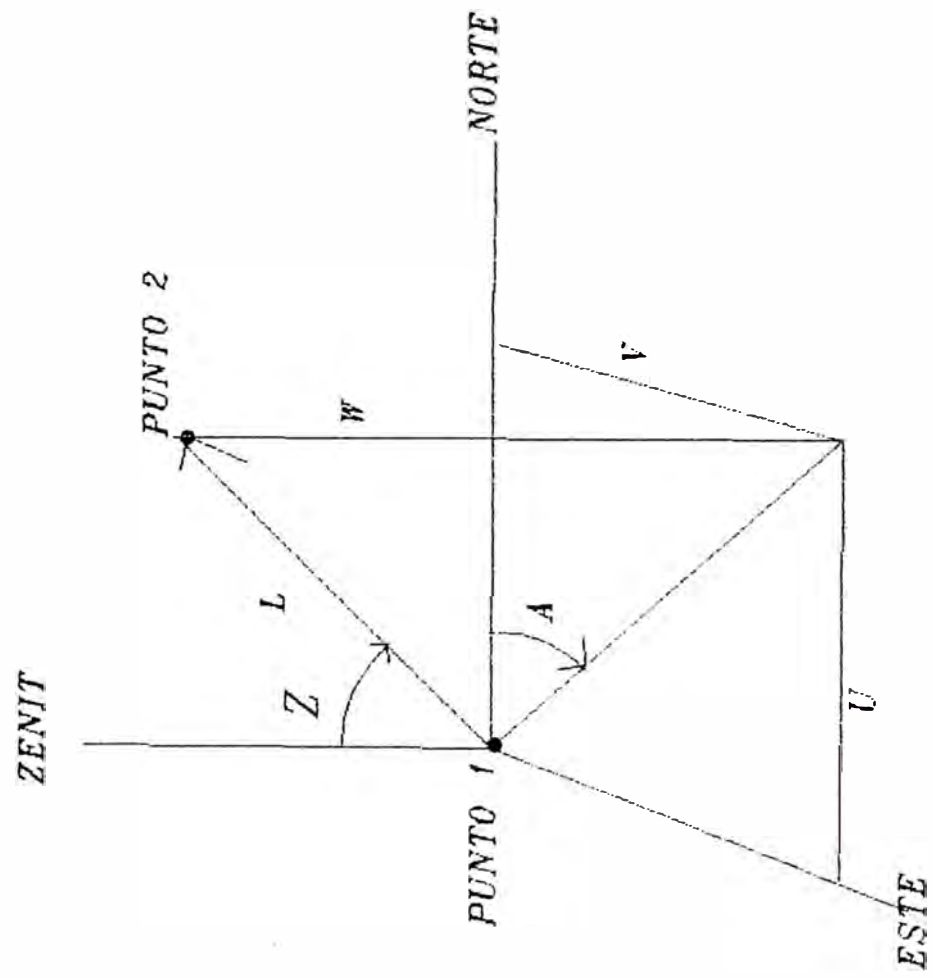
sea :

Z= Distancia cenital reducida a la línea

L= Distancia Inclineda, corregida temperatura y presión.

A= Azimut Geodésico referido al norte

# SISTEMA TOPOCENTRICO



por matrices

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = Di \begin{pmatrix} \text{sena cosa} \\ \text{sena senA} \\ \text{cosZ} \end{pmatrix}$$

Distancia entre dos puntos

$$Di = (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)$$

la proyección

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\varphi \cos\lambda & -\text{sen}\lambda & -\text{sen}\varphi \cos\lambda \\ \cos\varphi \text{sen}\lambda & \cos\lambda & \text{sen}\varphi \text{sen}\lambda \\ \text{sen}\varphi & 0 & \cos\varphi \end{pmatrix}$$

$$\Delta X = Di * (\cos Z \cos\varphi \cos\lambda - \text{cosa sena sen}\varphi \cos\lambda - \text{senA sena sen}\lambda)$$

$$\Delta Y = Di * (\cos Z \cos\varphi \text{sen}\lambda + \text{senA senZ cos}\lambda - \text{cosA senZ sen}\varphi \text{sen}\lambda)$$

$$\Delta Z = Di * (\cos Z \text{sen}\varphi + \text{sena cosa cos}\varphi)$$

$$X_{\text{punto2}} = X_{\text{punto1}} + \Delta X$$

$$Y_{\text{punto2}} = Y_{\text{punto1}} + \Delta Y$$

$$Z_{\text{punto2}} = Z_{\text{punto1}} + \Delta Z$$

## CORRECCIÓN DE CENITAL AL CENTRO

Los cenitales de deben corregir por ángulo al centro del elipsoide:

R1, R2 = radio de curvatura

$$R = \frac{R(1-e)}{(1-e \sin \varphi)}$$

$h_1, h_2$  = altura elipsoidal de los puntos 1 y 2

$z_1, z_2$  = cenitales observados

$v$  = ángulo central del elipsoide

$D_i$  = distancia inclinada

La condición es la siguiente :

$$180 - z_1 + 180 - z_2 + v = 180$$

donde :

$$z_1 + z_2 = 180 + v$$

$$S = R_m \cdot v$$

$$R_m = (R_1 + R_2)/2 \quad \text{radio medio}$$

$$v = s/R_m$$

la condición de las cenitales

$$180^\circ + v = z_1 + z_2$$

## **TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS**

### **De ELIPSOIDE WGS84 A ELIPSOIDE PASAD-56**

Para poder realizar el cambio de un elipsoide a otro las altura elipsoidales en ambos debe ser cero

$$h=0, H=0$$

### SISTEMA SAD 56 EN P1

$$X1 = N \cos \varphi \cos \lambda$$

$$Y1 = N \cos \varphi \operatorname{SEN} \lambda$$

$$Z1 = (N(1-e)) \operatorname{SEN} \varphi$$

### SISTEMA WGS84

$$X1 = N \cos \varphi \cos \lambda$$

$$Y1 = N \cos \varphi \operatorname{SEN} \lambda$$

$$Z1 = (N(1-e)) \operatorname{SEN} \varphi$$

$$N_{56} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{SEN}^2 \varphi}}$$

Donde:

N = radio de curvatura

a = semieje mayor

b = semieje menor

$$\Delta X2 = X84 - X56$$

$$\Delta Y2 = Y84 - Y56$$

$$\Delta Z2 = Z84 - Z56$$

### CALCULO DE PROMEDIO

$$X = \frac{\sum \Delta X}{n}$$

$$Y = \frac{\sum \Delta Y}{n}$$

$$Z = \frac{\sum \Delta Z}{n}$$

Las coordenadas en sad 56

$$X_{56} = X_{84} - \overline{\Delta X}$$

$$Y_{56} = Y_{84} - \overline{\Delta Y}$$

$$Z_{56} = Z_{84} - \overline{\Delta Z}$$

$$P3 = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$h = (P/\cos\varphi) - N$$

$$\varphi = \arctg(z/P*(1-e^2))$$

La transformación de datums se realiza utilizando coordenadas cartesianas ya que son completamente independientes de los elipsoides y se considera  $h = 0$  por que se realiza al nivel del elipsoide.

### CASO 1.

Se tienen tres puntos P1, P2 y P3, donde se han estacionados los receptores satelitales, por tanto tienen coordenadas conocidas en WGS84, P1 y P2 tienen sus coordenadas en SAD56, se desea calcular las coordenadas de P3 en SAD56

SISTEMA SAD 56

$$X = N \cos(Lt)_v \cos(Lg)_v$$

$$Y = N \cos(Lt)_v \text{SEN}(Lg)_v$$

$$Z = (N(1-e^2)) \text{SEN}(Lt)_v$$

SISTEMA WGS 84

$$X = N \cos(Lt)_N \cos(Lg)_N$$

$$Y = N \cos(Lt)_N \text{SEN}(Lg)_N$$

$$Z = (N(1-e^2)) \text{SEN}(Lt)_N$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \text{SEN}^2 Lt}}$$

Donde :  
 N = radio de curvatura  
 a = semieje mayor  
 b = semieje menor

$(Lt)_v$  = latitud PSAD 56

$(Lg)_v$  = longitud PSAD 56

$(Lt)_N$  = latitud WGS 84

$(Lg)_N$  = longitud WGS 84

Datos :

PUNTOS	SAD 56		WGS 84	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
P1	-15° 20' 58.3"	-70° 03' 3.07"	-15° 21' 10.92"	-70° 03' 9.86"
P2	-16° 27' 43.5"	-71° 29' 28.7"	-16° 27' 56.0"	-71° 29' 35.7"
PARÁMETROS	a = 6378388 e <sup>2</sup> = 0.006722670022		a = 6378137 e <sup>2</sup> = 0.006694381	

1. Cálculos para P1 :

a) Reemplazando valores en la expresión de  $N_{1.56}$  :

$$N_{1.56} = \frac{6378388}{\sqrt{1 - (0.006722670022) * \text{sen}^2 (-15^\circ 20' 58.31'')}}}$$

$$N_{1.56} = 6379890.818$$

Con los valores de  $N_{1.56}$ , latitud y longitud en las expresiones anteriores :

$$\begin{aligned} X_{1.56} &= 2099082.843 \text{ m} \\ Y_{1.56} &= 5783148.865 \text{ m.} \\ Z_{1.56} &= 1677447.296 \text{ m.} \end{aligned}$$

b) Cálculo de  $N_{1.84}$  :

$$N_{1.84} = \frac{6378137}{\sqrt{1 - 0.006694381 * \text{sen}^2 (-15^\circ 21' 10.921'')}}}$$

$$N_{1.84} = 6\,379,634.099$$

Reemplazando los valores de  $N_{1-84}$ , latitud y longitud :

$$X_{1-84} = 2098772.891 \text{ m.}$$

$$Y_{1-84} = 5782888.190 \text{ m.}$$

$$Z_{1-84} = 1677801.036 \text{ m.}$$

c) Cálculo de las diferencias :

$$\Delta X_1 = X_{1-84} - X_{1-56} = -309.952$$

$$\Delta Y_1 = Y_{1-84} - Y_{1-56} = -260.675$$

$$\Delta Z_1 = Z_{1-84} - Z_{1-56} = 353.740$$

2. Cálculos para P2 :

Siguiendo la misma secuencia de P1 :

a)  $N_{2-56} = 6\,380,110.422$

$$X_{2-56} = 1942331.574 \text{ m}$$

$$Y_{2-56} = 5802093.472 \text{ m.}$$

$$Z_{2-56} = 1795846.621 \text{ m.}$$

b) Cálculo de  $N_{2-84}$  :

$$N_{2-84} = 6379852.811$$

Reemplazando este valor se obtiene :

$$X_{2-84} = 1942019.479 \text{ m}$$

$$Y_{2-84} = 5801821.206 \text{ m.}$$

$$Z_{2-84} = 1796195.662 \text{ m.}$$



c) Cálculo de las diferencias :

$$\begin{aligned}\Delta X_2 &= X_{2-84} - X_{2-84} = -312.095 \\ \Delta Y_2 &= Y_{2-84} - Y_{2-84} = -272.266 \\ \Delta Z_2 &= Z_{2-84} - Z_{2-84} = 349.041\end{aligned}$$

3. Promedios de las diferencias :

$$\overline{\Delta X} = \frac{1}{2}(\Delta X_1 + \Delta X_2) = -311.0235$$

$$\overline{\Delta Y} = \frac{1}{2}(\Delta Y_1 + \Delta Y_2) = -266.4705$$

$$\overline{\Delta Z} = \frac{1}{2}(\Delta Z_1 + \Delta Z_2) = 351.39$$

4. Cálculos para P3 :

Las coordenadas geodésicas en SAD 56 están dadas por :

$$\begin{aligned}X_{3-56} &= X_{3-84} - \Delta X = 1989851.094 \\ Y_{3-56} &= Y_{3-84} - \Delta Y = 5853993.450 \\ Z_{3-56} &= Z_{3-84} - \Delta Z = 1561634.309\end{aligned}$$

$$P_3 = \sqrt{X_{3-56}^2 + Y_{3-56}^2} = 6182,939.971319$$

Cálculo de la latitud de P3 :

Primera iteración :

$$Lt_{3.56(1)} = \arctg \frac{Z_{3.56}}{(1 - 0.006722670022) P_3} = 14^\circ 16' 0''.6991250790$$

Cálculo del radio de curvatura :

$$N_{3.56(1)} = \frac{6378388}{\sqrt{(1 - 0.006722670022) \cdot \text{sen}^2 Lt_{3.56(1)}}} = 6\,379,690.486$$

$$H_{3.56(1)} = \frac{P_3}{\cos Lt_{3.56(1)}} - N_{3.56(1)} = 9.444$$

Segunda iteración :

$$Lt_{3.56(2)} = \arctg \left( \frac{Z_{3.56} ( N_{56(1)} + H_{3.56(1)} )}{( N_{3.56(1)} ( 1 - 0.006722670022 ) + H_{3.56(1)} ) P_3} \right)$$

$$Lt_{3.56(2)} = 14^\circ 16' 0''.698628$$

si  $Lt_{3.56(1)} \stackrel{\text{no}}{=} Lt_{3.56(2)}$   $\frac{Lt_{3.56(1)} - Lt_{3.56(2)}}{\text{retornar a 4.2.1.1}}$   
 Si  $\downarrow$

Cálculo de la longitud de P<sub>3</sub> :

$$Lg_{3.56} = \arctg \left( \frac{Y_{3.56}}{X_{3.56}} \right)$$

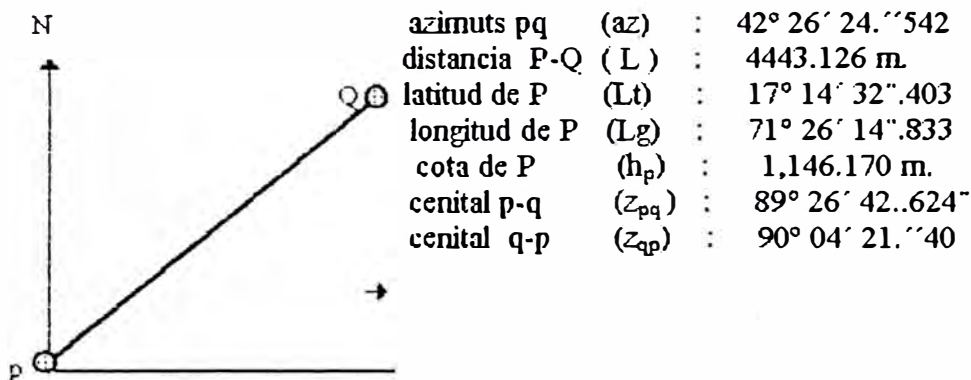
$$Lt_{3.56} = Lt_{3.56(2)} = 71^\circ 13' 35.08367''$$

Cálculo de la altura elipsoidal ( los resultados corresponde a la última iteración) :

$$H_{3.56} = \frac{P_3}{\cos Lt_{3.56(1)}} - N_{3.56(1)} = 9.44$$

CASO 2 :

Dados dos puntos "P" y "Q", determinar las coordenadas del punto "Q" conociendo los siguientes datos :



datos : a : 6378388  
 $e^2$  : 0.006722670022

a) Cálculo de N en P :

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \text{sen}^2 Lt.)}} = 6' 380, 272. 569$$

b) Cálculo de coordenadas geocéntricas de P :

$$X_p = (N + h_p) \cos Lt \cdot \cos Lg = 1' 940, 164. 346$$

$$Y_p = (N + h_p) \cos Lt \cdot \text{sen} Lg = 5' 777, 572. 308$$

$$Z_p = (N (1 - e^2) + h_p) \text{sen} Lt = 1' 878, 826. 635$$

c) Cálculo de  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  y  $\Delta Z$  :

$$Z = \frac{1}{2} (Z_{p-q} + Z_{q-p}) = 89° 45' 32''.01192$$

$$\Delta X = L ( \cos z . \cos Lt . \cos Lg - \cos az . \sin z . \sin Lt . \cos Lg - \sin az . \sin z . \sin Lg ) = - 3, 146. 01719$$

$$\Delta Y = L ( \cos z . \cos Lt . \sin Lg + \sin az . \sin z . \cos Lg - \cos az . \sin z . \sin Lt . \sin Lg ) = 50. 045229$$

$$\Delta Z = L ( \cos z . \sin Lt . + \sin z . \cos az . \cos Lt ) = 3, 137. 106922$$

d) Cálculo de coordenadas geocéntricas del punto " Q " :

$$X_Q = X_p + \Delta X = 1' 937, 018. 329$$

$$Y_Q = Y_p + \Delta Y = 5' 777, 622. 353$$

$$Z_Q = Z_p + \Delta Z = 1' 881, 963. 742$$

e) Cálculo de " P<sub>Q</sub> " :

$$P_Q = \sqrt{X_Q^2 + Y_Q^2} = 6' 093, 681. 979$$

f) Cálculo latitud del punto " Q " :

f.1 Primera iteración :

$$Lt_{1Q} = \arctg \left( \frac{Z_Q}{(1 - e^2) P_Q} \right) = 17^\circ 16' 19". 110$$

Cálculo del radio de curvatura :

$$N_{1Q} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 Lt_{1Q}}} = 6' 380, 278. 859$$

$$H_{1Q} = \frac{P_Q}{\cos Lt_{2Q}} - N_{1Q} = 416,541.260$$

f.2 Segunda iteración :

$$Lt_{2Q} = \arctg \left( \frac{Z_Q (N_{1Q} + H_{1Q})}{(N_{1Q} (1 - e^2) + H_{1Q}) P_Q} \right) = 17^\circ 16' 19''.033$$

si  $Lt_{1Q} = Lt_{2Q}$  <sup>no</sup>  $Lt_{1Q} = Lt_{2Q}$  retornar a (f.1)  
 ↓  
 si

f.3 Tercera iteración :

$$N_{2Q} = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \text{sen}^2 Lt_{2Q})}} = 6'380,278.854$$

$$H_{2Q} = \frac{P_Q}{\cos Lt_{2Q}} - N_{1Q} = 1,166.3895$$

$$Lt_{3Q} = \arctg \left( \frac{Z_Q (N_{2Q} + H_{2Q})}{(N_{2Q} (1 - e^2) + H_{2Q}) P_Q} \right) = 17^\circ 16' 19''.033$$

Como :  $Lt_{2Q} = Lt_{3Q}$   
 $Lt_Q = 17^\circ 16' 19''.033$

g) Cálculo de la longitud de "Q" :

$$Lg = \arctg\left(\frac{Y_Q}{X_Q}\right) = 71^\circ 27' 56''.3217$$

h) Cálculo de la altura elipsoidal de "Q" :

$$H_Q = \frac{P_Q}{\cos Lt_Q} - N_Q = 1,166.3895$$

CASO 3.

Dados los puntos "P<sub>1</sub>" y "P<sub>2</sub>", calcular la distancia con los siguientes datos :

	Punto P <sub>1</sub>	Punto P <sub>2</sub>
Latitud (Lt)	17° 14' 32".403	17° 16' 19".033
Longitud (Lg)	71° 26' 04".833	71° 27' 56".320
Altura elipsoidal (h)	1,146.1700	1,166.3895

a) Distancia geodésica D<sub>G</sub> :

$$\text{Condición : } h_1 = h_2 = 0$$

Cálculo de N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> :

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \text{sen}^2 Lt}}$$

$$N_1 = 6'380,272.569$$

$$N_2 = 6'380,278.854$$

Coordenadas geocéntricas :

$$\begin{aligned} \text{Con: } X &= (N+h) \cos Lt \cdot \cos Lg \\ Y &= (N+h) \cos Lt \cdot \text{sen Lg} \\ Z &= (N(1-e^2)+h) \cdot \text{sen Lt} \end{aligned}$$

tenemos:

$$X_1 = 1'940,095.921$$

$$Y_1 = 5'776,440.540$$

$$Z_1 = 1'878,486.893$$

$$X_2 = 1'936,664.318$$

$$Y_2 = 5'776,566.281$$

$$Z_2 = 1'881,617.416$$

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_1 - X_2 = 3,431.603 \\ \Delta Y &= Y_1 - Y_2 = -125.740 \\ \Delta Z &= Z_1 - Z_2 = -3,130.523\end{aligned}$$

$$D_G = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$$

$$D_G = 4,646.7068$$

b) Distancia horizontal  $D_H$  :

Condición : se elige el menor entre  $h_1$  y  $h_2$ , como  $h_1 < h_2$   
 $h = h_1 = 1,146.1700$

$$\begin{aligned}N_1 + h &= 6'381,418.739 \\ N_2 + h &= 6'381,425.024\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{luego : } X_1 &= 1'940,444.445 & X_2 &= 1'937,012.226 \\ Y_1 &= 5'777,478.236 & Y_2 &= 5'777,603.998 \\ Z_1 &= 1'878,826.633 & Z_2 &= 1'881,957.722\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_1 - X_2 = 3,432.219 \\ \Delta Y &= Y_1 - Y_2 = -125.762 \\ \Delta Z &= Z_1 - Z_2 = -3,131.089\end{aligned}$$

$$D_H = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$$

$$D_H = 4,647.5436$$

c) Distancia inclinada  $D_I$  :

$$N_1 + h_1 = 6' 381, 418. 739$$

$$N_2 + h_2 = 6' 381, 445. 244$$

$$X_1 = 1' 940, 444. 445 \quad X_2 = 1' 937, 018. 363$$

$$Y_1 = 5' 777, 478. 236 \quad Y_2 = 5' 777, 622. 305$$

$$Z_1 = 1' 878, 826. 633 \quad Z_2 = 1' 881, 963. 725$$

$$\Delta X = X_1 - X_2 = 3, 426. 082$$

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2 = - 144. 069$$

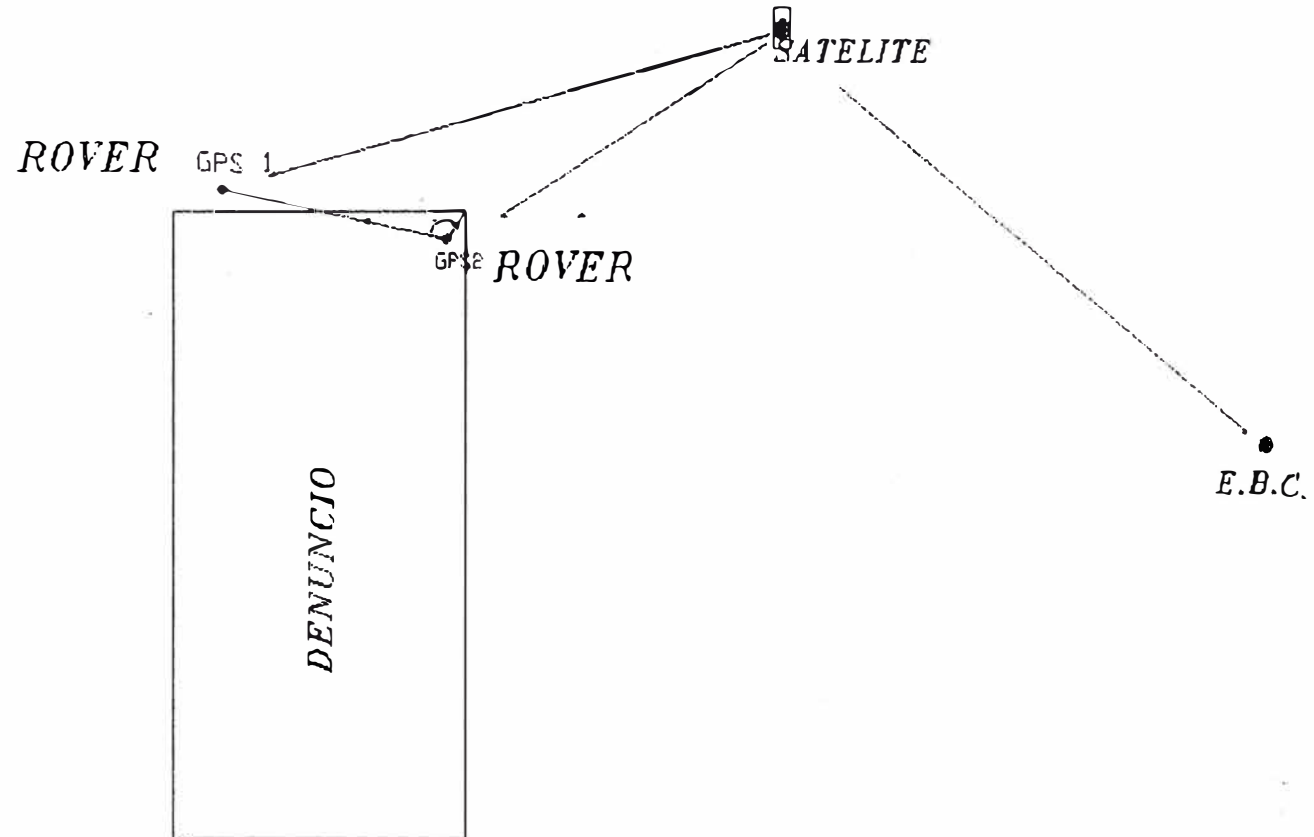
$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 = -3, 137. 092$$

$$D_1 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$$

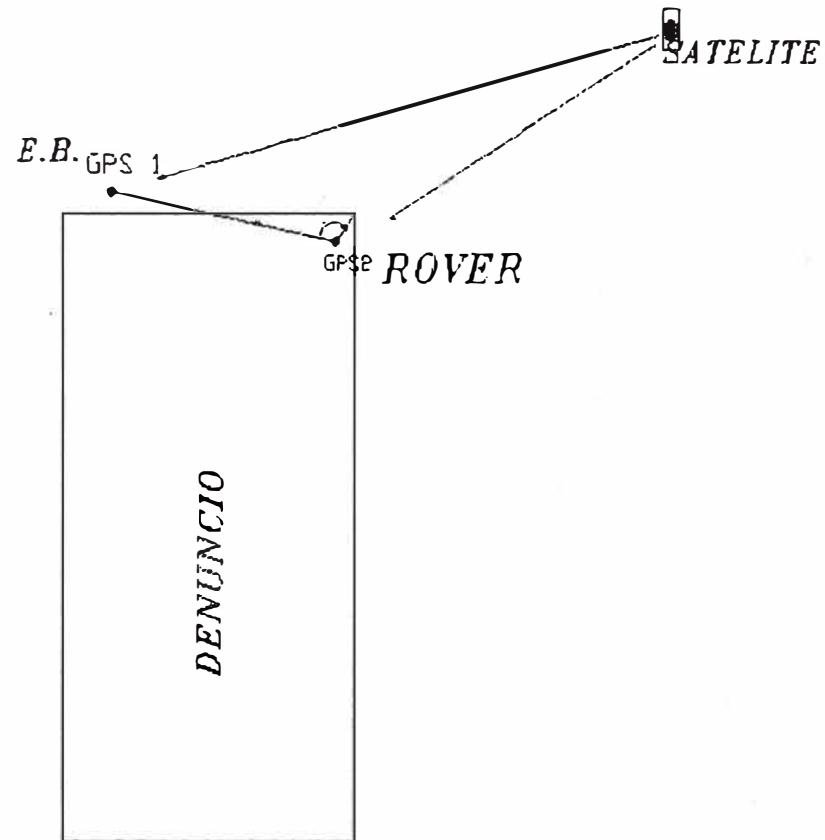
$$D_1 = 4, 647. 5950\text{m}$$



# USO DE ESTACION BASE COMUNITARIA Y ROVER



# USO DE GEOEXPLORER COMO BASE



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 1.- Los modelos matemáticos analizados permite determinar las coordenadas geográficas (Latitud, Longitud, altura), referido a cualquier elipsoide.
- 2.- El modelo es fácil de aprender, y tiene mayor precisión debido a que en muchos países se ha utilizado para túneles, catastro, represas etc.
- 3.- El nuevo método no requiere de cálculos de:
  - Distancia Geodésica
  - Factor de escala
  - Distancia Plana
  - Calculo de Azimut Planos (t-T)
  - Coordenadas provisorias
- 4.- Este modelo permite trabajar en un sistema gráfico, ya que sus coordenadas son cartesianas.
- 5.- En los diferentes trabajos de catastros que se vienen realizando con GPS , ha demostrado ser muy versátil en cuanto al permite controlar las poligonales, triangulaciones.
- 6.- Le permite transformar de un geode a otro.
- 7.- Debido a que mide distancia inclinadas trabaja miles de kilómetros sin problemas.(10,000 km).
- 8.- Se recomienda en la actualidad usar los modelos matemáticos de la geodesia tridimensional, debido que en la Geodesia convencional el calculo de la altura es independiente del calculo de coordenadas. Mientras en la Geodesia tridimensional los tres parámetros van juntos.