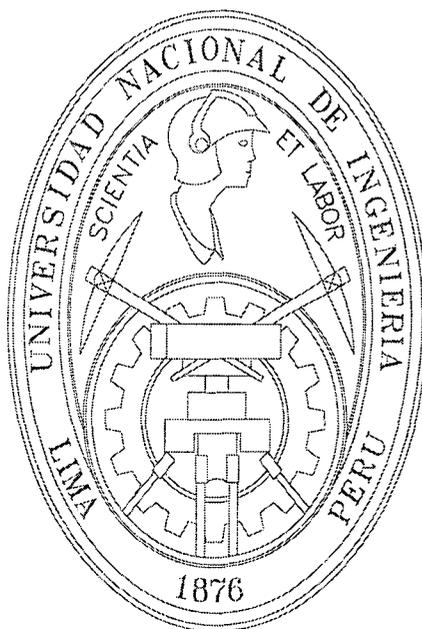


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA PARA EL  
LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE PREDIOS  
RURALES MEDIANTE EL USO DEL GPS EN LA  
SELVA”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Raymundo Antonio Chihuan Gaspar**

**LIMA – PERU**

**2,002**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia y en especial a mis padres  
Claudia y Romerico, por el sacrificio que realizó para sus  
hijos.

## **AGRADECIMIENTO**

Todo el agradecimiento a mi esposa **Raquel Montero A.**,  
por su apoyo y confianza en mi.

A mi hija **Katherine**, por su comprensión y paciencia.  
Al **PETT**, por brindarme las facilidades de las informaciones  
obtenidas.

## AGRADECIMIENTO

- A mis compañeros de trabajo de la Oficina de Control Terrestre y Restitución Fotogrametrica de la Dirección de Catastro Rural del Proyecto Especial de Titulación de Tierras (PETT) – Ministerio de Agricultura; por sus conocimientos y experiencia transmitida.
- A mi Asesor **Ing° Ralfo Herrera Rosado**, por su apoyo, entusiasmo y empuje brindado; en la realización de esta Tesis.

## INDICE

|  | Pag. |
|--|------|
| <b>INTRODUCCION</b>                                    |      |
| <b>CAPITULO I: ANTECEDENTE, OBJETIVO Y</b> .....       | 1    |
| <b>CONSIDERACIONES HISTORICAS DEL</b>                  |      |
| <b>CATASTRO RURAL</b>                                  |      |
| 1.1 Antecedente .....                                  | 2    |
| 1.2 Objetivo .....                                     | 4    |
| 1.3 Situación Actual del Catastro .....                | 5    |
| <br>   |      |
| <b>CAPITULO II: INTRODUCCION AL GPS</b> .....          | 10   |
| 2.1 Funcionamiento del GPS .....                       | 12   |
| 2.1.1 Trilateracion del satélite .....                 | 12   |
| 2.1.2 Alcance del satélite .....                       | 14   |
| 2.1.3 Precisión de tiempo .....                        | 16   |
| 2.1.4 Segmentos que conforman el Sistema.....          | 19   |
| 2.1.5 Efemérides .....                                 | 24   |
| 2.1.6 Corrección de errores .....                      | 25   |
| 2.2 Componentes del sistema cartográfico con GPS ..... | 26   |
| 2.2.1 Receptores .....                                 | 26   |
| 2.2.2 Colectores de datos .....                        | 32   |
| 2.3 Corrección diferencial .....                       | 33   |
| 2.3.1 Corrección diferencial en tiempo real .....      | 34   |
| 2.3.2 Corrección diferencial con posprocesamiento....  | 34   |
| 2.4 Aplicaciones GPS .....                             | 35   |
| 2.4.1 Aplicaciones en recursos naturales .....         | 36   |
| 2.4.2 Aplicaciones urbanas .....                       | 36   |
| 2.4.3 Aplicaciones en agricultura .....                | 37   |
| 2.4.4 Aplicaciones en ciencias sociales .....          | 37   |
| 2.4.5 Aplicaciones en la navegación .....              | 38   |
| 2.4.6 Aplicaciones militares .....                     | 39   |
| 2.4.7 Otras aplicaciones .....                         | 39   |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.5 GPS en el futuro                                   | 40        |
| 2.5.1 La tecnología de navegación por satélite         | 41        |
| 2.5.2 Limitaciones actuales                            | 41        |
| 2.5.3 Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) | 45        |
| 2.5.4 Proyecto EGNOS (GNSS-1)                          | 46        |
| 2.5.5 Mejoras al GPS y GLONASS                         | 46        |
| 2.5.6 Los Sistemas de EGNOS                            | 47        |
| 2.5.7 Proyecto GALILEO (GNSS-2)                        | 49        |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO III: PRECISION DE LOS DATOS GPS</b>        | <b>55</b> |
| 3.1 Equipo   | 56        |
| 3.1.1 Receptores                                       | 56        |
| 3.1.2 Colectores de datos                              | 60        |
| 3.1.3 Satélites  | 60        |
| 3.2 Planificación de la colección de datos             | 64        |
| 3.2.1 Fecha, hora, y ubicación                         | 65        |
| 3.2.2 Utilización de un almanaque valido               | 66        |
| 3.3 Parámetros de colección de datos                   | 72        |
| 3.3.1 Máscara PDOP                                     | 72        |
| 3.3.2 Máscara de la fuerza de una señal                | 72        |
| 3.3.3 Modo de fijación de posición                     | 73        |
| 3.3.4 Evitando posiciones 2D                           | 75        |
| 3.3.5 Máscara de elevación                             | 76        |
| 3.4 Procedimientos para la colección de datos          | 77        |
| 3.4.1 Tipo de medición                                 | 78        |
| 3.4.2 Tipo de archivo                                  | 78        |
| 3.4.3 Intervalos de registro                           | 82        |
| 3.4.4 Precisión submétrica                             | 84        |
| 3.4.5 Precisión de 1 a 5 metros                        | 85        |
| 3.4.6 Distancia entre Base y Móvil                     | 85        |
| 3.5 Procesamiento de datos                             | 85        |
| 3.5.1 Instalación de la posición de referencia         | 86        |
| 3.5.2 Utilizando corrección diferencial                | 86        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>CAPITULO IV: DATUMS Y SISTEMAS DE COORDENADAS</b>  | 87  |
| 4.1 Datums  | 88  |
| 4.2 Sistemas de coordenadas   | 90  |
| 4.2.1 Coordenadas Geodésicas  | 91  |
| 4.2.2 Coordenadas UTM   | 93  |
| 4.3 Provisional South America Datum Of 1956 (PSAD-56)   | 95  |
| 4.4 Sistema Geodesico Mundial de 1984 (WGS-84)  | 96  |
| 4.5 Consideraciones sobre las alturas   | 98  |
| 4.5.1 Conceptos teóricos  | 98  |
| <br>  |     |
| <b>CAPITULO V: CATASTRO RURAL</b>   | 100 |
| 5.1 Objetivos   | 101 |
| 5.2 Generalidades   | 102 |
| 5.2.1 El Catastro   | 102 |
| 5.2.2 Definiciones y Términos   | 102 |
| 5.3 El Saneamiento Físico – Legal de Predios Rurales  | 107 |
| 5.3.1 Vuelo Aerofotográfico   | 108 |
| 5.3.2 Control Terrestre   | 108 |
| 5.3.3 Linderación y Empadronamiento   | 109 |
| 5.3.4 Formación de Expedientes  | 112 |
| 5.3.5 Restitución Fotogramétrica  | 114 |
| 5.3.6 Vectorización – Edición de Planos   | 114 |
| 5.3.7 Vinculación Gráfica – Textual (SIG)   | 115 |
| 5.3.8 Emisión de Certificados Catastrales   | 115 |
| 5.3.9 Presentación de los expedientes al Registro   | 117 |
| 5.3.10 Inscripción Registral  | 118 |
| 5.3.11 Tramite y publicación de la posesión   | 119 |
| 5.3.12 Conversión de la posesión en Propiedad   | 120 |
| 5.3.13 Títulos entregados a los Beneficiarios   | 120 |
| 5.4 Organigrama Estructural del Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural - PETT. | 121 |

|  |       |     |
|--|-------|-----|
| <b>CAPITULO VI: METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO CON GPS</b>  | ....  | 122 |
| 6.1 Levantamiento Catastral con GPS  | ..... | 123 |
| 6.2 Estructura Básica del Sistema Cartográfico   | ..... | 124 |
| 6.3 Procedimientos para Levantamientos Catastrales con GPS   | ....  | 128 |
| 6.3.1 Prueba del Equipo GPS  | ..... | 128 |
| 6.3.2 Planificación en Gabinete y Preparación  | ..... | 130 |
| 6.3.3 Procedimiento de campo   | ..... | 132 |
| 6.3.4 Procesamiento de la Información  | ..... | 135 |
| <br>   |       |     |
| <b>CAPITULO VII: EXPERIENCIA CATASTRALES</b>   | ..... | 146 |
| 7.1 Catastro del Valle del Río Apurimac – Ene  | ..... | 147 |
| 7.2 Georeferenciación de la Red Principal (CBS) y Red Auxiliar (PA) con GPS, para levantamientos catastrales en el Valle del Río Apurimac-Ene. | ..... | 155 |
| 7.3 Levantamiento de predios con GPS   | ..... | 160 |
| <br>   |       |     |
| <b>CAPITULO VIII: CUADRO DE RESULTADOS Y PLANOS</b>  | ..... | 162 |
| <br>   |       |     |
| <b>CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>   | ..... | 213 |
| <br>   |       |     |
| <b>ANEXOS</b>  | ..... | 218 |
| <b>A: DESCRIPCION DE ESTACIÓN (IGN)</b>  | ..... | 219 |
| <b>B: ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>  | ..... | 225 |
| <b>C: DETALLE DE HITO</b>  | ..... | 230 |
| <b>D: TIPO Y MARCA DE RECEPTORES GPS</b>   | ..... | 232 |
| <b>E: PANEL FOTOGRAFICO</b>  | ..... | 263 |
| <br>   |       |     |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | ..... | 276 |

## GENERALIDADES

El estudio del proyecto de Tesis: **“PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE PREDIOS RURALES MEDIANTE EL USO DEL GPS EN LA SELVA”**, tiene como propósito poner en práctica los conocimientos teórico – práctico adquiridos a través de nuestra formación en esta casa de estudio, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la Zona de Selva y al mismo tiempo poner a disposición de los estudiantes de Ingeniería Civil, profesionales y otros interesados, los alcances necesarios para futuros proyectos en lo que se refiere a Levantamiento Catastral con GPS en Zona de Selva. Se pretende contribuir con una metodología integrada para llevar a cabo un levantamiento catastral en las zonas rurales del Perú en especial en la Selva. Combinando la eficacia de dos modernas tecnologías para efectos de levantamiento, se ha logrado que la tecnología que proponemos facilite y haga más expedito el levantamiento catastral de diversas zonas geográficas del país.

Se considera que este enfoque brindará al Ministerio de Agricultura los medios para alcanzar los objetivos de producción del Proyecto Especial Titulación de Tierras – PETT, al tiempo que cumple con los principios fundamentales del levantamiento catastral. En vez de considerar al GPS y al Estación Total como herramientas independientes una de la otra para realizar los levantamientos, se propone integrarlos para crear un sistema uniforme de producción para levantamientos catastrales, sistema que puede resolver los problemas que se presentan ante los distintos tipos de límites y de condiciones geográficas.

Para desarrollar el tema de la presente tesis se ha aprovechado del Proyecto Especial Titulación de Tierras – PETT, los trabajos realizados en la zona del Valle del Río Apurímac – Ene. La importancia de la metodología aplicada a la misma queda de manifiesto en la presente tesis.

En el capítulo 1, se trata sobre los antecedentes, objetivos y consideraciones históricas del catastro rural, esta información es brindada por el PETT y se describe la situación actual del catastro, la actividad catastral en el Perú y la Cartografía existente. En el capítulo 2, se trata de la introducción al

GPS, funcionamiento del mismo, trilateración del satélite, alcance del satélite, segmentos que conforman el sistema, efemérides y aplicaciones con GPS. En el capítulo 3, se trata sobre la precisión de los datos GPS, esta precisión puede variar desde 1 cm. a más de 10 m. en función del equipo, las técnicas del procesamiento de datos, y otros factores. En cierto modo la precisión de sus datos depende de su conocimiento y habilidad en el uso de la tecnología GPS. En el capítulo 4, se explica datums y sistemas de coordenadas, se debe tener cierto conocimiento sobre datums y coordenadas antes de iniciar su trabajo de campo con GPS. Cuando compare los datos geográficos obtenidos de fuentes diferentes, los datos deben tomar como referencia el mismo datum y sistemas de coordenadas, cuando se mezclan distintos tipos de datums y sistemas de coordenadas pueden producirse errores significativos.

Los capítulos siguientes abarcan temas relacionados con catastro rural, metodología del levantamiento con GPS, experiencia catastrales y los anexos referente a tipo y marca de receptores GPS.

Se espera que la presente metodología, permita estandarizar procesos y procedimientos técnicos en el PETT, servirán para los técnicos, profesionales y empresas externas, dedicados a realizar levantamientos catastrales de predios rurales.

**CAPITULO I:**

**ANTECEDENTE, OBJETIVO Y  
CONSIDERACIONES HISTORICAS DEL  
CATASTRO RURAL**

# **CAPITULO I: ANTECEDENTE, OBJETIVO Y CONSIDERACIONES HISTORICAS DEL CATASTRO RURAL.**

## **1.1 ANTECEDENTE.**

La formalización de los derechos de propiedad dentro del marco de proyectos de administración de tierras, típicamente involucra la definición y descripción espacial (topografía y masificación) de parcelas y los linderos. En muchos casos han aparecido derechos de propiedad informales debido a métodos de levantamientos que son lentos, costosos y complejos. Países como el Perú donde se pretende titular miles de parcelas, hay una necesidad urgente para un método de levantamiento en la Selva que sea rápido, no costoso y dentro del alcance de los topógrafos profesionales establecidos.

A lo largo de los últimos diez años el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha surgido como una técnica principal para realizar levantamientos precisos. Recientemente, ha avanzado en aplicaciones que requieren menos precisión, y rápidamente GPS llega a ser una tecnología principal para adquirir datos para entrar en un Sistema de Información Geográfica (GIS). Los receptores GPS llamados "sub-metro" puede rendir coordenadas con suficiente precisión para fines catastrales en áreas rurales. Lo más importante, estos receptores ofrecen la oportunidad de bajar el costo y tiempo que típicamente requieren los levantamientos catastrales. Si se opera un receptor GPS base, los topógrafos solo necesitarían un receptor móvil relativamente barato para realizar este tipo de levantamiento.

Los levantamientos catastrales son parte de la topografía que consiste en la definición, medición, localización y mapificación de parcelas de terreno a las cuales se ligan derechos registrales.

En diseñar y probar un método GPS para levantamientos catastrales se ha priorizado los siguientes criterios:

- Velocidad (tiene que rendir mas que los métodos actuales);

- Costo (tiene que reducir el costo por parcela actual);
- Precisión apropiada (alcanzar las necesidades validos);
- Proceso simple en campo (la colección de datos tiene que ser simple para comprender condiciones variables en el campo).

En el pasado los estándares catastrales, tanto en países en desarrollo como el nuestro, han sido diseñados para alcanzar la precisión más alta que pueda rendir la tecnología, sin mucha consideración del costo y tiempo. Hemos intentado evitar este enfoque de "oferta" y seguir un enfoque de "demanda", basado sólidamente en las necesidades catastrales de nuestro país.

La Selva es la región más difícil para los levantamientos catastrales en el país. No solo el acceso a los vértices es difícil, sino también algunas de las herramientas de cartografía, como fotografías aérea que son de ayuda mínima dado la cobertura de los árboles.

La característica de los predios de la Selva son grande los cuales son difíciles de delimitar dado a las condiciones especiales de la cobertura de los árboles bloquean la señal de los satélites del sistema de GPS y condiciones en el terreno (la visibilidad limitada significa mayor cantidad de medidas que deben ser tomados alrededor de los predios).

Es recomendable utilizar una combinación de tecnología y técnica de GPS y topografía tradicional. Donde sea posible se debe usar GPS para establecer control básico que georeferenciara el predio. Métodos convencionales deben ser usados para medir los vértices de los predios que no pueden ser medidos usando GPS.

El catastro de los predios rústicos materia de la tesis tiene especial importancia en el caso del Perú debido principalmente a que el mayor porcentaje de su población depende directamente de la actividad agropecuaria. De allí que cualquier política gubernamental que pretenda impulsar el desarrollo

socioeconómico del país no puede dejar al margen del modelo económico al sector agrario.

Tal importancia implica por lo tanto la urgente necesidad de contar con una información básica completa y actualizada que describa y caracterice en su real dimensión al sector agrario del país.

Por tal razón es imprescindible para el país contar con dicha información a nivel nacional y sobre todo permanentemente actualizado.

La titulación, saneamiento y el registro de la propiedad rural es una de las principales actividades prioritarias del Ministerio de Agricultura.

En el año de 1996 para impulsar estas acciones el Gobierno suscribió el Contrato de Préstamo N° 906/OC-PERU con el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, que fue firmado el 8 de Mayo de 1996, así como también se ha creado el Proyecto de Titulación y Registro de Tierras - PTRT.

A través de este contrato se apoya al Ministerio de Agricultura en sus esfuerzos por desarrollar un mercado de tierras rurales mediante la regularización en forma definitiva de la propiedad de todos los predios resultantes de la Reforma Agraria u otros predios pertenecientes a otros productores agrícolas, la modernización y consolidación del Catastro Rural y el establecimiento de un sistema único, automatizado de registro de propiedad rural.

## **1.2 OBJETIVO.**

El objetivo central es contribuir a la formación del Catastro Rural, que junto con las acciones de registro y titulación contribuya al establecimiento de un mercado de tierras rurales en el Perú.

También pretende establecer bases para la modernización del Catastro Rural. No solo se busca la actualización y formación del catastro en las áreas reformadas, como condición necesaria para la inscripción de los predios rurales en el Registro de la Propiedad

Inmueble, sino el establecimiento en el mediano plazo de un sistema moderno para la formación del Catastro Rural.

Establecer un sistema moderno para el procesamiento del Catastro Rural y su actualización permanente, utilizando sistemas de información automatizados, que permitan contar con datos para un eficiente manejo en los aspectos relativos a la titulación, planificación y desarrollo, consultas interactivas, obtención de documentos gráficos, datos estadísticos.

Contar con información textual y gráfica (planos) que posibilite inscribir registralmente y con información actualizada los predios rurales adquiridos por los beneficiarios u otros predios pertenecientes a otros productores agrícolas.

### **1.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL CATASTRO.**

#### **LA ACTIVIDAD CATASTRAL EN EL PERÚ.**

Conceptualmente Catastro Rural es la actividad de registro de los bienes inmuebles rústicos de un país. El Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural (PETT) se encarga del registro de los predios rústicos a nivel nacional.

Hasta fines de 1968 el levantamiento del catastro rural estuvo encomendado a diferentes dependencias, cada una de las cuales realizaba su respectiva labor utilizando sus propias especificaciones y la orientaba a satisfacer las necesidades directas de la misma.

Por Decreto – Ley N° 17371 del 14 de Enero de 1969, todas las entidades del Sector Agropecuario que realizaban trabajos de catastro rural fueron integradas en una sola dependencia, asignándole las siguientes funciones:

Establecer las normas y especificaciones técnicas del Catastro Rural.

Recopilar, ordenar y calificar los catastros rurales existentes, levantar el catastro rural del país.

Actualizar y distribuir permanentemente los registros catastrales.

El mismo dispositivo legal en su Art. 3° establece:

“El Catastro Rural a que se refiere el presente Decreto-Ley, no establece ni modifica el Derecho de Propiedad”.

Asignándole consecuentemente, un carácter FISCAL y no jurídico. Por Decreto-Ley N° 17716 del 24 de Junio de 1969, la Dirección de Catastro Rural, dependiente desde su creación de la Dirección General de Reforma Agraria y Asentamiento Rural. Al respecto, el citado Decreto-Ley establece:

“La Dirección de Catastro de la Dirección General de Aguas, Irrigación y Catastro del Ministerio de Agricultura integrara a partir de la publicación del presente Decreto-Ley la Dirección General de Reforma Agraria y Asentamiento Rural, reteniendo su carácter de organismo multisectorial de servicios especializados”.

Es a partir de esta fecha que el levantamiento del Catastro Rural recibió un verdadero impulso, dotando a la Dirección de Catastro de todos los medios necesarios para el mejor cumplimiento de las funciones asignadas.

Posteriormente, mediante la Ley Orgánica del Sector D.L. 19608 se convierte en Oficina Nacional de Catastro Rural, y luego por Decreto Supremo N° 007-88 adquiere el carácter de Programa Nacional de Catastro, pasando a ser un órgano de apoyo técnico dependiente del Vice-Ministro de Agricultura.

Este decreto le asigna la función de inventariar la propiedad inmueble rústico, los bosques y la infraestructura de riego, así como el levantamiento del plano de conjunto de las Comunidades Campesinas y Nativas, y el Inventario de los Recursos Naturales Renovables a nivel Nacional.

Para el cumplimiento de sus funciones el PRONAC adoptó desde sus inicios la tecnología fotogramétrica, que consiste en la elaboración de planos mediante fotos aéreas.

El plano catastral obtenido de este modo tiene dos componentes: la base topográfica que es plano plani-altimétrico a curvas de nivel, donde se representa el relieve terrestre y los detalles geográficos; y la sobrepuesta de tenencia donde aparecen

dibujados los linderos de cada parcela con su respectivo código de identificación.

Adicionalmente se elabora el padrón catastral, donde se registra la información alfanumérica relacionado con el predio.

El Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural (PETT), se crea con la promulgación del Decreto Ley N° 25902 "Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura" del 29 de Noviembre de 1992.

El PETT, ha sido concebido dentro del marco de la actual reforma institucional del Sector Publico Agrario y sus actividades están orientadas a dictar normas procesales que simplifiquen las acciones de catastro, titulación y registro.

Es el organismo encargado de la adjudicación, titulación, saneamiento, regularización predial e inscripción de los predios rurales; ha suscrito un convenio con las Universidades Nacionales del Perú para que estas se encarguen de las acciones de catastro, saneamiento, titulación y pre-registro de predios rurales en un ámbito determinado.

### **CARTOGRAFÍA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA.**

Pocos tienen un conocimiento cabal del volumen e importancia de la cartografía disponible en los archivos del Ministerio de Agricultura.

Esta información cartográfica utilizada por muchos sectores públicos y privados, esta constituida por mas de 10 millares de planos a diferentes escalas que cubren vastos sectores del territorio nacional.

El mayor volumen de planos se levanto en la década del 70 y esta constituido por los siguientes:

**2,594** hojas de planos fotogrametricos a escala 1:25,000 con información planimetrica correspondiente a las fotos aéreas de esas fechas y curvas de nivel cada 25 m. en formato 7'30"x7'30" entre paralelos y meridianos geográficos. Cubren una superficie aproximada de 45 millones de hectáreas.

**6,300** hojas de planos fotogrametricos a escala 1:10,000 ó 1:5,000 en formato 50 cm. x 50 cm. con información planimetrica concordante con las fotos aéreas de esa época y curvas de nivel cada 5 m.

Un numero menor de hojas temáticas a la misma escala de las anteriores con información de los limites distritales y de los linderos de las unidades catastrales de tenencia de la tierra.

Complementariamente con los planos mencionados, el Ministerio de Agricultura dispone de las coordenadas y puntos de imagen de varios millares de puntos de control geodésico suplementario y fotogrametrico, muchos de los cuales conservan su validez y serán utilizados como puntos de apoyo a los nuevos levantamientos.

Toda la información se encuentra almacenada en el Archivo Técnico Cartográfico del PETT y en las Regiones y Sub-Regiones Agrarias. Toda esta información se encuentra parcialmente desactualizada.

### **PLANOS TEMÁTICOS.**

Los planos temáticos del Ministerio de Agricultura corresponden a unidades de conducción o tenencia de la tierra y no de propiedad de la misma, por lo que se hace imperioso el levantamiento de una nueva cartografía catastral que refleje realmente la ubicación de los linderos prediales. Los planos de tenencia cumplieron su función en la época en que fueron levantados.

### **ARCHIVO DEL PETT Y DE LAS REGIONES AGRARIAS.**

Se encuentran en el archivo Cartográfico del PETT muchos miles de fotografías aéreas a escalas comprendidas entre 1:10,000, 1:17,000, 1:25,000 y 1:50,000 con información de linderos, puntos de aerotriangulación y toponimia, las citadas fotos han sido reproducidas en película (diapositivas) y en papel fotográfico (fotos contacto).

## **CARTOGRAFÍA MULTISECTORIAL A PARTIR DEL AÑO 2,000.**

El Proceso de levantamiento catastral en que esta empeñado el Ministerio de Agricultura producirá una nueva cartografía que será la imagen actualizada de los sectores más importantes del país y con la cual se ingresara al próximo milenio.

Se debe actualizar la información planimétrica y generar los primeros planos de propiedad, mayoritariamente a escala 1:5,000. Se usara la información altimétrica contenida en los planos fotogrametricos a escala 1:25,000. Donde no exista esta información será preciso restituir tanto la planimetría como la altimetría.

La generación de una cartografía totalmente digital facilitara la actualización de los planos 1:5,000, 1:10,000 y 1:25,000.

La cartografía a producirse será usada fundamentalmente con propósitos registrales pero es indudable que como la anterior será también utilizada en los sectores mineros, de transporte, municipal, etc.

**CAPITULO II:**  
**INTRODUCCION AL GPS**

## **CAPITULO II: INTRODUCCION AL GPS.**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de posicionamiento basado en satélites operado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DoD). Es un sistema de radio navegación satelital que provee a usuarios con equipos apropiados de coordenadas precisas de posicionamiento tridimensional e información sobre navegación y tiempo. Se tiene acceso a este sistema en forma interrumpida a nivel mundial independiente de las condiciones meteorológicas. Se empezó a desarrollar el sistema GPS en los EE. UU. en el año 1973 básicamente para uso militar; sin embargo se tiene un acceso restringido destinado a fines de uso civil. El sistema GPS esta siendo usado para la solución de problemas geodésicos desde 1983. Este sistema que alcanzo configuración final en 1994 consiste de 21 satélites operativos y 3 de repuesto, puestos en órbitas de aproximadamente 20,200 km. de altura sobre la superficie de la tierra. Actualmente cuenta con 32 satélites, 27 dando señales y el resto de repuesto. Esta configuración final prevé la posibilidad de observar las 24 horas del día simultáneamente por lo menos cuatro satélites en el horizonte en cualquier parte del mundo.

Los satélites están lo suficientemente altos como para evitar los problemas que enfrentan los sistemas en tierra y utilizan tecnología bastante precisa como para situar posiciones con exactitud en cualquier parte del mundo, las 24 horas al día. Y como el GPS ha sido primero y principalmente un sistema de defensa, ha sido diseñado para ser impenetrable por perturbaciones e interferencias.

Pero lo más interesante es su potencial. Con la tecnología de circuito integrado de hoy, los receptores GPS se ha vuelto lo suficientemente pequeños y baratos como para ser portado por casi cualquier persona. Esto significa que cada uno tendrá la capacidad de saber exactamente donde esta, todo el tiempo.

## 2.1 FUNCIONAMIENTO DEL GPS.

Los principios básicos del GPS son realmente simples, aun cuando el sistema mismo emplea algunos de los equipos de más alta tecnología que se haya desarrollado. Para entenderlo, vamos a dividir el sistema en 5 pasos.

1. Trilateración del satélite – las bases del sistema.
2. Alcance del satélite – midiendo la distancia desde un satélite.
3. Precisión de tiempo – la razón por la que se necesitan relojes consistentes y un cuarto vehículo espacial (SV).
4. Posicionamiento del satélite – conociendo la localización de un determinado satélite en el espacio.
5. Corrección de errores – corrección de los retrasos ionosféricos y troposféricos.

### 2.1.1 TRILATERACIÓN DEL SATÉLITE.

Si se mide la distancia desde un grupo de satélite a una posición cualquiera de la Tierra pueden calcularse las coordenadas exactas de dicha posición. Los satélites actúan como puntos de referencia precisos. Asumiendo que se conoce la distancia desde un satélite, puede reducirse la posición a la superficie de una esfera que circunde a dicho satélite tal y como se muestra en la figura 2-1.

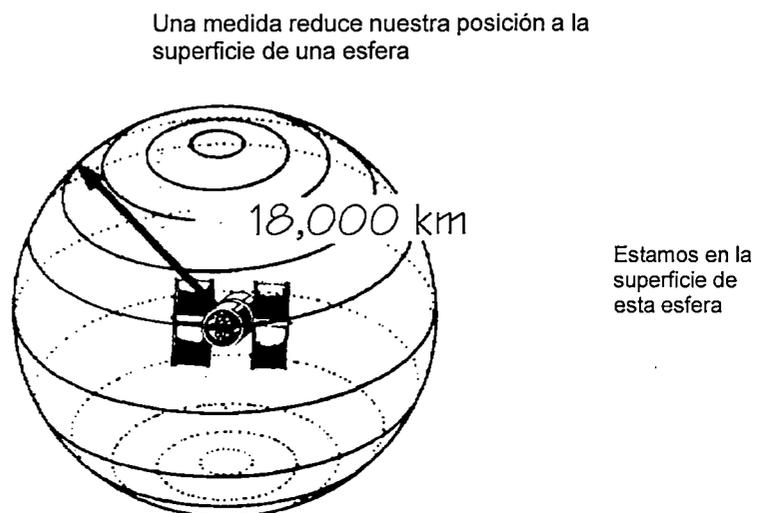
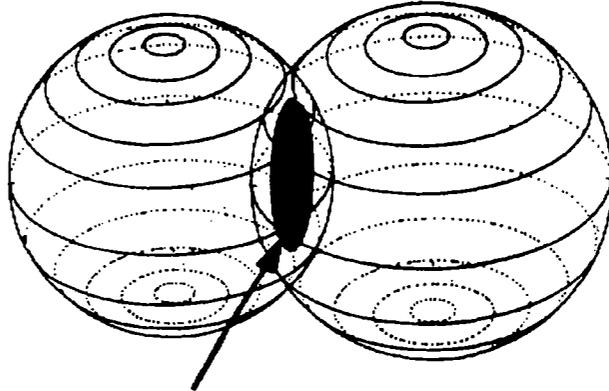


Fig. 2-1 Un satélite.

Si también se conoce la distancia desde un segundo satélite, esto reduce la posición a la intersección de dos esferas que forma un círculo. Vea la Figura 2-2.

Una segunda medida reduce nuestra posición a la intersección de dos esferas



La intersección de  
dos esferas es un círculo

Fig. 2-2 Dos satélites.

Añadir un tercer satélite, entonces podremos ubicarnos con exactitud, hay solo dos puntos en el espacio que pueden ser verdaderos. Esto es correcto, haciendo mediciones desde tres satélites podremos reducir el lugar donde estamos a solo dos puntos en el espacio. Tres esferas se intersectan en dos puntos. Ver la Figura 2-3.

Una tercera medida reduce nuestra posición a dos puntos

Tres esferas se  
intersectan en dos puntos

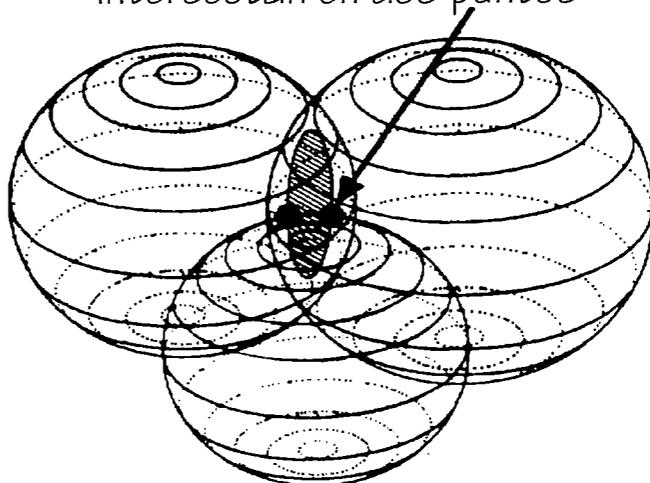


Fig. 2-3 Tres satélites.

De estas dos posiciones una no se considera ya que esta fuera del espacio o moviéndose a gran velocidad y no es una respuesta probable. Si se sabe la distancia a la que se encuentra la posición de tres satélites cualesquiera, pueden calcularse sus coordenadas.

En la practica, se necesita un cuarto satélite para resolver las cuatro incógnitas, X, Y, Z, y el tiempo.

### 2.1.2 ALCANCE DEL SATÉLITE.

Como el GPS se basa en conocer la distancia a los satélites en el espacio, la distancia desde un satélite único se establece al medir el tiempo de viaje de las señales de radio desde los satélites al receptor. Para medir el tiempo de viaje de las señales de radio el receptor necesita saber cuando salió la señal del satélite.

Para establecer cuando salió esta del satélite se crea el mismo código PseudoAleatorio<sup>1</sup> al mismo tiempo en el receptor y en el satélite tal y como se muestra en la Figura 2-4.

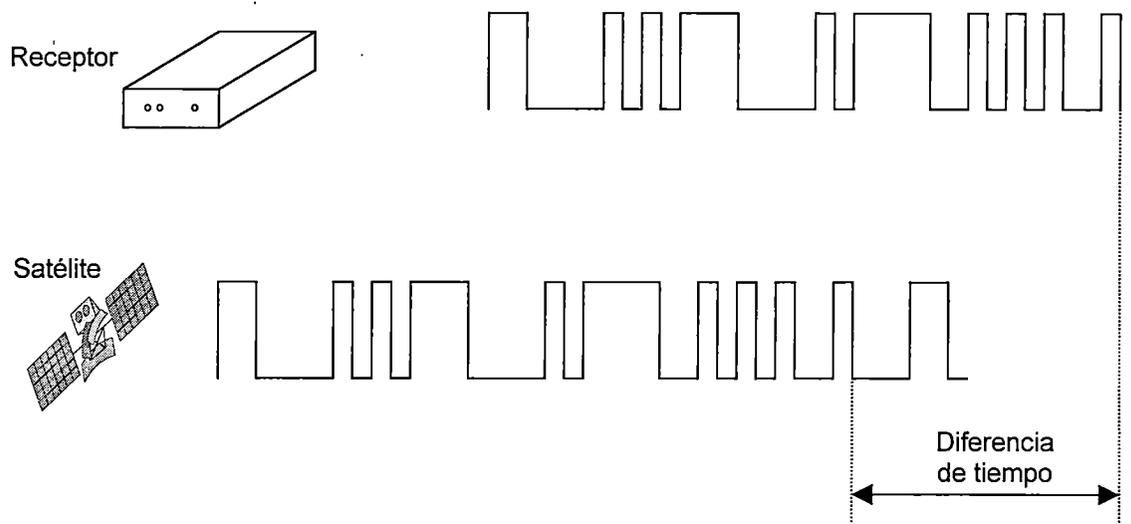


Fig. 2-4 Generación de un código.

<sup>1</sup> Cada satélite GPS transmite dos señales de radio, L1 a 1575.42 MHz y L2 a 1227.60 MHz. La señal L1 se modula con dos códigos variables de ruidos pseudoaleatorios (PRN), código P y código C/A. La precisión o código P puede transformarse en un código secreto para uso militar. La Adquisición/Grosera o código C/A no se convierte en código secreto. La señal L2 se modula solamente con el código P. La mayoría de los receptores civiles utilizan el código C/A para obtener información del sistema GPS. Algunos receptores de grado topográfico utilizan el código P.

El receptor examina el código que llega desde el satélite y a continuación comprueba cuanto tiempo hace desde que generó el mismo código. Esta diferencia temporal multiplicada por la velocidad de la luz (300,000 km/seg.) da la distancia al satélite. Todo lo que necesitamos son tres distancias a tres diferentes satélites y de esta manera logramos conocer nuestra posición. El GPS realmente es una forma avanzada de control de tiempo. De hecho, la mayoría de los receptores pueden medir el tiempo con una precisión que alcanza el nanosegundo que es 0.000000001 segundo.

El uso de un código es importante ya que permite que el receptor haga la comparación en cualquier momento. También permite que muchos satélites funcionen con la misma frecuencia, ya que cada uno se identifica por su propio código Número PseudoAleatorio (PRN). Vea la Figura 2-5.

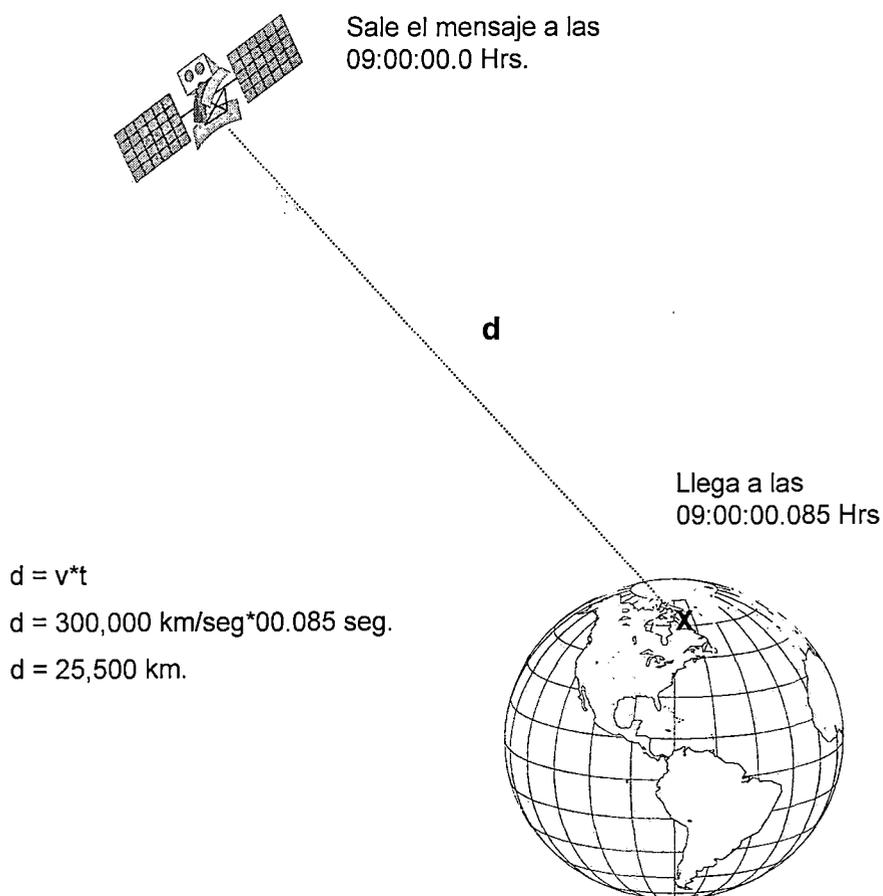


Fig. 2-5 Medición de distancia en el sistema GPS.

El código PseudoAleatorio, en el sistema GPS no utiliza números. En realidad, tanto los satélites como los receptores generan un conjunto de códigos digitales muy complicados. Los códigos se hacen complicados a propósito, de manera que pueden ser comparados fácilmente y sin ambigüedades. De todas maneras, los códigos son tan complicados que casi se parecen a una cadena de pulsos aleatorios.

Ellos no son aleatorios realmente, son secuencias PseudoAleatorio escogidas cuidadosamente y se repite cada milisegundos. De manera que son referidos como el código PseudoAleatorio. Ver Figura 2-6.

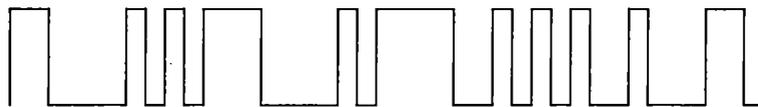


Fig. 2-6 Código PseudoAleatorio.

### 2.1.3 PRECISIÓN DE TIEMPO.

Los cálculos dependen de relojes altamente precisos. El código debe ser generado tanto en el receptor como en el satélite exactamente al mismo tiempo. Los satélites tienen relojes atómicos precisos al nanosegundo, pero resulta muy caro al instalar estos en cada receptor de terreno. Para eliminar cualquier error en los relojes los receptores utilizan la medida de un cuarto satélite. Esta medida puede utilizarse para eliminar errores producidos si los relojes del satélite y el receptor no están perfectamente sincronizados. Por simplicidad, las ilustraciones utilizadas en esta explicación muestran solamente dos dimensiones de forma que solo se necesitan tres satélites para calcular una posición.

Si tanto el reloj del satélite como el del receptor son precisos, se lograra una posición exacta al medir la distancia desde dos satélites tal y como se muestra en la Figura 2-7.

Dos medidas con relojes precisos, en dos dimensiones

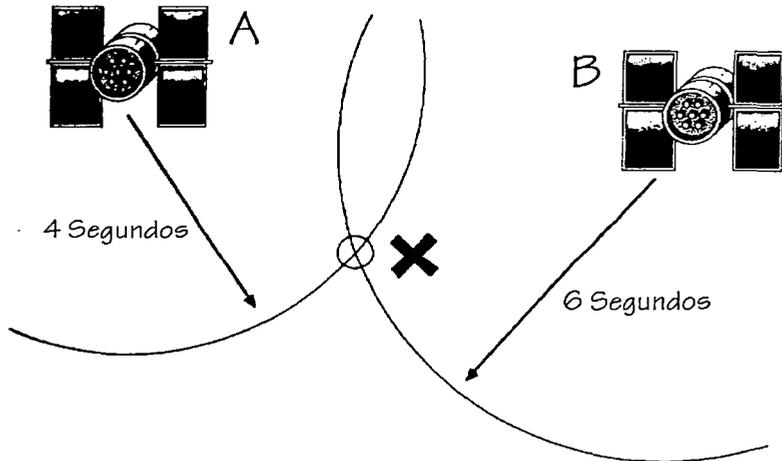
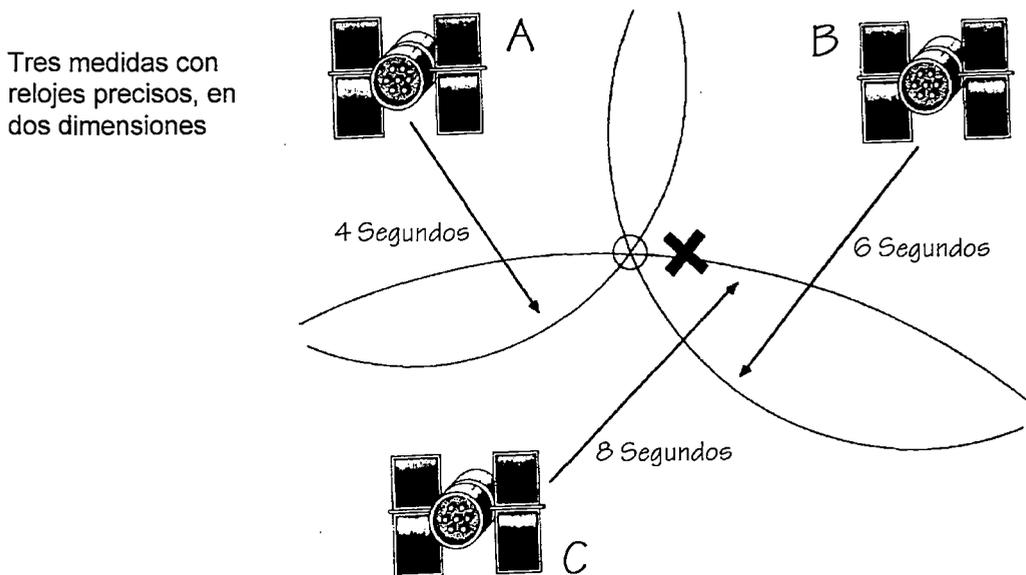


Fig. 2-7 Midiendo la distancia desde dos satélites con relojes precisos.

Si se efectúa una medición desde un tercer satélite y todos los relojes son exactos, la tercera medida se intersectara también tal y como se observa en la Figura 2-8.

Situación real



Tres medidas con relojes precisos, en dos dimensiones

Fig. 2-8 Midiendo la distancia desde tres satélites con relojes precisos.

Sin embargo, si el reloj del receptor se ha adelantado un segundo, la medida de la distancia entre dos satélites se intersecta tal y como se muestra en la Figura 2-9.

Dos medidas con relojes adelantados, en dos dimensiones

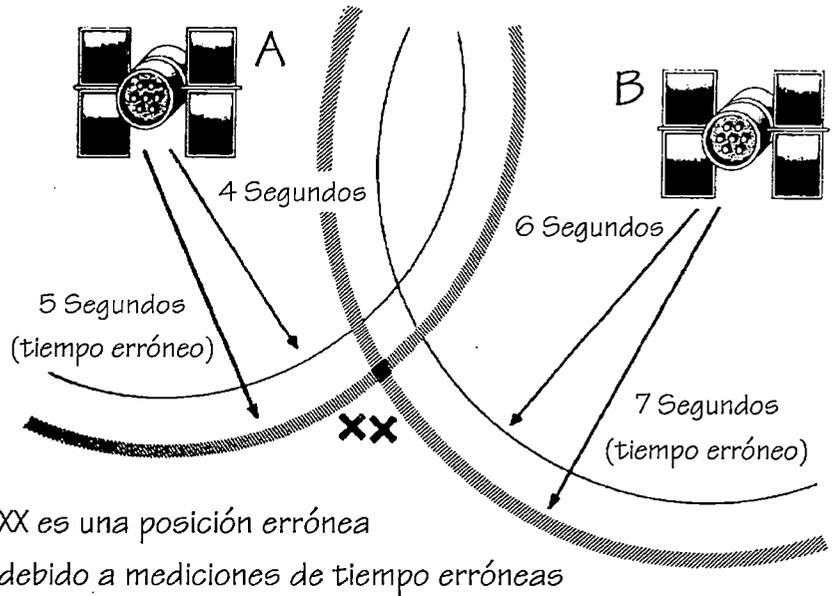


Fig. 2-9 Midiendo distancias desde dos satélites con relojes adelantados.

Si se efectúa una medida desde un tercer satélite y el reloj del receptor se ha adelantado un segundo, la tercera medida no se intersectará con las otras dos, como puede verse en la Figura 2-10.

Tres medidas con relojes adelantados, en dos dimensiones

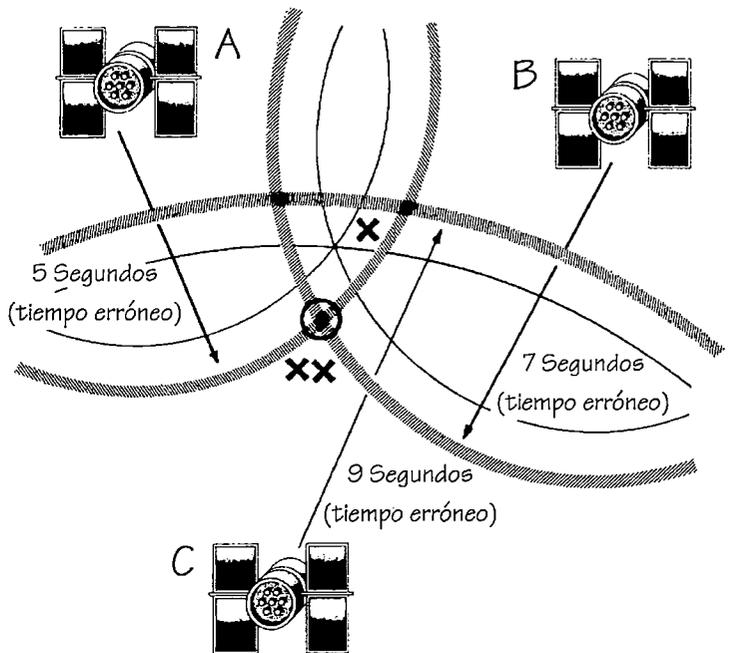


Fig. 2-10 Distancias desde tres satélites con relojes adelantados.

Cuando el receptor GPS obtenga una serie de medidas que no intersecten en un único punto, el ordenador del receptor empezara a substraer (o añadir) tiempo hasta que obtenga una respuesta que permita que los rangos de todos los satélites vayan por un único punto. Entonces calculara el desajuste horario y efectuara los ajustes apropiados. Si requiere tres dimensiones, se necesitaran cuatro satélites para cancelar los errores temporales. Así cuando se capturen datos GPS en el campo, se deberán ver cuatro satélites y el receptor deberá tener cuatro canales GPS o ser capaz de secuenciar cuatro satélites.

#### **2.1.4 SEGMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA.**

El Sistema está compuesto básicamente por tres segmentos:

- Segmento espacial.
- Segmento de control.
- Segmento del usuario.

#### **SEGMENTO ESPACIAL.**

Hay 24 satélites NAVSTAR en funcionamiento que orbitan la Tierra las 24 horas a una altitud de aproximadamente 20,200 km. Cuatro SVs orbitan en cada uno de los seis planos inclinados  $55^\circ$  al Ecuador. Los satélites se encuentran a gran altura por lo que hay poca resistencia atmosférica y su órbita es muy estable.

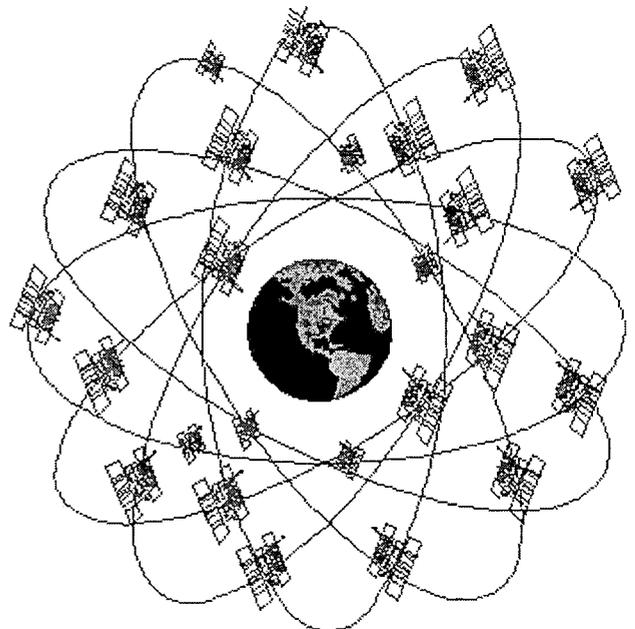


Fig. 2-11 Constelación GPS.

Los satélites están constantemente supervisados por el Departamento de Defensa Estadounidense (DoD). Cada satélite contiene cuatro relojes atómicos de alta precisión y transmite señales de radio constantemente utilizando su propio y único código identificador. El DoD dispone de cuatro estaciones monitoras manejadas desde el terreno, tres estaciones de carga de datos ("Upload stations"), y una estación de control maestro. Las estaciones monitoras siguen a los satélites de forma continua y facilitan datos a la estación de control maestro. Esta calcula el recorrido del satélite y los coeficientes de corrección horaria y los envía a una estación de carga de datos. Estas cargan los datos a cada satélite por lo menos una vez al día.

### SEGMENTO DE CONTROL.

Este segmento tiene la tarea de llevar a cabo el rastreo, cálculo, transmisión de datos y supervisión necesarios para el control diario de todos los satélites del Sistema, envía informes de efemérides y luego las recepciona, compara establece los factores de corrección y modifica la trayectoria de los satélites en el espacio.

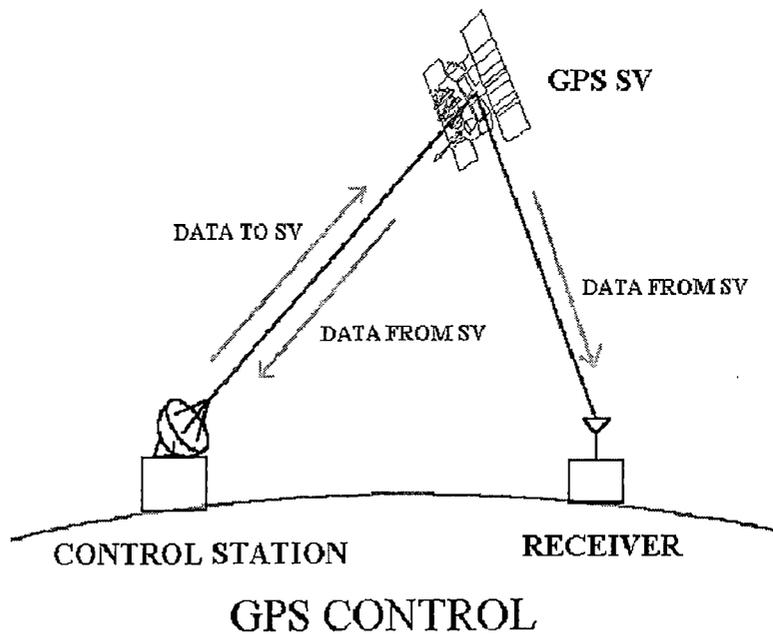


Fig. 2-12 Segmento de Control GPS.

Existen 5 estaciones, de las cuales 4 de ellas están emplazadas en:

- Hawai.
- Ascensión.
- Kwajalein.
- Diego García.

La principal – Master Control Station – está ubicada en Colorado Springs – USA. Todas estas estaciones se encuentran igualmente espaciadas, además de cumplir 3 funciones especiales:

- Todas 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 realiza mediante receptores de doble frecuencia equipados con osciladores de Cesio. También son recolectados datos meteorológicos para permitir una evaluación más precisa de los retardos troposféricos. Las posiciones para estas Estaciones de Monitoreo son conocidas con muy alta precisión.
- Tres de las estaciones (Ascensión, Diego García y Kwajalein) están capacitadas para transmitir información hacia los satélites, incluyendo nuevas efemérides, correcciones de reloj, mensajes de transmisión de datos y comandos de telemetría. Estas realizan un seguimiento permanente de la constelación NAVSTAR, transmitiendo los datos recogidos al Consolidate Space Operations Center (Centro de Operaciones Espaciales Unidas), de la estación principal, donde estas observaciones y las efemérides de referencia proporcionadas por la Naval Surface Weapons Center – NSWC, obtenidas mediante integración de largos arcos de trayectoria se calculan las efemérides de cada satélite para un periodo posterior.  
Esta información se inyecta desde la estación principal al receptor colocado a bordo de cada satélite.

- Una estación (Colorado Springs) es la Estación de Control Principal. Los datos rastreados desde las estaciones de monitoreo son transmitidas a la Estación de Control Principal para ser procesadas. Este procesamiento involucra el cálculo de las efemérides de los satélites y correcciones de reloj a los mismos. La Estación de control Principal es también responsable de controlar las correcciones orbitales cuando cualquier satélite se desvía de su posición asignada. Además como función adicional, la Estación de Control Principal está en capacidad de realizar las maniobras necesarias para que un satélite ya inactivado sea reemplazado por uno de repuesto.

Como el tiempo de sincronización del satélite es una de las más importantes tareas del Segmento de Control, la Estación de Control Principal está directamente conectada con el tiempo estándar del Observatorio Naval de los Estados Unidos en Washington D.C.

PerM/Dans 5/27/85



Fig. 2-13 Control Maestro y Estación de Monitoreo GPS.

### SEGMENTO DEL USUARIO.

Está constituido por todos los equipos, permanentes u ocasionales, utilizados para la recepción de señales emitidas por

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

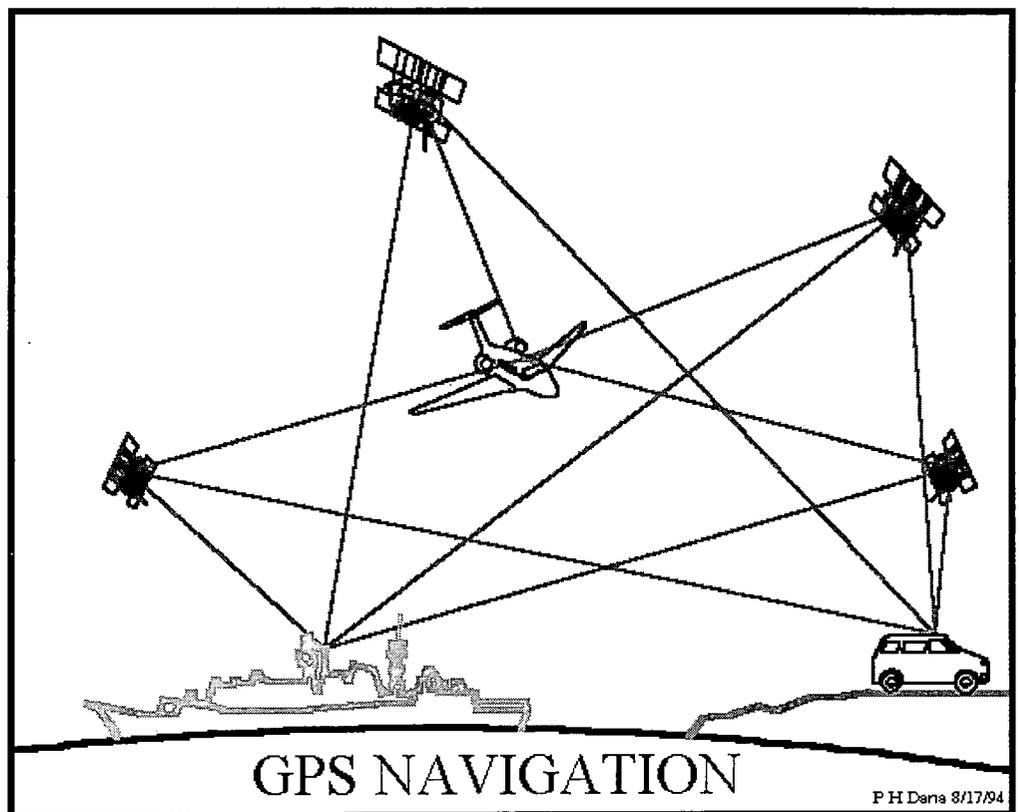


Fig. 2-14 Segmento del usuario.

Un receptor GPS normalmente utiliza un canal o más. Un canal consta de un hardware y un software necesarios para rastrear la señal de un satélite en una de las dos frecuencias portadoras. Algunos receptores llevan incorporado el calculador, así como un elemento para registro de datos sobre soporte magnético, en tanto que otros precisan de un ordenador exterior, generalmente de tipo PC, y unidad de registro en diskette. Además pueden

acoplarse a otros elementos exteriores, tales como un oscilador atómico, sensores meteorológicos, etc.

### **2.1.5 EFEMÉRIDES.**

Las efemérides son una lista de coordenadas que definen la posición orbital de un satélite en diversos momentos. Todas las técnicas de procesamiento de mediciones del GPS requieren las efemérides correspondientes al intervalo en que se efectuaron las observaciones a fin de determinar la posición del receptor terrestre, tanto la absoluta para la modalidad de posicionamiento por puntos como la relativa cuando se utiliza en la modalidad diferencial.

En el caso del posicionamiento por puntos, los errores en posición de las efemérides del GPS que se introducen en el mismo, son aproximadamente de la misma magnitud.

Las efemérides de los satélites están siendo actualizadas cada posición de las efemérides del GPS que se introducen en el mismo, son aproximadamente de la misma magnitud.

Las efemérides de los satélites están siendo actualizadas cada hora, pero son válidas por un intervalo de tiempo adicional (al menos cada hora). Las efemérides son un conjunto de parámetros que contienen no solamente elementos keplerianos de la órbita sino también correcciones para ellas.

Los valores de los parámetros son obtenidos por un ajuste de mínimos cuadrados de la órbita predicha dentro de un intervalo de tiempo. Por lo tanto en apariencia son solamente elementos keplerianos que no se cumplen para el total de la órbita. Sin embargo, describen la verdadera órbita kepleriana dentro de un rango de unos pocos kilómetros en el espacio.

La predicción de las efemérides es un proceso que se cumple en dos etapas, a saber:

- A partir de las observaciones realizadas durante aproximadamente una semana de mediciones, y

mediante un ajuste lineal por mínimos cuadrados, se genera una "Efemérides de Referencia".

- Empleando mediciones adicionales para determinar correcciones lineales.

La efeméride de referencia es un estimado inicial de la trayectoria del satélite, calculada a partir del registro de datos durante una semana, en las cinco estaciones de monitoreo. Esta efemérides es empleada para permitir la linealización precisa del modelo orbital en el filtrado Kalman. Errores en las efemérides de referencia del orden de 100 metros darán como resultado errores en la linealización, que a su vez afectarán la predicción de las efemérides, específicamente, del orden de 1 metro por día.

### 2.1.6 CORRECCIÓN DE ERRORES.

Algunas fuentes de errores en GPS son difíciles de eliminar. Los cálculos asumen que la señal GPS viaja a velocidad constante, la velocidad de la luz. Desafortunadamente la velocidad de la luz es constante solo en el vacío. Una vez que la señal GPS entra en la ionosfera (una banda de partículas cargadas de 130.00 a 195.00 kilómetros sobre la superficie de la Tierra) y en la troposfera

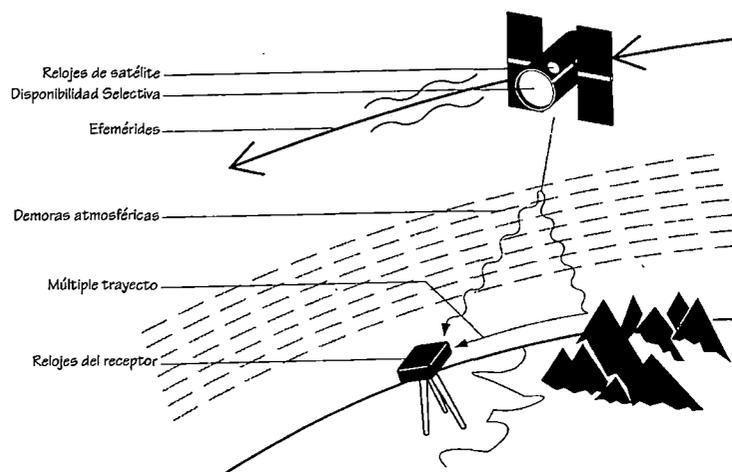


Fig. 2-15. Resumen de las fuentes de error.

(nuestro clima) la señal disminuye su velocidad, produciendo cálculos de distancia incorrectos. Los receptores GPS efectúan algunas correcciones para estos retrasos.

Pueden darse errores en el reloj atómico y en las órbitas del satélite, pero normalmente son pequeños y el DoD los ajusta desde las estaciones monitoras.

La interferencia por trayectoria múltiple (multitrayectoria, o reflexión múltiple) puede producir error en una posición GPS. Esto sucede cuando la señal se refleja en otros objetos o cerca de la superficie terrestre. La señal reflejada interfiere con la señal de línea recta. Este puede minimizarse con la ayuda del procesamiento avanzado de señales y el uso de antenas bien diseñadas.

Otra fuente de error significativa es la Disponibilidad Selectiva (S/A). Esta consiste en una degradación artificial de la señal del satélite por el Departamento de Defensa Estadounidense. Produce errores de hasta 100 metros en una posición GPS. La S/A puede eliminarse utilizando una técnica de corrección diferencial. Desactivada esta a partir del 1° de Mayo del 2,000.

## **2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA CARTOGRÁFICO CON GPS.**

En el mercado existen una variedad de productos específicamente diseñados para la cartografía geográfica y aplicaciones GIS. Estos pueden capturar datos de forma rápida y precisa usados en la creación y mantenimiento continuo de bases de datos geográficas. Los productos cartográficos incluyen receptores GPS, colectores de datos, y paquetes de software. Esta sección trata sobre cada uno de estos componentes.

### **2.2.1 RECEPTORES.**

Los receptores GPS calculan posiciones cada segundo y facilitan precisiones que varían desde valores submétricos hasta los 5 metros con procesamiento de corrección diferencial. Los receptores varían en tamaño, peso, el número de posiciones que

almacenan, y el número de canales que utilizan para seguir a los satélites.

Mientras que usted atraviesa físicamente o está de pie sobre un lugar, el receptor recibe señales desde los satélites GPS y a continuación calcula una posición. Los cálculos de posición se visualizan como coordenadas en la pantalla del colector de datos. Los receptores GPS también calculan velocidad y dirección, permitiéndole navegar entre posiciones.

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE RECEPTORES GPS:**

- **TAMAÑO.**- Los modernos receptores GPS portátiles caben en la palma de la mano y son de un tamaño similar a un teléfono móvil.
- **PESO.**- Los más típicos GPS de mano o portátiles pesan menos de 250 gramos, incluso con las pilas instaladas. A medida que les vamos añadiendo más prestaciones van aumentando de peso y tamaño.
- **CARCASA.**- La carcasa, que forma la parte exterior del GPS, es bastante fuerte, normalmente precintada y algunas veces resistente al agua o, al menos, impermeable; aunque hay que tener en cuenta que los receptores GPS no han sido fabricados para poder resistir golpes fuertes o ser sumergidos. Si se utiliza el GPS para la práctica del mountain bike, moto, etc., es mejor llevarlo en un lugar que pueda absorber los golpes o vibraciones (un buen soporte con amortiguación o la propia mochila, por ejemplo), en vez de directamente fijarlo al manillar.

Algunos receptores tienen la antena receptora interna integrada en la parte superior de la carcasa, y otros tienen una pequeña antena exterior desmontable que puede moverse a una posición cercana para tener una mejor recepción de los satélites (se puede llevar el receptor GPS en un bolsillo o en la mochila funcionando con la antena

sujeta al casco o alguna parte exterior de la mochila, etc.). Algunos otros admiten una antena exterior opcional.

- **PANTALLA.-** Las dimensiones de la misma, varían de un fabricante a otro y según modelos. Lo importante es su resolución (algunos usuarios prefieren las pantallas grandes para poder visualizar mapas o para ver mejor las informaciones proporcionadas). La mayoría de los receptores tienen pantallas de cristal líquido de alto contraste con luz de fondo electroluminiscente.
- **ESCALA DE TEMPERATURAS.-** Hay que ser conscientes de la limitación de la escala de temperatura que nuestro receptor acepta y adecuar nuestro uso a ella (aunque hay que decir que para un uso normal hay más que suficiente). Hay que asegurarse que nuestro receptor esté lo suficientemente "caliente" en invierno y "fresco" en verano, incluso cuando lo tengamos guardado. La pantalla es, generalmente, la parte más sensible a estos cambios de temperatura.
- **ALIMENTACIÓN.-** Muchos receptores GPS utilizan pilas AA (normalmente 4, aunque las unidades más modernas ya empiezan a funcionar con 2) como fuente de alimentación primaria. La duración de las mismas depende y varía mucho de un modelo a otro de receptor, y depende de si utilizamos continua o intermitentemente el receptor, y también de cuanto tiempo utilicemos la luz de fondo de la pantalla. Dicha duración media, la podríamos estimar en unas 22 horas.

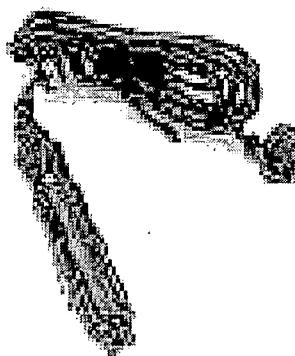


Fig. 2-16 Accesorio para conectar al receptor GPS.

Muchos fabricantes ofrecen accesorios que permiten conectar el receptor a una fuente de alimentación alterna como puede ser un adaptador de encendedor de coche. Algunos modelos tienen pilas recargables. También hay cables accesorios que permiten conectar nuestro GPS a cualquier enchufe de la corriente, mediante un transformador, o conectarlo directamente a la batería de nuestra moto.

Evidentemente, siempre en cualquier actividad al aire libre que llevemos a cabo, hay que llevar un juego de pilas de repuesto (ya que las que están en el receptor se agotarán en el momento más inoportuno para hacerlo).

### **PRESTACIONES GENERALES DE LOS RECEPTORES GPS.**

Normalmente hay varios botones en la carcasa del GPS (aunque ya hay modelos que los tienen en el lateral para que el receptor pueda ser utilizado con una mano de forma muy cómoda), que cuando los apretamos nos llevan a las diferentes opciones operativas del receptor. Estas opciones tienen distintos nombres según modelo o fabricante, pero básicamente realizan las mismas funciones. Al presionarlas podremos ver la pantalla de navegación, la de la disponibilidad de las señales de los satélites, la de la lista de posiciones, la de opciones de configuración o la que determina nuestra posición actual. A continuación explicaremos cuales son estas distintas pantallas con las que nos podemos encontrar en el uso de nuestro GPS:

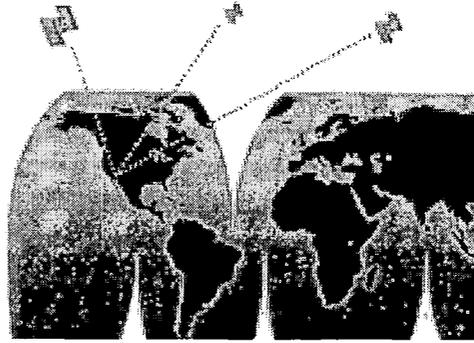


Fig. 2-17 Señales de los satélites.

### **SATÉLITES.**

Normalmente es la primera pantalla en aparecer después de la de encendido; la tienen la mayor parte de los receptores, y en ella se nos muestra a modo de gráfico o animación cuántos satélites está "viendo" nuestro receptor y el nivel de intensidad de la señal que se está recibiendo de cada uno de ellos. Si hay más de 4 satélites visibles, nuestro receptor escogerá los 4 mejores, basándose en la intensidad de las señales recibidas y en el ángulo de triangulación.

### **POSICIÓN.**

En esta pantalla se nos muestra nuestra posición actual, la altitud y, normalmente también la hora (con algún truco en el encendido hasta se puede mostrar la temperatura). En los GPS más básicos estos datos se mezclan normalmente con los datos de otras pantallas.

### **MAPA.**

Esta pantalla nos enseña gráficamente donde nos encontramos y el camino seguido hasta ahora. Si nos estamos moviendo, nuestra posición se irá desplazando y dejando una huella del camino seguido (track). Los puntos guías (waypoints) marcados también deben aparecer en este mapa.

### **PUNTERO O NAVEGACIÓN.**

Si tenemos un destino activo (marcado) o una ruta activada, esta pantalla nos indicará la dirección a seguir, el rumbo, la distancia y tiempo estimado de llegada. Si nos estamos moviendo, se mostrará incluso la velocidad a que lo estamos haciendo.

### **LANDMARK O WAYPOINTS LIST/RUTAS.**

Normalmente en esta pantalla se pueden ver los puntos de paso o posiciones que previamente hemos introducido en la memoria de nuestro receptor, para renombrarlos o borrarlos, o para planificar una ruta. A veces, además del nombre, se pueden agregar iconos (existe una lista de iconos prefijada) para distinguir los puntos de paso más importantes. También existe, normalmente, una opción de rutas para editar o revisar las rutas que hemos hecho, preparar una nueva, activar o invertir alguna otra.

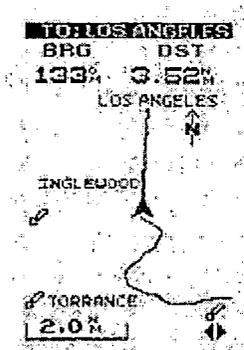


Fig. 2-18 Pantalla donde se puede ver los puntos o posiciones.

### **MENÚ.**

Esta pantalla nos permite acceder a la lista de las diferentes opciones (como un menú de Windows) disponibles en nuestro receptor. Normalmente moveremos el cursor arriba o abajo hacia el tema deseado y apretaremos la tecla "enter" para ver su contenido.

### **OPCIONES.**

Muchos receptores permiten escoger entre unidades distintas de medición, tiempo, sistemas de coordenadas, datum, norte magnético o verdadero. También existen las opciones para transmitir o recibir datos desde un PC u otro GPS o para recibir las señales de un GPS Diferencial (DGPS).

### **SALIDA / PUESTA DE SOL.**

Algunos GPS nos marcarán la hora de salida y de puesta del sol para ese día y en esa determinada posición. Esto puede ser de gran utilidad en la montaña a la hora de planificar nuestra actividad e intentar aprovechar al máximo la luz del día o para poder obtener una fotografía de una buena puesta de sol. En el Anexo - D se muestra una serie de receptores de diferentes tipo y marca.

### **2.2.2 COLECTORES DE DATOS.**

Los colectores de datos son ordenadores de mano que utilizan software de captura de datos. Algunos colectores de datos registran datos atributo asociados a posiciones, mientras que otros solo almacenan posiciones. El software colector de datos controla el receptor GPS. Los parámetros se configuran para que controlen la frecuencia y cantidad de datos GPS almacenados.

Los colectores de datos varían en función del tamaño, peso, el tipo de datos que almacenan, el tipo de medioambiente para el que están diseñados y la cantidad de información que almacenan. Algunos colectores de datos deben estar conectados a un receptor GPS separado. Otros combinan el receptor GPS y el colector de datos en una misma pieza de hardware.

Cada sistema cartográfico GPS viene con software de procesamiento. Tras volver del campo, el software puede descargar la posición e información de la característica desde su colector de datos a su PC. De esta forma el software mejora la precisión de los datos utilizando una técnica de procesamiento diferencial llamada corrección diferencial.

El software visualiza sus datos GPS. Algunos programas proveen funciones de edición de forma que puedan manipularse, ajustarse o borrarse los datos de posición y atributos. Hay software que además facilita funciones de dibujo. Este varía en función del número de características de edición y la variedad de las opciones de exportación.

GPS ayuda a capturar características geográficas e información de atributos para su entrada en sistemas de información (GIS) u otras bases de datos. El software de procesamiento GPS exporta sus datos a un paquete GIS donde pueden combinarse con información de otras fuentes para su posterior análisis y cartografía.

### 2.3 CORRECCIÓN DIFERENCIAL.

La técnica de corrección diferencial aumenta de forma significativa la precisión de los datos GPS capturados. Esta implica el uso de un receptor en una posición conocida, la estación base, y la captura de posiciones GPS en posiciones desconocidas con otros receptores, móviles o remotos.

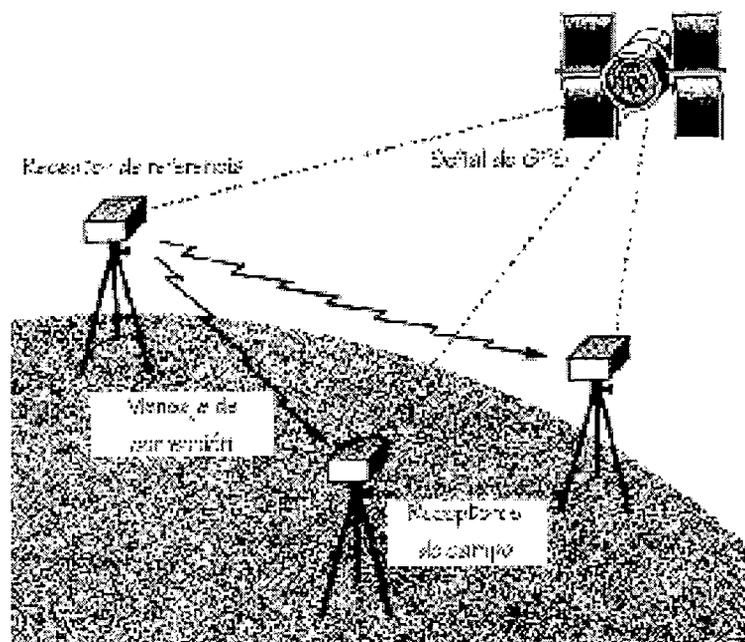


Fig. 2-19 Modo Diferencial.

Los datos capturados en un lugar conocido se utilizan para determinar los errores que contengan los datos del satélite. La información de la estación base se aplica a continuación a los datos capturados por los móviles y las diferencias de desviación se utilizan para eliminar errores de las posiciones del móvil. Usted necesita conocer con gran precisión la posición de su estación base ya que la precisión de la posición de la corrección diferencial esta en función de la precisión de las coordenadas de la estación base.

Hay dos métodos para efectuar una corrección diferencial, en tiempo real y con posprocesamiento. Estas se describen en las secciones siguientes.

### **2.3.1 CORRECCIÓN DIFERENCIAL EN TIEMPO REAL.**

En GPS diferencial en tiempo real, la estación base calcula y emite (mediante señales de radio) el error de cada satélite en cuanto esta recibe los datos. El móvil recibe esta corrección, que aplica a la posición que esta calculando. Como consecuencia la posición vista en pantalla es la posición corregida diferencialmente.

Esto es útil cuando necesite saber donde se encuentra mientras este en el campo. Estas posiciones corregidas pueden salvarse a un archivo del colector de datos. Las correcciones en tiempo real normalmente se dan formato utilizando las recomendaciones de RTCM SC-104. Todos los equipos de cartografía GPS actuales pueden efectuar GPS diferencial en tiempo real.

### **2.3.2 CORRECCIÓN DIFERENCIAL CON POSPROCESAMIENTO.**

En GPS diferencial con posprocesamiento, la estación base registra el error de cada satélite directamente en un archivo del computador.

# DIFFERENTIAL GPS POSITIONING

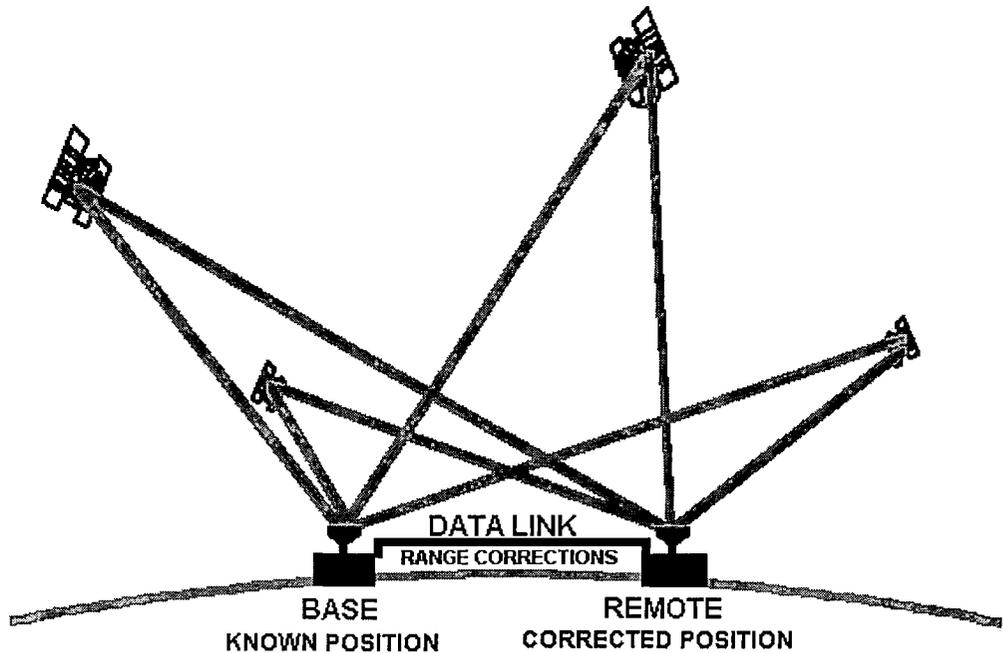


Fig. 2-20 GPS diferencial con posprocesamiento.

El móvil también registra sus propias posiciones en un archivo de computador. Tras regresar del campo, los dos archivos experimentan un procesamiento en el software y la salida o resultado es un archivo móvil corregido diferencialmente.

Todos los sistemas cartográficos GPS incluyen software que pueden realizar GPS diferencial con posprocesamiento.

Una característica única de los sistemas cartográficos es que las técnicas de corrección diferencial en tiempo real y en posprocesamiento pueden utilizarse juntas. Si, cuando sé este utilizando tiempo real, el vinculo por radio se pierde o se vuelve intermitente (por ejemplo, si nos encontramos fuera de rango), el receptor continua registrando posiciones sin corregir que podrán corregirse mas tarde utilizando una corrección diferencial en posprocesamiento.

## 2.4 APLICACIONES GPS.

Los sistemas cartográficos GPS se utilizan en gran variedad de aplicación. Crean y actualizan bases de datos GIS en disciplinas tan diversas como ciencias de recursos naturales, análisis y desarrollo urbano, agricultura y ciencias sociales. Se captura

información sobre posición, tiempo, y atributos mientras se camina, conduce, y vuela por los lugares de interés.

#### **2.4.1 APLICACIONES EN RECURSOS NATURALES.**

Especialistas en recursos naturales, tales como ingenieros forestales, geólogos, geógrafos, y biólogos, utilizan sistemas cartográficos GPS para registrar información sobre atributos y posiciones GPS. Por ejemplo, los ingenieros forestales registran información de atributos sobre la edad, condición, cantidad y tipo de madera. También topografían bosques para replantación o explotación forestal. Los biólogos localizan hábitats de animales salvajes, los cartografían, y registran el número de animales y otros atributos.

GPS ayuda en la captura de datos sobre tipos de suelos, que más tarde se combinan con modelos del terreno en 3D que muestran el talud (declive) y aspecto, y así se pueden predecir áreas que requieran un manejo especial. Otras aplicaciones en recursos naturales incluyen cartografía de lugares con pozos; registro de la condición y tamaño de lagos, líneas de inundación, zonas pantanosas, y longitud de corrientes; hábitats de peces y animales salvajes; líneas de costas cambiantes, y zonas de vegetación y climas.

#### **2.4.2 APLICACIONES URBANAS.**

Las aplicaciones urbanas con sistemas cartográficos GPS incluyen la cartografía de la infraestructura de utilidades y transporte. Calles y autopistas se digitalizan al conducir por las carreteras mientras se registran posiciones GPS. Las condiciones de la carretera, riesgos, y áreas que necesiten reparación se introducen como atributos para uso en inventarios y programas GIS.

GPS asiste en la cartografía de líneas eléctricas, telefónicas, de agua, gas y alcantarillado. Se cartografían elementos como

cubiertas de saneamiento y bocas de incendios como puntos con información de atributos asociada.

Los trabajadores en inspección y mantenimiento utilizan GPS para navegar directamente a los lugares que requieren atención. Sus tiempos de llegada y salida se registran con precisión, junto con sus comentarios y los servicios realizados.

Otras aplicaciones urbanas incluyen la cartografía y registro de parcelas de terreno, de zonas, de trabajos públicos, de características de las calles, y de industrias.

### **2.4.3 APLICACIONES EN AGRICULTURA.**

Los sistemas de cartografía GPS ayudan a delimitar las características del campo para agricultura y ganadería. Microclimas, tipos de suelo, estrés en cosechas, infestaciones de hierbas malas, enfermedades de plantas, daños por insectos, y rendimiento del suelo, se registran y referencian directamente con su localización.

La posiciones de tractores o aviones pueden correlacionarse con los datos del suelo de forma que los productos químicos se utilicen solo donde sea necesario. Esto reduce los costos de dichos productos así como la contaminación del agua del subsuelo por la aplicación excesiva de tales productos químicos.

La tecnología GPS ayuda a los agricultores manteniendo un historial exacto de los análisis individuales del suelo para determinar los efectos de los distintos tipos de prácticas agrícolas. En la actualidad se viene utilizando GPS en el Proyecto Especial de Titulación de Tierras (PETT) del Ministerio de Agricultura, para los levantamientos de predios en donde no existe cubrimiento fotográfico. Tal es el caso de su aplicación en zona de Selva y Ceja de Selva.

### **2.4.4 APLICACIONES EN CIENCIAS SOCIALES.**

Los arqueólogos e historiadores utilizan sistemas de cartografía GPS para dirigirse a y registrar lugares no marcados y

registrarlos. Para proteger los lugares del vandalismo, se les da a los puntos de paso (o de ruta) nombres de código. Cuando se encuentra el punto de paso deseado, se registran datos completos para su entrada en GIS u otra base de datos.

Una aplicación en ciencias sociales fue un estudio realizado por antropólogos en la jungla venezolana. Los antropólogos exploraron territorio no cartografiado en la jungla y utilizaron un sistema cartográfico GPS para localizar y cartografiar tribus previamente desconocidas. Los datos de posición y datos culturales que se capturaron están ayudando al gobierno en la creación de reservas con el fin de asegurar que las aldeas de las tribus queden protegidas.

#### **2.4.5 APLICACIONES EN LA NAVEGACIÓN.**

##### **NAVEGACIÓN MARÍTIMA.**

Su implantación ha sido muy rápida (antes las embarcaciones empleaban el sistema TRANSIT). Se piensa que en poco tiempo toda la navegación marítima se basará en GPS. Actualmente también se emplean sistemas hiperbólicos, pero estos sistemas tienden a desaparecer.

El costo del sistema GPS es bajo (además los barcos no requieren receptores de gran calidad) y lo puede usar cualquier embarcación.

##### **NAVEGACIÓN TERRESTRE.**

En este caso hay dos mercados principales:

- Automóviles, integran el GPS y sistemas gráficos avanzados para proporcionar un sistema de guiado desde un punto de una ciudad a otro evitando atascos.
- Receptores personales, excursiones en 4x4, como sistema de guiado para invidentes.

La gran penetración de este sistema se debe al bajo costo de los receptores.

En la actualidad se emplea en aplicaciones profesionales:

- Transportes internacionales.
- Redes de autobuses.
- Policía.
- Ambulancias.

También estamos viendo su aparición en pruebas deportivas como en el caso del ciclismo, donde permite conocer en cada instante y en tiempo real el tiempo que saca un corredor a otro.

### **NAVEGACIÓN AÉREA.**

Debido a su mayor complejidad técnica su proceso de instalación ha sido más lento. Se están desarrollando sistemas GNSS que pretende mejorar los actuales sistemas de gestión de vuelos.

Se están instalando en áreas de bajo tráfico, ya que su uso no está justificado si tenemos en cuenta que ya existe el RADAR.

### **2.4.6 APLICACIONES MILITARES.**

Como el GPS es un sistema desarrollado por el ejército, el desarrollo del GPS en este campo ha sido más rápido que en las aplicaciones civiles.

Se emplea en la navegación militar (aeronaves, vehículos terrestres, barcos). Una de las aplicaciones es:

- Guiado de misiles. Constituye una revolución para los sistemas militares, se usa para el posicionamiento de las tropas.

### **2.4.7 OTRAS APLICACIONES.**

Los sistemas cartográficos GPS pueden utilizarse para cualquier aplicación que requiera información precisa sobre tiempo, posición, y cualquier otra característica. El resultado final no se limita a dibujos y mapas. También pueden transferirse registros de posición y tiempo a programas de software que requieran dicha información para funciones de modelado.

La capacidad de navegación del sistema asiste a los trabajadores en equipos de búsqueda y rescate., es útil para los departamentos

policiales y de bomberos, y para los topógrafos, al ayudarse a encontrar lugares específicos rápidamente.

Si se monta un receptor cartográfico GPS en un avión ó helicóptero y se vuela sobre las zonas incendiadas, el GPS puede utilizarse para establecer de forma rápida y precisa los límites del fuego. Los perímetros del fuego se dibujan y superponen con mapas existentes para ayudar a los bomberos. Las zona del fuego y datos sobre el perímetro también se convierten a un formato GIS para la evaluación de daños por fuego.

Una aplicación muy útil de estos sistemas cartográficos GPS es la de mantener un sistema de referencia común para la captura de datos. Una preocupación frecuente al utilizar las bases de datos GIS es la necesidad de un sistema de referencia común entre los distintos conjuntos de datos. Los datos capturados con GPS pueden referenciarse de forma precisa a puntos de control en una red topográfica geodésica (esto es, una red topográfica referenciada a un elipsoide). GPS utiliza WGS-84 (World Geodetic System-1984) como el sistema común de referencia. El sistema cartográfico GPS también es útil en datos de imágenes de satélite "ground-truthing" y para datos de mapas digitales y fotogramétricos georeferenciados.

## **2.5 GPS EN EL FUTURO.**

Durante la década de los ochenta, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos decidió la puesta en marcha de un sistema de navegación por satélite, comúnmente llamado GPS (Sistema de Posicionamiento Global), en el que señales emitidas desde satélites a 20,200 km. de altura podían ser utilizados por usuarios en tierra para determinar su posición con precisión. Por otro lado, los mismos pasos fueron seguidos por el Gobierno Ruso a finales de la década de los ochenta y comienzos de los noventa, poniendo en funcionamiento su propio sistema de navegación por satélite, llamado GLONASS, y dirigido a todo tipo de usuarios.

Mediante dichos sistemas, un usuario equipado con un receptor específico puede ser capaz de determinar instantáneamente su posición y tiempo, procesando las señales provenientes de al menos cuatro satélites.

El futuro en el GPS se ve reflejado en su gran mayoría en dos grandes proyectos EGNOS Y GALILEO los cuales se engloban dentro de lo que se denomina GNSS ó Sistema Global de Navegación por Satélite.

### **2.5.1 LA TECNOLOGÍA DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE.**

La precisión que actualmente se obtiene (de algunos metros) con los sistemas de ayuda a la navegación por satélite está siendo utilizada de modo intensivo en aplicaciones relacionadas con el transporte rodado, ferrocarril, marítimo y aéreo.

Por este motivo estas aplicaciones de navegación por satélite han impulsado la industria de terminales y en la actualidad se están vendiendo millones de terminales de receptores portátiles capaces de recibir y procesar las señales que provienen de los satélites.

#### **SISTEMAS EXISTENTES BAJO CONTROL NACIONAL.**

En la actualidad se encuentran operativos dos sistemas de navegación basados en satélite: el Sistema de Posicionamiento Global de EE.UU. (GPS) y el Sistema de Navegación Global por Satélite de Rusia (GLONASS). Ambas son redes militares, cada una de las cuales dispone de una constelación de 24 satélites.

Las aplicaciones civiles han ido creciendo de modo espectacular, de modo que nueve de cada diez receptores de navegación por satélite vendidos en el mercado mundial se utilizan con fines civiles y comerciales.

### **2.5.2 LIMITACIONES ACTUALES.**

- Sistema bajo control unilateral de una autoridad nacional de defensa.

- Ausencia de garantías de servicio y de responsabilidad jurídica de terceros.
- Los sistemas civiles tienen una prioridad más baja.
- Vacíos de cobertura imprescindibles.
- Baja disponibilidad en áreas urbanas y en elevadas latitudes.
- Falta de visibilidad del futuro desarrollo y en un entorno comercial civil.

La más importante es la dependencia de un único país EE.UU. Concretamente del DoD (Departamento de Defensa). Cuando ellos quieran pueden eliminar el uso por parte de los civiles del sistema.

Actualmente hay dificultad en su uso en ciudades con edificios altos.

También es difícil garantizar su integridad, pues en caso de guerra se pueden lanzar misiles para eliminar algún satélite. La Disponibilidad Selectiva S/A dejó de interferir en el sistema de navegación por satélites utilizado por civiles desde el 01 de Mayo del 2,000 por ordenes del presidente norteamericano Bill Clinton. Según los especialistas GPS sin la interferencia militar, será por lo menos diez veces más preciso de lo que era hasta ahora.

Aquí se muestran imágenes que demuestran que ya no tienen lugar las distorsiones tanto verticales como horizontales de las señales de los satélites. Simplemente se han cargado el S/A, y los DGPS también. Siguen diciendo que un DGPS mejorará la precisión, pero ya no lo hará tan significativamente como antes. Son muestras tomadas el 8 de Mayo, durante dos horas continuadas.

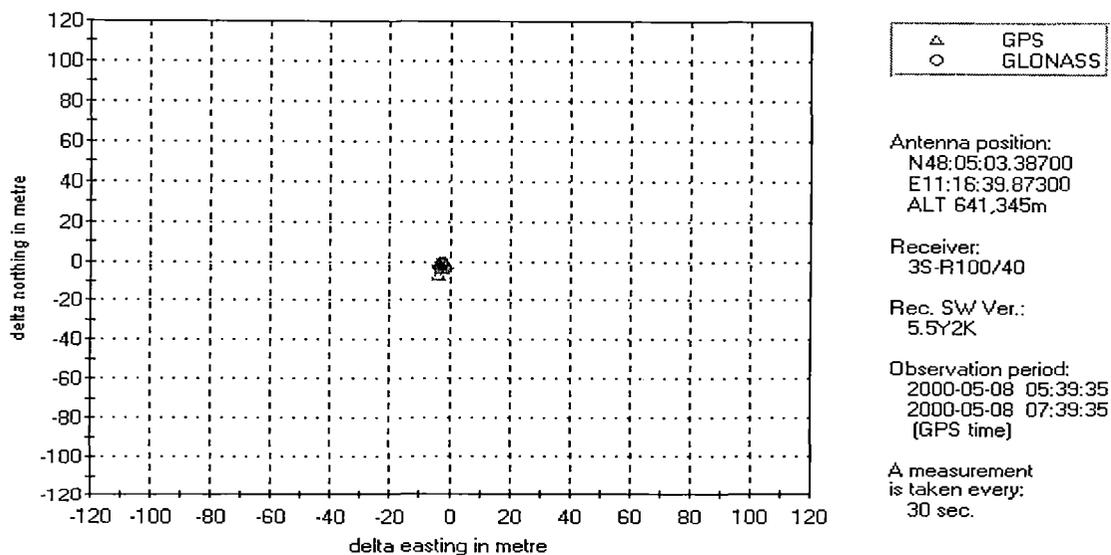


Fig. 2-21 Distorsiones horizontales inexistentes.

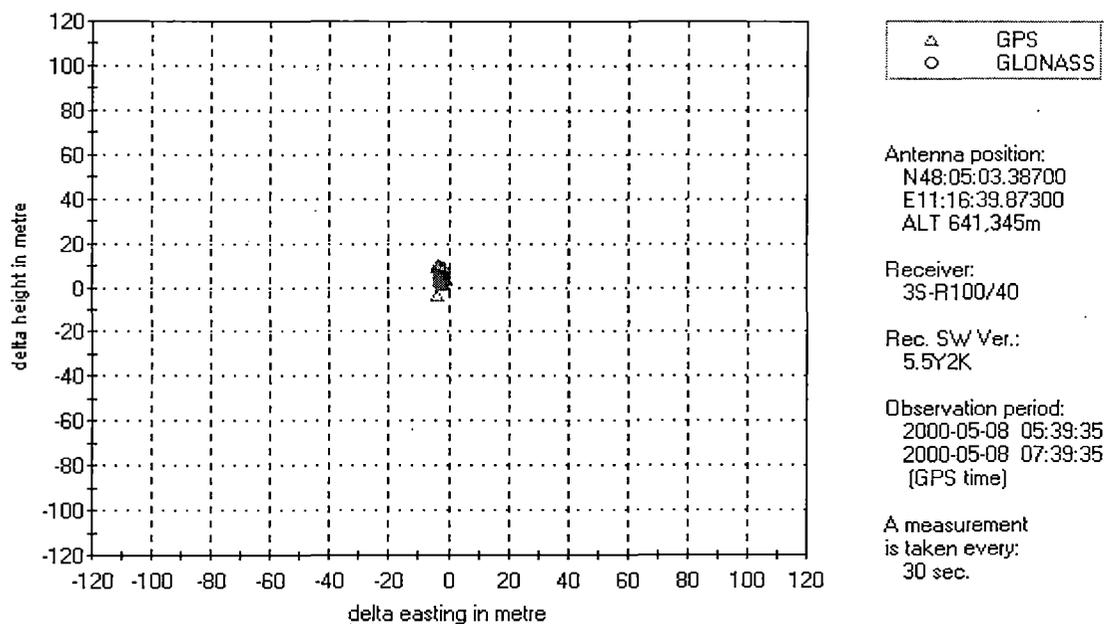


Fig. 2-22 Distorsiones verticales inexistentes.

Aquí se observa un cambio en el grado de distorsión de las señales, y los efectos (realmente progresivos, no bruscos) del apagado del S/A de una manera continuada.

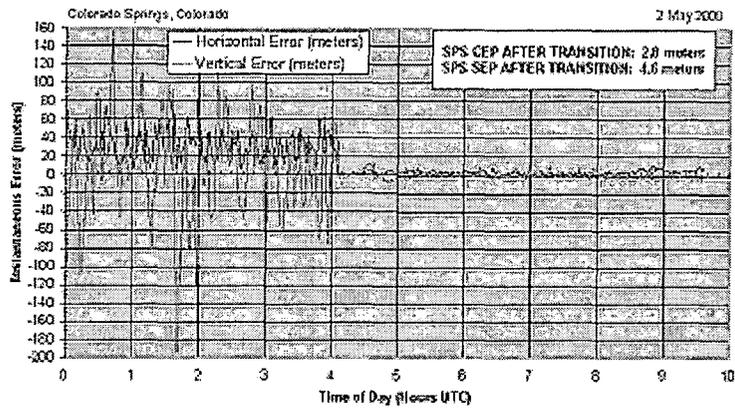


Fig. 2-23 Apagado del S/A de una manera continuada.

### ¿Los efectos?

Aquí se tiene dos gráficas más. La de la izquierda es con el S/A encendido y operando. El de la derecha es cuando el S/A está desactivado.

Si estuviéramos en un campo de fútbol, con los efectos del S/A podríamos decir que estamos en el campo de fútbol (bien en la grada norte, en la sur, o en el centro del campo, quien sabía). Sin los efectos del S/A, ahora podremos decir que estamos en el círculo central de salida de ese mismo campo de fútbol. Eso es lo que ha cambiado. Hemos aumentado la precisión unas 10 veces. En la izquierda nos movemos en un rango de 30 metros y en la derecha de un poco mas de 3 metros. Estas son tomas que se hicieron durante 12 horas seguidas.

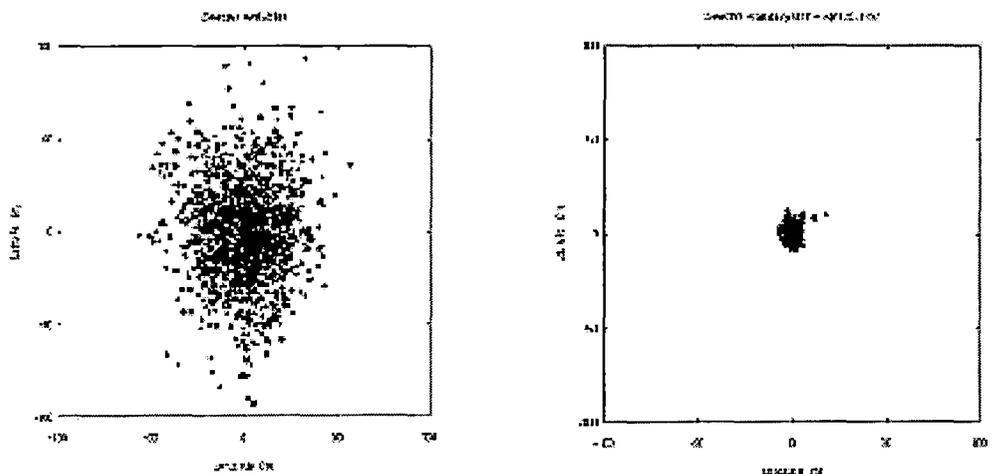


Fig. 2-24 La izquierda es con el S/A encendido y operando. La derecha es cuando el S/A está desactivado.

Los americanos pretenden mejorar la precisión de los GPS para su utilización civil en un futuro inmediato (años 2,003 y 2,005). Están en fase de construcción de 18 satélites para reemplazar los existentes incorporando nuevas frecuencias de emisión (que corregirán las interferencias de la ionosfera) y con nuevas posibilidades. Y será siendo gratuito tanto para los americanos como para todo usuario que cuente con un equipo GPS.

La seguridad de los EE.UU en periodos de guerra no pelagra. Es cierto que pueden prevenir la recepción de las señales de los GPS cuando quieran en cualquier parte de la Tierra. Cuando sé esta en Marruecos o cerca de la frontera de Libia, se observa que la señal de recepción de los GPS puede llegar a desaparecer bruscamente. Eso lo puede hacer los americanos a voluntad, y ha sido uno de los determinantes de que el S/A desaparezca.

### **2.5.3 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATELITE (GNSS).**

La Unión Europea plantea de forma gradual establecer un sistema de navegación por satélite que provea tres tipos de servicios: localización, monitorización y correcciones diferenciales. Asimismo, se desarrollarán servicios de "aumento" para aplicaciones específicas en áreas locales.

La línea estratégica europea en materia de navegación por satélite se orienta hacia dos objetivos claros: primero, aumentar y enriquecer los servicios actuales basados en GPS y GLONASS y en segundo lugar, asegurar el papel de Europa en la próxima generación de sistemas y servicios.

El programa Europeo se orientará hacia el futuro con el GNSS y se producirá en dos fases:

- Primera fase de transición que se construye sobre los sistemas GPS y GLONASS existentes. Esta fase, conocida como EGNOS o GNSS-1, aumentará las señales disponibles actualmente del GPS y GLONASS proporcionando mejoras en la disponibilidad, precisión e integridad.

- Segunda fase llamada GALILEO ó GNSS-2 que será utilizado completamente para servicios y aplicaciones civiles.

#### **2.5.4 PROYECTO EGNOS (GNSS-1).**

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) surge con el objetivo de mejorar las prestaciones de dichos sistemas de navegación por satélite (GPS y GLONASS). EGNOS consiste en la incorporación de un segmento de tierra que se encargará de procesar las señales de los satélites GPS y GLONASS y de un segmento espacial (satélites geoestacionarios) que se encargarán de transmitir a los usuarios las correcciones calculadas por dicho segmento de tierra. En la actualidad, EGNOS es ya un proyecto en marcha: en Noviembre de 1,998 tuvo lugar la firma para el comienzo oficial del sistema en su fases de producción e instalación.

Se prevé que se alcanzará la capacidad operacional completa alrededor del año 2,002. En este momento, EGNOS tendrá la suficiente redundancia y seguridad como para ser considerado como un sistema de navegación autónomo para la mayoría de las aplicaciones a las que se demanden. Es decir, tan importante es tener un sistema con la precisión adecuada como conocer en cada momento si la información que se recibe es correcta.

#### **2.5.5 MEJORAS AL GPS Y GLONASS.**

EGNOS es un sistema destinado a mejorar:

- La Precisión, que mide el error con el que un usuario es capaz de conocer su posición.
- La Integridad, que mide la capacidad que tiene un usuario de detectar cuando el sistema no es apto para el uso.
- La Continuidad, que mide la probabilidad de que si el sistema está disponible al comenzar una operación, también lo esté al finalizarla.

- La Disponibilidad, porcentaje del tiempo en el que el usuario es capaz de obtener un servicio de navegación que cumpla los requisitos anteriores.

Y en especial la integridad o parámetro que mide el grado de confianza en la información proporcionada por el sistema de navegación. Esto dicho así parece sencillo, pero técnicamente no es una tarea nada fácil y es un factor fundamental para que el sistema de navegación pueda ser certificado para su uso por la aviación, el cual es uno de los demandantes más exigentes.

### **ETAPAS DE EGNOS.**

El segmento terrestre de EGNOS proporcionará el núcleo de red para tres servicios de navegación: localización, monitorización y correcciones diferenciales de área extensa.

El sistema de localización está compuesto por cuatro estaciones de referencia, un Centro de Control de la Misión y dos estaciones de enlace ascendente (una por cada satélite).

La segunda fase en el desarrollo de EGNOS es el servicio de monitorización, a través del cual los márgenes de error de las señales de radionavegación del GPS, GLONASS y EGNOS serán radiodifundidos.

El servicio de integridad de EGNOS permitirá a los usuarios conocer en 10 segundos si una señal de radionavegación proveniente de satélite está fuera de sus márgenes de tolerancia, permitiendo tomar acciones con la suficiente antelación.

La tercera función de EGNOS se conoce como servicio diferencial de área extensa, la cual radiodifunde señales de corrección diferencial para mejorar la precisión de la navegación por satélite, llegando a valores de 5 a 10 metros de precisión.

#### **2.5.6 LOS SISTEMAS DE EGNOS.**

EGNOS cuenta con dos elementos básicos, el segmento de tierra y el segmento espacial, a los que hay que añadir otros dos no

menos importantes: el segmento de usuario y los medios de soporte al sistema.

El segmento de tierra consta de los siguientes elementos:

- **Ranging and Integrity Monitoring Stations (RIMS)**, son estaciones distribuidas principalmente por Europa y cuyo propósito es el de recibir las señales provenientes de los distintos satélites.
- **Mission Control Center (MCC)**, que incluye dos subsistemas: la Central Processing Facility (CPF), cuyo objetivo es el cálculo, distribución, validación y transmisión de las correcciones y la Central Control Facility (CCF), encargada del control y monitorización del sistema.
- **Navigation Land Earth Stations (NLES)**, que se encargan de enviar la información al satélite geoestacionario (GEO) para que sea retransmitida a los usuarios.
- **EGNOS Wide Area Network (EWAN)**, es la red de comunicaciones entre los diferentes elementos del segmento de tierra.

El segmento espacial de EGNOS está formado por los satélites geoestacionarios (GEO) encargados de transmitir a los usuarios las correcciones calculadas por el segmento de tierra. El segmento de usuario viene dado por el desarrollo de un receptor standard EGNOS que será utilizado por todos los usuarios en las diferentes aplicaciones.

Finalmente, el último elemento, pero no por ello el menos importante, está formado por los sistemas de soporte para la desarrollo, operación y calificación de las diferentes partes del sistema:

- **Development Verification Platform (DVP)**, que incluye todo un conjunto de elementos con el fin de validar y verificar los requisitos de EGNOS durante la fase de desarrollo. Entre ellos, destacan por su importancia el EGNOS End-To-End Simulator (EETES), cuyo propósito es el de proporcionar señales simuladas que puedan ser

usadas para la validación del sistema, y el Early System Test-Bed (ESTB), un prototipo de EGNOS en tiempo real que permitirá las primeras pruebas con datos reales.

- **Performance Assessment and system Check-out Facility (PACF)**, que se usará durante la operación y mantenimiento del sistema y que será básico para la investigación de posibles anomalías.
- **Application-Specific Qualification Facility (ASQF)**, que proporcionará a las autoridades de Aviación Civil y de certificación las herramientas para la calificación y validación del sistema.

### **2.5.7 PROYECTO GALILEO (GNSS – 2).**

GALILEO (evolución de GNSS-1) es la iniciativa europea para desarrollar un sistema de navegación por satélite dedicado primera y básicamente a satisfacer las necesidades de la comunidad civil mundial. La componente principal del sistema es una constelación de satélites con una cobertura global. Dirigido por la Unión Europea y por la Agencia Espacial Europea, la fase de definición del sistema empezó en 1,999 con un despegamiento inicial previsto en 2,005 y una plena capacidad operativa en 2,008.

#### **EL PROGRAMA GALILEO.**

El objetivo de GALILEO es desarrollar servicios de valor añadido, basados en la determinación de la posición, tiempo y velocidad de los terminales usuarios desde una infraestructura satelital.

La necesidad de la existencia de sistemas complementarios e ínter operables como GPS y GLONASS para permitir la obtención de los máximos beneficios que se puedan obtener de la tecnología de navegación por satélite están ampliamente reconocida. Especialmente, para aplicaciones involucradas en la seguridad de la vida humana, y otras aplicaciones críticas, que

tienen que apoyarse en la robustez, fiabilidad y por lo tanto en la redundancia entre sistemas.

Así pues, las líneas principales de desarrollo del programa GALILEO son:

- Será independiente del sistema GPS de Estados Unidos pero complementario e ínter operables con él.
- Estará abierto a la contribución de capital privado internacional.
- Teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la interoperabilidad con el GPS, GALILEO explotará las nuevas capacidades del estado del arte en un sistema civil, permitiendo el desarrollo de nuevas aplicaciones, facilitando la robustez del GNSS y poniendo remedio a ciertas deficiencias que existen en la actualidad.
- Tendrá una cobertura global para proveer un mercado mundial para el sistema y sus aplicaciones. GALILEO incluirá un servicio de acceso restringido.
- El sistema permanecerá bajo el control de autoridades civiles, pero un sistema de seguridad y de interfaces adecuados será puesto en funcionamiento para asegurar la compatibilidad con las restricciones globales de seguridad.

### **LA CONSTELACIÓN GALILEO.**

Actualmente se están estudiando dos tipos de constelaciones para Galileo. La primera consiste en una constelación de 24 satélites MEO (Medium Earth Orbit), complementados con 8 satélites GEO (Geostationary Earth Orbit). La segunda consta de 30 satélites MEO.

El sistema proporcionará fundamentalmente dos tipos de servicios: unos básicos y gratuitos y otros de mayores prestaciones y de acceso restringido.

## **SERVICIOS DE GALILEO.**

GALILEO se está diseñando para proporcionar tres niveles distintos de servicio:

- Nivel 1: Un sistema de acceso abierto ("O.A.S. Open Access Service") similar al GPS standard actual, principalmente dedicado a las aplicaciones para el mercado de masas.
- Nivel 2: Un servicio de acceso restringido ("C.A.S 1: Controlled Access Service 1"), dedicado a aplicaciones comerciales y profesionales que requieren un nivel de servicio más elevado (en términos de prestaciones, garantías de servicio).
- Nivel 3: Un servicio de acceso restringido ("C.A.S 2: Controlled Access Service"), dedicado a aplicaciones exigiendo un nivel de seguridad crítica que no pueden tolerar una interrupción o perturbación (caso de la aviación civil).

Además de estos servicios de posicionamiento, GALILEO proveerá un servicio de "Tiempo Preciso" en todo el mundo, con una escala de diferentes niveles de precisión y garantías.

## **ATRACTIVO MUNDIAL DEL SISTEMA GALILEO.**

GALILEO representa una oportunidad única para desarrollar servicios de posicionamiento en todo el mundo para toda categoría de usuarios, evitando el desarrollo de complejas infraestructuras terrestres:

### **1. GALILEO ES UN SISTEMA COMPLEMENTARIO AL GPS Y A GLONASS.**

GALILEO no es un sistema en competencia con los sistemas existentes. Las futuras aplicaciones se beneficiarán de la posibilidad de utilizar todos los sistemas de navegación disponibles. Así pues, GALILEO será compatible e ínter operable con GPS y GLONASS. Los criterios de diseño de la

estructura de la señal del sistema de GALILEO se están desarrollando para añadir un costo mínimo adicional a los terminales del usuario. El uso combinado de GALILEO y otros sistemas como EGNOS proveerá elevadas prestaciones, por ejemplo en términos de disponibilidad de navegación en áreas urbanas.

## **2. GALILEO ES INDEPENDIENTE DE GPS Y GLONASS.**

Las ventajas de GALILEO residen también en su independencia de GPS y de GLONASS, asegurando que las aplicaciones críticas en términos de seguridad están protegidas de los posibles errores que puedan ocurrir en modo común. Además, el uso creciente de los servicios de posicionamiento en la vida de cada día, genera una dependencia también creciente de estos servicios, que a su vez exige garantías de disponibilidad a largo plazo bajo el control internacional.

## **3. GALILEO APROVECHA LA VENTAJA DE LA INNOVACIÓN.**

- GALILEO es un sistema civil que proporciona un conjunto de servicios a varias categorías de usuarios. Será operado por una entidad independiente asegurando el servicio a un número máximo de usuarios, incluyendo aplicaciones involucradas con la seguridad para la vida humana, con el comercio y con las aplicaciones para mercado de masas.
- Su acercamiento en términos de negocios se basa en promover el desarrollo de servicios de valor agregado en cualquier zona del mundo permitiendo la adaptación eficiente de aplicaciones comerciales rentables.
- El acercamiento integral en la filosofía del diseño de la arquitectura eliminará la necesidad de desarrollar mejoras futuras en el diseño para satisfacer necesidades específicas. La filosofía está basada en la optimización de sus componentes (global, regional, local, equipos de usuario, etc.) para poder hacer la interfaz con otros

sistemas y así disminuir la complejidad y el costo de cada componente.

- Los aspectos relacionados con la responsabilidad jurídica identificados con el uso del sistema, serán los conductores principales del diseño. La integridad del sistema puede ser nacional o regional, e incluirá registros legales obligatorios.

### **¿GALILEO UN SISTEMA SEGURO?**

Mejorar la seguridad de todo tipo de transporte es una de las claves para favorecer el desarrollo de los países en el mundo. Como GALILEO tendrá aplicaciones involucradas con la seguridad para la vida humana y aplicaciones seguras, su diseño está basado en los estándares adecuados en términos de seguridad (desarrollo de software, análisis y otros) y en la política de seguridad definida (protección de amenazas identificadas).

### **FASES DEL PROGRAMA.**

Estados Unidos tiene previsto la sustitución progresiva de la constelación de satélites GPS actuales por una nueva generación conocida como GPS bloque II F. Según las previsiones actuales, dicha sustitución se completará hacia el año 2,010.

Aprovechando esta circunstancia, Europa intentará que GALILEO entre en operación con dos años de adelanto respecto a GPS, hacia el año 2,008 con el objeto de capturar mercados potenciales antes que GPS Bloque II F. De este modo, Europa podrá disponer de un sistema propio de satélites de última generación a medio plazo, lo que le permitirá solventar la dependencia actual en la tecnología americana.

### **OTROS PROYECTOS.**

- Los EE.UU. tienen sus propios planes para sistemas regionales, el denominado "Wide Area Augmentation System (WAAS)".

- Japón ha desarrollado su sistema de aumento regional (MTSAT).
- Rusia está examinando la utilización de GLONASS para aplicaciones civiles.

El objetivo es que estos sistemas sean compatibles, asegurando una interoperabilidad que permitiría la existencia de un único sistema de navegación por satélite para uso civil, de altas prestaciones y de cobertura mundial.

**CAPITULO III:**  
**PRECISION DE LOS DATOS GPS**

## **CAPITULO III: PRECISION DE LOS DATOS GPS.**

La precisión GPS puede variar desde menor de 1 centímetro a más de 10 metros en función del equipo, las técnicas del procesamiento de datos, y otros factores. En cierto modo la precisión de sus datos depende de su conocimiento y habilidad en el uso de la tecnología GPS.

Recuerde que las coordenadas horizontales derivadas a partir del GPS son en general de dos a cinco veces más precisas que las coordenadas verticales de cualquier posición GPS dada. Cuando las técnicas y el equipo producen una medida de 1 centímetro horizontal, la precisión vertical asociada es del orden de 2 a 5 centímetros. Esto es significativo cuando utilice técnicas y equipo que sólo den 2 ó 5 metros de precisión horizontal. La precisión vertical asociada podría ser tan baja como decenas de metros. Este capítulo provee información que le ayudará a maximizar la precisión de sus datos GPS. Abarca los 5 temas siguientes:

- Equipo.
- Planificación de la colección de datos.
- Parámetros de colección de datos recomendados.
- Procedimientos de colección de datos.
- Posprocesamiento de datos.

### **3.1 EQUIPO.**

El equipo que elija afectará la precisión de las posiciones GPS.

#### **3.1.1 RECEPTORES.**

Los receptores GPS se clasifican en dos categorías en función de la forma en que cada uno procesa la señal GPS:

- Los receptores con código C/A utilizan la información contenida en la señal del satélite para calcular posiciones.
- Los receptores de fase portadora utilizan la propia señal de radio para calcular la posición.

Estos dos métodos de procesamiento no se excluyen mutuamente, algunos receptores con código C/A pueden ejecutar técnicas limitadas de procesamiento de fase portadora, y todos los receptores de fase portadora pueden calcular posiciones de código C/A. Sin el procesamiento diferencial, ambos tipos de receptores sólo calculan posiciones de código C/A. Sin Disponibilidad Selectiva estas posiciones dan precisiones de 12 metros CEP<sup>1</sup> (30 metros 2dRMS).

### **RECEPTORES DE CÓDIGO C/A.**

Los equipos GPS de grado cartográfico utilizan receptores de código C/A. La precisión de estos receptores varía desde valores submétricos a valores de 5 metros CEP con corrección diferencial. Estos receptores de código C/A no necesitan mantener un enganche constante con los satélites para calcular posiciones. Esto permite la utilización de un receptor de código C/A en un ambiente hostil para la colección de datos, como en el caso de localizarse bajo los árboles.

### **RECEPTORES DE FASE PORTADORA.**

Los equipos GPS de grado topográfico utilizan receptores de fase portadora. Las técnicas de procesamiento que utilizan requieren el uso simultáneo de receptores múltiples. Por norma general, estos receptores son precisos 1 centímetro  $\pm$  1 parte por millón de la distancia entre dos receptores. Esta distancia se conoce comúnmente como longitud de la línea base. Los receptores de fase portadora poseen requisitos más elaborados de posprocesamiento y requisitos estrictos en la captura de datos.

---

<sup>1</sup> CEP indica que un 50% de las posiciones se encuentran dentro de un círculo horizontal de radio igual al valor especificado. 2dRMS indica que aproximadamente el 95% de las posiciones se encuentran dentro del valor especificado horizontalmente.

Los receptores de fase portadora en modo cinemático mantienen un bloqueo constante por lo menos con cuatro satélites para calcular posiciones. Estos receptores necesitan una visibilidad clara de los satélites.

### **NUMERO DE CANALES.**

Se necesita un mínimo de cuatro satélites GPS para calcular posiciones GPS (3D) tridimensionales precisas.

---

**Nota.**— Las posiciones GPS pueden calcularse con 3 satélites si usted facilita la altitud. Sin embargo, si la altitud (sobre el elipsoide WGS-84) es incorrecta, los cálculos de posición también serán incorrectos en magnitud similar. Esto se conoce como el calculo de una posición GPS (2D) bidimensional. Las posiciones GPS 2D son por lo general altamente imprecisas debido a la dificultad para obtener una altitud precisa.

---

Un receptor GPS con un canal único debe utilizar dicho canal para secuenciar de uno en uno todos los satélites GPS requeridos. El canal debe además compartirse entre el seguimiento y la obtención de otros mensajes importantes del satélite. Un receptor GPS con canales múltiples utiliza dichos canales para seguir de forma simultanea a varios satélites.

Los receptores GPS de canales múltiples son más eficaces que los de un único canal. En una situación perfecta para la colección de datos GPS con un receptor código C/A. Sin obstrucciones en el cielo, y sin efectos de trayectoria múltiple u otras degradaciones de señales, la diferencia entre ambos es casi despreciable. Sin embargo, en el mundo real, donde el receptor probablemente se está moviendo y las señales de los satélites pueden ser interrumpidas, el receptor funciona mejor con más canales. Por lo menos se necesitará 4 canales para utilizar técnicas de procesamiento de la portadora para un trabajo GPS de alta

precisión. Esto es debido a que el receptor de fase portadora dedica un canal a cada satélite que sigue.

Cuando se utilice un receptor GPS como estación base, es imperativo que el receptor GPS siga a cada satélite visible. Por esta razón, los receptores actuales diseñados con funciones de estación base tienen 9 y 12 canales. Cuando se utilizan las mascaradas de elevación recomendadas, hay varios lugares que tienen más de 9 satélites visibles simultáneamente y ninguno tiene más de 12 visible de una vez.

Los receptores diseñados para su uso como móviles pueden seguir al menos ocho satélites. Esto es más que suficiente para aplicaciones móviles. En dichas aplicaciones se necesitan cuatro o más satélites para el cálculo de una posición.

Hay receptores de grado cartográfico actuales en modelos que varían de 6 a 12 canales. Los receptores que disponen de 8 a 12 canales siguen a los satélites de forma continua, y siguen de forma simultánea a tantos satélites como canales tengan. Para los modelos de 6 canales, el receptor seguirá hasta seis satélites de forma simultánea. Cuando se vean más de 6 satélites, el receptor sigue cinco satélites de forma continua para producir la mejor PDOP y la mejor fijación de posición, y utiliza el sexto canal para secuenciar entre los satélites restantes. Esto le permite tener una medida lista en caso de que uno de los satélites de los 5 primeros canales no pueda visualizarse debido a un edificio o un árbol. La secuencialización efectuada de esta forma optimiza el consumo de energía y el índice de actualización.

### **RECEPTOR C/A O RECEPTOR DE CÓDIGO P.**

Los satélites GPS transmiten dos códigos en la misma portadora. Los receptores GPS de grado cartográfico, como la mayoría de los receptores GPS civiles, utilizan el código de Adquisición Grosera (C/A). Los satélites GPS también transmiten un código Preciso (código-P). La mayoría de los receptores militares utilizan

el código-P. Unos cuantos receptores civiles de grado topográfico utilizan dicho código además del C/A.

El código-P es ligeramente más preciso, pero generalmente queda restringido a uso militar. Los militares se reservan el derecho de hacer de dicho código un código secreto (lo encriptan). Cuando el código-P se encripta recibe el nombre de Anti-Espionaje (AS).

### **3.1.2 COLECTORES DE DATOS.**

Hay varios tipos diferentes de colectores de datos disponibles para utilizar con los receptores GPS. Estos varían en cuanto a las funciones que presentan, los requisitos de su fuente de alimentación, y la capacidad de datos. El tipo de colector de datos que se elija no influye en la precisión de los datos. Se ofrece una variedad de selecciones de forma que pueda capturar fácilmente el tipo de datos importantes para su aplicación. Su elección debería basarse en si necesita o no información de atributo detallada, la cantidad de posiciones que quiere capturar, y el tipo más común de ambiente de trabajo en que va a desenvolverse.

### **3.1.3 SATÉLITES.**

Las señales de los satélites GPS a menudo se degradan deliberadamente para producir posiciones y velocidades imprecisas.

El GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa Estadounidense (DoD) principalmente para satisfacer la necesidad militar de navegación. Cuando GPS se empezó a utilizar por primera vez, el DoD consiguió que el GPS incluyese la capacidad de negar a usuarios no autorizados el acceso al mismo. Como resultado de aquella orden surgieron la Disponibilidad Selectiva y el Anti-Espionaje (S/A y AS). Afortunadamente, los efectos de S/A pueden eliminarse casi totalmente con procesamiento diferenciales y se encuentra también desactivado desde el 1° de Mayo del 2,000.

### **DISPONIBILIDAD SELECTIVA (S/A).**

S/A es la introducción deliberada de errores en las medidas GPS. Esta degradación de la precisión es realizada por el DoD de dos maneras. En la primera, se introducen errores predeterminados en los datos de navegación transmitidos por los satélites; y recibe el nombre de  $\epsilon$ . Como resultado los usuarios no autorizados (aquellos sin receptores que puedan neutralizar el error) calculan posiciones erróneas. En la segunda, se altera el reloj del satélite; esto se conoce como "incertidumbre horaria".

S/A produce grandes errores de tiempo, velocidad y posición. Con S/A apagada y sin procesamiento diferencial, se ha demostrado que la precisión horizontal con la utilización de receptores de código C/A de simple frecuencia (receptores Pathfinder) es de aproximadamente 12 metros CEP (o 40 metros el 95% del tiempo). Con S/A encendida, el gobierno estadounidense promete 40 metros CEP (o 100 metros el 95% del tiempo) sin corrección diferencial. Los errores verticales son menores de 70 metros el 50% del tiempo, y menores de 173 metros el 95% del tiempo. El DoD no ha hecho ninguna declaración en cuanto a la precisión de velocidad y tiempo.

La Disponibilidad Selectiva S/A deja de interferir en el sistema de navegación por satélites utilizado por civiles desde el 01 de Mayo del 2,000 por ordenes del presidente norteamericano Bill Clinton.

### **ANTI-ESPIONAJE (AS).**

AS es la codificación secreta o encriptación deliberada del código-P. Cuando dicho código se encripta, recibe el nombre de código-Y. La pérdida de precisión AS en frecuencias dobles se deben en parte a la incapacidad de determinar retrasos ionosféricos en tiempo real. Además, ya que las medidas de código-P son menos ruidosas y menos susceptibles a interferencias, la negación del código-P crea soluciones de posición con incluso más ruido. Los receptores cartográficos no utilizan el código-P, de forma que el

AS no afecta a las personas que utilicen dichos receptores. Algunos receptores de grado topográfico sí usan el código-P.

### **CONDICIÓN DEL SATÉLITE.**

Los satélites normalmente emiten en su señal un mensaje sobre su condición (o "salud"). Hay ocasiones en que dicho mensaje puede indicar un satélite que esté en malas condiciones. Los receptores GPS no utilizan señales de dichos satélites. El segmento de control considera satélite en mal estado a aquellos que presenten las siguientes condiciones:

- Operaciones iniciales en órbita cuando se lanza el satélite por primera vez. En ese momento, se realizan pruebas con el satélite y el comportamiento de la órbita y reloj del mismo no se han modelado bien aún.
- Mantenimiento periódico como maniobras orbitales y mantenimiento del reloj de cesio.
- Periodos de prueba especiales, especialmente antes del momento en que se declara que el GPS es totalmente operativo, cuando puede ordenarse al satélite que se comporte de una forma que podría causar errores muy grandes.
- Reparaciones de una actuación anormal cuando el satélite se ha estropeado y debe arreglarse.

El DoD generalmente hace saber cuándo un satélite está en malas condiciones. Esta información puede obtenerse de varios servicios de tablón de anuncios. El estado de salud o condición de un satélite se incluye en los almanaques transmitidos por cada satélite. Los datos de almanaque para los satélites son actualizados diariamente por el DoD y se transmiten desde el satélite aproximadamente en 12.5 minutos.

Si el receptor GPS captura un almanaque mientras un satélite está en mal estado, el receptor GPS considera dicho satélite en malas condiciones durante todo el tiempo que se utilice ese almanaque. El receptor no seguirá a dicho satélite ni lo utilizará

para calcular posiciones. Esto es verdadero incluso si el satélite vuelve a estar en buenas condiciones. El receptor debe capturar un almanaque nuevo antes de volver a utilizar la señal de ese satélite otra vez. Esta información es supervisada automáticamente por el receptor GPS y rectificado cada vez que se considere necesario.

Aunque generalmente un receptor GPS no vaya a utilizar la señal de un satélite insano (o en malas condiciones), cuando se utilice software de planificación puede cambiar la condición del satélite para predecir su disponibilidad. En este caso se puede utilizar la información de un satélite malo ("insano") o ignorar la de un satélite en perfectas condiciones. Si pasa por alto un mensaje malo en el software de la estación base, dicho mensaje será ignorado y los datos del satélite registrados en los archivos base.

### **DISPONIBILIDAD E INDISPONIBILIDAD DE SATÉLITES.**

En los receptores GPS, todos los satélites están disponibles por defecto. Esto implica el que se incluyan en todos los cálculos (suponiendo que se encuentran en buenas condiciones). Algunos receptores GPS le permiten inhabilitar un satélite bueno, con lo que el receptor lo ignorará. Recomienda que deje todos los satélites disponibles.

### **VALOR DE PRECISIÓN DEL RANGO DEL USUARIO.**

El valor de Precisión del Rango del Usuario (el valor "User Range Accuracy" (URA)) va incluido en la señal del satélite. Este valor predice la precisión de medidas de un satélite específico. El URA de cada satélite puede verse en las pantallas del colector de datos. Si el URA es mayor de 30, es probable que se haya activado la señal S/A en ese satélite.

### **UBICACIÓN DE LA ANTENA.**

Las señales del satélite GPS pueden recibirse desde cualquier dirección. Para obtener los mejores resultados, la antena debe

poseer clara visibilidad del cielo de horizonte a horizonte. Unas pocas gotas de agua en la antena no afectarán la colección de datos. Las señales del satélite no atraviesan superficies metálicas, edificios, troncos de árboles, u objetos similares. Las señales se debilitan cuando atraviesan bosques, cristal, plástico, u objetos del estilo. Transmisores potentes (especialmente en el rango de frecuencia del microondas) pueden alterar la señal GPS. Se debería evitar la colección de datos en zonas donde se produzca la transmisión del microondas o cerca de radares potentes que utilicen frecuencias cercanas a los múltiplos de la señal L1 (1575 MHz).

La antena de la estación base debe colocarse en una zona con clara visibilidad del cielo. Si no es así, el móvil puede escoger satélites que no puedan ser seguidos por la estación base. Si el móvil calcula posiciones a partir de los satélites que no fueron seguidos por la base, dichas posiciones no podrán corregirse diferencialmente.

Es más difícil mantener una buena visibilidad del cielo mientras se capturan datos con el móvil. Cuando vaya a registrar datos, como por ejemplo posiciones de árboles, sitúe la antena a una distancia de un metro o dos del árbol. Evite estar de pie cerca de un edificio. Intente mantener una visibilidad del cielo tan clara como le sea posible.

### **3.2 PLANIFICACIÓN DE LA COLECCIÓN DE DATOS.**

Cuando utilice GPS debería planificar la colección de sus datos para aprovechar al máximo las condiciones óptimas del satélite. La mayoría de los paquetes de software GPS incluyen una opción para preveer la disponibilidad de satélites. El software puede predecir el momento en que la geometría de los satélites es la mejor así como la disponibilidad de dichos satélites.

### 3.2.1 FECHA, HORA Y UBICACIÓN.

Se necesitan tres parámetros para predecir con precisión la disponibilidad de los satélites: la fecha, hora y situación correctas para la colección de sus datos.

#### FECHA.

Si se introduce la fecha de forma incorrecta, los cálculos presentarán un fallo de aproximadamente 4 minutos por día. Esto se debe a que cada satélite sale unos 4 minutos antes cada día.

#### HORA.

Introduzca el desajuste entre su hora local y la hora coordinada universal ("Universal Coordinated Time" (UTC)) correctamente. El desajuste UTC puede calcularse con la fórmula:

$$\text{Hora local} - \text{Hora UTC} = \text{Desajuste Local}$$

---

**Nota.**- Los desajustes de la hora local a partir de GMT son positivos (+) al Este de Greenwich y negativos (-) al Oeste.

---

La Tabla contiene unos cuantos ejemplos de desajustes UTC (en hora estándar).

#### Desajustes UTC

| Situación              | Desajuste |
|------------------------|-----------|
| Londres, Inglaterra    | 0 horas   |
| Nueva York, EE. UU.    | -5 horas  |
| San Francisco, EE. UU. | -8 horas  |
| Milán, Italia          | +1 hora   |
| Bangkok, Tailandia     | +7 horas  |
| Sydney, Australia      | +10 horas |
| Perú                   | -5 horas  |

## **UBICACIÓN.**

Introduzca el lugar aproximado donde va a capturar datos (no su ubicación actual). Si la ubicación introducida se encuentra dentro de 16 kilómetros (o aproximadamente 10 minutos de latitud) los errores de predicción serán insignificantes.

### **3.2.2 UTILIZACIÓN DE UN ALMANAQUE VÁLIDO.**

Un almanaque o un archivo de efemérides contiene información orbital sobre todos los satélites GPS. Se transmite desde los satélites y es automáticamente registrado por los receptores. Se necesita transferir un almanaque desde el receptor GPS a su PC de forma que el software planificador pueda predecir las situaciones de los satélites. Con el software va incluido un archivo de almanaque pero probablemente se necesitará capturar uno más reciente.

Un almanaque es válido durante aproximadamente tres meses desde la fecha de colección. Un archivo de almanaque puede quedarse incompleto o no válido si se lanza un nuevo satélite, si uno existente se pone en malas condiciones, o si se mueve un satélite a una nueva órbita. Debería evitar el cálculo de la visibilidad con más de tres meses de anterioridad ya que los cálculos pueden ser imprecisos. Si se ha lanzado un nuevo satélite desde que se capturó el archivo de almanaque, usted podrá utilizar aún los cálculos de visibilidad pero estos no incluyen al nuevo satélite. Es buena idea el transferir un nuevo archivo de almanaque a su PC de forma regular. Normalmente es suficiente si actualiza sus almanaques cada una o dos semanas.

## **GRÁFICOS DE PREDICCIÓN DE SATÉLITES.**

El software de planificación de misiones permite la creación de varios tipos de gráficos para la predicción de satélites. Puede dibujar el número de satélites disponibles, sus elevaciones o acimutes durante un tiempo determinado, y la dilución de posición de precisión (PDOP), entre otra información interesante.

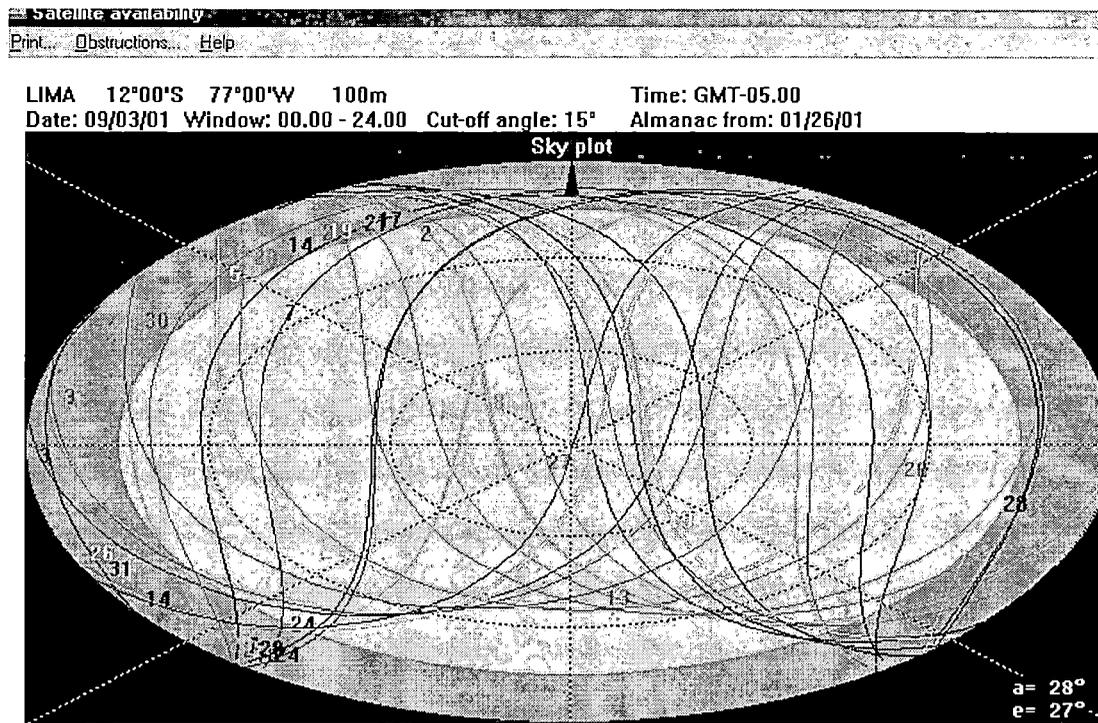


Fig. 3-1 Visibilidad de los Satélites GPS.

### NÚMERO DE SATÉLITES VISIBLES.

Debe haber cuatro satélites visibles para calcular una posición 3D (latitud, longitud y altitud). Para posiciones 2D se necesitan tres satélites visibles (latitud, longitud y tiempo). Cuando capture posiciones 3D es deseable el tener cinco o más satélites visibles. Cuando haya cinco o más satélites disponibles el receptor GPS podrá utilizarlos todos para calcular matemáticamente una solución mejor. Estos satélites extra también sirven como refuerzos para asegurar que las posiciones 3D puedan seguir capturándose incluso si la antena carece de buena visibilidad de algún satélite.

### PDOP.

La dilución de posición de precisión (PDOP) informa sobre la geometría del satélite actual. Es el resultado de un cálculo que considera la situación de cada satélite en relación a los demás satélites de la constelación. Un DOP bajo indica una mayor probabilidad de precisión. Un DOP alto indica una menor

probabilidad de precisión. Se puede seleccionar el mejor tiempo para la colección de datos basándose en informes y gráficos que muestran los momentos con el menor PDOP.

Algunos softwares planificadores pueden predecir las diluciones de precisión horizontales, verticales y temporales (desajuste horario) de forma separada (HDOP, VDOP y TDOP respectivamente). La de posición (PDOP) se basa en medidas horizontales y verticales (latitud, longitud y altitud). La Horizontal (HDOP) considera medidas horizontales (latitud y longitud). La Vertical (VDOP) considera la altitud. La de Tiempo (TDOP) el desajuste del reloj. Estas predicciones no tienen en cuenta las obstrucciones locales a no ser que se introduzca dichos obstáculos en el software. Las obstrucciones pueden bloquear los satélites de menor elevación, y si tales estuvieran incluidos en un cálculo PDOP, éste sería incorrecto.

Una PDOP de 4 o inferior a 4 da posiciones excelentes. Un valor PDOP entre 5 y 8 es aceptable.

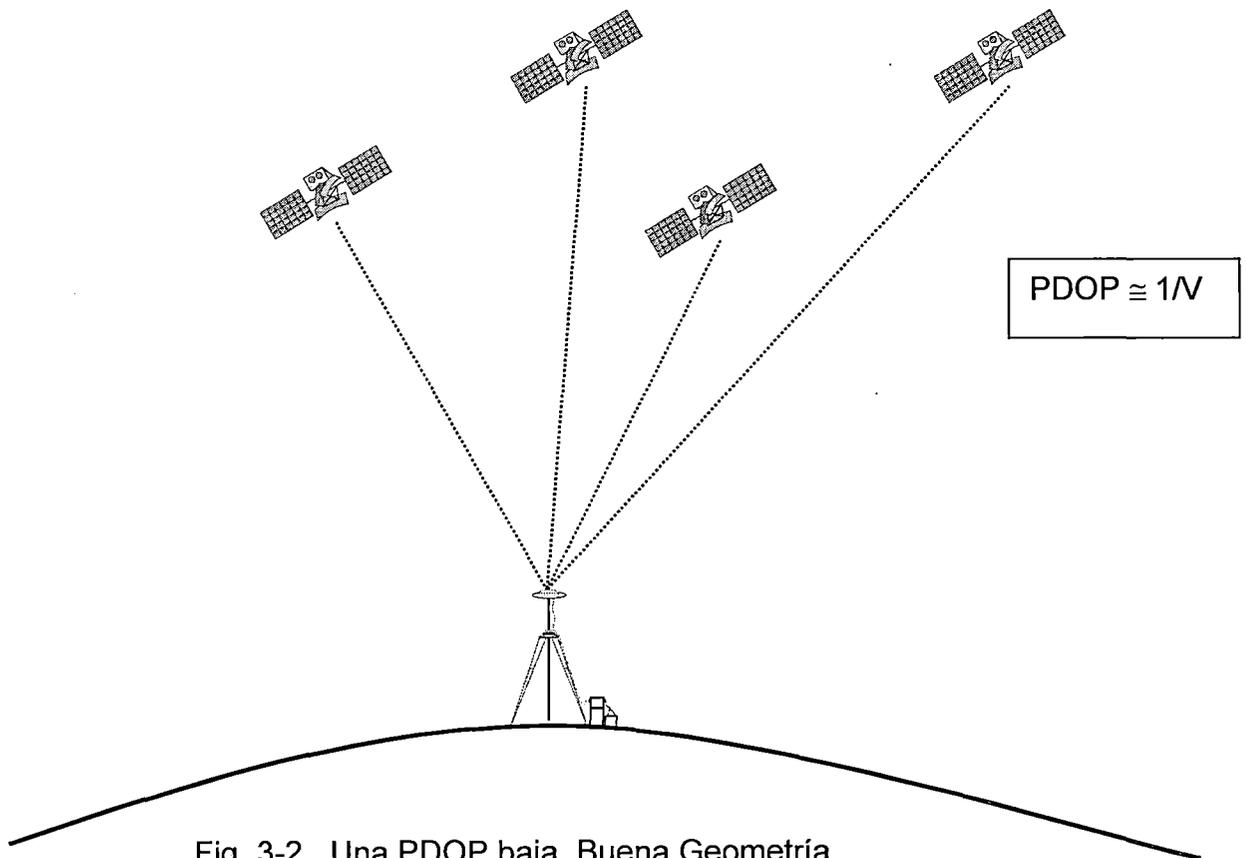


Fig. 3-2 Una PDOP baja. Buena Geometría.

Si el valor es de 9 o superior es malo. Usted puede configurar un parámetro conocido como máscara PDOP en su receptor para ignorar las constelaciones que presenten una PDOP superior al límite que usted especifique. La máscara PDOP por defecto en los receptores cartográficos GPS generalmente es 6. La máscara por defecto en los receptores de grado topográfico es 7.

La Figura 3-2 y la Figura 3-3 ilustran el impacto de la posición relativa de un satélite en la precisión de una posición.

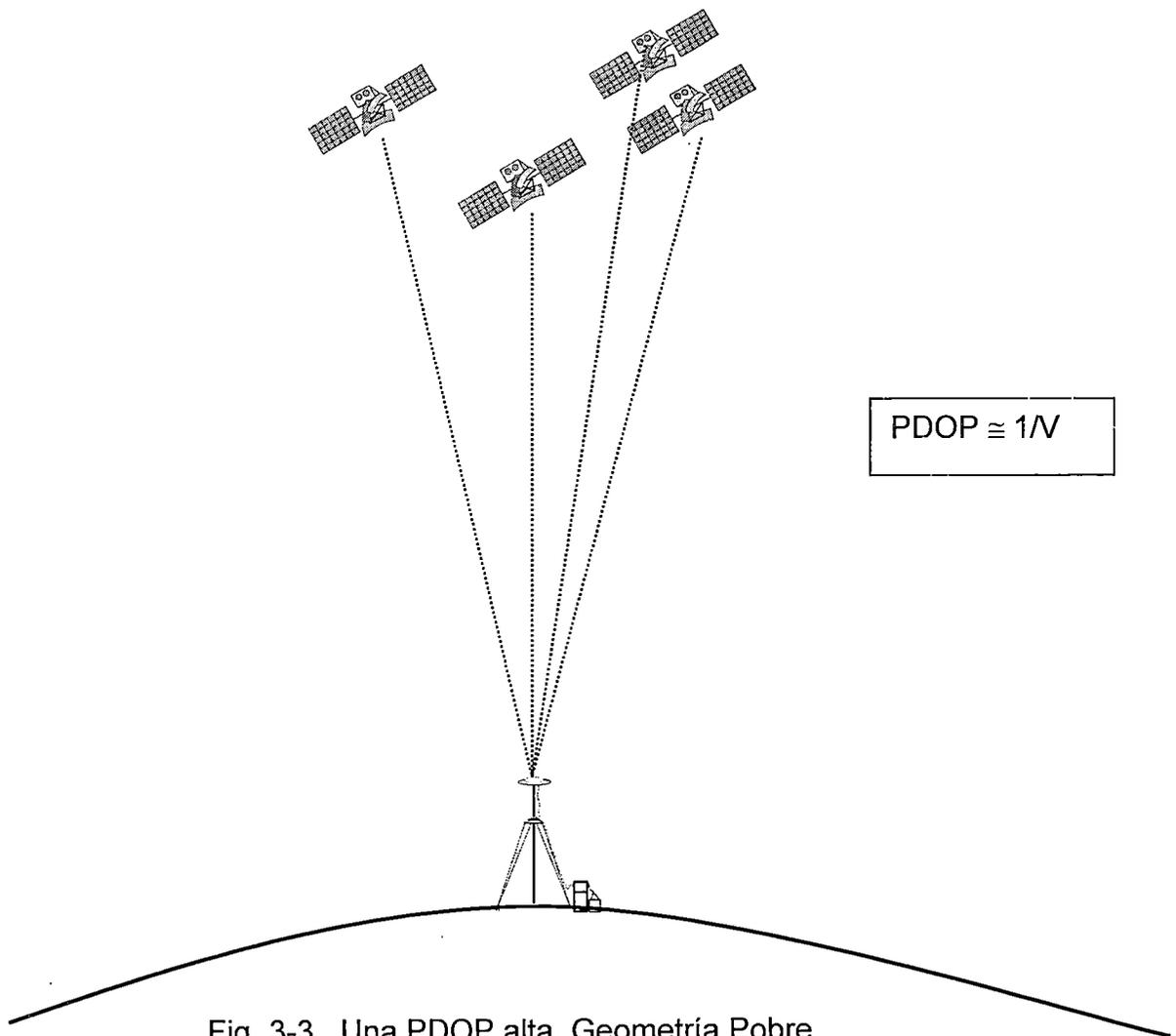


Fig. 3-3 Una PDOP alta. Geometría Pobre.

#### DIBUJO DEL CIELO.

El Software de planificación puede crear un dibujo del cielo para que se vea la geometría de la constelación. Estos dibujos del cielo generalmente se denotan con un gráfico circular. Un dibujo del cielo es una representación del lugar del cielo donde usted mira

para ver un satélite en particular. Los satélites que aparecen en el centro de dicho dibujo se encuentran directamente por encima de usted. Los que están sobre el horizonte aparecen en un extremo del dibujo.

La Figura 3-4 ilustra algunas de las geometrías posibles de un satélite en un dibujo del cielo. La constelación ideal tiene cuatro satélites, tres colocados igualmente espaciados sobre el horizonte y uno directamente encima (ejemplo 1). Este orden produce las posiciones 3D más precisas, ya que cualquier error horizontal desde una dirección se comprueba por la medida de direcciones opuestas. El satélite por encima de los demás comprueba la precisión vertical de los otros tres.

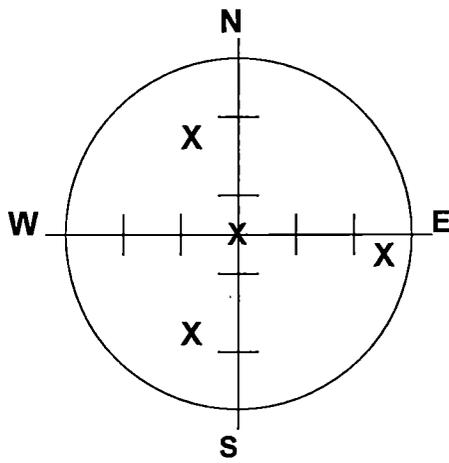
Una mala geometría presenta todos los satélites en la misma parte del cielo (ejemplo 2) o todos los satélites situados a lo largo de una línea a través del cielo (ejemplo 4). También se muestran otras geometrías posibles.

Cuando una geometría en particular sea mala para un tipo de DOP, puede que sea buena para otro tipo de DOP. Por ejemplo, si necesita obtener medidas (horizontales) precisas de latitud y longitud pero no necesita medidas verticales precisas, puede capturar datos cuando la geometría se parezca a la mostrada en el ejemplo 3. Aunque la constelación presente una PDOP alta, la precisión horizontal es buena.

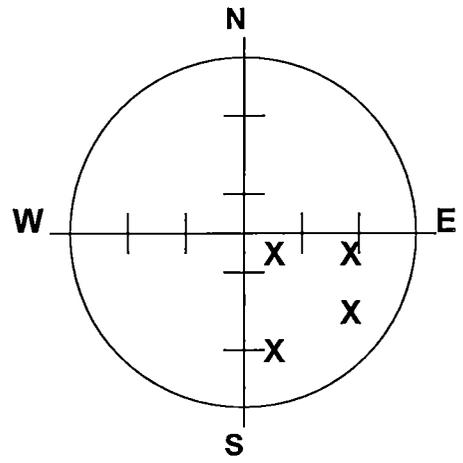
---

**Nota.-**Aunque se necesita considerar la geometría de los satélites para obtener posiciones buenas, el receptor GPS selecciona automáticamente los satélites que proveen la PDOP más baja. Se puede planear el mejor momento para capturar sus datos pero una vez que esté en el campo no necesita seleccionar manualmente los satélites a utilizar.

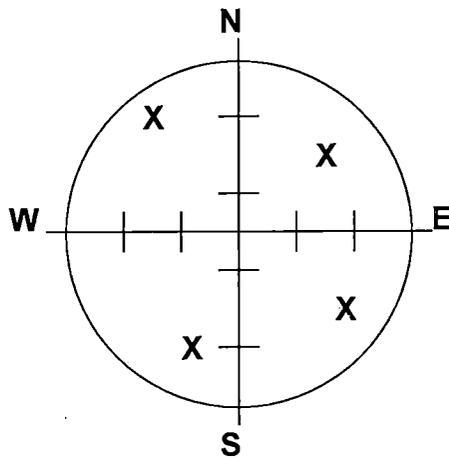
---



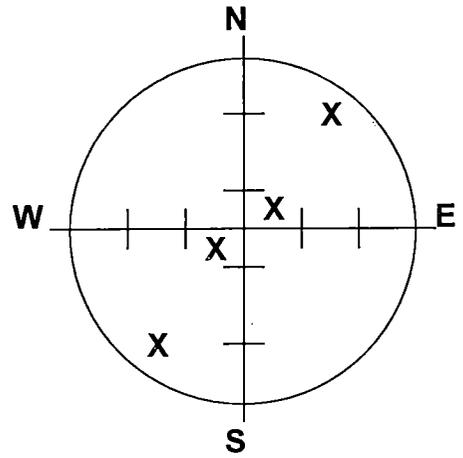
1. PDOP, HDOP, VPOD buenas.



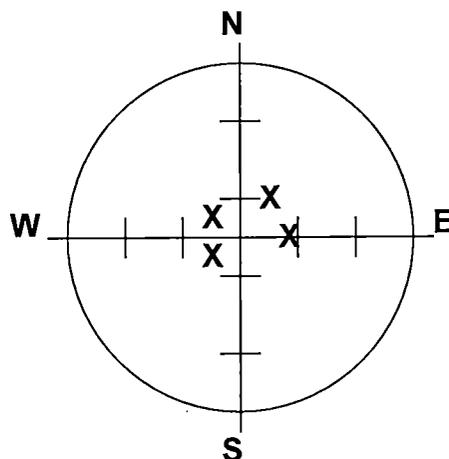
2. PDOP, HDOP, VDOP malas.



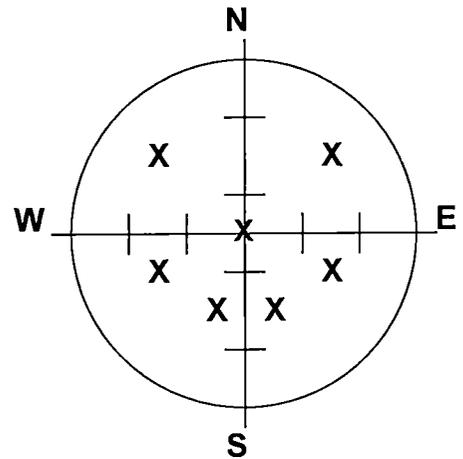
3. PDOP mala, HDOP buena, VDOP mala.



4. PDOP mala, HDOP mala, VDOP buena.



5. PDOP mala, HDOP mala, VDOP buena.



6. Tiene una DOP buena.

Fig. 3-4 Diagrama PDOP.

### **3.3 PARÁMETROS DE COLECCIÓN DE DATOS.**

Hay varios factores que afectan la calidad de los datos capturados. Varias de las configuraciones en colectores de datos y receptores GPS afectan la precisión de los datos que capture. Estas se tratan en las secciones siguientes.

#### **3.3.1 MÁSCARA PDOP.**

La PDOP es quizá el factor más importante para la precisión de los datos. Puede poner un límite PDOP en el receptor de forma que no se registren posiciones que sobrepasen dicho límite. El límite se conoce como máscara PDOP, y debería configurarse en el colector de datos antes de comenzar el registro de los mismos. La máscara PDOP recomendada para la mayoría de las aplicaciones y receptores cartográficos es 6. Algunos receptores pueden necesitar una máscara PDOP inferior a cuatro para poder obtener precisiones inferiores al metro. Cuando se configura una máscara PDOP, no se registrarán las posiciones que presenten un valor PDOP superior al elegido.

#### **3.3.2 MÁSCARA DE LA FUERZA DE UNA SEÑAL.**

La fuerza de la señal de un satélite, o el nivel de la señal, mide el contenido de la información de una señal relativo al ruido de dicha señal. A medida que disminuye esta proporción, se pierde información en el ruido. La fuerza típica de la señal de un satélite a 30° de elevación va de 12 a 20. Un valor superior a 20 se considera muy bueno. La calidad de una posición se degrada si la fuerza de la señal de cualquier satélite de la constelación es inferior a 6. Las fuerzas de señales bajas dan posiciones que tienden a ser ruidosas y erráticas. Cuando la fuerza de la señal de un satélite sea particularmente débil, las posiciones calculadas a partir de estas medidas tienden a ser imprecisas. Hay cuatro causas comunes de señales débiles:

1. La señal alcanza la antena después de atravesar un obstáculo, por ejemplo árboles.

2. La señal se refleja en una superficie y no viaja directamente a la antena (trayectoria múltiple).
3. La señal procedente de un satélite bajo en el horizonte es más débil que la de uno que se encuentre directamente por encima, ya que debe viajar más lejos y atravesar la ionosfera y la atmósfera.
4. La señal procedente de satélite en ciertas zonas del cielo puede seguirse más efectivamente que la señal procedente de otros en otras zonas del cielo como resultado del patrón de radiación de la antena.

Para evitar el registro de señales de poca fuerza se puede poner un límite del nivel de fuerza de señal en algunos receptores. Este límite recibe el nombre de máscara de fuerza de señal. La máscara de fuerza de señal recomendada es 6. Si configura la máscara de fuerza de una señal correctamente las señales débiles que no sean capaces de generar una posición buena no se utilizarán.

### **3.3.3 MODO DE FIJACIÓN DE POSICIÓN.**

Se puede configurar el receptor de forma que capture posiciones en uno de los cuatro modos de fijación de posición:

- Sobredeterminado 3D
- Manual 3D
- Manual 2D
- Auto 2D/3D

#### **SOBREDETERMINADO 3D.**

Se requieren cinco o más satélites para el modo sobredeterminado 3D. El receptor registra posiciones 3D de la constelación óptima. Las posiciones se calculan sólo cuando haya al menos cinco satélites que puedan utilizarse (los satélites que excedan la fuerza de la señal y las máscaras PDOP). La utilización de la posición sobredeterminada permite que el

receptor efectúe comprobaciones de integridad adicionales en el cálculo de posiciones.

### **MANUAL 3D.**

Para el modo manual 3D se necesitan cuatro o más satélites. El receptor calcula la latitud, longitud y altitud a partir de la constelación óptima. Deja de registrar cuando no haya satélites suficientes para calcular la posición 3D. El receptor no registrará posiciones 2D. La utilización de los modos manual 3D y sobredeterminado 3D le facilitarán la latitud, longitud y altitud más precisas cuando capture posiciones y esté moviéndose.

### **MANUAL 2D.**

Para el modo manual 2D se necesitan tres satélites. El receptor calcula la latitud y la longitud basándose en una altitud que usted provea. La altitud utilizada por el receptor es fija incluso aunque usted se esté moviendo. Si usted no facilita una altitud, el receptor utilizará la altitud 3D que registró la última vez. El receptor no calculará posiciones tridimensionales.

---

**Nota.**-Use manual 2D sólo si puede introducir la altitud correcta (sobre el elipsoide WGS-84) en un rango de 2 metros, si no existe una constelación 3D disponible, y si va a capturar posiciones estáticas. Si se introduce una altitud incorrecta, las posiciones resultantes presentarán fallos de magnitud similar.

---

### **AUTO 2D/3D.**

En modo auto 2D/3D el receptor calcula posiciones 3D siempre que sea posible. Sin embargo, si la PDOP 3D sobrepasa un valor especificado, o si sólo se dispone de tres satélites, el receptor calcula posiciones 2D. El valor PDOP que causará dicho cambio se configura en el parámetro de cambio PDOP. El receptor considera el cambio PDOP sólo cuando esté en modo auto 2D/3D. Al cambiar de posiciones 3D a posiciones 2D, el receptor

utilizará la altitud 3D que registró la última vez. Se recomienda poner el cambio PDOP en 6 para la mayoría de las aplicaciones y de los receptores.

El modo automático 2D/3D provee un registro más completo de posiciones incluso si sólo hay tres satélites disponibles. Sin embargo, las posiciones 2D son significativamente menos precisas que las posiciones 3D del archivo.

Hay software de procesamiento GPS que le permite filtrar todas las posiciones 2D del archivo, dejando sólo las posiciones 3D en el mismo. También es posible volver a calcular todas las posiciones 2D utilizando una altitud nuevamente definida. En función del terreno, esto puede que aumente o que no aumente la precisión de sus posiciones 2D.

#### **3.3.4 EVITANDO POSICIONES 2D.**

No se recomienda la captura de posiciones 2D debido al problema existente con la medida de altitud. Cuando configura el receptor para que calcule posiciones 2D, se está sustituyendo una medida del satélite (altitud) con una medida fija. Si esta altitud es incorrecta, la latitud y longitud también lo serán. Por ejemplo, si la altitud fija es incorrecta en 10 metros, las medidas horizontales calculadas podrán ser incorrectas en 50 metros o más. Este error horizontal no puede eliminarse por corrección diferencial.

Puede que se conozca la altitud precisa respecto al nivel medio del mar (NMM), pero el GPS determina la altitud según la altura sobre el elipsoide WGS-84 (ASE), no según el NMM. La diferencia entre ambas puede ser enorme. Los algoritmos de conversión de NMM a ASE pueden tener errores mayores de 5 metros. Una ASE en los mapas de elipsoide más precisos que pueden comprarse es de sólo  $\pm 1$  metro. Para obtener los mejores resultados, póngase en contacto con un topógrafo para conseguir la ondulación del geoide en su zona de operación.

### 3.3.5 MÁSCARA DE ELEVACIÓN.

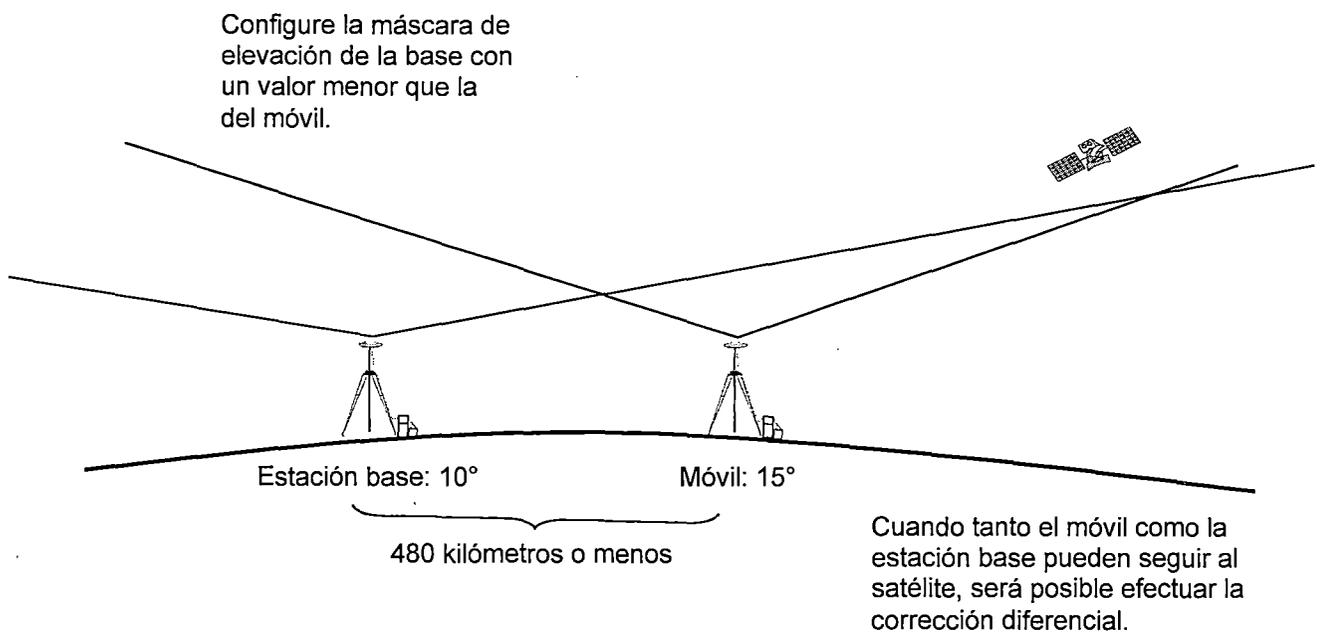
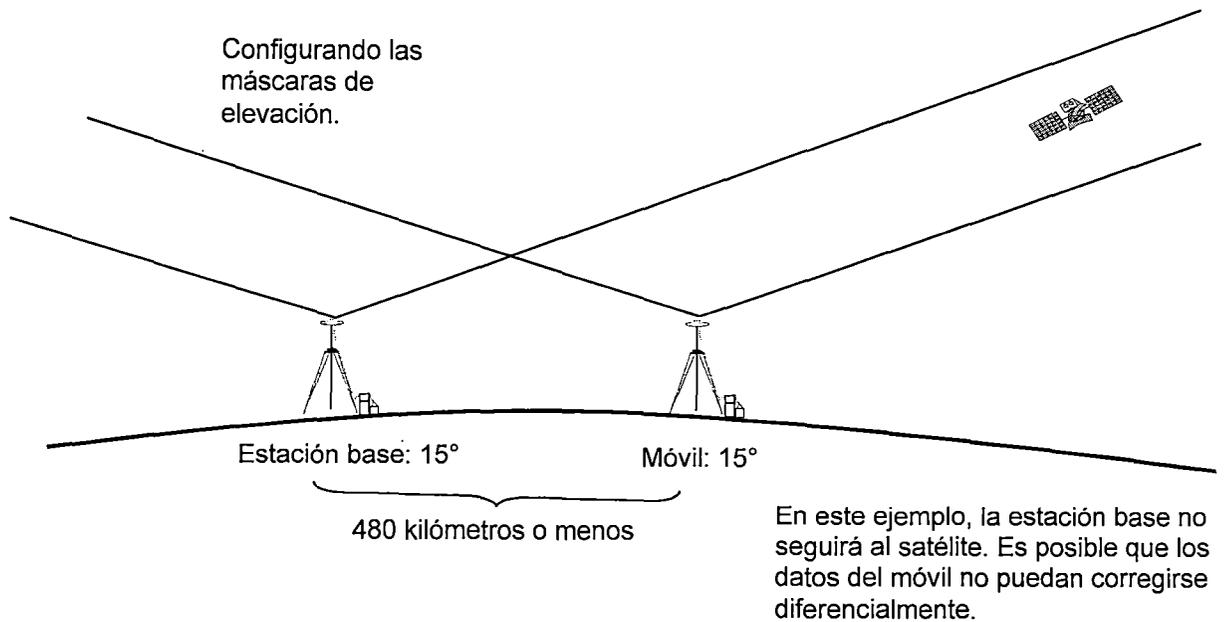
La máscara de elevación es el ángulo de elevación sobre el horizonte, bajo el cual no se utilizan satélites. Para aplicaciones basadas en tierra donde existen obstrucciones locales (como follaje, edificios etc.), el funcionamiento del sistema es mejor con una máscara de elevación de 15° a 20°. La máscara de elevación por defecto en los receptores GPS es de 15°.

Cuando un satélite presenta una elevación baja, pueden darse dos problemas. Primero, las señales del satélite deben viajar una distancia mayor a través de la atmósfera, lo que causa una fuerza de señal menor y un retraso en la recepción del receptor GPS (retrasos de propagación). Ya que la distancia al satélite se calcula por el tiempo de viaje, un retraso pequeño en éste puede producir un gran error en la distancia calculada.

Segundo, las señales de satélite de baja elevación tienden a reflejarse en superficies cercanas, de forma que se reciben tanto la señal original como la reflejada. Este efecto de trayectoria múltiple produce un error importante en GPS y no se corrige por corrección diferencial.

Se puede disminuir estos efectos al utilizar las máscaras de elevación por defecto del sistema (15° para el móvil y 10° para la base). Recuerde, que el aumento de la máscara de elevación limita el número de satélites que sigue su receptor y puede producir PDOPs mayores. Esto sucede realmente si se pone la máscara en valores de 20° a 25°.

Asegúrese siempre de que la máscara de elevación del móvil supera la máscara de la base por lo menos en 1° por cada 100 kilómetros entre la base y el móvil. Consulte la Figura 3-5 para ver cómo la coordinación de las máscaras de elevación del móvil y la de la estación base puede aumentar la posibilidad de que la estación base siga los mismos satélites que el móvil.



**1° por cada 100 km. de distancia entre la base y el móvil.**

Fig. 3-5 Coordinando la máscara de elevación.

### 3.4 PROCEDIMIENTOS PARA LA COLECCIÓN DE DATOS.

Hay varios factores que afectan la calidad de los datos capturados. Algunos procedimientos de campo producen más datos, mientras que otros aseguran que los datos capturados sean altamente precisos.

### **3.4.1 TIPO DE MEDICIÓN.**

Algunos receptores de código C/A pueden realizar técnicas limitadas de procesamiento de fase portadora. Los receptores GPS de fase portadora más sofisticados pueden calcular y visualizar posiciones a nivel centimétrico en tiempo real. Sin embargo, cuando las capacidades de portadora limitada se añaden al receptor de código C/A estos pueden registrar datos para un único punto en varios minutos.

Las técnicas de procesamiento de fase portadora son muchas más precisas que las de código C/A. Sin embargo, presentan requisitos de posprocesamiento más elaborados y requisitos de colección de datos más estrictos. Al registrar datos de portadora durante aproximadamente 10 ó más minutos en un único lugar, las coordenadas pueden determinarse en pocos centímetros. Aunque requieren más tiempo que las técnicas de código C/A, tanto el componente horizontal como el vertical puede determinarse en pocos centímetros.

### **3.4.2 TIPO DE ARCHIVO.**

En el campo, una de las primeras acciones realizadas es la de abrir un archivo para almacenar datos. Hay dos tipos de archivos de datos en los que los receptores cartográficos pueden registrar, los archivos móviles y los base. Los datos también se almacenan como puntos de paso (también conocidos como puntos de ruta o puntos de recalada) y en un archivo de almanaque. Cada uno de estos tipos de archivo se explica en las secciones siguientes.

Estos archivos se almacenan en un formato de archivo conocido como el formato .SSF (Formato de Almacenamiento Estándar). Una vez que los archivos se hayan descargado a un PC estos tienen generalmente la extensión .SSF. En el posprocesamiento se crean nuevos archivos. Aunque estos archivos se denominan con varias otras extensiones (como .COR, .ADJ, .SSX, etc.) también se almacenan con el formato .SSF. Los archivos creados por los módulos de salida ASCII y los módulos de conversión GIS

del software de posprocesamiento son una excepción. Estos archivos ASCII se denominan con las extensiones .ASC, .TXT, u otras extensiones particulares a su formato GIS.

### **ARCHIVOS MÓVILES.**

La mayoría de los archivos registrados con los sistemas cartográficos son archivos móviles (o archivos remotos). Los datos del móvil generalmente se registran en una amplia variedad de lugares en el campo. Los componentes primarios de los archivos móviles son posiciones, información sobre las características y atributos, y notas del usuario. Además, también pueden contener otros pocos detalles del satélite tales como datos sobre las órbitas del mismo, la PDOP, y las configuraciones del receptor. Los datos del móvil pueden capturarse en un archivo base, sin embargo, esto aumenta el tamaño del archivo.

Antes de la corrección diferencial, los archivos móviles presentan una precisión típica de aproximadamente 40 metros CEP (100 metros 2dRMS). La mayor parte de este error es debido a la S/A impuesta por el gobierno. Si esta precisión es suficiente para sus requisitos de colección de datos, no necesitara posprocesar. Cuando no entra en vigor la S/A, las posiciones no corregidas generalmente tienen una precisión de aproximadamente 12 metros CEP (30 metros 2dRMS).

### **ARCHIVOS BASE.**

Los archivos base son capturados por un receptor GPS estacionario en una posición conocida. Estos archivos se utilizan para calcular valores de corrección diferencial durante el posprocesamiento. Estas correcciones se utilizan para eliminar errores sistemáticos procedentes de los datos de los archivos del móvil. Los archivos base capturan el mismo tipo de datos de posición a partir de las señales del satélite que los archivos móvil. Además, capturan mediciones y otros datos de cada satélite seguido.

Un archivo base puede utilizarse para corregir cualquier número de archivos móvil siempre y cuando los archivos del móvil y los de la base contengan datos capturados durante el mismo periodo de tiempo. Para poder utilizar un archivo como base para corrección diferencial debe registrar los datos en un archivo base. Para utilizar un archivo base en correcciones diferenciales, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- El archivo base debe estar registrando durante el mismo periodo de tiempo en que se captura el archivo/s móvil.
- El archivo base debe capturar datos de todos los satélites que el móvil/es utilice/n para cálculos de posición. Para asegurar que los satélites utilizados por el móvil son un subconjunto de los satélites utilizados por la base, la estación base debe tener una clara visibilidad del cielo y una máscara de elevación menor que el móvil. El móvil debería quedar limitado a una zona de operación de 500 kilómetros de una base para evitar desigualdades en el seguimiento de los satélites entre la base y los receptores móviles.
- Los intervalos de registro del archivo de la base deben configurarse correctamente. Las medidas del satélite en el archivo base deben ser continuas y en intervalos no mayores que un conjunto de medidas cada 15 segundos.
- Los intervalos de tiempo deben ser el mismo en todos los receptores.

La mayoría de los receptores de grado cartográfico pueden utilizarse como estación base. Además, se puede utilizar archivos de datos desde un receptor como archivos base. Sin embargo, el método más eficiente y conveniente para la colección de datos es la utilización de una Estación Base Comunitaria Pathfinder (Pathfinder Community Base Station) o una Estación de Referencia Universal (URS). Estas estaciones registran cada hora de forma automática los datos de la base en archivos y pueden instalarse de forma permanente en un lugar.

## **PUNTOS DE PASO.**

La mayoría de los colectores de datos GPS registran puntos de paso. Un punto de paso (también llamado punto de recalada o punto de ruta) es un par de coordenadas, latitud y longitud o norte y este, con un número y nombre asignados. Los puntos de paso generalmente representan algún punto geográfico de interés al que le gustaría dirigirse o desde el que le gustaría navegar. Se asignan uno cada vez. El número de puntos de paso que puede almacenarse depende del colector de datos.

El colector de datos no tiene que estar registrando datos a un archivo para registrar un punto de recalada, pero debe estar calculando posiciones. Los puntos de paso existentes pueden sobrescribirse con información nueva. Algunos colectores de datos le permiten descargar puntos de recalada a su software de posprocesamiento y cargarlos a su colector de datos. Sin embargo, la utilización más apropiada de los puntos de paso es en navegación. Si quiere transferir los datos que ha capturado a un GIS, o si intenta efectuar una corrección diferencial, los datos deberán capturarse como archivos móvil.

## **ARCHIVO DE ALMANAQUE.**

Un archivo de almanaque se crea automáticamente a partir de datos transmitidos por satélites GPS. El satélite tarda 12.5 minutos en emitir un mensaje almanaque completo. Este archivo contiene información sobre la órbita y el reloj de todos los satélites que el receptor usa y sirve para facilitar la rápida adquisición del satélite y para calcular los acimutes y elevaciones de dicho satélite. El archivo de almanaque puede descargarse en una PC y se utiliza para planificar los tiempos de colección de datos.

Si se enciende un receptor y éste obtiene una fijación de posición de forma regular, automáticamente actualiza el almanaque según se necesite. También se puede obligar a que algunos receptores capturen un almanaque nuevo.

### **3.4.3 INTERVALOS DE REGISTRO.**

Los intervalos de registro que seleccione pueden tener un impacto en la precisión de corrección diferencial. Para capturar datos base, los intervalos cortos dan resultados de corrección mejores que los intervalos largos. Para los datos del móvil, el capturar los datos en la ubicación del punto durante un periodo de tiempo mayor, y el hallar la media de las posiciones tras la corrección diferencial, produce mejores resultados que el capturar los datos en la ubicación del punto durante menos tiempo. A continuación se facilitan detalles específicos al respecto.

#### **BASE.**

Los datos de medida del satélite en un archivo base constituyen la información primaria que afecta la precisión de corrección diferencial. Esta información de medida puede registrarse de dos maneras; como pseudo distancias del satélite, o como información de fase portadora para cada satélite.

El intervalo de registro de la medida de pseudodistancia del satélite debe configurarse entre 1 y 15 segundos. Sin embargo, beneficia muy poco el registrar datos con una frecuencia mayor de 3 segundos. Cuanto más frecuentemente se registren datos, mayor será el tamaño del archivo base. El intervalo recomendado para registrar los datos de las medidas del satélite en un archivo base es de 5 segundos.

La información de fase portadora puede utilizarse para una forma más precisa de procesamiento diferencial que la información de pseudodistancia. Algunos sistemas de colección de datos se refieren a la información de fase portadora como mediciones sincronizadas. Cuando se registran medidas de fase portadora en un archivo base, el software de procesamiento diferencial los procesará de forma diferente que si se trataran de medidas de pseudodistancias.

El intervalo de registro de la fase portadora del satélite debe ponerse entre 1 y 15 segundos. Cuanto más se registren los datos

de fase portadora, mayor será el tamaño del archivo de la base. El intervalo recomendado para registrar datos de fase portadora del satélite en un archivo base es de 5 segundos.

## **MÓVIL.**

La gama de los productos cartográficos comprende dos tipos de receptores muy diferentes, el de código C/A y el de fase portadora. Las técnicas empleadas para alcanzar la máxima precisión difieren en función del tipo de receptor utilizado para capturar los datos del móvil.

La corrección diferencial de las posiciones del código C/A registradas por un receptor GPS móvil son más precisas si se registran de forma simultánea al registro de datos de medidas del archivo base. Por ejemplo, si la base registra medidas y los receptores móvil registran posiciones en el mismo intervalo, digamos 5 segundos, las posiciones corregirán diferencialmente con la precisión máxima posible. Si el móvil registra posiciones a intervalos de 1 segundo y la base registra medidas a un intervalo de 5 segundos entonces sólo el 20% (uno de cada cinco) de los datos será sincrónico. Como resultado, el 20% de los datos tiene la precisión mejor posible y el 80% restante no sirve para diferenciar debido a las imperfecciones producidas por la interpolación de errores del rango del satélite. Se recomienda que el intervalo de posición del móvil sea un múltiplo directo del intervalo de medida de la estación base.

De forma alternativa, un receptor móvil GPS puede registrar información de fase portadora de manera similar a una estación base. Cuando tanto la base como el móvil registren información de fase portadora, los datos podrán posprocesarse para obtener resultados en el rango del centímetro al decímetro. El procesamiento de fase portadora es posible sólo si la base y el móvil registran datos sincrónicos. Para obtener resultados centimétricos con técnicas de procesamiento de la portadora se necesitan antenas de gran calidad así como información de fase

portadora sincrónica tanto en los archivos de la base como en los del receptor.

#### **3.4.4 PRECISIÓN SUBMÉTRICA.**

Algunos receptores GPS pueden calcular posiciones submétricas segundo a segundo a partir de un código C/A GPS. Cuando ajustan a los parámetros recomendados para la colección de datos, estos receptores pueden calcular posiciones que esté en un metro (RMS) <sup>3</sup> horizontalmente. La precisión puede incluso mejorarse más al capturar más datos de posición durante un periodo de tiempo mayor y a continuación hallar la media de estas posiciones tras su corrección diferencial. Los receptores de código C/A submétricos se utilizan para capturar datos de posiciones precisas rápidamente en un ambiente de alta productividad.

Para obtener posiciones de precisión submétrica cada segundo, el intervalo de registro de medidas de la estación base y el de registro de posiciones del receptor móvil deben ser idénticos, o el intervalo del móvil debe ser un múltiplo directo del intervalo de la base.

También es posible registrar en la base y en el móvil con intervalos no sincronizados. En este caso, generalmente existe un pequeño grado de sincronización dependiendo de los intervalos seleccionados. Por ejemplo, si la estación base está registrando al intervalo recomendado de 5 segundos, y el móvil registra una posición por segundo, entonces aproximadamente el 20% (una de cada cinco) de las posiciones serán sincrónicas, y así pues submétricas. El 80% de los datos de posición restantes tendrá una precisión en el rango de 1 a 5 metros.

---

<sup>3</sup> RMS denota que aproximadamente el 68% de las posiciones se encuentran dentro del valor especificado.

---

### **3.4.5 PRECISIÓN DE 1 A 5 METROS.**

Algunos receptores GPS pueden calcular posiciones a partir de un código C/A GPS con una precisión de 1 a 5 metros. Cuando ajustan a los parámetros de colección de datos recomendados, estos receptores pueden calcular posiciones de código C/A precisas a los 5 metros CEP. Para obtener datos en el rango de precisión de 1 metro capture 180 registros de posición en la ubicación del punto (aproximadamente 3 minutos a intervalos de 1 segundo), corrija los datos diferencialmente, y la media de las posiciones estará dentro de 1 metro CEP. Aunque la precisión aumenta ligeramente tras 180 posiciones, no gana mucho en hallar la media durante mas de 5 minutos.

---

**Nota.-**Cuando capture datos en una característica de punto utilizando capacidad de atributo y característica, el software halla la media automáticamente. Este saca o visualiza un valor de posición optimo. Cuando los datos se capturen como registros de posición individuales dentro de un archivo(s), usted deberá inicializar el procesamiento para hallar la media. El software de posprocesamiento incluye módulos que pueden utilizarse para hallar la media de las posiciones en archivo(s) de datos.

---

### **3.4.6 DISTANCIA ENTRE BASE Y MÓVIL.**

La distancia entre los receptores base y móvil influye en la precisión. Esta se degrada a medida que aumenta la distancia entre ambos receptores. La magnitud de dicha degradación varía en función del tipo de receptor pero puede variar desde 1 ppm con receptores de grado topográfico de doble frecuencia hasta tanto como 10 ppm con receptores menos sofisticados. Una estimación razonable de esta degradación es 10 ppm (10 mm de degradación por cada kilómetro entre el receptor base y el móvil).

### **3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.**

Si se utilizan buenas técnicas en el campo, el procedimiento de procesamiento de datos es rápido y fácil. Las secciones

siguientes tratan los aspectos del procesamiento de datos que afectan la precisión de una posición.

### **3.5.1 INSTALACIÓN DE LA POSICIÓN DE REFERENCIA.**

Cuando se registre un archivo base, el receptor base se coloca sobre una posición conocida o posición de referencia. Si la posición de referencia no se registra en el archivo base, ésta debe introducirse más adelante durante el posprocesamiento. Tenga en cuenta que pueden producirse errores al introducir la posición de referencia. El error más común es el introducir la posición de referencia basada en un datum incorrecto.

Debería comprobar y, si fuese necesario, cambiar la posición de referencia una vez que los datos de su base se hayan transferido al PC. Si la posición de referencia es incorrecta, los resultados de la corrección diferencial también serán incorrectos en una dirección y magnitud similares. Debe introducir la altitud, latitud y longitud en el datum correcto, sistema de coordenadas, sistema de referencia de altitud y unidades correctas para la posición de referencia de la base.

### **3.5.2 UTILIZANDO CORRECCIÓN DIFERENCIAL.**

Cuando utilice corrección diferencial, la estación base y el móvil deben registrar datos durante el mismo periodo de tiempo, y el móvil debe utilizar las mismas señales de satélite que esté registrando la estación base.

A veces la corrección diferencial puede que no corrija de forma adecuada sus datos del móvil. Si ocurriese esto, existen opciones instaladas en el software de posprocesamiento que le permitirán crear un archivo registro de la corrección diferencial. Archivos registro diferentes informan sobre si se corrigió un registro de posición específico, sobre la magnitud de la corrección para cada satélite, y la razón de cualquier fallo.

**CAPITULO IV:**  
**DATUMS Y SISTEMAS DE**  
**COORDENADAS**

## **CAPITULO IV: DATUMS Y SISTEMAS DE COORDENADAS**

En este capítulo se explica datums y sistemas de coordenadas. Se debe tener cierto conocimiento sobre datums y coordenadas antes de iniciar su trabajo de campo con GPS. Cuando compare los datos geográficos obtenidos de fuentes diferentes, los datos deben tomar como referencia el mismo datum y sistema de coordenadas, ya que cada datum y sistemas de coordenadas facilitan valores de coordenadas diferentes para cada posición geográfica.

Además, si se mezclan distintos tipos de datums y sistemas de coordenadas pueden producirse errores significativos. Por ejemplo, si las coordenadas de su estación base se basan en un datum (como el NAD-27) y por error introduce dichos valores como su posición de referencia base respecto a otro datum diferente (como el WGS-84) se producirán imprecisiones en los datos GPS derivados. Esto es crítico tanto para operaciones diferenciales en tiempo real como en la corrección diferencial de datos en pos-procesamiento.

NAD significa Datum Norte Americano (North American Datum), WGS es Sistema Geodésico Mundial (World Geodetic System), y 27, 84 indica los años de 1927 ó 1984, respectivamente.

### **4.1 DATUMS**

La forma y tamaño de la Tierra pueden describirse físicamente de dos formas. Una considera el terreno real de la Tierra, incluyendo superficies con agua, llanuras, colinas y montañas. La segunda mide la gravedad. Los dos conceptos se combinan cuando decimos que el Pico Pikes tiene una altitud de 14,110 pies sobre el nivel medio del mar.

Un geoide es una representación de la superficie de la Tierra sobre la cual la gravedad terrestre es constante. Si el valor de la gravedad terrestre en el geoide es el valor aproximado de la gravedad sobre el nivel medio del océano, se considera que el

geoide representa el nivel medio del mar. La ubicación vertical de una característica sobre la superficie terrestre se ha identificado el medir la gravedad y compararla a la gravedad del nivel medio del mar.

Desafortunadamente un geoide es una superficie extremadamente compleja. Los modelos matemáticos sólo pueden aproximarse a la superficie, y no constituyen una representación exacta. Sin embargo, en zonas limitadas y en función de la precisión requerida, los geodestas encontraron que un modelo elipsoidal simple de la gravedad terrestre encaja bastante bien. El elipsoide puede describirse como una elipse que ha rotado sobre su eje menor. Vea la Figura 4-1.

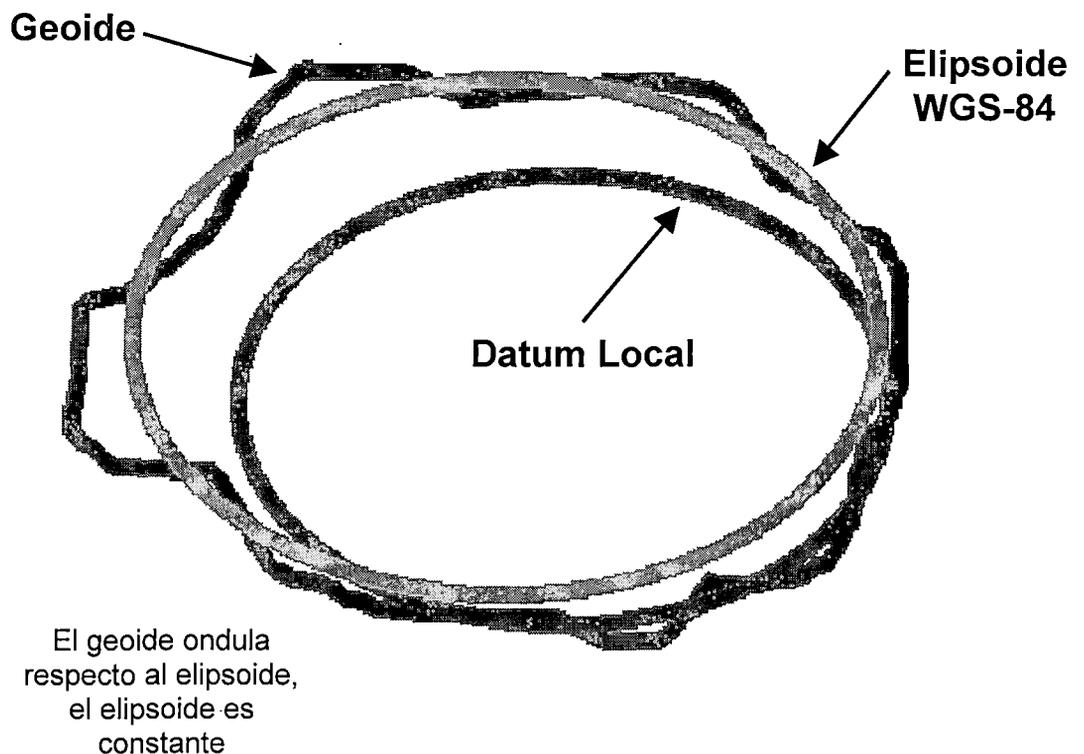


Fig. 4-1. Modelo elipsoidal con geoide.

Sin embargo, el tamaño y forma del elipsoide que mejor encaja, además de su ubicación respecto al centro de la masa terrestre,

varía de lugar a lugar. Como resultado, se han creado muchos elipsoides que encajan con el geoide para las diferentes zonas del mundo.

Si la Tierra fuese totalmente líquida, la forma natural de la Tierra rotando sería un elipsoide, y la gravedad ejercida sobre la superficie del elipsoide sería la misma en toda ella. Esto representa el equilibrio entre la fuerza gravitatoria de la masa terrestre líquida y la fuerza centrífuga de rotación. Un elipsoide encaja bien en el geoide terrestre tanto en sentido global como en sentido local.

El elipsoide elegido para el Sistema de Posicionamiento Global es el elipsoide GRS-80. El datum que incorpora este elipsoide y que GPS utiliza se llama Sistema Geodésico Mundial (World Geodetic System) de 1984 (WGS-84). El semieje mayor del elipsoide GRS-80 es 6'378,137.0 metros y el semieje menor es 6'356,752.3 metros. Lo que significa que la distancia del centro de la Tierra al Ecuador es sólo 21 kilómetros mayor que la distancia del centro de la Tierra al polo Norte (o al polo Sur).

## **4.2 SISTEMAS DE COORDENADAS**

Un datum representa un modelo de referencia de la Tierra, pero no especifica cómo se identifica una zona en particular de la Tierra. Una vez que seleccione un datum, se debe decidir cómo representar un punto de la Tierra con respecto a ese datum. Las coordenadas geográficas (coordenadas expresadas como latitud y longitud) se utilizan comúnmente.

Los cartógrafos se encuentran con el reto de representar la Tierra esferoidal en un trozo de papel plano sin distorsión. Las fórmulas que toman la longitud y la latitud y las convierten en valores Este y Norte ó (X e Y) se llaman proyecciones del mapa. El mapa ideal representaría correctamente zonas, distancias, direcciones y formas pero esto no es posible. Uno o más de estos parámetros siempre está distorsionado. Se debe de elegir la proyección del mapa que mejor se acople a sus objetivos.

Se han definido muchos sistemas de coordenadas locales, que especifican tanto el datum como la proyección del mapa. Como ejemplos tenemos el sistema "U.S. State Plane", la cuadrícula del mapa australiano, la cuadrícula del mapa de Nueva Zelanda, el "Ordinance Survey" de Gran Bretaña, etc. Las coordenadas del "U.S. State Plane" (o plano de estado EE.UU.) utilizan bien el datum más antiguo NAD-27 o el NAD-83 más nuevo. Las proyecciones utilizadas incluyen Conformes de Lambert, Mercator transversa, y en el caso de la faja angosta del territorio de Alaska, Mercator oblicua. En el Perú se usa el PSAD-56.

Ya que los datos existentes en un GIS pueden utilizar posiciones expresadas en un sistema de coordenadas local, es importante que se entienda que existe una diferencia entre el sistema WGS-84 en el cual GPS calcula posiciones, y el datum y sistema de coordenadas locales en los que hay que expresar la posición GPS. El software cartográfico ayuda a convertir coordenadas WGS-84 a muchos sistemas de coordenadas locales, entre los que se incluyen la conversión de la altura sobre el elipsoide WGS-84 a la altura sobre el nivel medio del mar (también conocida como la altura sobre el geoide).

#### **4.2.1 COORDENADAS GEODÉSICAS**

La posición tridimensional de un punto sobre la superficie de la Tierra es representada por una terna de números – o coordenadas – que se refieren a un sistema particular de coordenadas. Para que las coordenadas tengan significado, el sistema tiene que estar bien definido; así que, el origen del sistema (0,0,0) y los ejes coordenados, tienen que ser fijos con respecto al sólido Tierra. La posición del origen y la dirección de los ejes pueden ser arbitrariamente elegidas, aunque la práctica moderna localiza el origen en el centro de masa de la Tierra, el geocentro, y coloca el eje Z muy próximo a coincidir con el eje de rotación de la Tierra conocido como el Polo Terrestre Convencional. Los ejes X e Y de este sistema coordenado son

ortogonales al eje Z; el eje X pasa a través de la intersección del meridiano de Greenwich con el plano ecuatorial de la Tierra.

Si bien es cierto que las Coordenadas Cartesianas (X,Y,Z) son muy convenientes para cálculos, ellas no son usadas por los cartógrafos o navegantes, los cuales expresan sus posiciones sobre la Tierra en coordenadas angulares o esféricas (latitud y longitud). Pero los geodestas, para una mayor precisión, postularon que la forma elipsoidal de la Tierra tenía que ser tomada en cuenta. De este modo, las coordenadas esféricas dieron paso a las coordenadas elipsoidales.

Las coordenadas elipsoidales de un punto, P, son: la latitud geodésica ( $\phi$ ), que es el ángulo medido en el plano del meridiano que pasa por P y que es conformado entre el plano ecuatorial X-Y del elipsoide y una línea perpendicular o normal a la superficie del elipsoide en P; y la longitud geodésica ( $\lambda$ ), el ángulo medido en el plano ecuatorial entre el meridiano Cero (definido por el eje X) y el plano del meridiano a través de P. En geodesia, la latitud se reconoce como positiva (+) hacia el Norte y la longitud como positiva (+) hacia el Este.

Las coordenadas ( $\phi, \lambda$ ) definen una posición en la superficie del elipsoide, pero, para ubicar un punto sobre la superficie de la Tierra, una tercera coordenada, la diferencia de altura con el elipsoide, es requerida. Esta altura llamada altura geodésica (h), es medida a lo largo de la normal entre el elipsoide y el punto.

La posición de un punto en coordenadas geodésicas queda entonces completamente definida por la terna ( $\phi, \lambda, h$ ). Este es el procedimiento correcto para transformar coordenadas geodésicas a coordenadas Cartesianas y viceversa.

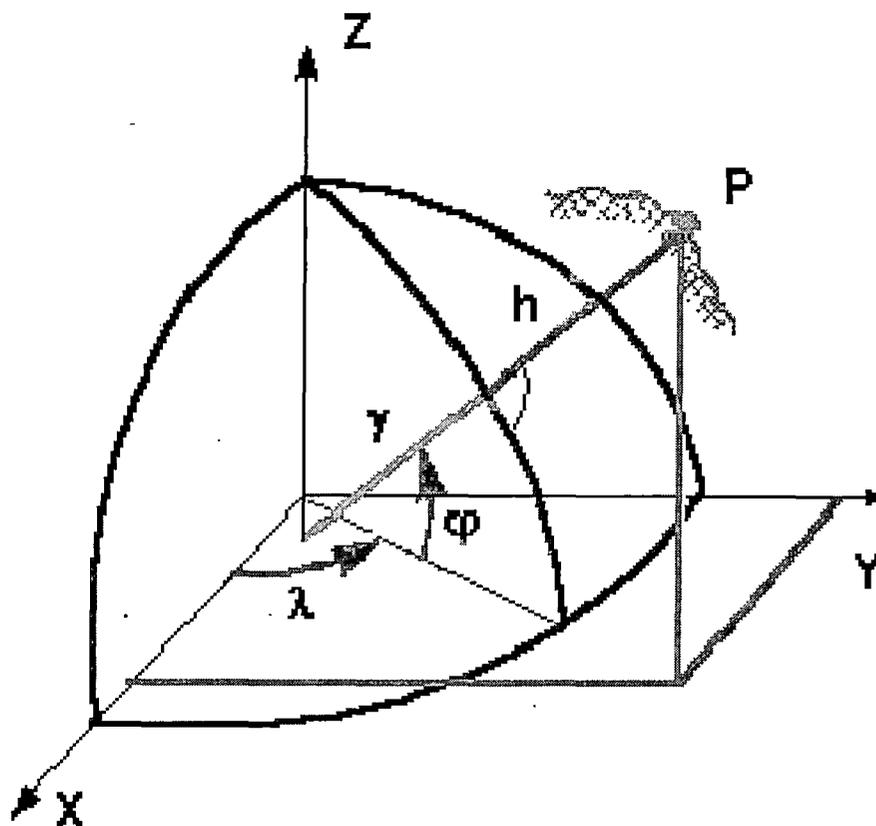


Fig. 4-2. Coordenadas Geodésicas.

#### 4.2.2 COORDENADAS UTM

Proyectar una superficie elipsoidal sobre una superficie plana causa algunas distorsiones. Sin embargo, han sido desarrolladas proyecciones que minimizan estas distorsiones. Una de tales proyecciones es la Universal Transversal Mercator (UTM), la cual configura los mapas de tal forma que la magnitud y sentido de los ángulos medidos en el elipsoide, y las formas y pequeñas características geográficas, se preservan cuando las coordenadas son transformadas en las coordenadas planas del mapa.

La proyección UTM divide al mundo en 60 zonas, cada una tiene  $6^\circ$  de longitud y se superpone un cuadrillado sobre ellas. Cada zona, que constituye un segmento de un elipsoide de referencia, es proyectada sobre un cilindro cuyo eje es paralelo al ecuador terrestre y cuyo radio se elige para que la proyección guarde los errores de escala dentro de límites aceptables. Por lo tanto, las coordenadas de los puntos de un elipsoide dentro de una zona

particular pueden ser transformadas en coordenadas de cuadrillado UTM.

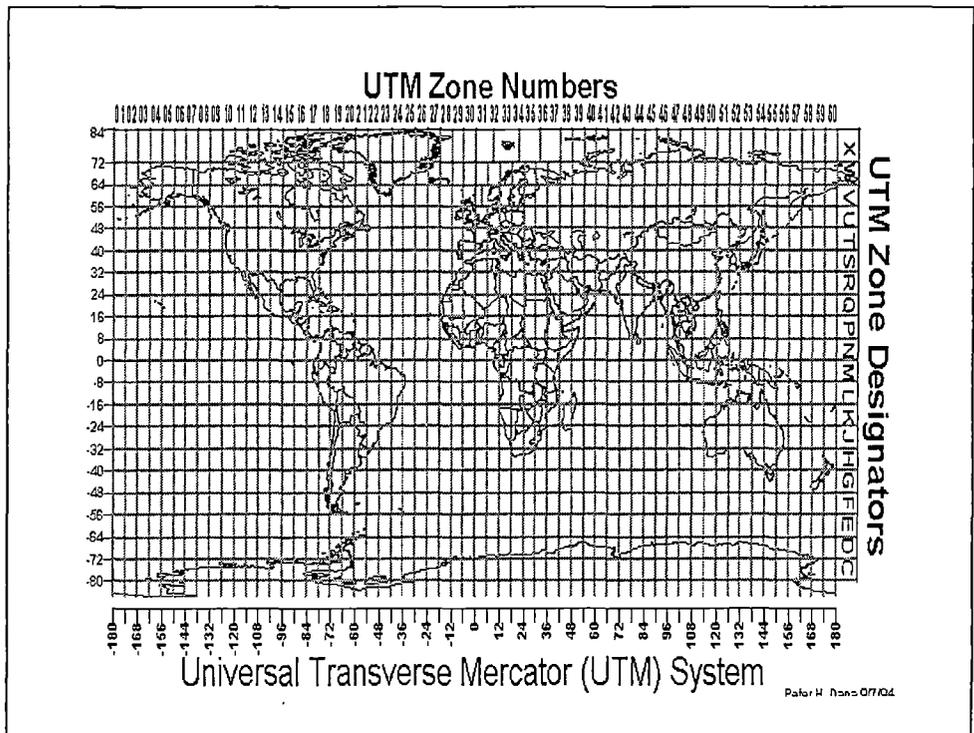
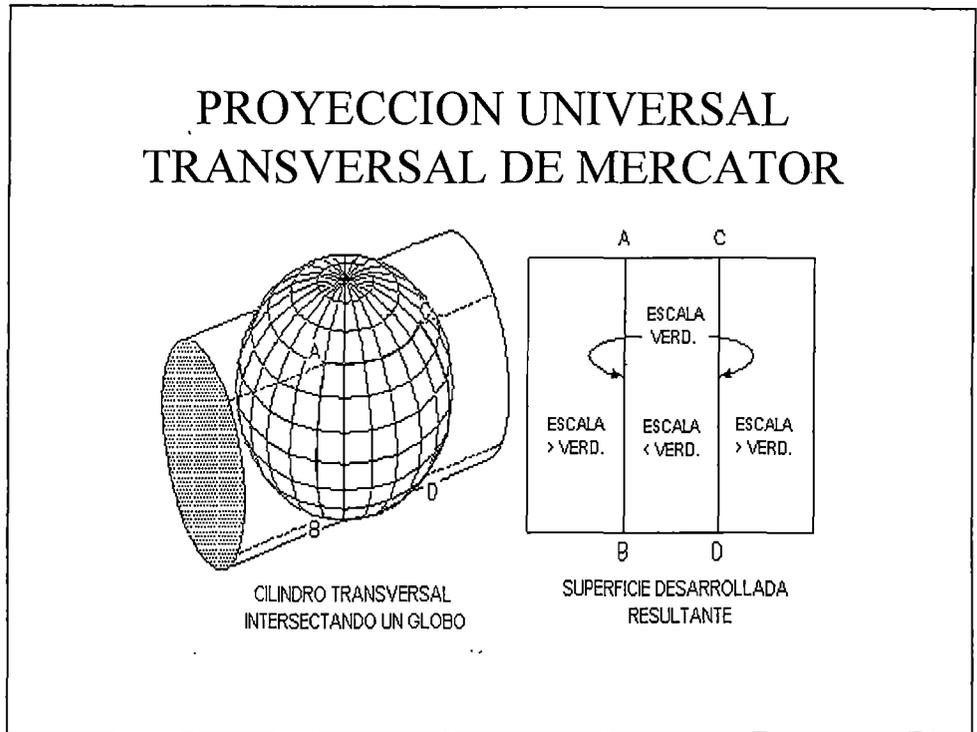


Fig. 4-3. Proyección Universal Transversal de Mercator - UTM.  
Zonas del Mundo.

Las coordenadas UTM están referidas, generalmente, hacia el Este y hacia el Norte y están expresadas en metros. Los Estes se calculan desde el meridiano central de la zona, al cual se le han agregado 500,000 metros y se le nombra como "falso Este", así que todas las coordenadas permanecen positivas (+). Los Nortes se calculan desde el ecuador, el cual tiene como valor de coordenada, 0 metros para trabajar en el hemisferio Norte y un "falso Norte" de 10'000,000 de metros para trabajar en el hemisferio Sur.

#### **4.3 PROVISIONAL SOUTH AMERICA DATUM OF 1956 (PSAD-56).**

En 1956, se adoptó el Datum Provisional Sudamericano como un datum interino de referencia para el ajuste de la triangulación de Venezuela, Colombia y en el arco meridional a lo largo de la costa occidental. Se escogió una estación astronómica como el origen del datum y sus componentes de deflexión se determinaron gravimétricamente. El levantamiento de gravedad cubrió un área de 75 kilómetros de radio cuyo centro u origen fue la estación La Canoa en Venezuela. La figura de referencia fue el elipsoide internacional de Hayford en 1924, y la altura del geoide en La Canoa fue cero por definición. Una gran porción del trabajo geodésico sudamericano se ajustó al Datum Provisional Sudamericano PSAD-56, a lo largo de la costa noreste del continente. Las excepciones fueron las redes de Argentina, Uruguay y Paraguay.

Para la determinación de los parámetros de transformación de la red de triangulación del PSAD-56 La Canoa a WGS-84, se utilizaron 63 estaciones Doppler. En el área correspondiente al Perú, se usaron 6 estaciones Doppler que dieron los siguientes parámetros medios de transformación para el Perú: en Longitud,  $-279 \pm 6$  metros; en Latitud,  $-379 \pm 12$  metros y en Altura,  $175 \pm 8$  metros.

Como se observa, hay un error de precisión con los parámetros promedios de transformación de  $\pm 6$  metros para la Longitud y  $\pm 12$

metros para la Latitud, los que para levantamientos geodésicos son bastante elevados. Estos errores sin precisar pueden disminuirse a límites aceptables, ubicando estratégicamente sobre puntos de primer orden de la red La Canoa en el Perú, una red geodésica de orden A con un mínimo de 10 a 20 puntos en WGS-84; asimismo, tomando como origen la estación permanente de rastreo de satélite de Arequipa la cual integra la Red Internacional de Seguimiento del Servicio de GPS para Geodinámica y, finalmente, aproximando los parámetros promedios de transformación, los que incluso se pueden reajustar aún más cuando se densifiquen puntos comunes en el PSAD-56 y WGS-84 en redes de orden B.

### PARAMETROS DE LOS DATUMS SUDAMERICANOS

| Datum              | a(m)      | 1/f    | Coordenadas Geodesicas |                 |
|--------------------|-----------|--------|------------------------|-----------------|
|                    |           |        | Latitud                | Longitud        |
| LA CANOA           | 6'378,388 | 297    | 08°34'17.17" N         | 63°51'34.88" W  |
| CHUA               | 6'378,160 | 298.25 | 19°45'41.653" S        | 48°10'04.064" W |
| CAMPO<br>INCHAUSTE | 6'378,388 | 297    | 35°58'17" S            | 62°10'12" W     |

#### 4.4 SISTEMA GEODESICO MUNDIAL DE 1984 (WGS-84).

El Sistema de Coordenadas WGS-84 es un sistema terrestre convencional que se realizó modificando, en origen y escala, el Sistema de Referencia Doppler para Navegación por Satélite de la Armada (NSWC 9Z-2), y girándolo para colocar su meridiano de referencia en coincidencia con el definido como Meridiano Cero por el Bureau International de l'Heure (BIH).

Por lo tanto, en forma análoga al Sistema Convencional Terrestre definido por el Bureau Internacional de la Hora (BIH), el origen del Sistema de Coordenadas del WGS-84 es el centro de masa de la

Tierra, según lo definido por el BIH sobre la base de las coordenadas adoptadas para sus estaciones.

El sistema de coordenadas del WGS-84 (plano de referencia) es el esquema de una Tierra estándar o media que rota a una velocidad constante alrededor de un polo astronómico medio. Sin embargo, el universo se encuentra en movimiento, la Tierra no es estándar y los eventos ocurren en un mundo instantáneo. Por lo tanto el Sistema de Coordenadas WGS-84 se relaciona matemáticamente con un Sistema Terrestre Instantáneo y con un Sistema Inercial Convencional.

La determinación de coordenadas de un lugar en WGS-84 se realiza por medio de una solución de posicionamiento puntual usando datos de seguimiento de satélites del Sistema de Posicionamiento Global en efemérides precisas de satélites durante cuatro días consecutivas, lo que hace que se obtenga una precisión de Grado A, o sea, superior al primer orden.

Sin embargo, si se requieren coordenadas del WGS-84 para aplicaciones cartográficas, pueden ser obtenidas mediante una transformación del datum del sistema geodésico local al WGS-84 por medio de ecuaciones de regresión múltiple, desarrolladas por la Agencia de Cartografía del Departamento de Defensa (DMA) hoy NIMA. Se determinan longitudes, latitudes y alturas geodésicas del WGS-84 para todos los sistemas geodésicos locales que tienen tres o más estaciones Doppler adecuadas para finalidades de transformación del datum. Para efectos geodésicos, es necesario emplazar correctamente en el sistema geodésico local una cantidad suficiente de estaciones ubicadas con GPS de Grado A, con el fin de usarlas para formar las desviaciones variables del datum del Sistema Geodésico Local al WGS-84 y así eliminar las incertidumbres introducidas por las fórmulas de transformación de datum y las distorsiones que afectan a los sistemas geodésicos locales.

La figura geométrica del Datum Provisional Sur Americano (PSAD). La Canoa es el Elipsoide Internacional de la Hayford de 1910 y tomada a partir de 1924.

### PARAMETROS DE DATUMS GEOCENTRICOS

| Datum  | a(m)      | 1/f             |
|--------|-----------|-----------------|
| WGS-60 | 6'378,165 | 298.3           |
| WGS-66 | 6'378,145 | 298.25          |
| WGS-72 | 6'378,135 | 298.26          |
| GRS-80 | 6'378,137 | 298.25722210088 |
| WGS-84 | 6'378,137 | 298.25722357    |

#### 4.5 CONSIDERACIONES SOBRE LAS ALTURAS.

##### 4.51 CONCEPTOS TEÓRICOS.

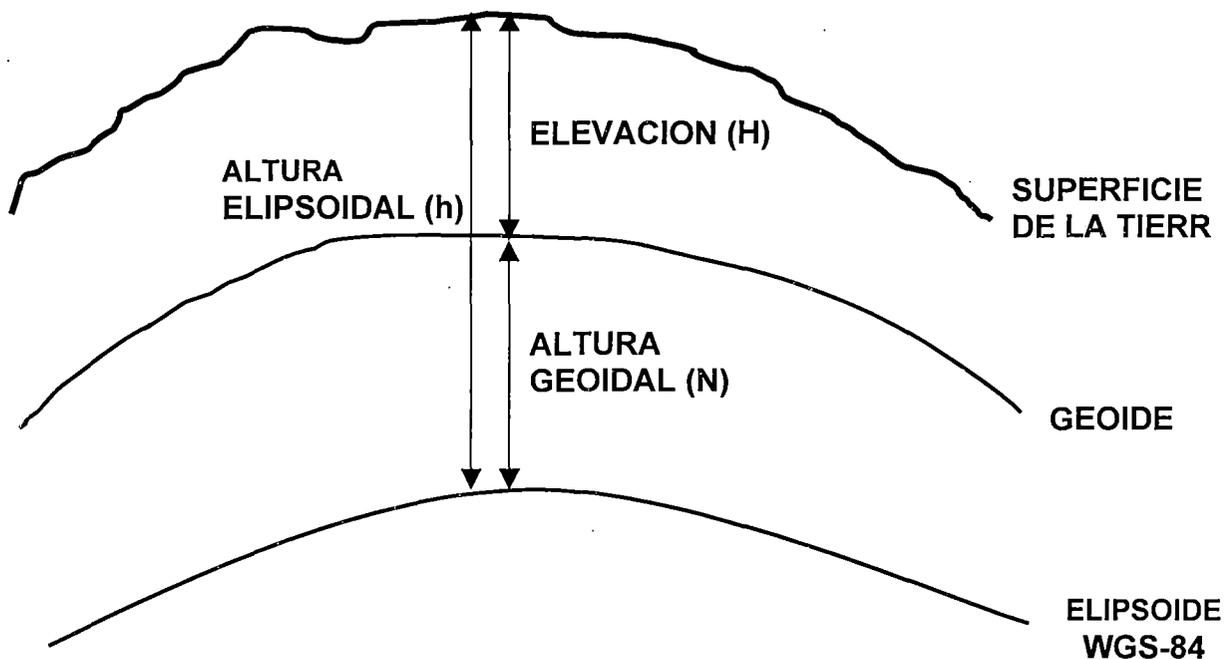
Las mediciones GPS producen alturas geométricas y diferencia de alturas, que usualmente se relacionara un elipsoide (ejemplo, WGS-84) que, a su vez, producen alturas elipsoidales y diferencia de alturas. Por otro lado, las mediciones con nivel ofrecen alturas ortométricas las cuales se relacionan con la superficie geoidal, que en los océanos, coincide (casi con exactitud) con el nivel promedio de la superficie del océano. Desde el punto de vista práctico, los indicadores de las mareas permiten a las redes de nivelación ser "relacionadas" con el geoide.

Las alturas geoidales, por ejemplo, las ondulaciones del geoide con respecto a un elipsoide, son necesarias si se van a usar mensuras obtenidas con GPS para el cálculo de las alturas ortométricas. Además, las mediciones geodésicas deben reducirse a la superficie elipsoidal, (no significa al nivel del mar) antes de proyectarlas al plano cartográfico (UTM). Por lo tanto, el modelo geoidal es útil y tal vez necesario como componente de la infraestructura

geodésica, especialmente al adoptarse un nuevo datum geodésico y tecnología como la de GPS.

En el Perú el datum vertical se realiza mediante una combinación de alturas trigonométricas, nivelaciones de precisión y medidas de las mareas, tomadas en diferentes puntos de la costa peruana.

La Figura 4-4 muestra una vista típica de la relación entre el geoide y el datum del SIRGAS (ITRF-94/WGS-84).



Este croquis está simplificado: no incluye la cuerda de plomada ni las desviaciones de la vertical.

$$h = H + N$$

Donde:

$h$  = Altura elipsoidal o geométrica.

$H$  = Altura geoidal u ortométrica.

$N$  = Ondulación o separación geoidal.

Fig. 4-4. El geoide en el Perú (típico).

**CAPITULO V:**  
**CATASTRO RURAL**

### 5.1 OBJETIVOS.

**El Proyecto Especial Titulación de Tierras y Catastro Rural – PETT**, tiene como objetivo ejecutar el saneamiento físico – legal de los predios rurales del país, teniendo como base previa el levantamiento del catastro rural.

El PETT se creó mediante la Octava Disposición Complementaria del Decreto Ley N° 25902, Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura, del 27 de noviembre de 1992; en el año 1996, el Gobierno suscribió el Contrato de Préstamo N° 906/OC-PERU con el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, para la ejecución del Proyecto de Titulación y Registro de Tierras – PTRT, ampliando sus objetivos hacia la generación de las condiciones para el desarrollo de un mercado de tierras rural, ágil y transparente, mediante el saneamiento físico legal de la propiedad de todos los predios rurales, modernización del catastro rural y único sistema automatizado de registro de la propiedad.

El PETT busca lograr la institucionalización del Catastro Rural que por su naturaleza dinámica, requiere un mantenimiento de la información cartográfica y catastral permanentemente. En tal sentido es necesario consolidar una estructura que, a diferencia del Proyecto, permanezca en el tiempo y asuma esta tarea. Por lo pronto se ha consolidado una metodología de trabajo que permite conjugar en un mismo documento la realidad física del predio así como su situación jurídica.

Asimismo, se espera que todo el levantamiento del Catastro Rural este basado en formato digital para que pueda gestionarse toda esta información a través del uso de tecnologías de Sistema de Información Geográfico (SIG), el cual permite vincular información de diferentes fuentes con puntos en un mapa digital expresada según las necesidades para la que fue creada.

## **5.2 GENERALIDADES.**

### **5.2.1 EL CATASTRO.**

Es el inventario o censo debidamente actualizado y clasificado de los bienes inmuebles existentes en un determinado ámbito geográfico, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica fiscal y económica.

El catastro rural en actual proceso de levantamiento en el país, tiene una finalidad eminentemente jurídico y debe permitir la creación de un verdadero mercado de tierras e impulsar al mejoramiento económico del sector rural.

En los catastros fiscales, los nombres de los propietarios y la delimitación de predios pueden obtenerse por simple declaración de propietarios, ocupantes o informantes. Cuando el propósito es jurídico, tiene por finalidad determinar la condición del titular del predio (Propietario, posesionario, precario y otros), para la posterior regularización del derecho de propiedad de ser el caso.

En los aspectos técnicos, las principales actividades son: toma de vistas aéreas, control terrestre, aerotriangulación, foto identificación, linderación y empadronamiento de predios rurales, levantamiento con GPS en zonas donde no existe recubrimiento fotogramétrico, restitución fotogramétrica, cartografía digital y la administración de la información mediante Sistemas de Información Geográfico (GIS). En la Figura 5-1 se muestra los vuelos aerofotográficos ejecutados y programados.

En los aspectos legales, las principales acciones están orientadas a la formación de expedientes conformados por las pruebas que acrediten la propiedad no inscrita o la posesión pacífica, continua y pública, para su posterior presentación a los Registros Públicos.

### **5.2.2 DEFINICIONES Y TÉRMINOS.**

- **Catastro Rural.**

Es el inventario de la propiedad inmueble rural.

- **Predio.**

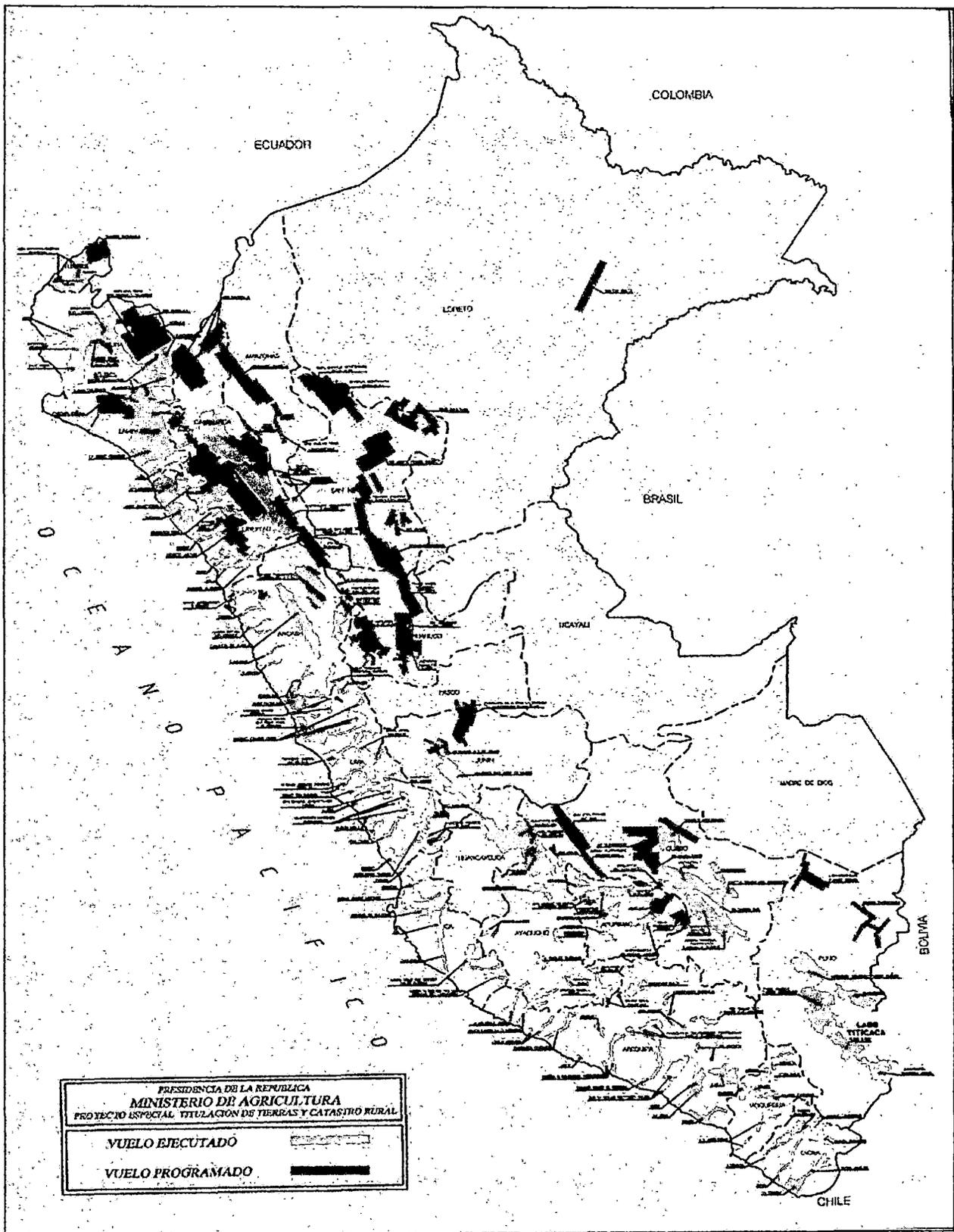


Fig. 5-1 Vuelos aerofotográficos ejecutados y programados-PETT.

El predio es toda extensión territorial continua, dimensionada geoméricamente, deslindada respecto de otros predios catastrales o bienes del dominio y uso público que la limitan y que se encuentra individualizada con una nomenclatura o código catastral. La continuidad territorial del predio queda interrumpida por la existencia de bienes de dominio público.

- **Predio Rural ó Rústico.**

Es la superficie de terreno con continuidad física, dedicada a la explotación agrícola y/o pecuaria de propiedad de una persona natural o jurídica. El derecho de propiedad incluye los aires, el casco y las instalaciones y plantaciones que se encuentran sobre él. Se excluye, el subsuelo que es propiedad del Estado.

- **Unidad Catastral.**

La unidad catastral es la unidad de inventario. En el presente catastro rural, la unidad catastral es el predio.

- **Esferoide.**

Es la superficie de referencia para los levantamientos geodésicos y topográficos y se genera mediante la rotación de una elipse que gira sobre su eje menor. El Perú ha adoptado el denominado Esferoide Internacional de Hyford en el que la elipse que lo genera tiene una relación entre sus ejes  $((a - b) / a)$  igual a  $1/297$ .

- **Zona del Esferoide.**

Es la superficie dentro del Esferoide Internacional de Hyford que corresponde a una franja de  $6^\circ$  entre meridianos geográficos.

El Perú se encuentra ubicado en las zonas 17, 18 y 19 del citado esferoide.

- Zona 17, entre  $78^\circ$  y  $84^\circ$  de longitud oeste.
- Zona 18, entre  $72^\circ$  y  $78^\circ$  de longitud oeste.
- Zona 19, entre  $66^\circ$  y  $72^\circ$  de longitud oeste.

- **Unidad Orgánica Catastral.**

Es el área de terreno dentro de la cual se numeran los predios.

Para las tierras de cultivo bajo riego o seco, la unidad orgánica catastral es el área comprendida dentro de una hoja formato PETT 50 x 50 cms. a escala 1:10,000 y que cubre exactamente una superficie de 2,500 Has.

Para el caso particular de las Comunidades Campesinas o Nativas ubicadas en zonas de pastos naturales, es el área comprendida dentro de una hoja formato PETT para escala 1:25,000 y que cubre aproximadamente una superficie de 19,000 Has., dependiendo de la latitud geográfica correspondiente.

- **Código del Predio.**

La unidad catastral normalmente se representa en forma numérica, la misma que reúne en un mismo número, tanto la zona del esferoide, la Unidad Orgánica Catastral y el número asignado a la Unidad Catastral.

Esta codificación, consta de trece dígitos, de los cuales el primer dígito representa la zona del esferoide (7, 8 ó 9), los siete siguientes las coordenadas del vértice inferior izquierdo de la hoja formato de plano a escala 1:10,000 que identifica la Unidad Orgánica Catastral en kilómetros y los cinco últimos, el número asignado al predio (Unidad Catastral).

Ejemplo:

**8 – 3409105 – 01729**

donde:

**8** :Es el dígito que representa la zona 18 del Esferoide Internacional.

**3409105** :Son las coordenadas del vértice inferior izquierdo de la hoja formato de plano a escala 1:10,000.

**01729** :Es el número asignado al predio dentro de la misma hoja formato de plano a escala 1:10,000.

En el caso de las comunidades nativas de selva, cada predio se codifica en forma alfanumérica indicando en primer lugar el número de la hoja formato de plano a escala 1:25,000 y en segundo lugar el número asignado al predio, antecedido por CC ó CN según que se trate de Comunidad Campesina ó Nativa.

Ejemplo:

CC-24m-I-SO-01349

CN-9p-III-NE-00783

- **Plano Topográfico.**

Es el documento mediante el cual se representan todos los detalles del terreno, generalmente sobre hojas de papel u otros materiales.

El plano topográfico incluye tanto los detalles planimétricos (vías de comunicación, hidrografía, centros poblados, etc.), así como los altimétricos, (se representan mediante curvas de nivel y cotas).

Los planos se levantan a una escala adecuada. El PETT ha establecido la siguientes:

- 1:2,500 para áreas promedio de predios inferiores a 0.5 Has.
- 1:5,000 para áreas promedio de predios inferiores a 1.0 Has.
- 1:10,000 para áreas promedio de predios mayores a 1.0 Has.
- 1:25,000 para áreas de pastos naturales, generalmente ocupadas por comunidades campesinas ó nativas.

- **Plano Catastral.**

Estos planos incluyen tanto la información de los linderos prediales y planimetría básica.

- **Certificado Catastral.**

Es un documento interno que forma parte del llamado Saneamiento Físico que realiza el PETT, mediante el cual acredita los datos físicos (Código del predio, ubicación,

extensión superficial, perímetro, centroides del predio en coordenadas U.T.M y colindantes dentro del contexto geográfico correspondiente) y jurídicos (nombre del titular del predio, condición jurídica). Es decir, es la presentación gráfico – analítico resultado del acto de mensura realizado conforme a las normas técnicas establecidas por el PETT, con la finalidad de ser anexadas al expediente legal formado para su presentación e inscripción del predio rural en los Registros Públicos de la Propiedad Inmueble.

- **Deslinde de Comunidades Campesinas.**

El deslinde de predios se lleva a cabo mediante actas de colindancia debidamente suscritas por ambos colindantes en señal de conformidad. Este procedimiento es de ejecución obligada en los casos de inscripción de comunidades campesinas y nativas. También es usual en los casos contenciosos sometidos a la consideración de los jueces.

- **Derecho de Propiedad.**

Es el vínculo jurídico que relaciona al objeto (Predio) con el sujeto (Propietario) y que permite a éste, usar, disfrutar, disponer y reivindicar aquel, dentro de las limitaciones que establezcan las disposiciones respectivas.

El derecho de propiedad incluye los aires, el casco, las instalaciones y plantaciones.

### **5.3 EL SANEAMIENTO FISICO - LEGAL DE PREDIOS RURALES.**

El saneamiento físico - legal se ejecuta en dos fases generales, que se encuentran vinculadas entre sí:

- Fase de saneamiento físico, y
- Fase de saneamiento legal.

El **saneamiento físico**, implica identificar, codificar y georeferenciar el predio, ubicándolo en el contexto topográfico actual, para lo cual se requiere disponer de planos catastrales actualizados.

El **saneamiento legal**, exige documentar adecuadamente los derechos de propiedad o de posesión para su inscripción respectiva en las Oficinas Registrales Regionales, de conformidad con la legislación vigente.

La formación de todo catastro exige una actividad previa de difusión para alertar a los agricultores de los propósitos del levantamiento, las fechas en que serán visitados por empadronadores debidamente acreditados y sobre la información y documentación que deben aportar.

El saneamiento físico - legal comprende la ejecución de las actividades siguientes:

### **5.3.1 VUELO AEROFOTOGRAFICO.**

Las vistas aéreas han sido tomadas a escalas 1:15,000 ó 1:30,000 para producir planos a 1:5,000 ó 1:10,000 donde la propiedad promedio sea respectivamente, inferior o superior a una hectárea.

El recubrimiento longitudinal especificado es de 60% y el lateral de 20% en terrenos llanos y de 25% en terrenos accidentados.

En los últimos recubrimientos fotográficos se han previsto vuelos con posicionadores satelitales tanto en el avión y en el terreno, para determinados puntos.

Actualmente, a estas fotografías se han sumado las imágenes digitales tomadas por sensores pancromáticos transportados por satélites.

### **5.3.2 CONTROL TERRESTRE.**

#### **CONTROL TERRESTRE.**

Se utiliza cuando las tomas aéreas se efectúan con aviones sin posicionadores geodésicos, como control terrestre para los diferentes proyectos. El control geodésico suplementario o fotogramétrico disponible, se transfiere los puntos de la imagen correspondientes a las vista áreas del Catastro del 70, a la que

se están obteniendo dentro del actual programa de levantamiento catastral, ejecutados a partir del año 1997 siempre ligado al sistema de coordenadas UTM, PSAD-56 del Datum la Canoa-Venezuela.

En otros casos se ha determinado puntos mediante posicionadores utilizando la geodesia satelital.

### **AEROTRIANGULACIÓN ESPACIAL.**

Durante esta fase del levantamiento se crean y obtienen las coordenadas de un número de puntos colocados en la zona de superposición de dos vistas aéreas sucesivas para permitir la restitución fotogramétrica ó producción del plano.

La triangulación aérea se realiza mediante la concatenación mecánica ó analítica de los modelos de una misma línea de vuelo. Durante este proceso se producen errores propios de esta operación que se propagan siguiendo la forma de una parábola y se compensan mediante procedimientos de cálculo de ajustes por fajas ó en bloques.

### **5.3.3 LINDERACIÓN Y EMPADRONAMIENTO.**

Esta actividad consiste en la ejecución de las siguientes actividades: planeamiento de tareas, foto identificación y linderación de predios, empadronamiento y recopilación de documentos.

#### **ACCIONES PREVIAS.**

Antes de realizar las tareas de identificación de linderos y empadronamiento se pondrá en comunicación con los agricultores utilizando los medios de comunicación escritos, sonoros, audiovisuales, etc., indicándoles el propósito del trabajo, las fechas de ejecución y la documentación a ser aportada con fines catastrales y registrales.

Cuando sea posible se entregará previamente a los propietarios ó posesionarios el formulario de notificación correspondiente y el de

designación de representante cuando el propietario ó poseedor desee hacerse representar por otra persona.

### **LINDERACIÓN DE PREDIOS.**

La foto identificación y la delimitación de los linderos prediales, se efectúa con la intervención del propietario, posesionario ó persona autorizada, este proceso consiste en identificar el lindero de cada predio y dibujarlo sobre fotocopias de las vistas aéreas ampliadas, generalmente con un factor de ampliación 3.0 con respecto a la foto original. En los casos de exagerado minifundio, puede utilizarse un factor de ampliación mayor, obtenido por medios fotométricos ó para conseguir una mejor resolución de las imágenes mediante su obtención partiendo de fotos escaneadas. Cuando una parte del predio ó la totalidad del predio se encuentra en disputa se marca el lindero materia de conflicto con línea entrecortada y al interior del área respectiva se coloca ZL (zona en litigio). Asimismo, se le asigna un número de la unidad catastral.

Por cada predio foto identificado y linderado se elabora una ficha catastral, mediante la cual se asigna a aquel el mismo número de la unidad catastral consignado en la fotografía.

Actualmente se viene realizando esta actividad de foto identificación de los linderos de predios rurales en base a las ortofotos impresas a una escala apropiada para efectuar el trabajo en campo.

### **DIBUJO DE LINDEROS PREDIALES.**

Este proceso se realiza en gabinete, todos los predios foto identificados en campo se dibujan con bolígrafos de tinta seca en un color que resalte con relación al tono fotográfico. Generalmente se usa el color rojo. Debe colocarse el código ó unidad catastral asignada al interior del lindero del predio (desde el 1 hasta el 99999), el mismo que debe ser irrepetible dentro del ámbito correspondiente a la unidad orgánica catastral.

## **EMPADRONAMIENTO Y RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS.**

El empadronamiento se concreta llenando la ficha catastral correspondiente asignándole el mismo número de predio señalado en la fotocopia donde se ha delimitado el lindero del predio.

Con dicha ficha se inicia la labor de empadronamiento ó toma de datos necesarios para definir al ocupante (propietario ó posesionario), incluye toda la información textual como el nombre del propietario ó poseedor, la ubicación política del predio hasta el nivel de distrito, su situación jurídica del titular, vínculo existente entre el predio y el titular respecto a la titularidad de dominio, etc.

La ficha catastral debe conservarse sin enmendaduras, luego de ser suscrita por el declarante. Tiene carácter de declaración jurada. Cualquier modificación debe realizarse solamente en la base de datos, sin modificar el documento original.

Tanto el nombre del titular como el derecho respectivo debe ser adecuado y completamente documentado a efectos de posibilitar la inscripción registral.

## **DIGITACIÓN DE FICHAS CATASTRALES.**

La ficha catastral, es un documento que utiliza internamente el PETT, para que el empadronador levante toda la información solicitada al tenedor y conductor del predio que visita, sirve para identificar en primera instancia al predio en sus características físicas y tipo de explotación económica. También la información que contiene sirve para identificar los derechos de posesión ó propiedad que posea el tenedor ó conductor del predio acreditando dicha información con la presentación de los documentos de propiedad ó posesión.

Las fichas catastrales son digitadas generándose la base textual ó alfanumérica de datos catastrales producto del empadronamiento, que posteriormente vinculada con la base gráfica y constituye la "Base de Datos Catastrales".

#### **5.3.4 FORMACIÓN DE EXPEDIENTES.**

Durante su visita y si se trata de un propietario el empadronador recogerá el título que acredite dicha condición para proceder al trámite para su registro, si se tratara de un predio registrado tomará nota de la ficha ó el código de predio del Registro Predial, además se procederá a llenar la información contenida en la Ficha Catastral. En el caso, de un poseedor, se procede al llenado del Formulario Registral respectivo y a la recepción de la documentación que sustente el vínculo jurídico del predio con el agricultor empadronado ó solicitante.

Esta acción reviste singular importancia por cuanto determina el grado de veracidad de las declaraciones recogidas en el campo.

Durante las visitas correspondientes, el empadronador debe verificar, en compañía del propietario y/o poseedor ó su representante, los linderos del predio para foto identificarlos y calificarlos.

La información recogida en campo así como la consignada en las fotocopias, se revisa en gabinete para el ulterior proceso de subsanación ó para completar la documentación que se requiera.

#### **EXPEDIENTES PARA LA INSCRIPCIÓN DEL DERECHO DE PROPIEDAD DE TIERRAS RÚSTICAS.**

(Decreto Legislativo N° 667 y Normas Modificatorias)

Contienen:

- a) Título de propiedad.
- b) Copia simple del documento de identidad del interesado (Libreta Electoral, Libreta Militar ó Documento Provisional de Identidad).
- c) Certificado catastral.

#### **EXPEDIENTES PARA LA INSCRIPCIÓN DEL DERECHO DE POSESIÓN DE TIERRAS RÚSTICAS.**

(Decreto Legislativo N° 667 y Normas Modificatorias)

Contienen:

- a) **Formulario Registral “A”.- INSCRIPCIÓN DE DERECHO DE POSESIÓN EN PREDIOS RURALES DE PROPIEDAD DEL ESTADO O DE PARTICULARES**”, sus Anexos N°s 001.- Documentos probatorios del derecho de posesión y 004.- Declaración jurada del solicitante, sólo cuando se trate de predios rurales de propiedad de particulares.
- b) **Cualquiera de los Anexos del Formulario Registral “A”** en su calidad de prueba obligatoria y que son:
- Anexo N° 001. Declaración de colindantes ó vecinos.
- Anexo N° 002. Declaración de Comités, Fondos u Organizaciones de Productores Agrarios ó Usuarios de Agua.
- c) **Las pruebas complementarias** que acrediten a posesión directa, continua, pacífica y pública mayor de cinco años, si se trata de un terreno de propiedad privada y de un año si es de dominio del Estado.
- El artículo 26° del Decreto Legislativo N° 667 modificado por la Ley N° 26838 establece algunas de las pruebas sustentatorias de la posesión. Del mismo modo el Decreto Supremo N° 018-98-AG precisa como pruebas complementarias, además, el certificado de inscripción de marcas y señales de ganado, certificado de inscripción en el padrón de prestatarios de fondos rotatorios, certificado de haber sido empadronado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, certificado de tener adeudos pendientes de pago por contratos de créditos agrícolas con FONDEAGRO y/o Ministerio de Agricultura, certificado en que conste que el poseedor fue prestatario del Banco Agrario, certificado de estar inscrito el predio en el padrón catastral de la ex - Dirección General de Reforma Agraria, constancias de posesión otorgadas por las Agencias Agrarias respectivas y certificado domiciliario expedido por la Policía Nacional ó por el Juzgado de Paz. A falta de las citadas, cualquier otra prueba que acredite posesión.
- d) Certificado catastral.

### **5.3.5 RESTITUCIÓN FOTOGRAMETRICA.**

Es la fase del proceso fotogramétrico mediante la cual se restituyen las posiciones relativas de dos fotos sucesivas (pares de imágenes de la zona a tratar, parcialmente traslapados) de una misma tira fotográfica ó línea de vuelo, que permiten la construcción de un modelo estereoscópico (pares estereoscópicos) y transformar la proyección cónica de las vistas aéreas en la proyección ortogonal correspondiente al plano.

La restitución puede realizarse por los siguientes métodos:

- Restitución óptica mecánica ó analógica.
- Restitución analítica.
- Restitución digital - ortofoto.

En base a las fotografías aéreas, utilizando los métodos de restitución fotogramétrica, se obtienen los planos catastrales incluyendo la información planimétrica, linderos de predios, límites políticos y la toponimia.

Ultimamente se está utilizando los restituidores fotogramétricos digitales, obteniendo los productos de ortofotografía en formato digital compatibles con sistemas de información geográfica.

La ortofotografía tiene la precisión de un plano a escala y contiene la riqueza informativa que proporciona la fotografía aérea. Se usa como cartografía básica para realizar el Catastro Inmobiliario Rural.

### **5.3.6 VECTORIZACIÓN – EDICIÓN DE PLANOS.**

La digitalización se realiza mediante programas que permitan efectuar el proceso de vectorización de imágenes escaneadas (planos restituidos en poliéster) y georeferenciadas.

- Mediante la digitalización de la información planimétrica y de linderos de predios rurales, se obtienen los planos catastrales vectoriales digitales.

- Se realiza la vectorización de linderos de predios rurales en base a la ortofografía digital.

### **5.3.7 VINCULACIÓN GRÁFICA - TEXTUAL (SIG).**

La Base de Datos Cartográfica obtenida a través de un proceso de toma de fotografía aérea, restitución fotogramétrica, geodésicos e instrumentos cartográficos digitales (digitalización), apoyada por una verificación en campo y documentales; lo cual permite lograr una gran variedad de productos cartográficos en forma digital.

La constitución de la Base de Datos Catastrales, es un sistema completo de información territorial, constituido por un inventario de bienes inmuebles rurales organizado e informatizado que se apoya sobre una base cartográfica.

La información resultante de la digitación de las fichas catastrales constituye la base textual de datos, contiene la descripción de los bienes inmuebles rurales referida tanto a su situación como a sus características físicas.

La información gráfica resultante de la cartografía digitalizada, procedente de la digitalización de planos vectoriales y ortofotografías a escala 1:5,000 y 1:10,000, que cubre la región de la Costa y parte de la Sierra actualmente.

- La cartografía rural se circunscribe a los datos disponibles y existentes en las Bases de Datos Catastrales del PETT y se suministra en los soportes y formatos establecidos por ésta.
- El Código Catastral que figura en ambas bases (Alfanumérica y gráfica), se utiliza para vincular y constituir la "Base de Datos Catastrales".

### **5.3.8 EMISIÓN DE CERTIFICADOS CATASTRALES.**

El certificado catastral es el documento mediante el cual se deja constancia de que un determinado predio figura en el catastro. Se

suministra a pedido de la parte interesada o como anexo al expediente de inscripción de una propiedad o posesión.

El certificado contiene una parte gráfica, donde figura el predio ubicado en el entorno topográfico que lo rodea, con los colindantes y otros predios cercanos y debidamente georeferenciados con la cuadrícula UTM. Contiene además una parte alfanumérica con los siguientes datos:

- Condición jurídica.
- Nombre del propietario o poseedor.
- Código del predio.
- Número de la hoja del plano donde está ubicado.
- Escala del plano base.
- Area en hectáreas a dos decimales para predios mayores de  $\frac{1}{4}$  ha. y a cuatro decimales para predios más pequeños.
- Perímetro en metros lineales a dos decimales.
- Coordenadas del centroide.
- Ubicación política (departamento, provincia y distrito).
- Sector.
- Valle.
- Nombre del predio.

El certificado catastral sustituye al plano de ubicación y a la memoria descriptiva a que se refiere el Decreto Legislativo N° 667.

Para fines de inscripción, debe llevar la firma de Ing. Agrónomo ó Agrícola.

Generación de productos catastrales por cada proyecto materia de inscripción, siendo los siguientes:

- Mapa índice de hojas catastrales del Proyecto.
- Planos catastrales a escala 1:2,500/1:5,000/ 1:10,000.

- Padrones de los poseesionarios y/o propietarios materia de inscripción en orden alfabético y correlativo al código catastral.

### **ACTUALIZACIÓN Y CONSERVACIÓN CATASTRAL.**

La actualización catastral es una labor de carácter periódico, tanto en la base cartográfica y catastral. La conservación es de carácter permanente y sistemática y se relaciona generalmente con la información temática (transferencias de dominio, sub división y acumulación de predios, cambios de uso, etc.).

Para actualizar la base cartográfica se utilizará las ortofotografías a escalas 1:10,000 ó 1:5,000. Así como ortoimágenes satelitales de un metro de resolución espacial que nos proporcionarán imágenes multiespectrales, en formato digital a escala 1:10,000.

La conservación catastral solo es posible mediante el establecimiento de un sistema registral obligatorio y constitutivo. Para facilitar la tarea de conservación del catastro, es conveniente realizar tanto el registro total de los predios rústicos como el de los derechos que recaigan sobre ellos.

#### **5.3.9 PRESENTACIÓN DE LOS EXPEDIENTES AL REGISTRO.**

##### **SOLICITUD.**

Presentación a la mesa de partes de la Oficina Registral respectiva del oficio solicitando la inscripción, en el caso de inscripción masiva promovida por el PETT.

##### **ASIENTO DE PRESENTACIÓN.**

Los títulos presentados generarán un asiento de presentación en el Libro Diario (manual ó electrónico), según sea el orden cronológico de presentación.

A partir de la actividad siguiente, el procedimiento es ejecutado por la SUNARP, a través de sus Oficinas Registrales Regionales respectivas.

### **5.3.10 INSCRIPCIÓN REGISTRAL.**

Ingresado el expediente al Libro Diario de la Oficina Registral respectiva, es derivado al Registrador Público de la Sección Especial de Predios Rurales para su calificación.

#### **CALIFICACIÓN REGISTRAL.**

El registrador calificará los títulos presentados y, según sea el caso, los inscribirá si cumplen los requisitos de forma y fondo, y los observará ó tachará, si adolecen de defectos subsanables ó insubsanables respectivamente.

En el caso de inscripciones de expedientes de posesión, de ser una calificación positiva, procederá a inscribir el derecho de posesión, la que luego de notificada mediante carteles en el predio, el local del municipio, en el Juzgado de Paz, y en el Juzgado Especializado en lo Civil más cercano, en la Dirección Regional de Agricultura y en la Iglesia Parroquial; así como en el diario oficial "El Peruano"; y de no presentarse oposición de terceros, es convertida en derecho de propiedad.

#### **OBSERVACIONES Y TACHAS.**

##### **PLAZOS:**

| <b>Para formular:</b>                 | <b>Para absolver:</b> |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Observaciones: 05 días de presentados | 20 días de notificada |
| Tachas : 05 días Idem                 |                       |

##### **RECURSOS:**

- Apelación: Dentro del plazo del asiento de presentación (30 días prorrogables a 30 días más).

- Revisión: 08 días después de notificada la absolución de la apelación.

### **5.3.11 TRAMITE Y PUBLICACIÓN DE LA POSESIÓN.**

- En el caso de inscripciones de expedientes de posesión, de ser una calificación positiva, el Registrador Público procederá a inscribir el derecho de posesión, debiendo luego disponer su notificación, que se efectúa a través de publicaciones de carteles que se colocarán en el local del Registro, en el predio rural materia de la inscripción, en el local del municipio, en el Juzgado de Paz, y en el Juzgado Especializado en lo Civil mas cercano, en la Dirección Regional de Agricultura y en la Iglesia Parroquial; así como en el diario oficial "El Peruano".
- Las notificaciones permanecerán en los carteles durante un plazo de 30 días contados a partir del primer día de su publicación.
- Para la publicación en el diario oficial El Peruano, el Registrador debe remitir al PETT Central, la relación ó listado impreso de los predios inscritos acompañado de la base de datos contenida en 01 diskette, lo que se realiza en coordinación con la Jefatura PETT de Ejecución Regional, a efectos de que se tramite la publicación a través de Secretaria General del Ministerio de Agricultura.
- Las notificaciones consignarán el nombre del poseedor con derecho inscrito en la Oficina Registral correspondiente, la ubicación, el área, linderos, perímetro, el código registral del predio rural si lo hubiere. Asimismo, en la notificación se señalará que de no presentarse oposición alguna durante los 30 días siguientes a la fecha de publicación, se procederá a la inscripción, en forma automática, el derecho de propiedad del solicitante, sin requerirse declaración judicial previa.

### **5.3.12 CONVERSIÓN DE LA POSESION EN PROPIEDAD.**

Contados 30 días desde la publicación en el diario oficial "El Peruano", y de no presentarse ninguna oposición de terceros, la posesión inscrita es convertida automáticamente en derecho de propiedad.

La presentación de la publicación aludida, no será requisito exigible para efectos de la inscripción del derecho de propiedad.

### **5.3.13 TITULOS ENTREGADOS A LOS BENEFICIARIOS.**

Inscrito el derecho de propiedad el PETT entrega a sus beneficiarios, los títulos de formalización de la propiedad rural que certifican que el proceso de saneamiento Físico - Legal ha concluido.

**5.4 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO ESPECIAL DE TITULACIÓN DE TIERRAS Y CATASTRO RURAL – PETT.**



**CAPITULO VI:**  
**METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO**  
**CON GPS**

## **CAPITULO VI: METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO CON GPS.**

A manera de referencia el Catastro en la Costa y Sierra, se realiza sobre la base de fotografías aéreas ó sus ampliaciones, verificándose y marcándose los linderos sobre el trazo que muestra la fotocopia y colocándose en su interior el código del respectivo predio.

La información de los linderos consignada en las fotocopias es trasladada en gabinete a las ampliaciones fotográficas, para su posterior proceso de restitución fotogramétrico.

Para el caso de Selva, donde la posibilidad de realizar vuelos aerofotográficos proporciona información limitada por cuanto los linderos se encuentran cubiertos de árboles se ha desarrollado la siguiente metodología, como forma de presentar una alternativa de solución al problema del Levantamiento Catastral de Predios.

La presente metodología plantea las diferentes formas de realizar los levantamientos catastrales de predios en zonas de Selva y Ceja de Selva, en donde la información aerofotográfica no presenta apoyo para definir predios y es necesario recurrir a la aplicación de otras técnicas integradas, como el GPS y la topografía convencional apoyadas sobre información aerofotográfica y cartográfica existente.

### **6.1 LEVANTAMIENTO CATASTRAL CON GPS.**

#### **TÉCNICA DIFERENCIAL (DGPS).**

Para la ejecución de los trabajos de campo a realizarse con fines catastrales el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se sustentará en la aplicación de la técnica diferencial DGPS.

En este sentido se orientara al empleo de receptores GPS-Submetro, de una sola frecuencia con características que permiten realizar el levantamiento de predios y aplicar lo que se denomina, la Técnica Diferencial (DGPS) con post-proceso, para

lo cual se contará con el respaldo de una Estación Base Comunitaria CBS, colocada sobre un punto de posición conocida de alta precisión, y otro(s) receptor rover(s) registrando datos en forma simultánea durante intervalos de tiempo común, sobre los cuales se hallará la posición y se realizará la respectiva corrección diferencial ajustada al punto conocido de la Estación Base, este método tiene el propósito de remover los errores que diluyen la precisión de una posición relativa, registrada con un GPS, (diversos factores: relojes, efectos del entorno atmosférico ionos/troposfera).

La metodología que se propone, para el levantamiento de predios rurales en zona de Selva y Ceja de Selva, bajo la aplicación de la captura de datos con receptores GPS-Submetro, descarta el procedimiento de ser utilizados en modo absoluto, individual ó autónomo, debido a que presenta una precisión de  $\pm 10.00$  mts. en posición, (regularmente empleado para la navegación), procedimiento mediante el cual no es posible reducir el efecto de los errores propios de un receptor GPS al realizar un registro de posición.

Debido a esta característica que afecta la posición que registra todo receptor GPS, sea el orden de precisión que tenga; y a la precisión exigida para los trabajos de levantamiento de predios que realiza el PETT, se hace necesaria la aplicación de la Técnica Diferencial denominado DGPS.

## **6.2 ESTRUCTURA BÁSICA DEL SISTEMA CARTOGRÁFICO.**

### **MARCO DE REFERENCIA.**

Se establecerá como marco de referencia para los trabajos del Sistema de Posicionamiento Global – GPS:

- Sistema Geocéntrico WGS-84.
- Sistema de Proyección Plana, Universal Transversal de Mercator UTM, en metros.

Como tal, el Punto de enlace inicial debe responder a este marco de referencia y será un punto de la Red Geodésica GPS Primaria del IGN; ver la Figura 6-1, todo los registros de colección de datos y cálculo diferencial que se realicen igualmente responderán al mismo marco.

### **BASE CARTOGRÁFICA.**

La Base Cartográfica, estará apoyada sobre las correspondientes hojas de la Carta Nacional escala 1/100,000 las cuales estarán digitalizadas, manteniendo su cuadrillado, permitiendo la representación a diferentes escalas propias para el trabajo y realizar los planos iniciales para el desarrollo del Catastro hasta su desarrollo total. Para tal caso las hojas se encuentran Georeferenciadas en los sistemas WGS-84 y PSAD-56.

La Base Cartográfica, tendrá como cobertura la información con la que cuentan las Cartas Nacionales a la escala mencionada, la que será representada en el área Catastrada conjuntamente con la información de los predios:

- Cuadrillado :UTM(WGS-84) y UTM(PSAD-56).
- Hidrografía :Ríos y afluentes.
- Red Vial :Carreteras, Trazos principales
- Centros Poblados :Se indicarán los nombres, ubicados en el área de influencia.
- Predios :Delimitación de Predios Georeferenciados.
- Toponimia

### **ESTABLECIMIENTO DE LA RED PRINCIPAL (CBS).**

Para establecer una red de puntos que servirán como Estaciones Base para uso comunitario, se tomará como punto de partida para realizar el enlace, un punto de la Red Geodésica GPS Primaria del IGN del Sistema Geocéntrico WGS-84.

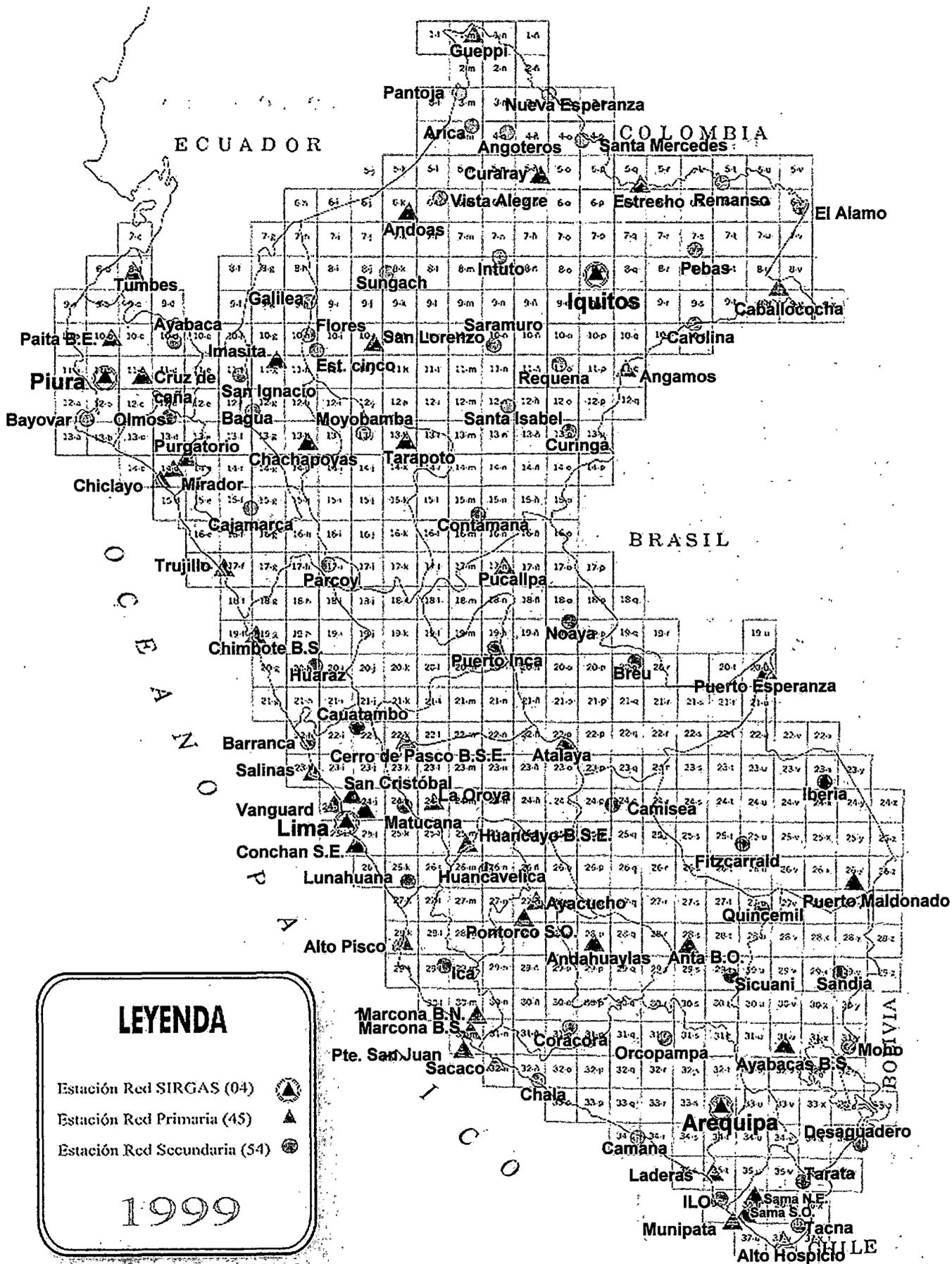


Fig. 6-1 Cuadro de empalmes, Estación Red SIRGAS, Primaria y Secundaria.



En el caso de tener 2 puntos de la Red Geodésica GPS, se instalarán 2 receptores (Línea Base Múltiple) registrando información de posición en forma simultánea en el mismo intervalo de tiempo común con la finalidad de verificar el registro y resolver la ambigüedad de las observaciones, comparar las coordenadas relativas a cada uno de los puntos y observar una diferencia submetro, para la posición asignada al nuevo punto (Estación Base).

Los puntos colocados CBS tendrán un radio de cobertura, que estará dado en función al tipo de receptor que se empleé. Deberán establecerse en lugares con cielo despejado, cercanos a conexiones de fluido eléctrico.

#### **ESTABLECIMIENTO DE LA RED AUXILIAR (PUNTOS DE APOYO).**

Para establecer una Red Auxiliar de Puntos que servirán de apoyo para realizar posteriores levantamientos topográficos convencionales, se trasladarán los puntos enlazándose a los puntos de la Red Principal (CBS).

Estos puntos deben colocarse en pares, con visibilidad entre ellos, y deben ubicarse en áreas donde permitan la fácil penetración a las zonas por levantar.

#### **LEVANTAMIENTO DE LINDEROS DE PREDIOS.**

Se aplicará la técnica de post-proceso diferencial DGPS, para lo cual se debe contar con una CBS y un determinado número de equipos GPS-Submetro, operando en intervalos de tiempo común, el operador del equipo GPS, recorrerá conjuntamente con el propietario o posesionario, los linderos del predio, ubicándose en cada uno de los vértices para georeferenciar dicho punto con el equipo GPS. El registro de la data del lindero será, en modo estático o cinemático, según las características del predio.

### **6.3 PROCEDIMIENTOS PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES CON GPS.**

Para realizar Levantamientos Catastrales en zonas de Selva y Ceja de Selva, en donde no existe recubrimiento aerofotográfico, es necesario para describir un predio rural de manera gráfica, que la representación de la posición de un punto no debe exceder a 0.5 mm, esto esta dado en función a la escala del plano al que se represente, por tal motivo, se define que: La posición absoluta de un vértice en áreas rurales determinada mediante el Sistema de Posicionamiento Global GPS, tendrá una precisión Sub-metro ( $\leq 1$  metro) de la posición verdadera en el Datum SIRGAS (WGS-84/ITRF-94 Epoca 1995.4).

#### **6.3.1 PRUEBA DEL EQUIPO GPS.**

Antes del primer uso de un receptor GPS, o cuando hay cambios en el receptor, antena, software etc., es necesario probar el equipo GPS, para lo cual se requiere lo siguiente:

##### **RED DE PRUEBA.**

Una Red de Prueba; para receptores Sub-metro de una frecuencia (L1), en un área de aproximadamente 500.00 m<sup>2</sup>, que consiste de 10 puntos con coordenadas conocidas de alta precisión (cm.), con algunas características definidas, para verificar que la precisión y exactitud del equipo es la requerida para los trabajos del Levantamiento Catastral.

##### **REQUISITOS DE PRUEBA.**

Todo el equipo GPS (Receptor, Antena, Componentes Electrónicos y Software) empleados para realizar los levantamientos, tiene que alcanzar los estándares de precisión.

Es necesario probar un equipo GPS, en los siguientes casos:

Cuando se cambia un software (actualización), se cambian partes del firmware, o cuando se cambia una antena.

Se deben someter los resultados de la prueba a las especificaciones técnicas que indican los fabricantes o representantes y mantener un control o registro de todos los receptores certificados.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE PRUEBA.**

Ubicación : Distrito Santa Rosa - Ancón, 38 Km. al Norte de Lima. Ver Figura 6-2.

Vía de acceso : Terrestre.

Detalle : Establecida y de uso del PETT.

La red consta de 10 puntos de orden geodésico, ubicados en la parte central de dicho balneario, en áreas parcialmente cubiertas de vegetación y construcciones, posesionados mediante el Sistema de Posicionamiento Global – GPS.

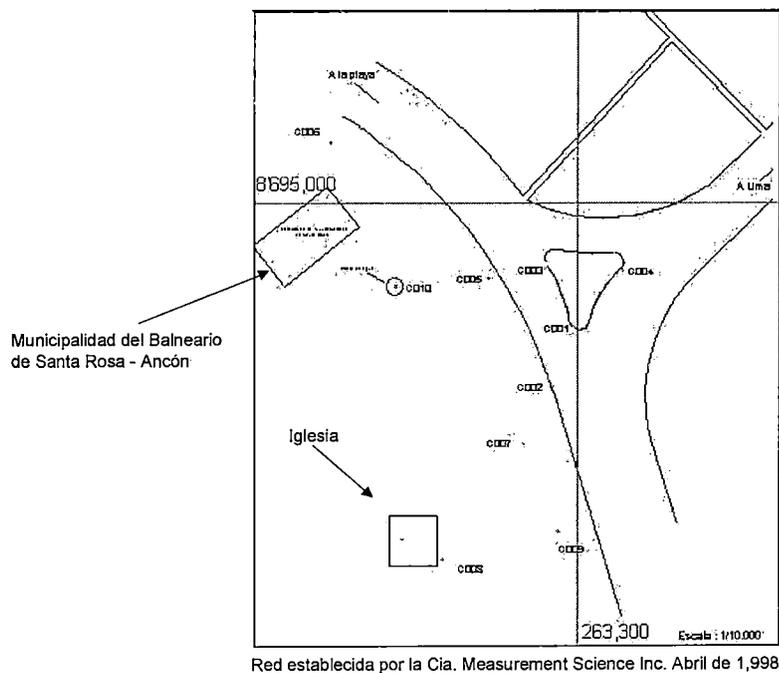


Fig. 6-2. Red establecida en la Localidad de Santa Rosa – Ancón.

**Prueba en la Red.-** Permitirá determinar precisión vs. tiempo de ocupación de los equipos GPS, y consiste en realizar las siguientes pruebas:

#### **LÍNEA DE BASE MÚLTIPLE.**

En esta prueba se comparan las coordenadas corregidas relativas a la base 1 contra las relativas a la base 2, la diferencia debe ser menos que 1.00 metro en todos los casos.

Para cada punto que alcanza el estándar, se calcula su posición promedio, si un punto no alcanza el estándar, se debe regresar al campo y ocuparlo de nuevo.

#### **OCUPACIÓN MÚLTIPLE (DOBLE OCUPACIÓN).**

Se comparan las coordenadas calculadas a tiempo 1 (t1) contra las calculadas a tiempo 2 (t2). La diferencia debe ser menor de 1.40 mts. en todos los casos.

Para cada punto que alcanza el estándar, se calcula su posición promedio. Si un punto no alcanza el estándar, se debe regresar al campo y ocuparlo de nuevo.

#### **PRUEBA DE ERROR SISTEMÁTICO.**

Consiste en comparar el promedio de las coordenadas observadas en las pruebas anteriores con los valores de las coordenadas conocidas. La diferencia en posición no debe exceder a 1.00 metro.

---

**Nota:** El tiempo de ocupación debe ser de 1, 2, 5, 10, 15, 20 minutos; hasta lograr determinar el tiempo mínimo óptimo de ocupación para alcanzar la precisión requerida, para los equipos Sub-metro analizados.

---

### **6.3.2 PLANIFICACIÓN EN GABINETE Y PREPARACIÓN.**

El planeamiento y organización es parte esencial para los Levantamientos Catastrales con GPS. Se debe acopiar todo el

material relevante del área de trabajo: Cartas Nacionales del IGN, mapas catastrales anteriores, delimitaciones preliminares, etc. toda información que contribuya a la ejecución de los levantamientos.

Se debe realizar la sectorización del área a levantar, identificando y asignando al personal de campo su área de trabajo correspondiente.

Alcanzar el estándar establecido para Levantamientos Catastrales Rurales con GPS, se conseguirá bajo condiciones específicas de operación. Los parámetros del equipo GPS, como el intervalo de observaciones y las máscaras de elevación, deben ser configurados tanto en la base como en los rover antes de recolectar cualquier dato de posición. En particular es importante configurar los parámetros del rover (las máscaras de elevación a  $15^\circ$ ,  $PDOP \leq 4$ ) a valores más restrictivos que de la base (elevación a  $10^\circ$ ), se debe observar este punto para que la base tenga mayor cobertura satelital que los rover y asegurar que todos los satélites observados por los rover sean también observados por la estación base.

Mientras se ocupa el vértice de un predio u otro punto para su posicionamiento con el receptor GPS, se debe almacenar una descripción del punto – Atributo, para lo cual, el software de post-proceso diferencial permite crear un Diccionario de Datos o Atributos, que establece una estructura para la identificación de los datos levantados en campo. El diccionario, consiste en un listado de entidades o números representativos, que se encontrarán en campo al efectuar la linderación, los que serán asignados a cada punto registrado, una vez creado se transfiere el diccionario del computador al receptor GPS, para su posterior uso en campo.

Se deben identificar las estaciones base de trabajo (CBS), y asegurar que estas operen el tiempo requerido. Cada receptor debe estar equipado con un conjunto de accesorios, que garanticen su operatividad en forma continua, por lo que, cada

responsable debe revisar el equipamiento completo y probar su operación cada día antes de salir al campo.

### **6.3.3 PROCEDIMIENTO DE CAMPO.**

Un reconocimiento completo del área es una parte esencial de cualquier Levantamiento Catastral y especialmente para un levantamiento con GPS. El área a trabajar debe ser identificada tanto a nivel de Sector como de predios individuales, en un esquema general para facilitar la identificación sistemática de todos los vértices de los predios individuales. Este procedimiento permite optimizar el proceso y organizar los resultados en una secuencia lógica.

#### **MEDICIONES DE CAMPO.**

El método GPS propuesto, responde a una técnica denominada "Posicionamiento Diferencial Pseudorange" (Diferential Pseudo-Range Positioning). Se necesita un mínimo de dos unidades GPS (una Base y un Rover), pero se recomienda usar dos Bases y la cantidad de Rover(s) necesaria, para tener un chequeo Semi – independiente.

#### **TOMA DE DATOS DE LA ESTACIÓN BASE (CBS).**

Para este efecto el modulo GPS - Estación Base Comunitaria CBS, contará con un receptor (colector de datos), un computador portátil o de escritorio, y el software correspondiente para el almacenamiento de la data colectada, debiendo ser instalado en un punto con coordenadas conocidas relativas al dato geodésico WGS-84/ITRF-94 establecidas previamente para este propósito bajo el mismo marco de referencia. La característica del registro de la base, es que debe cubrir un registro de data tal que presente un intervalo de tiempo común con todos los rovers que estén operando en simultaneo durante los trabajos del día.

## **TOMA DE DATOS CON EL ROVER.**

Antes de empezar los levantamientos del día, se deben ocupar con el rover un punto de control con coordenadas conocidas relativas al dato geodésico WGS-84/ITRF-94 establecidas previamente bajo el mismo marco de referencia. Esto provee un chequeo para confirmar que el rover está configurado correctamente y que se obtendrá una exactitud aceptable.

Una vez que se han identificado los predios, las brigadas de campo, procederán al levantamiento de predios con receptores GPS Sub-metro, los mismos que recorrerán conjuntamente con el propietario, posesionario o representante, los linderos del predio, identificando cada vértice para iniciar así la toma de registro de datos, el registro de la posición de cada punto se realizará en modo estático, y se ocupará por un período de tiempo no menor de 10 minutos cada vértice, resultando en 600 observaciones o épocas a un intervalo de 1 segundo por registro, esto se cumple para los receptores GPS Sub-metro Magellan Promark X Cm del PETT; y se tomará un tiempo de 01 minuto para otros receptores de mejores características técnicas, resultando en 60 observaciones o épocas (a un intervalo de 1 segundo).

Se tomaran puntos excéntricos en los casos en que no se puede acceder a ocupar el vértice de un predio directamente con el receptor GPS, por ejemplo si el punto se encuentra bajo árboles de copas muy tupidas, no es adecuado usar GPS para efectuar el levantamiento de un punto temporal y luego llevar a cabo mediciones en ordenadas (distancia y rumbo) en el punto necesario. La posición se puede verificar usando dos puntos temporales y mediciones en ordenadas desde las dos estaciones (Ver Anexo N° 6-1). Es posible emplear una cinta de medir y una brújula para llevar a cabo las mediciones en ordenadas, también se puede utilizar un telémetro de rayo láser con inclinómetro y brújula digital de inducción terrestre integrados los datos se bajan directamente al registro de datos GPS y se aplican a la posición GPS determinada, dando por resultado que la posición en

ordenadas queda disponible de inmediato, sin embargo, para los trabajos de levantamiento catastral se ha elegido utilizar equipos de Estación Total (Ver Anexo–B Especificaciones Técnicas), dicho equipo topográfico nos va a permitir también trazar poligonales abierta. Las mediciones se pueden hacer muy rápido y no sólo son más exactas que las mediciones tomadas con cinta y brújula análogas, sino que el procedimiento automático de bajar los datos reduce la probabilidad de errores en el registro.

La información colectada de cada vértice ó punto se almacenara en un archivo en la memoria del rover, cuyo nombre responde a las especificaciones dadas en el Anexo N° 6-2, simultáneamente se debe llenar la libreta de campo de acuerdo al formato indicado en el Anexo N° 6-3.

Previo al levantamiento de campo, los vértices deben ser limpiados (despejados) de cualquier cobertura arbórea en un área que permita facilitar los trabajos de campo y la colección/registro de los datos mediante los receptores GPS. El despejado de cada vértice deberá ser realizado por cada propietario y/o posesionario en coordinación con sus colindantes y de acuerdo a la notificación de empadronamiento realizada por el PETT.

Se requiere de un conocimiento no solo de los sitios ocupados, sino también de la ruta tomada para llegar a ellos, se recomienda tomar las coordenadas de la ruta con un Navegador-GPS (Ver Anexo D, Tipo y Marca de Receptores GPS).

Al final del trabajo del día, se debe reocupar el punto de control conocido, ocupado al inicio de los trabajos para verificar que el rover presenta el estándar sub-metro requerido.

#### **NOTAS DE CAMPO.**

Una parte importante de los procedimientos de campo es registrar en una libreta de campo toda información relevante con el levantamiento GPS de predios rurales, en el se consignará un croquis topográfico, información relativa a cada vértice, observaciones, etc.

Estas notas de campo son la base para la realización de los cálculos en gabinete y el diseño de los predios en un CAD; por lo tanto deben ser lo mas reales posibles, completos y legibles.

La Libreta de Campo debe mantener los siguientes datos:

El Croquis del Area de Trabajo.

Encabezado indicando: Sector, Distrito, Grupo, CBS, Rover, Serie del Colector, Responsable y la fecha.

Diagrama de los Predios Linderados.

Diagrama de cada punto de ser necesario.

Cuadro con el orden de medición, número de predio, nombre de los puntos/archivo correspondiente, altura de antena, Tiempo de Registro, PDOP, Observaciones, etc.

Circunstancias extraordinarias (obstrucciones, problemas con el equipo, condiciones de accesibilidad, problemas climatológicos, etc.).

Detalle de Puntos Excéntricos.

Objetos que podrían reflejar la señal y causar errores de ruta múltiple, etc.

#### **6.3.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Para iniciar el post-procesamiento debe asegurarse de que el computador tenga la memoria suficiente en el disco duro y que se hayan preparado las carpetas de trabajo necesarias para la organización de la información (Ver Anexo N° 6-4), por otro lado se debe contar con las fichas técnicas e información de los valores de las bases utilizadas y de los puntos de control disponibles.

#### **ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO.**

Al final de cada día de trabajo de campo, se deben transferir los datos de los receptores GPS (rover) provenientes del campo y los de las bases (CBS) al computador y almacenarlos en el disco duro, y a la vez generar una copia en un Disco ZIP antes de procesarlos. Esto asegura que siempre existirá una copia de

seguridad de los datos originales en el caso que se dañen los datos en el post-proceso.

### **CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN DIFERENCIAL.**

Con la información (Rawdata) transferida de los rover y la estación base a un computador, organizar la información adecuadamente, y ejecutar el software de post-proceso que se este empleando, para corregir los datos de los rover por método diferencial. Es muy importante asegurar que las coordenadas de las estaciones base, el sistema de coordenadas y el datum geodésico, sean ingresados correctamente en el Software. Todo el post-procesamiento debe ser considerado en el datum SIRGAS (WGS-84/ITRF-94) utilizando el elipsoide WGS-84, esto significa que las coordenadas de las estaciones base tienen que estar también bajo el mismo Marco de Referencia, y la altura tiene que ser una altura sobre el elipsoide de referencia (HAE).

La corrección diferencial es el cálculo de correcciones (en X, Y, Z) que resultan de comparar cada observación pseudo-rango de la estación base con el punto conocido. Estas correcciones son aplicadas para toda posición pseudo-rango determinada para la ubicación del rover. Esta técnica elimina los errores pseudo-rango (del reloj, atmosféricos y disponibilidad selectiva S/A) de las posiciones registradas del rover. A través de la técnica de corrección diferencial – DGPS, se puede alcanzar una exactitud sub-metro.

Un 10 % de los archivos colectados durante el día se procesarán diferencialmente con las dos bases establecidas, para proveer un chequeo independiente de las coordenadas, en función al criterio de la línea de base múltiple.

### **CONSOLIDACIÓN DE DATOS EN UNA HOJA DE CÁLCULO.**

Después de obtener los archivos del post-procesamiento, se abren los archivos en una hoja de cálculo (Excel) de los puntos que tienen ocupación múltiple, para el análisis y cálculo de las

coordenadas promedio de todas las ocupaciones, así como los puntos excéntricos. Como consecuencia se realizara un consolidado de todos los vértices levantados y sus correspondientes coordenadas corregidas, con la finalidad de preparar la información para ser procesada mediante el AutoCAD. La hoja de cálculo es apropiada para administrar los datos y realizar los chequeos correspondientes de control sobre los datos obtenidos, prueba de línea de base múltiple y Ocupación Múltiple. (Ver Anexo N° 6-5)

### **CÁLCULO DE COORDENADAS FINALES Y EXPORTAR A SOFTWARE CAD.**

Una vez que los puntos han sido chequeados y están dentro del rango del estándar ( $\leq 1.00$  mt.) establecido para los levantamientos con equipos GPS, ya calculadas las coordenadas promedio de todas las ocupaciones, las cuales se consideran como finales.

Es necesario para presentar los datos en forma gráfica, calcular las dimensiones y el área del predio, se realice la transferencia de la información a un software CAD (Autocad en formato .dxf) para realizar el proceso de diseño y edición de los predios, así mismo la información de las hojas de cálculo se exportarán (formato .scr) al CAD.

### **DOCUMENTACIÓN DE CAMPO.**

La documentación pertinente utilizada y desarrollada para los trabajos de levantamiento de linderos, es de suma importancia para el monitoreo y control del trabajo, así como para el desarrollo de trabajos posteriores. Por tal motivo se debe almacenar la información relacionada a los trabajos realizados, en un área adecuada:

- Libretas de campo.
- Archivos de Registro de data (RawData) de CBS y Rover(s).

- Cálculos de Post-Proceso y Consolidado Final.
- Material Gráfico y Cartográfico, etc.

### **PROCEDIMIENTOS DE CONTROL.**

Los levantamientos realizados con GPS, deben ser chequeados mediante las pruebas de línea de base múltiple, ocupación múltiple y los chequeos inicial y final contra puntos conocidos.

Se tomara un 10 % de los archivos colectados durante el día, los que serán procesados con dos bases para proveer un chequeo independiente de las coordenadas obtenidas.

### **OBTENCIÓN DEL PLANO CATASTRAL DIGITAL.**

Este proceso tiene como objetivo obtener un archivo digital del levantamiento catastral, sobre una base cartográfica, que permitirá la impresión de los planos requeridos.

Los procedimientos a seguir son los siguientes:

Con la información obtenida luego del post-proceso diferencial y la libreta de campo, se procede a diseñar el plano catastral a nivel de predio, mediante un software para Diseño asistido por Computador (AutoCAD).

Impresión de los Planos Catastrales para el control de calidad.

Efectuar las correcciones correspondientes y finalmente se obtiene el Plano Catastral Digital del área de trabajo, en una escala de 1:5,000 ó 1:10,000, según el tamaño del predio, y los requerimientos.

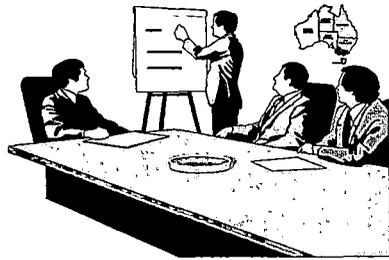
### **OBTENCIÓN DEL PLANO DE UBICACIÓN CATASTRAL.**

Obtención de la base de datos de propietarios o poseionarios, mediante el software de registro de datos de la ficha de empadronamiento, obteniéndose la base alfanumérica (DBF).

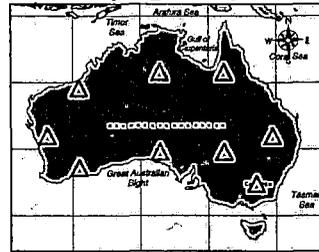
Edición del Plano Catastral Digital en el Software MapInfo, y vinculación de datos gráficos y textuales (DXF y DBF). Impresión del plano de ubicación catastral, padrones y plano Catastral, según los formatos establecidos por el Proyecto. Ver Figura 6-3.

# METODOLOGIA PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES

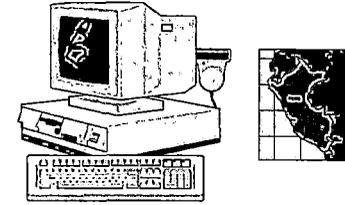
(Fig. 6-3)



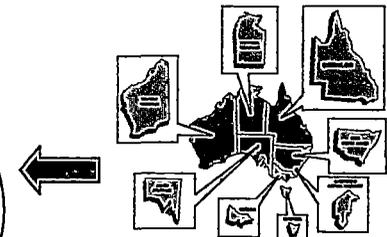
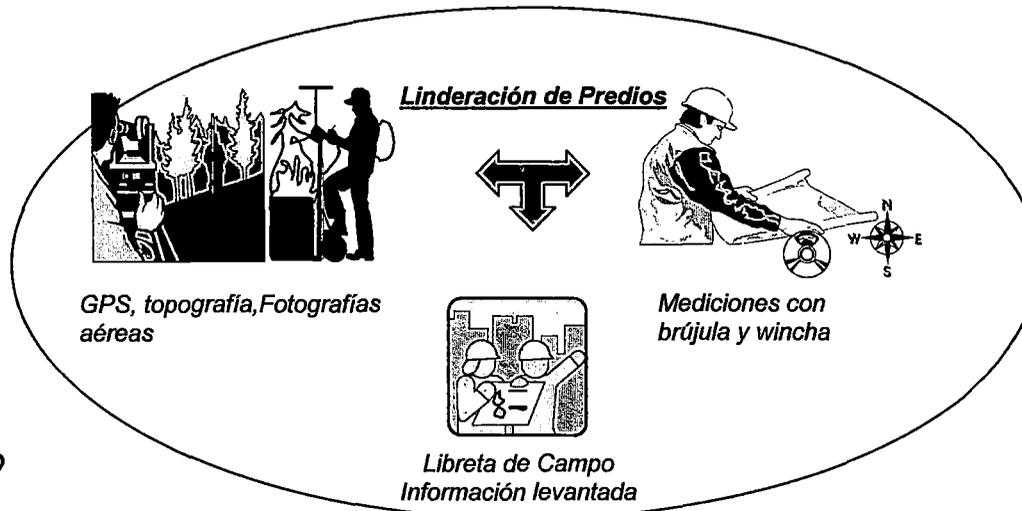
Planeamiento



Establecimiento Red GPS  
Principal y Auxiliar



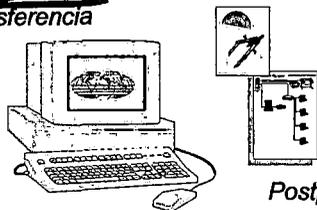
Base Cartográfica Digital  
Carta Nacional Esc. 1/100,000



Sectorización,  
Asignación de Zonas

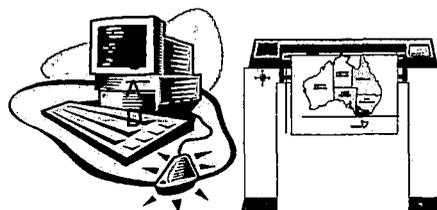


Transferencia



Postproceso Difer.

Procesamiento de Información de campo



Diseño, Edición, Vinculación



Plano de Ubicación

## ANEXO N° 6-1

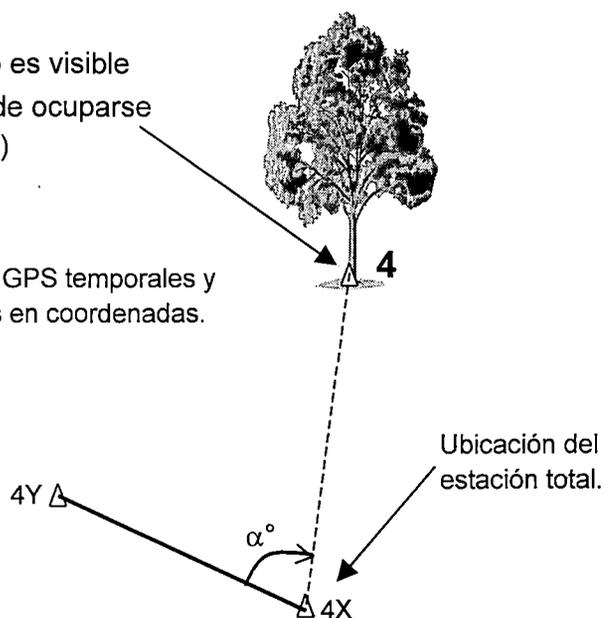
### PUNTOS EXCENRICOS

#### Caso 1:

Cálculo de un punto excéntrico, mediante la toma de datos de dos puntos temporales con GPS, luego se ubica en uno de ellos con un estación total y haciendo cero en el otro punto se procede al calculo del punto excéntrico.

**Vértice del predio** (no es visible en fotografías, no puede ocuparse directamente con GPS)

**4X, 4Y:** Puntos de GPS temporales y mediciones en coordenadas.





## ANEXO N° 6-2

### IDENTIFICACION DE ARCHIVOS (RAW DATA)

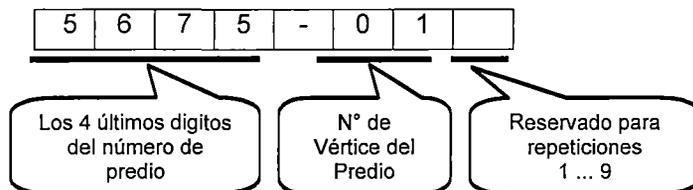
Para identificar los archivos colectados con el receptor GPS, se debe tener las siguientes consideraciones.

- 1.- Los equipos GPS a utilizar administran archivos que pueden ser identificados mediante la asignación de un nombre de 8 caracteres como máximo.
- 2.- Los modos de colección de datos, generan 2 tipos de archivos.
  - a) Modo estático
    - Punto vertice de predio
    - Punto excéntrico
  - b) Modo movil.

Por lo cual la asignación de los nombres tendrá el siguiente formato :

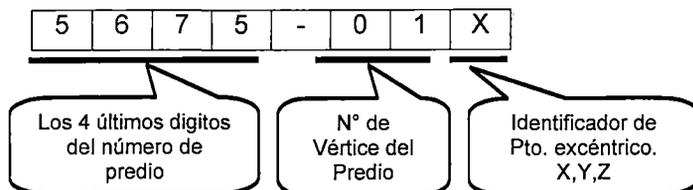
➤ **Archivo correspondiente al vértice de un predio (Modo estático)**

Este archivo debe tener el siguiente formato:



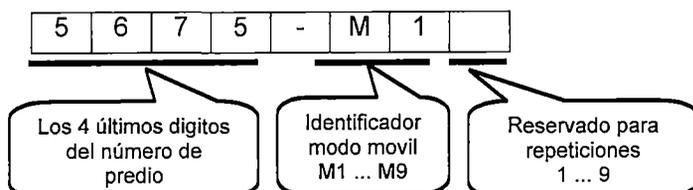
➤ **Archivo correspondiente a un punto excéntrico (modo estático)**

Este archivo debe tener el siguiente formato:



➤ **Archivo correspondiente a un tramo (Modo Móvil)**

Este archivo debe tener el siguiente formato:

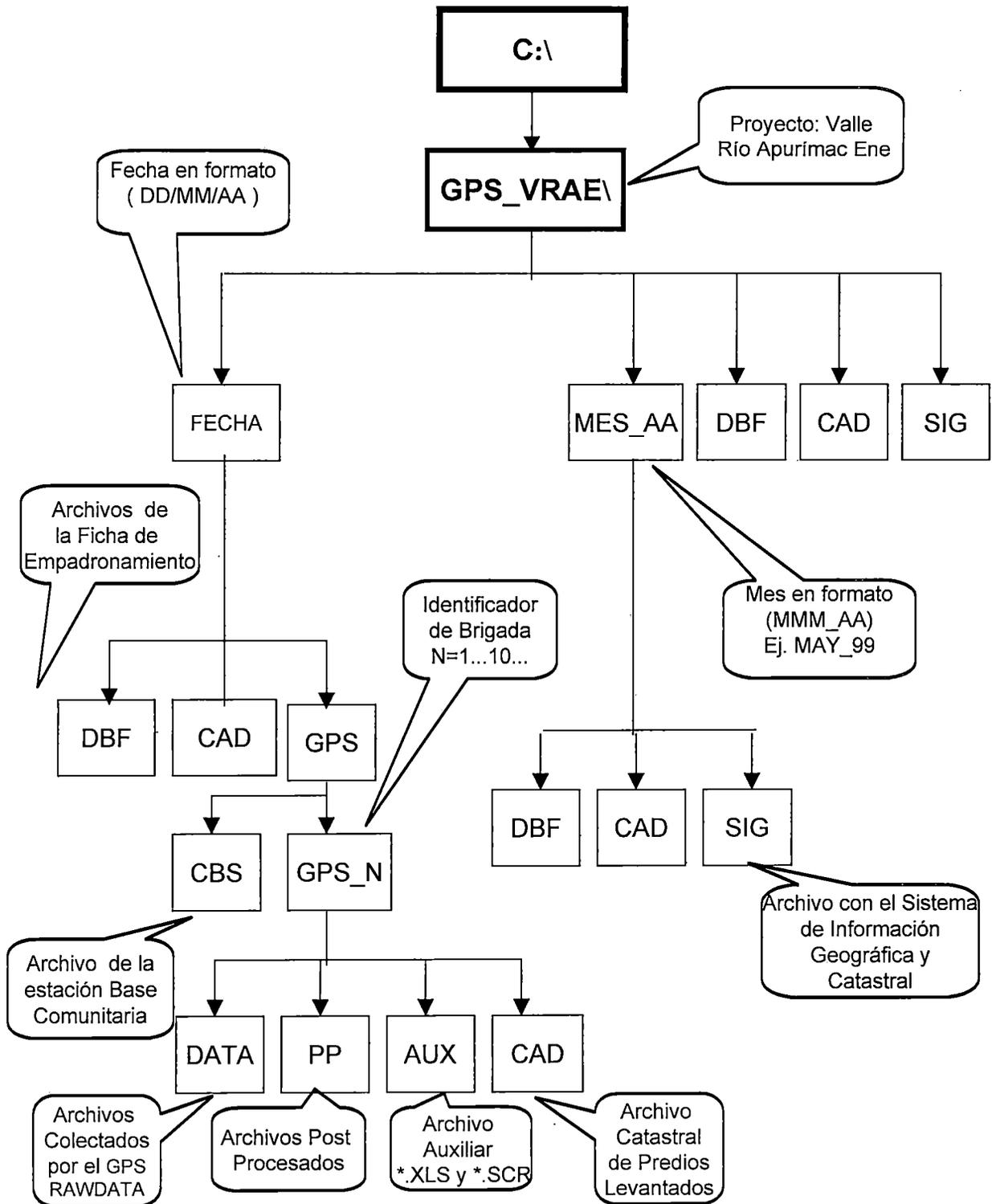




## ANEXO N°6-4

### ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION EN EL COMPUTADOR

El presente diagrama muestra la organización de la información en carpetas, sub carpetas, etc. de tal manera que permita administrar diariamente la información recepcionada de los GPS, para luego obtener un consolidado diario, mensual, etc.



## ANEXO N° 6-5

### PRUEBA : LINEA DE BASE MULTIPLE

( Cuadro de Chequeo Independiente )

CBS1

CBS2

| Item | Punto | Coordenadas UTM - Datum WGS-84 |    |            |    | DX<br>(m.) | DY<br>(m.) | DS<br>(m.) | Coordenadas Finales  |   | Observación |
|------|-------|--------------------------------|----|------------|----|------------|------------|------------|----------------------|---|-------------|
|      |       | P1 (CBS 1)                     |    | P2 (CBS 2) |    |            |            |            | Promedio = (P1+P2)/2 |   |             |
|      |       | X1                             | Y1 | X2         | Y2 |            |            |            | X                    | Y |             |
| 1    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 2    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 3    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 4    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 5    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 6    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 7    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 8    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 9    |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 10   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 11   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 12   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 13   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 14   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 15   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 16   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 17   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 18   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 19   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 20   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 21   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 22   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 23   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 24   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |
| 25   |       |                                |    |            |    |            |            |            |                      |   |             |

\_\_\_\_\_  
Responsable

\_\_\_\_\_  
V°B°

Fecha : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**CAPITULO VII:**  
**EXPERIENCIA CATASTRALES**

## **CAPITULO 7: EXPERIENCIA CATASTRALES**

### **7.1 CATASTRO DEL VALLE DEL RÍO APURIMAC – ENE.**

#### **GENERALIDADES.**

El PETT es la entidad del Ministerio de Agricultura con personería Jurídica de derecho Publico Interno y Autonomía Administrativa, responsable del Levantamiento del Catastro Rural del País y de la titulación y saneamiento de los predios rurales mediante la inscripción de los mismos en los registros públicos a fin de sanear y dinamizar el mercado de tierras y contribuir al desarrollo socioeconómico del sector agrario.

El PETT dentro de su programa integral para selva a suscrito un convenio de cooperación para la titulación de tierras con CONTRADROGAS, correspondientes inicialmente para el Valle Apurimac-Ene en el periodo de 1,999.

En el programa de desarrollo alternativo en ejecución propuesto se contempla dentro del componente de crecimiento de la economía licita, la actividad de titulación de tierras, la cual se ha previsto sea apoyada en las áreas del programa por el PETT, de acuerdo a sus funciones y atribuciones.

Dentro del ámbito de influencia del PETT y del convenio CONTRADROGAS-PETT, este comprende las regiones o sub-regiones siguientes:

Junín, Huanuco, Cusco, Loreto, San Martín, Pasco, Ucayali, Madre de Dios, Puno, Jaén, Bagua, Ayacucho y Amazonas; coincidentes con las áreas zonificadas por CONTRADROGAS, siendo estas 3 zonas de primera prioridad:

- 1.- zona 7: Apurimac-Ene,
- 2.- zona 4: Alto Huallaga,
- 3.- zona 5: Aguaytia,

### Zonas de segunda prioridad:

- 1.- zona 1: Marañón,
- 2.- zona 2: Huallaga Central-Alto y Bajo Mayo,
- 3.- zona 3: Bajo Huallaga-Yurimaguas,
- 4.- zona 6: Pichis-Palcazu-Pachitea-Perene-Tambo,
- 5.- zona 8: La Convención y Lares, y
- 6.- zona 9: Tambo Pata-Inambari

En las regiones indicadas, el PETT tiene establecido, ejecutar recubrimiento fotográfico donde existan condiciones de ejecutarlos, levantamiento catastral con equipos GPS, complementados con topografía clásica, dónde sea necesario se conjugaran los tres sistemas para un mayor avance en las metas establecidas.

El Valle del Río Apurímac Ene, representa una de las zonas focalizadas de prioridad N° 1 para el desarrollo alternativo según Contradrogas (Zona 7); en esta zona se ha realizado anteriormente en los años 1995 y 1996, procesos de linderación, Titulación e Inscripción Registral, llegando a realizar un total de 7,700 títulos en los 2 años de trabajo abarcando un área aproximada de 20,000 ha., beneficiando a 10,000 familias de precarias condiciones; como es sabido en este proceso se realizó la titulación de predios, faltando por realizar el Catastro, para poder incorporarlo al padrón Nacional de Catastro.

En la actualidad, se tiene conocimiento, que en la zona del Valle del Río Apurímac-Ene se tiene un total de 18,000 predios por catastrar, abarcando una área aproximada de 83,000 ha. de las cuales 7,700 predios se han titulado que representa un 40% del total de los predios y/o están en proceso de inscripción Registral, faltando aproximadamente 11,000 predios, que representa 60% por titular.

De antemano el plan que se realizara en el valle, en convenio con Contradrogas (Equipamiento GPS), contemplara todo el proceso

de Catastro (18,000 predios) y el Proceso de Titulación (11,000 predios), por lo cual el proyecto se presenta como un plan piloto ambicioso para zonas de Selva, empleando una nueva metodología de linderación.

#### **OBJETIVOS:**

- Desarrollar una nueva metodología de levantamiento de linderos con aplicación de GPS y procesamiento de información, edición y digitalización del plano catastral.
- Realizar el Catastro Rural de todo el Valle del Río Apurímac-Ene, lo cual representa a 18,000 predios en una área total de 83,000 ha.
- Realizar la Titulación e Inscripción Registral de 11,000 predios del valle.
- Realizar el saneamiento físico-legal de los predios que presentan problemas diversos.
- Activar el mercado de tierras y dar al poseionario el derecho jurídico sobre su predio y él pueda acceder a crédito y/o otros beneficios.

#### **UBICACION GEOGRAFICA.**

La zona del Valle del Río Apurímac-Ene, delimitada, abarca las coordenadas geográficas 12° 00' a 13° 00' de latitud Sur y 73° 30' a 74° 10' de longitud Oeste, que es aproximadamente en coordenadas UTM (WGS-84) 8'562,000 a 8'673,000 al Norte y 590,000 a 663,000 al Este, comprendiendo los departamentos de Ayacucho, Cuzco y Junín.

El Valle del Río Apurímac-Ene; podemos dividirla en 4 partes, que abarcan los departamentos de Ayacucho, Cuzco y Junín.

- **Río Apurímac – M. Derecha - Departamento de Cuzco.**

Provincia de la Convención:

- Distrito de Quimbiri.

- Distrito de Pichari.
- Distrito de Vilcabamba.
- **Río Apurímac – M. Izquierda – Departamento de Ayacucho.**  
 Provincia de La Mar:
  - Distrito de Santa Rosa
  - Distrito de Anco
  - Distrito de Ayna
  - Distrito de San Miguel  
 Provincia de Huanta:
  - Distrito de Sivia
- **Río Ene – M. Derecha – Departamento de Junin.**  
 Provincia de Satipo:
  - Distrito de Río Tambo
- **Río Ene – M. Izquierda – Departamento de Junin.**  
 Provincia de Satipo
  - Distrito de San Martín de Pangoa

Abarca desde una altitud de 750 nmm en la parte aguas arriba del Río Apurímac y llega en la parte aguas abajo del Río Ene a una altitud de 400 nmm, presenta un relieve característico de Ceja de Selva, con elevaciones promedios en la parte baja de 600 nmm y en las altas de 1,500 nmm con presencia de muchas quebradas entrecruzadas a lo largo del valle (con abundante cobertura vegetal en zonas vírgenes y con zonas libres trabajadas por los colonos, los cuales principalmente se han ubicado en las faldas de las quebradas, cultivando plantaciones de coca).

#### **ACCESIBILIDAD, VIAS DE COMUNICACION Y ENERGIA ELECTRICA.**

La región del Valle del Río Apurímac-Ene, es una zona de difícil accesibilidad contando solamente con una carretera de

penetración que presenta condiciones favorables en épocas de verano; esta une la ciudad de Ayacucho con la ciudad de San Francisco ubicado en el corazón del Valle del Río Apurímac, el tiempo promedio de transporte es 5 horas. Esta es el principal, eje vial que une la ciudad de Ayacucho con la Selva del Departamento y es de gran importancia comercial y económica, transportando productos como madera, frutales, café, cacao, arroz y otros.

También, dentro del Valle del Río Apurímac-Ene se puede encontrar trochas carrozables que une las principales ciudades con sus anexos.

Otra vía de gran importancia en la zona, es el transporte fluvial, la cual comunica a las ciudades que están en las riberas del río Apurímac, Ene y Mantaro, principalmente, por esta se realiza un importante intercambio comercial de los productos agrícolas de la zona y sirve de un medio de intercambio de mercaderías en las ferias que se realizan en las principales ciudades del valle.

Es importante mencionar que en el Valle se localizan 3 pista de aterrizaje para avionetas, una localizada en la ciudad de Quimbiri y las otras dos en el anexo de Lusiana y Palmapampa, de las cuales la que esta ubicada en la ciudad de Quimbiri esta realizando sus actividades normalmente, a su vez, esta es resguardada y controlada por la Fuerza Aérea del Perú, las otras dos se encuentran inutilizadas y en estado de deterioro.

La energía eléctrica que abastece a las principales ciudades del valle es generada en la estación hidroeléctrica de Quimbiri, ubicado a 3 km. de la ciudad de Quimbiri en la zona, aguas arriba del río Quimbiri.

Las principales ciudades que son abastecidas de energía eléctrica son: San Francisco, Sivia, Quimbiri, Pichari y Santa Rosa.

### **REQUERIMIENTO DE EQUIPOS Y PERSONAL.**

Debido a la dificultad que representa el proceso de linderación en Selva y Ceja de Selva (Valle del Río Apurímac-Ene) con cualquier

método de linderación y más aun por problemas de accesibilidad y transporte, por eso es necesario conformar las brigadas de linderación de campo por 03 técnicos de campo\* y para el trabajo de post-procesamiento, digitación edición y elaboración de Certificado Catastrales, se requiere de 3 digitadores CAD/SIG.

El Grupo de trabajo estará conformado por:

- 01 Jefe de grupo
- 01 Abogado
- 01 Dibujante
- 24 Técnicos de campo.

Se conformaran 2 grupos de trabajo, para la utilización de 08 equipos GPS y 08 Estación Total para desarrollar las metas programadas, que estarán a cargo de 01 jefe de sector.

Para el trabajo de gabinete se requerirá de 03 digitadores CAD/SIG, que se encargaran de:

- Manejo de software de procesamiento.
- Transferencia de información del rovers y de la estación base a la PC.
- Post procesamiento diferencial.
- Edición de planos en CAD.
- Transferencia de Información CAD al MapInfo.
- Obtención de los Certificados Catastrales

El personal total requerido es de 39 personas.

**Nota:** El personal auxiliar, guías, ayudantes, etc. que apoyaran a las brigadas, estará conformado por los mismos propietarios de los predios a linderar.

\*Las brigadas de linderación serán conformadas por 03 técnicos de campo.

- 01 técnico de campo, se encargara del manejo y operación del equipo GPS.
- 01 técnico de campo, se encargara del manejo y operación del Estación Total.
- 01 técnico de campo, se encargara del proceso de empadronamiento.

| <b>EQUIPOS</b>                | <b>CANTIDAD</b> |
|-------------------------------|-----------------|
| Computadoras                  | 3               |
| Impresoras                    | 2               |
| Fotocopiadoras                | 1               |
| GPS                           | 8               |
| Estación Total                | 8               |
| Planimetro Digital            | 1               |
| Brújula                       | 8               |
| Camioneta simple doble cabina | 1               |
| Camioneta doble cabina 4x4    | 1               |

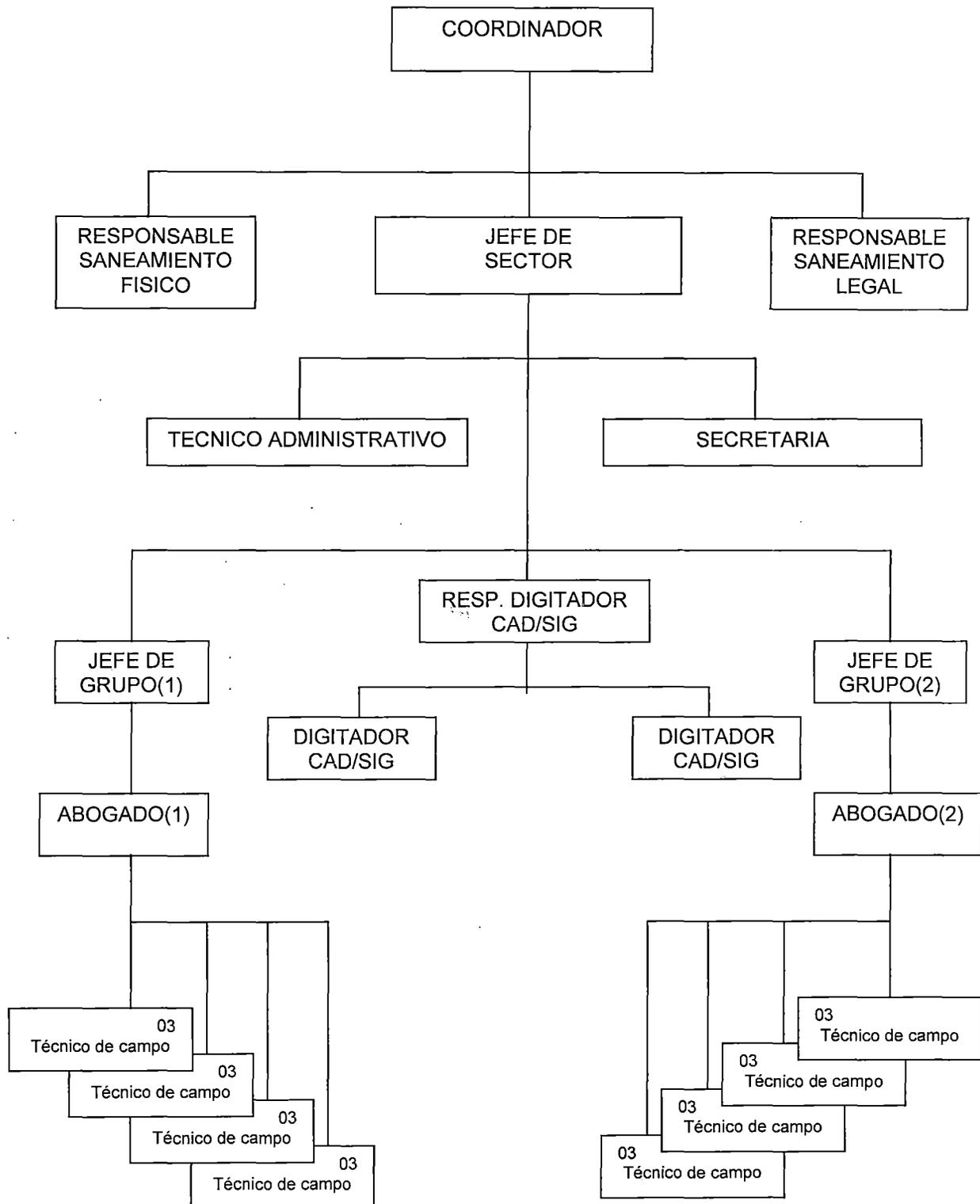
| <b>PERSONAL</b>                       | <b>CANTIDAD</b> |
|---------------------------------------|-----------------|
| Coordinador (Ing°)                    | 1               |
| Responsable Saneamiento Físico (Ing°) | 1               |
| Responsable Saneamiento Legal (Abog.) | 1               |
| Jefe de Sector (Ing°)                 | 1               |
| Técnico Administrativo                | 1               |
| Secretaria                            | 1               |
| Digitador CAD/SIG                     | 3               |
| Jefe de Grupo (Ing°)                  | 2               |
| Abogados                              | 2               |
| Dibujantes + 02 Chóferes              | 4               |
| Técnico de campo                      | 24              |

**TOTAL REQUERIDO = 41 PERSONAS**

Los rendimientos que se han contemplado es el siguiente:

- Rendimiento diario/brigada =04 predios
- Producción semanal/brigada =24 predios
- Producción mensual/brigada=96 predios
- Brigadas =08 predios
- Producción total mensual =768predios

## ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN



## **7.2 GEOREFERENCIACION DE LA RED PRINCIPAL (CBS) Y RED AUXILIAR (PA) CON GPS, PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES EN EL VALLE DEL RIO APURIMAC – ENE.**

### **ASPECTOS GENERALES.**

Para dar inicio a las acciones de Catastro, Saneamiento y Titulación de predios rurales, que conlleven a la inscripción Registral de los Títulos de Propiedad en el Valle Apurimac - Ene, se han desarrollado inicialmente las actividades de campo comprendidas en el Control Terrestre, como la extensión del Control Básico Horizontal, mediante la aplicación del Sistema de Posicionamiento Global–GPS, con la finalidad de obtener la posición de puntos (ubicación) sobre marcas permanentes en el terreno, que son componentes del establecimiento de una Red Principal (CBS) y una Red Auxiliar (PA) de puntos de Apoyo, posicionados a lo largo del Valle, abarcando desde la zona de Palmapampa aguas arriba del río Apurimac, hasta la zona de Valle Esmeralda, aguas abajo en las márgenes del río Ene.

La red principal y auxiliar, servirán como estructura base para todos los trabajos de levantamiento de linderos de los predios en el valle, bien sean estos mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global-GPS con la aplicación de receptores GPS sub-metro con la técnica diferencial DGPS y la Topografía convencional con la aplicación de los procedimientos e instrumentos propios de la actividad.

### **ZONA DE TRABAJO.**

Zona de trabajo: El Valle formado por los ríos Apurimac - Ene y parte del río Mantaro, comprendiendo los Departamentos de Ayacucho, Cuzco y Junín, abarcando desde la zona de Palmapampa aguas arriba del río Apurimac, hasta la zona de Valle Esmeralda, aguas abajo en las márgenes del río Ene.

Delimitada entre las Coordenadas Geográficas:

1- **Latitud (S):** 12° 00'; **Longitud (W):** 74° 10'

2- **Latitud (S):** 13° 00'; **Longitud (W):** 73° 30'

Ubicación en la Carta Nacional, hojas de escala 1/100,000:

**Datum:** WGS-84      **Proyección:** UTM Zona 18

    Canaíre               :      25 n

    Llochegua           :      25 o

    San Francisco       :      26 o

#### **Periodo de Ejecución:**

- Trabajo de campo del 15 al 28 de Abril de 1999.
- Trabajo de Gabinete, (Post Proceso y elaboración del Informe Final), se realizaron en San Francisco - Ayacucho y Lima, concluyéndose el 09 Mayo de 1999 (**Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-1 Cronograma de Ejecución Física - Valle del Río Apurímac Ene**).

#### **METODOLOGÍA.**

Para el establecimiento de la Red Principal y Auxiliar, basada en el Sistema de Posicionamiento Global, la metodología empleada se resume en los siguientes procesos.

#### **TÉCNICA DIFERENCIAL (DGPS).**

Para la ejecución de los trabajos de campo realizados con fines catastrales el uso del Sistema de Posicionamiento Global - GPS, se sustenta en la aplicación de la técnica diferencial DGPS.

En este sentido se orienta al empleo de receptores GPS Submetro, de una sola frecuencia con características que permiten realizar el levantamiento de predios rurales, y aplicar lo que se denomina, la Técnica Diferencial (DGPS) con post-proceso, para lo cual se contará con el respaldo de una Estación Base Comunitaria CBS, colocada sobre un punto de posición conocida de alta precisión (Red Primaria del IGN), y otro(s) receptor(es) rover registrando datos en forma simultánea durante

intervalos de tiempo común, sobre los cuales se hallará la posición y se realizará la respectiva corrección diferencial ajustada al punto conocido de la estación Base. Este método tiene el propósito de remover los errores que diluyen la precisión de una posición relativa, registrada con un GPS, (por diversos factores: reloj del receptor GPS, efectos del entorno atmosférico ionosfera/troposfera, firmware).

La metodología que se propone, para el levantamiento de predios rurales en zona de Selva y Ceja de Selva, bajo la aplicación de la captura de datos con receptores GPS - Submetro, descarta el procedimiento de ser utilizados en modo absoluto, individual o autónomo, debido a que presenta una precisión de +/- 10.00 mts. en posición, (regularmente empleado para la navegación), procedimiento mediante el cual no es posible reducir el efecto de los errores propios de un receptor GPS al realizar un registro de posición.

Debido a esta característica que afecta la posición que registra todo receptor GPS, sea el orden de precisión que tenga; y a la precisión exigida para los trabajos de levantamiento de predios que realiza el PETT, se hace necesaria la aplicación de la Técnica Diferencial denominado DGPS.

#### **MARCO DE REFERENCIA.**

Se estableció como marco de referencia para los trabajos del Sistema de Posicionamiento Global, el siguiente:

- Sistema Geocéntrico Mundial WGS-84.
- Datum WGS-84 (equivalente SIRGAS ITRF-94).
- Elipsoide WGS-84.
- Sistema de Proyección Plana, Universal Transversal de Mercator UTM, en metros.

Los puntos de enlace inicial debe responder a este marco de referencia y serán puntos de la red Geodésica GPS Primaria del IGN. Todos los registros de colección de datos(Rawdata) y

Cálculo diferencial que se realicen igualmente responderán al mismo marco.

### **ESTABLECIMIENTO DE LA RED PRINCIPAL (CBS).**

Para establecer los puntos que servirán como Estaciones Base para su uso comunitario, se empleó la técnica DGPS con post-proceso, para lo cual se tomaron como puntos de partida para realizar el enlace dos puntos de la Red Geodésica GPS Primaria del IGN, del Sistema Geodésico Mundial WGS-84, Datum SIRGAS ITRF-94, estaciones: Ayacucho y Base S.W Pontorco.

Se colocaron en el Valle dos puntos, San Francisco y Santa Rosa registrando información en forma simultánea con los puntos de la Red Geodésica Primaria, con la finalidad de verificar el registro, resolver la ambigüedad de las observaciones, comparar las coordenadas relativas de cada uno de los puntos y observar la diferencia submetro para las posiciones asignadas a los nuevos puntos (CBS).

Posteriormente, se colocó un tercer punto en la zona de Pichari, el cual se enlazo diferencialmente con la base en el punto de San Francisco.

Estos puntos han sido colocados en lugares prefijados por la coordinación en Ayacucho, en donde el PETT ha de instalar sus oficinas. **(Ver Cap. VIII Figura N° 8-1 Red de Puntos GPS - Valle del Río Apurimac - Ene).**

### **ESTABLECIMIENTOS DE LA RED AUXILIAR (PA).**

Para el establecimiento de la Red Auxiliar de puntos de apoyo, que se utilizarán para realizar posteriores levantamientos topográficos mediante procedimientos convencionales; se enlazaron a los puntos de la Red Principal (CBS) mediante la aplicación de la técnica DGPS con post-proceso.

Los puntos se colocaron en pares, con visibilidad entre ellos y en áreas donde permiten la penetración hacia las zonas por levantar, cada par de puntos representa un azimut (orientación de partida

y/o cierre), **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-7 Azimuts fijos a partir de coordenadas UTM)** que está en función al Norte de Cuadrícula de la proyección UTM, definida en el Marco de Referencia, y serán empleados para ajustar los polígonos topográficos que se levanten en el Valle.

Se establecieron 26 puntos a lo largo de todo el Valle del Río Apurimac - Ene, definidos en 13 zonas, bajo las siguientes características: **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-3 Ubicación de las zonas de trabajo).**

- Se identificó la zona, requerida, manteniendo la visibilidad entre los puntos con la finalidad de obtener azimuts, para trabajos de topografía.
- Se elaboró una marca permanente, monumentando cada punto con un hito de concreto de las siguientes características: **(Ver Anexo C Detalle de Hito)**

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| Cara Superior | - | 20 x 20 cm.   |
| Cara Inferior | - | 25 x 25 cm.   |
| Altura        | - | 15 cm.  |
| Eje           | - | Un fierro corrugado de ½" de diámetro, incrustado 30 cm., sobresaliendo en la cara superior 2.5 cm aprox. |
| Inspección    | - | Proyecto - Zona<br>Corr./Entidad/Fecha(mes/año).<br>AY - PAL1    PETT - 04/99.                            |
- Se registro cada punto con un receptor GPS Submetro L1-10 canales, con un tiempo de registro promedio de 1 hora, trabajando el intervalo de tiempo común formando las líneas base con la estación CBS instalada en San Francisco; a excepción de los puntos de la zona de Palmapampa que se trabajaron con la CBS de Santa Rosa. **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-4 Consolidado de Archivos Colectados).**

- Se realizó una descripción de cada marca permanente (hito), que permita el acceso a ella, indicando las referencias de cada lugar. **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-8, Descripción de Estaciones).**
- El equipamiento y software utilizado se detallan en el **Cap. VIII Cuadro N° 8-2.**
- Así mismo se realizaron las pruebas de doble ocupación y líneas de base múltiple con varios puntos, obteniéndose resultados satisfactorios, con una precisión sub-metro. **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-6).**

#### **POST PROCESAMIENTO DIFERENCIAL-CÁLCULO DE COORDENADAS FINALES.**

La data (rawdata), fue colectada con receptores GPS sub-metro operando en modo diferencial, transferida a un computador bajo un protocolo de comunicación y procesada con las características del Marco de Referencia definido: Elipsoide WGS-84, Datum WGS-84 (Equivalente a SIRGAS ITRF-94).

Se realizó el post Procesamiento mediante el Software Mstar V. 2.06, para efectuar las correcciones diferenciales con el propósito de remover los errores que diluyen la precisión de una posición registrada con un receptor GPS.

Se transformaron las Coordenadas Geográficas obtenidas, al Sistema de Proyección UTM - Zona 18 en metros, bajo el mismo Marco de Referencia. Para el efecto se empleo el software Geocalc Versión 3.1 **(Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-5 Transformación de Coordenadas y Coordenadas Finales).**

Las coordenadas resultantes de los puntos georeferenciados mediante el uso del GPS, han sido ploteados en la base cartográfica 1/150,000 **(Ver Cap. VIII – Planos 1).**

#### **7.3 LEVANTAMIENTO DE PREDIOS CON GPS.**

Se hicieron con fines de prueba de la metodología, el levantamiento con GPS de 17 predios en la localidad de Santa

**Rosa de la Provincia La Mar del Departamento de Ayacucho (Ver Cap. VIII Cuadro N° 8-9 Lista de Coordenadas UTM obtenidos con GPS de la linderación de 17 predios).**

**CAPITULO VIII:**  
**CUADRO DE RESULTADOS Y PLANOS**

# RED DE PUNTOS GPS (CBS Y PA) - VALLE APURIMAC - ENE

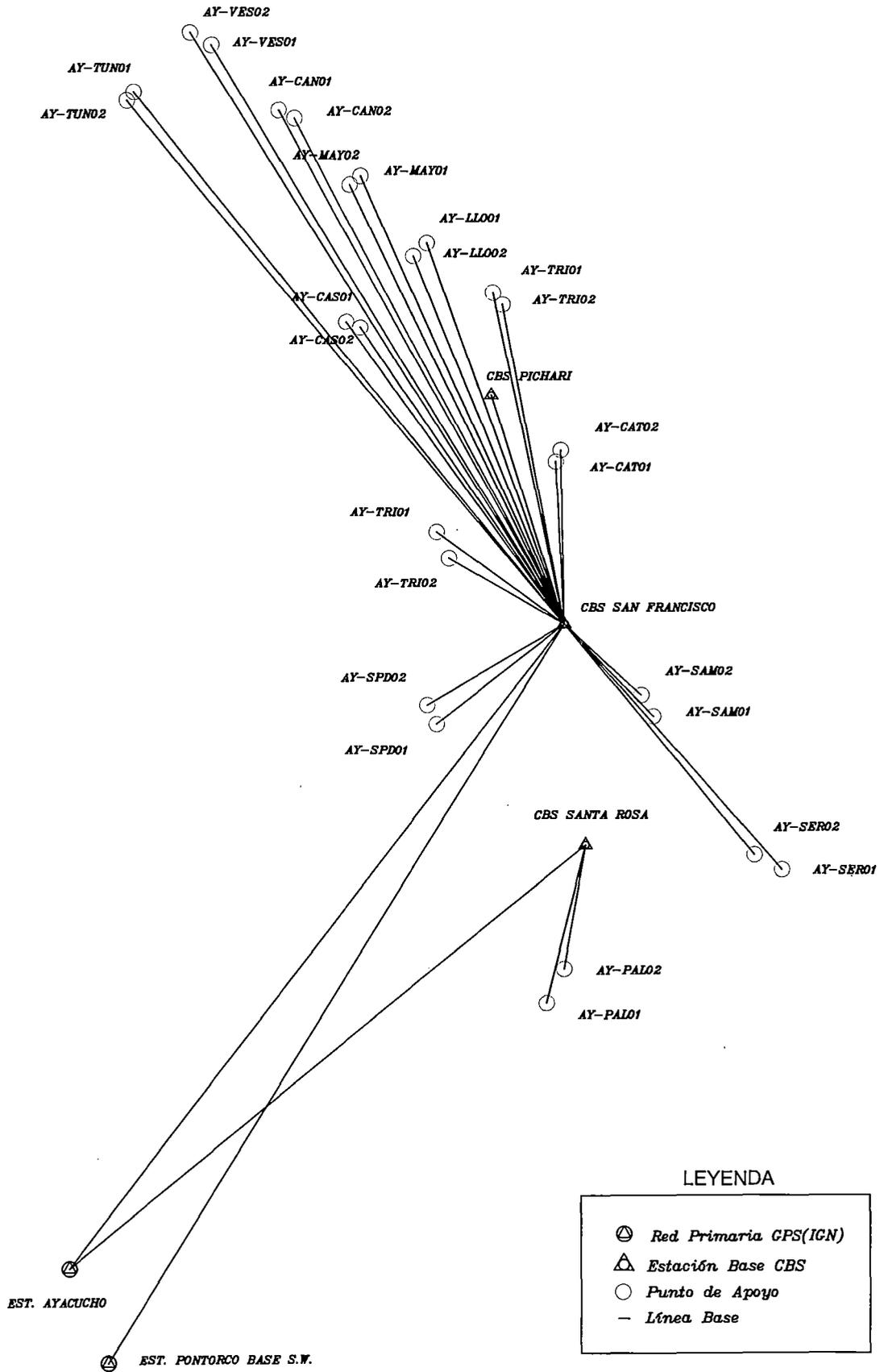


FIGURA N° 8-1

CUADRO N° 8-1

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA-VALLE DEL RIO APURIMAC ENE

Proyecto : Valle del Río Apurimac - Ene

Zona : Junin - Ayacucho - Cuzco

| ACTIVIDADES   | DIAS | AÑO - 1,999 |     |     |     |     |     |     |     |     | AÑO - 2,000 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   |      | Abr         | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Ene         | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set |
| 1. Extensión Red Principal (CBS) y Auxiliar (PA).       | 13   | —           |     |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2. Seminario y selección del personal.                  | 07   |             | —   |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3. Capacitación del personal.                           | 20   |             | —   |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4. Linderación y empadronamiento.                       | 336  |             |     | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —           | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 5. Certificados Catastrales.                            |      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6. Expedientes Legales completos.                       |      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7. Expedientes presentados a RRPP.                      |      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8. Títulos y/o certificados entregados a beneficiarios. |      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |             |     |     |     |     |     |     |     |     |

## CUADRO N° 8-2

### EQUIPAMIENTO GPS

**Firmware :**

Receptores GPS, empleados para la realización de los trabajos de posicionamiento :

| Item | Marca    | Modelo            | Firmware Ver. | Serie      | Clasificación/Características           |
|------|----------|-------------------|---------------|------------|---|
| 1    | Magellan | Promark X - Cm    | 5.02          | 3D 001360  | GPS Sub metro L1/10 Canales/Diferencial |
| 2    | Magellan | Promark X - Cm    | 5.02          | 3D 001558  | GPS Sub metro L1/10 Canales/Diferencial |
| 3    | Magellan | Promark X - Cm    | 5.02          | 3D 001566  | GPS Sub metro L1/10 Canales/Diferencial |
| 4    | Magellan | Promark X - Cm    | 5.02          | 3D 001514  | GPS Sub metro L1/10 Canales/Diferencial |
| 5    | Magellan | Promark X - Cm    | 5.02          | 3D 001544  | GPS Sub metro L1/10 Canales/Diferencial |
| 6    | Trimble  | ScoutMaster 17319 | *             | 00100045JP | GPS Navegador 08 Canales                |

**Software :**

Software de procesamiento, empleados para el postprocesamiento diferencial, transformación, y edición

| Item | Registro               | Software                  | Versión | Clasificación/Características  |
|------|------------------------|---------------------------|---------|--------------------------------|
| 1    | Magellan System        | Mstar                     | 2.06    | Post-procesamiento Diferencial |
| 2    | Blue Marble Geographic | The Geographic Calculator | 3.02    | Transformación de Coordenadas  |
| 3    | Autodesk, Inc.         | AutoCAD                   | 14      | Edición y Diseño               |

## CUADRO N° 8-3

### UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

PROYECTO : VALLE DEL RIO APURIMAC - ENE

FECHA : ABRIL - '99

| LOCALIDAD       | DISTRITO            | PROVINCIA     | DEPARTAMENTO |
|-----------------|---------------------|---------------|--------------|
| SAN FRANCISCO   | AYNA                | LA MAR        | AYACUCHO     |
| SANTA ROSA      | SANTA ROSA          | LA MAR        | AYACUCHO     |
| PALMAPAMPA      | SAN MIGUEL          | LA MAR        | AYACUCHO     |
| SAN PEDRO       | AYNA                | LA MAR        | AYACUCHO     |
| CASERVINE NORTE | SIVIA               | HUANTA        | AYACUCHO     |
| TRIBOLINE       | SIVIA               | HUANTA        | AYACUCHO     |
| LLOCHEGUA       | SIVIA               | HUANTA        | AYACUCHO     |
| MAYAPO          | SIVIA               | HUANTA        | AYACUCHO     |
| CANAIRE         | SIVIA               | HUANTA        | AYACUCHO     |
| PICHARI         | PICHARI             | LA CONVENCION | CUZCO        |
| TRINCAVINI      | PICHARI             | LA CONVENCION | CUZCO        |
| CATARATA        | PICHARI             | LA CONVENCION | CUZCO        |
| MAQUETE SERANTA | QUIMBIRI            | LA CONVENCION | CUZCO        |
| SAMANIATO       | QUIMBIRI            | LA CONVENCION | CUZCO        |
| TURUNTUARI      | SAN MARTIN DE PANGO | SATIPO        | JUNIN        |
| VALLE ESMERALDA | RIO TAMBO           | SATIPO        | JUNIN        |

## CUADRO N° 8-4

### CONSOLIDADO DE ARCHIVOS COLECTADOS

Proyecto : Valle Apurimac - Ene  
 Fecha : 01/04/1999  
 Zona : VRAE

| FECHA      | LOCALIDAD                 |              |              |                        |           |              |                         |           |              |                |           |              |
|------------|---------------------------|--------------|--------------|------------------------|-----------|--------------|-------------------------|-----------|--------------|----------------|-----------|--------------|
|            | RED PRIMARIA GPS (SIRGAS) |              |              | CBS-1 RIO APURIMAC-ENE |           |              | CBS-2- RIO APURIMAC-ENE |           |              | PTOS. DE APOYO |           |              |
|            | Nombre Archivo            | Tpo. Reg.(h) | Alt. Ant.(m) | Nombre Archivo         | Tpo. Reg. | Alt. Ant.(m) | Nombre Archivo          | Tpo. Reg. | Alt. Ant.(m) | Nombre Archivo | Tpo. Reg. | Alt. Ant.(m) |
| 17/04/1999 | AERO - 17                 | 8.00 h       | 1,434        | SFCO                   | 8.25 h    | 1,804        |                         |           |              |                |           |              |
|            | PONTO-17                  | 4.00 h       | 1.65         |                        |           |              |                         |           |              |                |           |              |
|            | AERO - 17                 | 8.00 h       | 1,434        | SROS                   | 2.35 h    | 0.00         |                         |           |              |                |           |              |
|            | PONTO-17                  | 4.00 h       | 1.65         |                        |           |              |                         |           |              |                |           |              |
| 18/04/1999 | AERO-18                   | 10.00 h      | 1.49         | SFCO-18                | 11.10 h   | 1,892        |                         |           |              | AY-PAL01       | 1 h       | 3.05         |
|            |                           |              |              | SROS-18                | 7.45 h    | 0.00         |                         |           |              | AY-PAL02       | 1 h       | 3.05         |
| 19/04/1999 |                           |              |              | SFCO-19                | 11.10 h   | 1,921        | PICHA                   | 7.30 h    | 3.05         | AY-TRI01       | 45 min    | 1.69         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-TRI02       | 55 min    | 1.69         |
| 20/04/1999 |                           |              |              | SFCO-20                | 9.55 h    | 1.88         |                         |           |              | AY-CAS01       | 1.00 h    | 2.07         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAS02       | 1.00 h    | 3.09         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-TRB02       | 55 min    | 2.39         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | TRIBOL-2       | 15 min    | 2.39         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | TRI01          | 1.20 h    | 2.06         |
| 23/04/1999 |                           |              |              | SFCO-21                | 9.30 h    | 1.87         |                         |           |              | SNPD01         | 1.00 h    | 1.41         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-SPD02       | 1.00 h    | 2.08         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAT01       | 1.30 h    | 3.05         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAT02       | 45 min    | 1.58         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CTR02       | 15 min    | 1.58         |
| 23/04/1999 |                           |              |              | SFCO-23                | 8.10 h    | 2,015        |                         |           |              | AY-CER01       | 1.00 h    | 2.09         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CER02       | 1.10 h    | 3.03         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-SAM01       | 1.00 h    | 2.08         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-SAM2        | 1.00 h    | 3.07         |
| 24/04/1999 |                           |              |              | SFCO-24                | 12.30 h   | 1.97         |                         |           |              | AY-LLO01       | 1.00 h    | 2.08         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-LLO02       | 1.00 h    | 3.05         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-MAY01       | 1.00 h    | 2.08         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-MAY1B       | 15 min    | 2.08         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-MAY02       | 1.10 h    | 3.02         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAN01       | 2.10 h    | 1.20         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAN1        | 10 min    | 1.20         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-CAN02       | 1.55 h    | 1.20         |
| CAN2-10    | 10 min                    | 1.20         |              |                        |           |              |                         |           |              |                |           |              |
| 25/04/1999 |                           |              |              | SFCO-25                | 11.15 h   | 1.97         |                         |           |              | AY-TUN01       | 1.15 h    | 1.28         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-TUN02       | 1.00 h    | 1.26         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-VES01       | 1.10 h    | 1.30         |
|            |                           |              |              |                        |           |              |                         |           |              | AY-VES02       | 1.10 h    | 1.26         |

## CUADRO N° 8-5

### COORDENADAS FINALES

**Proyecto :**  
Valle del Río Apurimac -Ene

**Período de Ejecución :**  
Del 15 al 27 de Abril 1999

**Marco de Referencia :**

Sistema de Proyección : Universal Transverse Mercator - UTM (en mts) - Zona 18  
Datum : SIRGAS (ITRF94, época 1995.4)  
Elipsoide : World Geodetic System 1984 - WGS84

| Estación | Abrev.             | Coordenadas Geográficas |                        | Elevación        | Coordenadas Planas UTM - Zona 18 |            |           |
|----------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------|----------------------------------|------------|-----------|
|          |                    | WGS84                   |                        | HAE              | WGS84                            |            |           |
|          |                    | Latitud ( $\phi$ )      | Longitud ( $\lambda$ ) |                  | Norte (Y)                        | Este (X)   |           |
|          |                    | ° ' "                   | ° ' "                  | mts              | mts                              |            |           |
| 1        | San Francisco(CBS) | SFCO                    | 12 37 26.29657 S       | 73 47 22.17708 W | 642.41                           | 8604143.72 | 631472.68 |
| 2        | Santa Rosa (CBS)   | SROS                    | 12 41 23.15688 S       | 73 44 07.08320 W | 752.27                           | 8596838.53 | 637324.19 |
| 3        | Pichari (CBS)      | PICHA                   | 12 31 18.73447 S       | 73 50 19.82762 W | 604.83                           | 8615460.64 | 626162.22 |
| 4        | AY-PAL01           |                         | 12 45 57.02961 S       | 73 39 38.37064 W | 775.37                           | 8588383.21 | 645387.00 |
| 5        | AY-PAL02           |                         | 12 45 50.28953 S       | 73 39 38.29028 W | 771.25                           | 8588590.29 | 645390.50 |
| 6        | AY-TRI01           |                         | 12 25 00.59927 S       | 73 52 41.67238 W | 565.44                           | 8627096.41 | 621929.80 |
| 7        | AY-TRI02           |                         | 12 25 01.97732 S       | 73 52 40.20305 W | 563.50                           | 8627053.88 | 621973.99 |
| 8        | AY-CAS01           |                         | 12 29 24.88832 S       | 73 54 10.52841 W | 1129.96                          | 8618988.02 | 619213.12 |
| 9        | AY-CAS02           |                         | 12 29 26.64911 S       | 73 54 07.05698 W | 1124.34                          | 8618933.49 | 619317.70 |
| 10       | AY-TRB01           |                         | 12 34 48.08481 S       | 73 51 35.13724 W | 808.61                           | 8609038.69 | 623861.20 |
| 11       | AY-TRB02           |                         | 12 34 57.57345 S       | 73 51 27.04546 W | 830.62                           | 8608746.11 | 624104.13 |
| 12       | AY-SPD01           |                         | 12 39 44.49523 S       | 73 51 53.13340 W | 1247.91                          | 8599934.42 | 623278.68 |
| 13       | AY-SPD02           |                         | 12 39 40.96647 S       | 73 51 55.38837 W | 1245.06                          | 8600043.13 | 623211.13 |
| 14       | AY-CAT01           |                         | 12 33 08.23594 S       | 73 48 08.64602 W | 650.11                           | 8612078.70 | 630106.68 |
| 15       | AY-CAT02           |                         | 12 33 04.80956 S       | 73 48 05.76087 W | 654.04                           | 8612183.57 | 630194.24 |
| 16       | AY-SER01           |                         | 12 42 41.84174 S       | 73 39 49.51379 W | 655.57                           | 8594382.17 | 645081.79 |
| 17       | AY-SER02           |                         | 12 42 39.78744 S       | 73 39 49.42776 W | 657.75                           | 8594445.27 | 645084.71 |
| 18       | AY-SAM01           |                         | 12 39 34.53283 S       | 73 42 56.16541 W | 636.85                           | 8600165.51 | 639479.94 |
| 19       | AY-SAM02           |                         | 12 39 32.47131 S       | 73 42 57.03776 W | 638.44                           | 8600228.98 | 639453.93 |
| 20       | AY-LLO01           |                         | 12 24 29.53458 S       | 73 54 12.23454 W | 549.27                           | 8628062.17 | 619199.06 |
| 21       | AY-LLO02           |                         | 12 24 31.79876 S       | 73 54 15.81612 W | 552.25                           | 8627993.05 | 619090.62 |
| 22       | AY-MAY01           |                         | 12 21 19.46571 S       | 73 57 33.85361 W | 535.21                           | 8633925.79 | 613133.48 |
| 23       | AY-MAY02           |                         | 12 21 21.53099 S       | 73 57 31.63132 W | 537.36                           | 8633862.08 | 613200.35 |
| 24       | AY-CAN01           |                         | 12 16 54.83084 S       | 74 01 22.14992 W | 546.39                           | 8642081.60 | 606267.89 |
| 25       | AY-CAN02           |                         | 12 16 55.63451 S       | 74 01 20.88852 W | 546.83                           | 8642056.77 | 606305.91 |
| 26       | AY-TUN01           |                         | 12 09 36.85221 S       | 74 04 48.69855 W | 484.38                           | 8655558.38 | 600073.65 |
| 27       | AY-TUN02           |                         | 12 09 38.28169 S       | 74 04 50.95431 W | 487.62                           | 8655514.70 | 600005.33 |
| 28       | AY-VES01           |                         | 12 07 45.15272 S       | 74 04 51.32883 W | 478.38                           | 8658990.07 | 600005.74 |
| 29       | AY-VES02           |                         | 12 07 44.39921 S       | 74 04 53.34286 W | 478.06                           | 8659013.42 | 599944.93 |

NOTA: La transformación de coordenadas se realizó mediante el software GEOCALC Versión 3.02.

## CUADRO N° 8-6

### LINEAS DE BASE MULTIPLES

**Proyecto :**  
Valle Apurimac -Ene

**Período de Ejecución :**  
Del 15 al 27 de Abril 1999

**Marco de Referencia :**

Sistema de Proyección : Universal Transverse Mercator - UTM (en mts) - Zona 18  
Datum : SIRGAS (ITRF94, época 1995.4)  
Elipsoide : World Geodetic System 1984 - WGS84

**Comparación de Coordenadas Resultantes, obtenidas mediante la aplicación de líneas de base Múltiples, operando en forma simultanea y doble ocupación**

| Estación           | Base    | T. Reg (hrs.) | L.Base (km.) | Coordenadas Planas UTM |            | Diferencial (mts.) |       |      |
|--------------------|---------|---------------|--------------|------------------------|------------|--------------------|-------|------|
|                    |         |               |              | WGS84                  |            | dy                 | dx    | ds   |
|                    |         |               |              | Norte (Y)              | Este (X)   |                    |       |      |
| San Francisco(CBS) | Ayac-17 | 08.00         | 74.06        | 8,604,144.12           | 631,473.08 |                    |       |      |
|                    | Pont-17 | 04.00         | 93.33        | 8,604,143.63           | 631,472.56 | -0.49              | -0.52 | 0.71 |
|                    | Ayac-18 | 10.00         | 74.06        | 8,604,143.72           | 631,472.68 | -0.40              | -0.40 | 0.57 |
| Santa Rosa (CBS)   | Ayac-17 | 02.35         | 72.46        | 8,596,838.39           | 637,323.69 |                    |       |      |
|                    | Ayac-18 | 07.45         | 72.46        | 8,596,838.53           | 637,324.19 | 0.14               | 0.50  | 0.52 |

**Comparación de Coordenadas Resultantes, obtenidas mediante la Doble Ocupación**

| Estación  | Base | T. Reg (hrs.) | L.Base (km.) | Coordenadas Planas UTM |            | Diferencial (mts.) |       |      |
|-----------|------|---------------|--------------|------------------------|------------|--------------------|-------|------|
|           |      |               |              | WGS84                  |            | dy                 | dx    | ds   |
|           |      |               |              | Norte (Y)              | Este (X)   |                    |       |      |
| AY-TRB02  | SFCO | 00.55         | 8.68         | 8,608,746.11           | 624,104.13 |                    |       |      |
|           |      | 00.15         |              | 8,608,746.16           | 624,104.13 | 0.05               | 0.00  | 0.05 |
| AY-CAT02  | SFCO | 00.45         | 8.14         | 8,612,183.57           | 630,194.24 |                    |       |      |
|           |      | 00.15         |              | 8,612,183.59           | 630,194.23 | 0.02               | -0.01 | 0.02 |
| AY-MAY01b | SFCO | 00.15         | 34.97        | 8,633,925.43           | 613,133.04 |                    |       |      |
|           |      | 01.00         |              | 8,633,925.79           | 613,133.48 | 0.36               | 0.44  | 0.57 |
| AY-CAN1   | SFCO | 00.10         | 45.54        | 8,642,081.74           | 606,268.23 |                    |       |      |
|           |      | 02.10         |              | 8,642,081.60           | 606,267.89 | -0.14              | -0.34 | 0.37 |
| AY-CAN02  | SFCO | 01.55         | 45.50        | 8,642,056.77           | 606,305.91 |                    |       |      |
|           |      | 00.10         |              | 8,642,056.77           | 606,306.80 | 0.00               | 0.89  | 0.89 |

## CUADRO N° 8-7

### AZIMUTS DE CUADRICULA FIJOS A PARTIR DE LAS COORDENADAS UTM

|    | <b>Estación</b> | <b>Norte (Y)</b> | <b>Este (X)</b> | <b>Azimuth</b>  | <b>Distancia</b> |
|----|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|    |                 | mts              | mts             | Grados Sex.     | mts.             |
| 1  | AY-PAL01        | 8,588,383.21     | 645,387.00      |                 |                  |
|    | AY-PAL02        | 8,588,590.29     | 645,390.50      | 00° 58' 05".97  | 207.109          |
| 2  | AY-TRI01        | 8,627,096.41     | 621,929.80      |                 |                  |
|    | AY-TRI02        | 8,627,053.88     | 621,973.99      | 133° 54' 12".13 | 61.331           |
| 3  | AY-CAS01        | 8,618,988.02     | 619,213.12      |                 |                  |
|    | AY-CAS02        | 8,618,933.49     | 619,317.70      | 177° 32' 18".02 | 117.943          |
| 4  | AY-TRB01        | 8,609,038.69     | 623,861.20      |                 |                  |
|    | AY-TRB02        | 8,608,746.11     | 624,104.13      | 140° 17' 49".31 | 380.287          |
| 5  | AY-SPD01        | 8,599,934.42     | 623,278.68      |                 |                  |
|    | AY-SPD02        | 8,600,043.13     | 623,211.13      | 328° 08' 38".77 | 127.988          |
| 6  | AY-CAT01        | 8,612,078.70     | 630,106.68      |                 |                  |
|    | AY-CAT02        | 8,612,183.57     | 630,194.24      | 39° 51' 35".33  | 136.618          |
| 7  | AY-SER01        | 8,594,382.17     | 645,081.79      |                 |                  |
|    | AY-SER02        | 8,594,445.27     | 645,084.71      | 02° 38' 58".28  | 63.167           |
| 8  | AY-SAM01        | 8,600,165.51     | 639,479.94      |                 |                  |
|    | AY-SAM02        | 8,600,228.98     | 639,453.93      | 337°42' 58".29  | 68.593           |
| 9  | AY-LLO01        | 8,628,062.17     | 619,199.06      |                 |                  |
|    | AY-LLO02        | 8,627,993.05     | 619,090.62      | 237°29' 11".14  | 128.595          |
| 10 | AY-MAY01        | 8,633,925.79     | 613,133.48      |                 |                  |
|    | AY-MAY02        | 8,633,862.08     | 613,200.35      | 133° 36' 49".40 | 92.361           |
| 11 | AY-CAN01        | 8,642,081.60     | 606,267.89      |                 |                  |
|    | AY-CAN02        | 8,642,056.77     | 606,305.91      | 123° 08' 51".51 | 45.409           |
| 12 | AY-TUN01        | 8,655,558.38     | 600,073.65      |                 |                  |
|    | AY-TUN02        | 8,655,514.70     | 600,005.33      | 237° 24' 26".70 | 81.090           |
| 13 | AY-VES01        | 8,658,990.07     | 600,005.74      |                 |                  |
|    | AY-VES02        | 8,659,013.42     | 599,944.93      | 291° 00' 21".37 | 65.139           |

**Nota :**

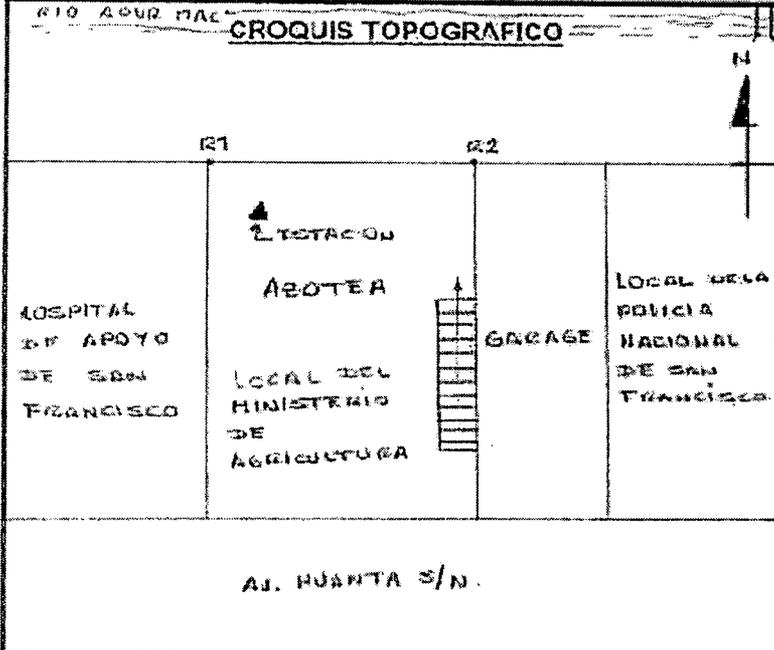
Azimuths calculados, tomado como punto de origen (01)  
y punto de destino (02)

## **CUADRO N° 8-8**

### **DESCRIPCION DE ESTACIONES DE LA RED DE APOYO**

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |   |                              |                          |
|---|---|------------------------------|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>SFCO             | Distrito<br>AYNA  | Provincia<br>LA MAR          | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>SAN FRANCISCO                | Características de la marca<br>PERNO DE 5/8" (CABEZA HEXAGONAL) | Estampado de la marca<br>S/N | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 37' 26" 29657 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 47' 22" 17708 W                   | Elipsoide<br>WGS 84          | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'604.143.72 mt.             | Este (x)<br>631.472.68 mt.                                      | Datum<br>WGS 84              | Zona UTM<br>18           |



**Descripción :**

El punto se encuentra ubicado en la Localidad de San Francisco, Distrito de Ayna, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho; situado en el local del Ministerio de Agricultura. Ubicado en la Av. Huanta s/n entre el Hospital de Apoyo y el local de la Policía Nacional, la marca se sitúa sobre la azotea del local del Ministerio en dirección NE.

**Inscripción :**

La marca es la parte superior (cabeza hexagonal) de un perno de 5/8" de diámetro que se encuentra incrustado en el techo aligerado de la azotea.

No lleva ninguna inscripción.

**Referencias :**

El punto se encuentra :

- Con un Azimut de 145° N. a 2.81 m. de la esquina izquierda del frente posterior de la losa (R1).
- Con un Azimut de 273° N. a 12.30 m. de la esquina derecha del frente posterior de la losa (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPÁR

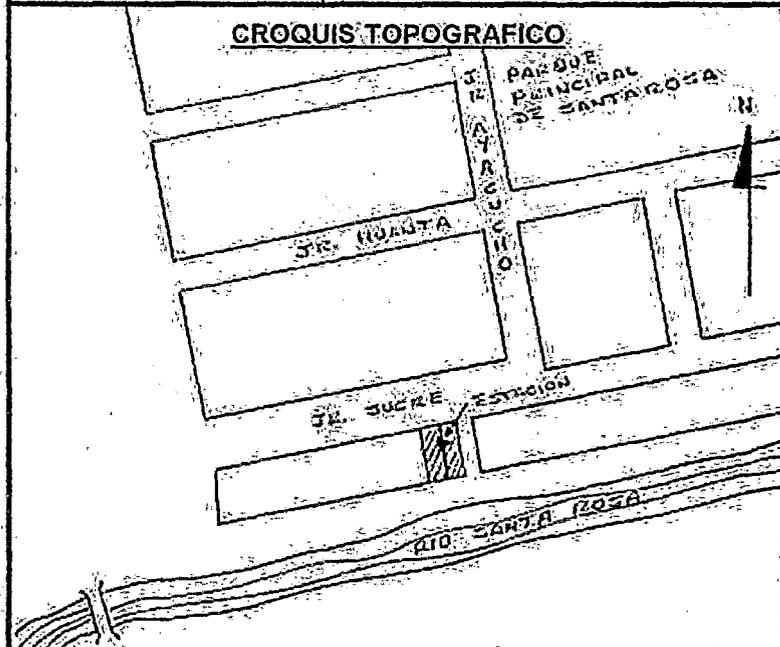
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1.999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |                              |                          |
|------------------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>SROS      | Distrito<br>SANTA ROSA   | Provincia<br>LA MAR          | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>SANTA ROSA            | Características de la marca<br>VARILLA TUBULAR DE 3/4" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>S/N | Orden<br>3er.            |
| Latitud (b)<br>12° 41' 23" 15688 S | Longitud (λ)<br>73° 44' 07" 08320 W                                | Elipsoide<br>WGS 84          | HAE                      |
| Norte (y)<br>8'596,838,53 ml.      | Este (x)<br>637,324,19 ml.   | Datum<br>WGS 84              | Zona UTM<br>18           |



**Descripción:**

El punto se encuentra ubicado en la Localidad de Santa Rosa, Distrito de Santa Rosa, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho; accediendo por vía terrestre a unos 21.00 km. en dirección SE partiendo de la localidad de San Francisco; se encuentra una vivienda de propiedad de la familia Quinteros, Jr. Sucre Nro. 222; en el 2do piso; sobre la segunda columna del eje principal izquierdo se encuentra la marca de estación, que es una varilla tubular de 3/4" de diámetro.

**Inscripción:**

La marca es una varilla de fierro tubular fundido de 3/4" de diámetro, 1.60 m. de altura y lleva en la parte superior soldado un perno de 5/8" de diámetro. Esta fijado sobre la columna del 2do. piso.

No lleva ninguna inscripción.

**Referencia:**

Se encuentra:

- A una distancia de 4.20 m. de la esquina izquierda del frente principal de la losa (R1).

Descrita por: ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto: RIO APURIMAC - ENE

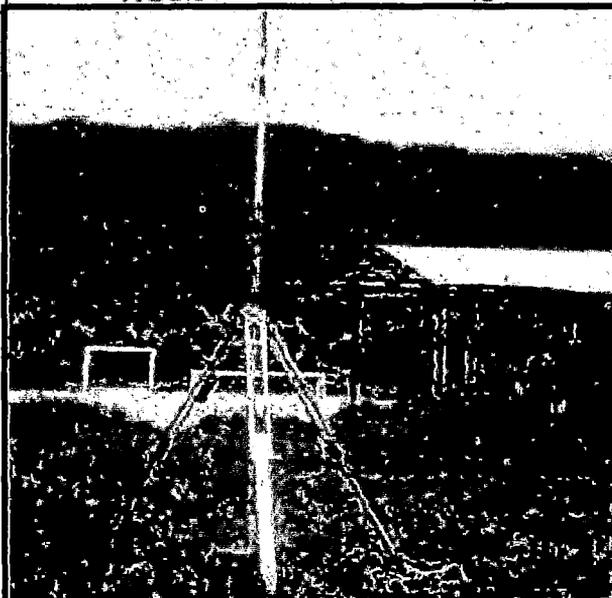
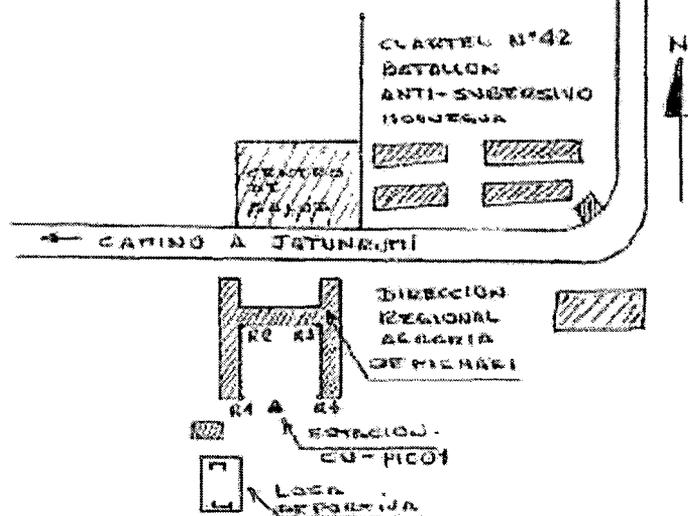
Fecha: ABRIL 1, 1999

Revisado por: ING. CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |   |                       |
|------------------------------------|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>PICHA     | Distrito<br>PICHARI  | Provincia<br>LA CONVENCION                        | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>PICHARI               | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>CU - PIC01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er          |
| Latitud (φ)<br>12° 31' 18".73447 S | Longitud (λ)<br>73° 50' 19".82762 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                               | HAE                   |
| Norte (y)<br>8'615.460.64 mt.      | Este (x)<br>628,162.22 mt                                  | Datum<br>WGS 84                                   | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto CU-PIC01 se encuentra ubicado en la localidad de Pichari, Distrito de Pichari, Provincia La Convención, Departamento de Cuzco; accediendo por vía terrestre desde la localidad de San Francisco en dirección NO a 22.40 km. aproximadamente y a 55-min., se encuentra el local de la Dirección Regional Agraria de Pichari a la altura del Cuartel Nro 42 Batallón Anti-subersivo- Moquegua, en el patio-jardín del interior del local en la parte central se encuentra monumentado sobre un hito de concreto con la marca CU-PIC01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : CU - PIC01; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto CU - PIC01 se encuentra :

- A una distancia de 10.90 m. de la esquina izquierda (R1).
- A una distancia de 16.50 m. de la esquina izquierda del fondo (R2).
- A una distancia de 19.35 m. de la esquina derecha del fondo (R3).
- A una distancia de 13.66 m. de la esquina derecha (R4)

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

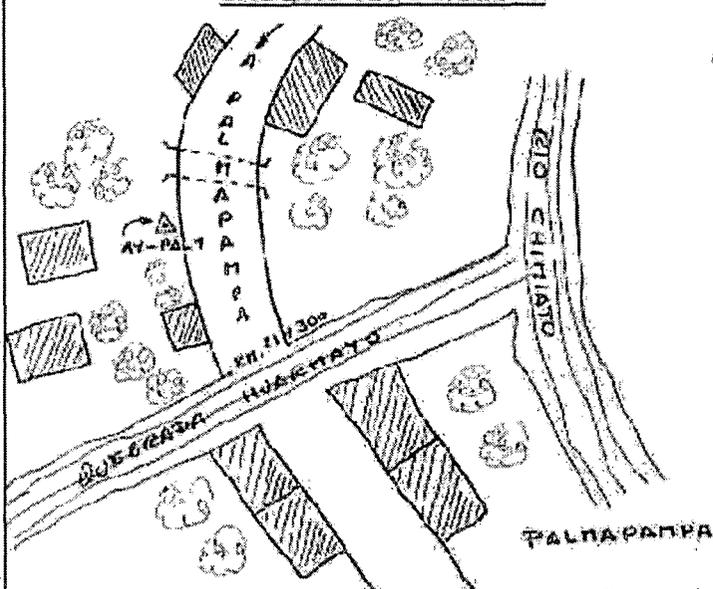
Fecha : ABRIL 1, 999

Revisado por : ING. CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-PAL01         | Distrito<br>SAN MIGUEL                                     | Provincia<br>LA MAR                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>PALMAPAMPA                   | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-PAL1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er             |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 45' 57".02961 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 39' 38".37064 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'588,383.21 ml.             | Este (x)<br>645,387.00 ml.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18           |

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



**Descripción:**

El punto AY-PAL1 se encuentra ubicado en la Localidad de Palmapampa, Distrito de San Miguel, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco por vía terrestre en dirección SE por el camino que va a Palmapampa aproximadamente 42.30 km. (1hr. 45min. de recorrido) se encuentra monumentado sobre la margen derecha del camino, a 8.43 m. del eje de la vía y 55.00 m. de la quebrada Huarmayo al ingreso del Centro Poblado. Es un hito de concreto con la marca de estación, AY-PAL1.

**Inscripción:**

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción: AY - PAL1; PETT - 04/99

**Referencias:**

El punto AY - PAL1 se encuentra:

- Con un Azimut de 234° N, a una distancia de 8.43 m. del eje de vía (R1).
- A una distancia de 55.00 m. de la Quebrada Huarmayo.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

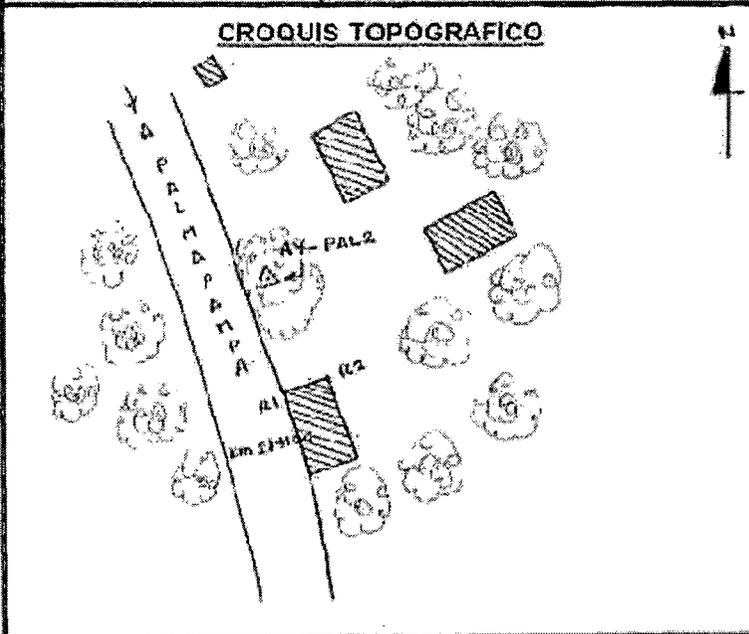
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING. CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |  |                          |
|------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-PAL02  | Distrito<br>SAN MIGUEL                                     | Provincia<br>LA MAR                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>PALMAPAMPA            | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-PAL2; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud (φ)<br>12° 45' 50" 28953 S | Longitud (λ)<br>73° 39' 38" 29028 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>----              |
| Norte (y)<br>8'583,590.29 mt.      | Este (x)<br>645,390.50 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>13           |



### Descripción :

El punto AY-PAL2 se encuentra ubicado en la Localidad de Palmapampa, Distrito de San Miguel, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco por vía terrestre en dirección SE por el camino que va ha Palmapampa aproximadamente 42.30 km. (1hr. 45min. de recorrido) se encuentre monumentado sobre la margen izquierda del camino a 5.65m. del eje de la vía y al costado de una vivienda de propiedad del Sr. Silvano Pérez. Es un hito de concreto con la marca de estación AY-PAL2.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY -PAL2; PETT - 04/99.

### Referencias :

El punto AY - PAL2 se encuentra :

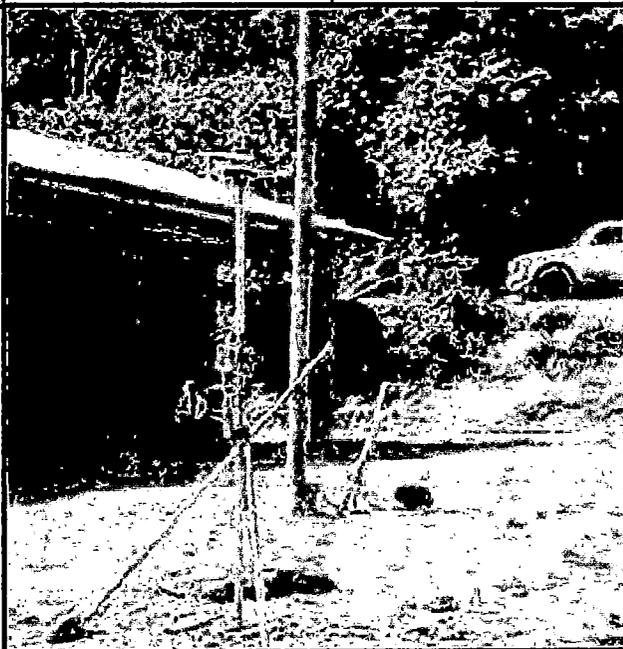
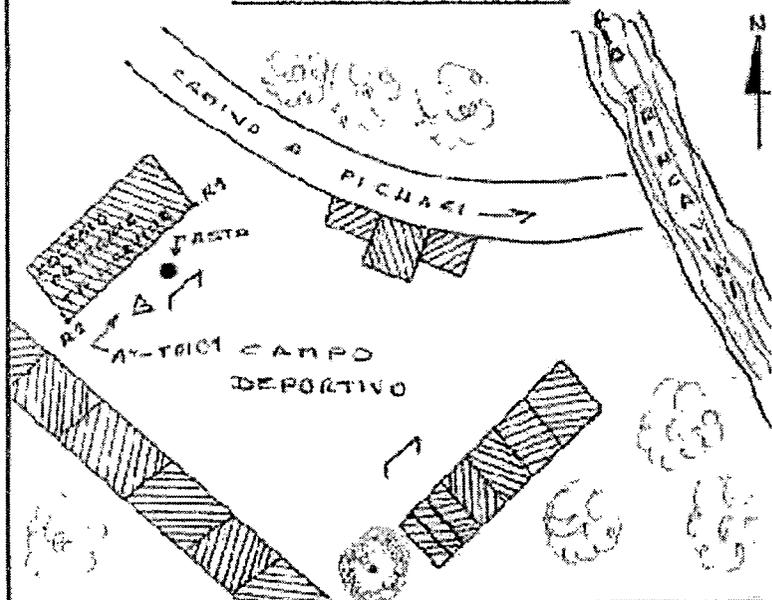
- Con un Azimut de 305° N, a una distancia de 6.73 m. del vértice de la vivienda (R1).
- Con un Azimut de 356° N, a una distancia de 9.40 m. del vértice de la vivienda (R2).
- A una distancia de 5.65 m. del eje de la vía.

Describe por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
 Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
 Fecha : ABRIL 1.999  
 Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |   |                       |
|------------------------------------|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TRI01  | Distrito<br>PICHARI  | Provincia<br>LA CONVENCIÓN                      | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>TRINCAVINI            | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-TRI01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud (φ)<br>12° 25' 00",59927 S | Longitud (λ)<br>73° 52' 41",67238 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'627,096.41 m.       | Este (x)<br>621,929.30 m.                                  | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-TRI01 se encuentra ubicado en la localidad de Trincavini, Distrito de Pichari, Provincia La Convención, Departamento del Cuzco; partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a Teresa a 39.10 km. (por vía terrestre) y 1hr.30min. de camino se encuentra el centro poblado Trincavini, en el campo deportivo del pueblo entre un arco y el colegio primario del mismo nombre (cerca de un asta de bandera), se encuentra un hito de concreto con la marca AY-TRI01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - TRI01; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - TRI01 se encuentra :

- Con un Azimut de 199° N, a 16.17 m. de la esquina derecha del frente principal del colegio (R1).
- Con un Azimut de 109° N, a 12.52 m. de la esquina izquierda del frente principal del colegio (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

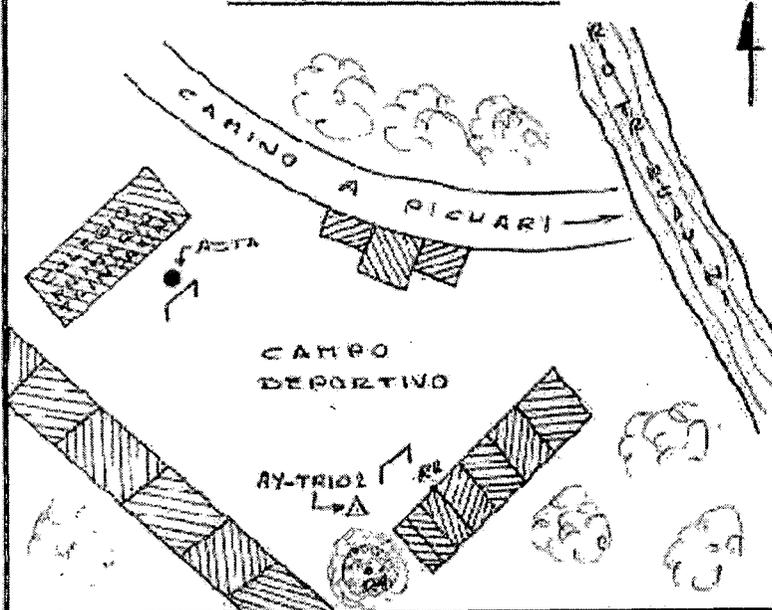
Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|  |  |   |                       |
|--|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TR102          | Distrito<br>PICHARI  | Provincia<br>LA CONVENCION                      | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>TRINCAVINI                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-TR102; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 25' 01" 97732' S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 52' 40" 20305' W             | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'627,053.88 mt.              | Este (x)<br>821,973.99 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción:

El punto AY-TR102 se encuentra ubicado en la localidad de Trincavini, Distrito de Pichari, Provincia La Convención, Departamento del Cuzco; partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a Teresa a 39.10 km. (por vía terrestre) y 1hr. 30min. de camino se encuentra el centro poblado Trincavini, en el campo deportivo del pueblo al costado de un arco que da hacia unas viviendas; se encuentra un hito de concreto con la marca AY-TR102.

### Inscripción:

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción: AY - TR102; PETT - 04/99

### Referencias:

El punto AY - TR102 se encuentra:

- Con un Azimut de 350° N, a una distancia de 13.20 m. de un árbol (R1).
- Con un Azimut de 251° N, a 10.55 m. de la esquina izquierda de la tercera vivienda de dos pisos (R2).

Descrita por: ANTONIO CHIHUAN GASPAR

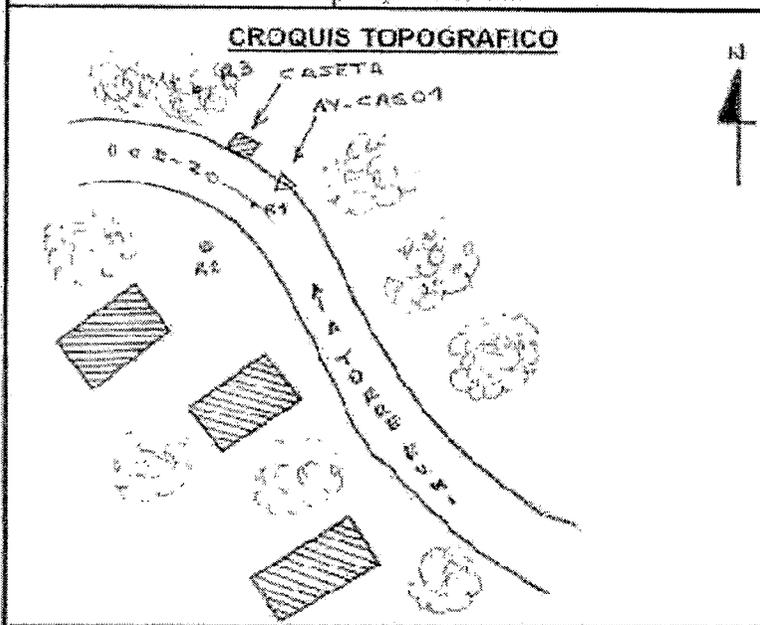
Proyecto: RIO APURIMAC - ENE

Fecha: ABRIL 1,999

Revisado por: ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CAS01         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>CASERVINE NORTE              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-CAS01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 29' 24" 88832 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 54' 10" 52841 W              | Elipscide<br>WGS 84                             | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'618.988.02 mt.             | Este (x)<br>819.213.12 mt.                                 | Datum<br>WGS'84                                 | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-CAS01 se encuentra ubicado en la Localidad de Caservine Norte, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a SIVIA a 50.00 km. (por vía terrestre) y 1hr. 35min., se encuentra el centro poblado de Caservine Norte, sobre la margen derecha del camino que va a Torre Rumi, en una curva se encuentra una caseta de vigilancia al lado derecho de la misma se ubica un hito de concreto con la marca AY-CAS01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - CAS01; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - CAS01 se encuentra :

- A una distancia de 5.80 m. del eje de la vía (R1).
- A una distancia de 12.80 m. de un árbol cortado (R2).
- A una distancia de 13.50 m. de un árbol junto a la caseta de vigilancia (R3).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAS

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

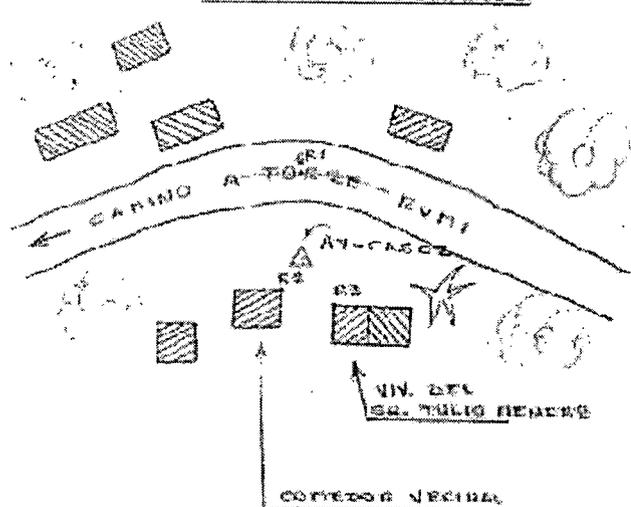
Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CAS02         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>CASERVINE NORTE              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-CAS02; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 28' 26" 64911 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 54' 07" 05698 W              | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'618,933.49 ml.             | Este (x)<br>819,317.79 ml.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18           |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



#### Descripción :

El punto AY-CAS02 se encuentra ubicado en la Localidad de Caservine Norte, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a SIVIA a 50.00 km. (por vía terrestre) y 1hr. 35min., se encuentra el centro poblado de Caservine Norte, sobre la margen izquierda del camino que va a Torre Rumí, en una curva cerca del comedor vecinal se ubica un hito de concreto con la marca AY-CAS02.

#### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior,

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - CAS02; PETT - 04/99

#### Referencias :

El punto AY - CAS02 se encuentra :

- A una distancia de 5.90 m. del eje de la vía (R1).
- A una distancia de 5.30 m. de la esquina del local del comedor (R2).
- A una distancia de 6.05 m. de la esquina de la vivienda del sr. Tulio Méndez (R3).

Descrito por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

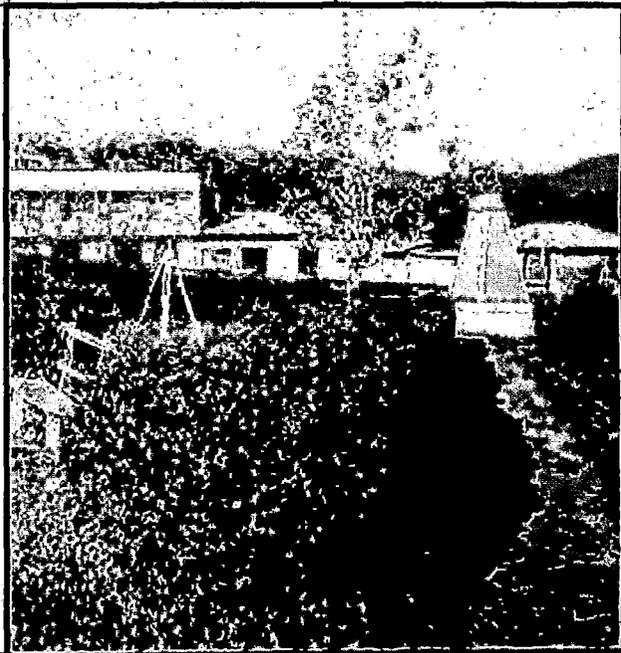
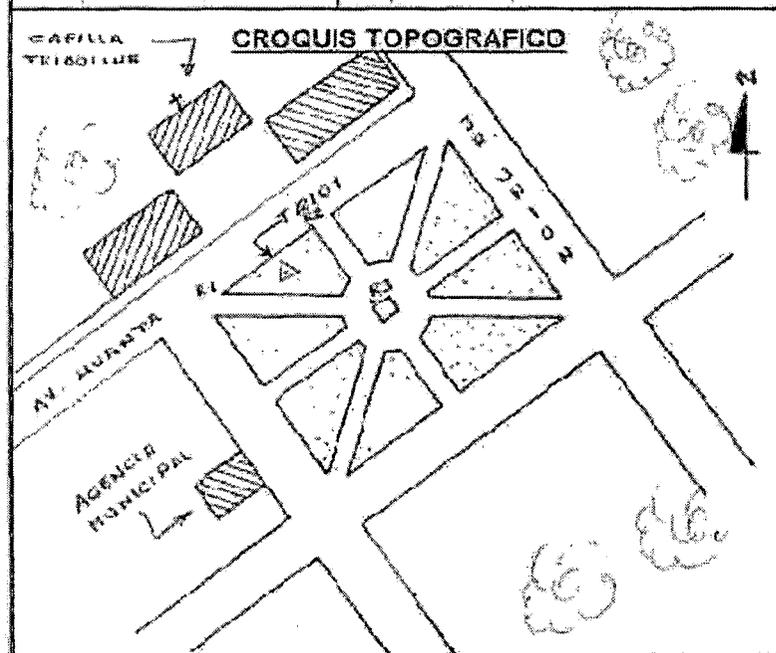
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1,999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TRB01         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                          | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>TRIBOLINE                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>TRI01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 34' 48".08481 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 51' 35".13724 W              | Elipsoide<br>WGS 84                          | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'609,036.69 mt.             | Este (x)<br>623,861.20 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                              | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto TRI01 se encuentra ubicado en la Localidad de Triboline, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho, partiendo de la localidad de San Francisco por el camino que va en dirección a SIVIA, a 22.50 km. aproximadamente y sobre la misma plaza se ubica un hito de concreto con la marca de estación TRI01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : TRI01; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto TRI01 se encuentra

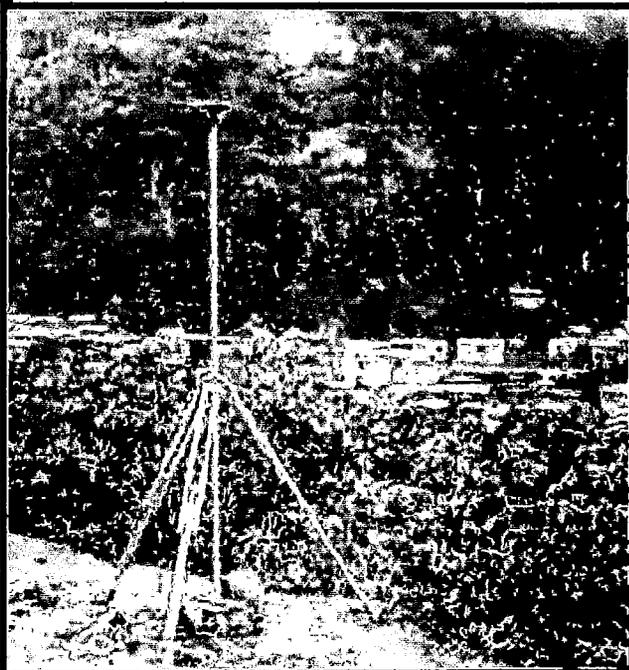
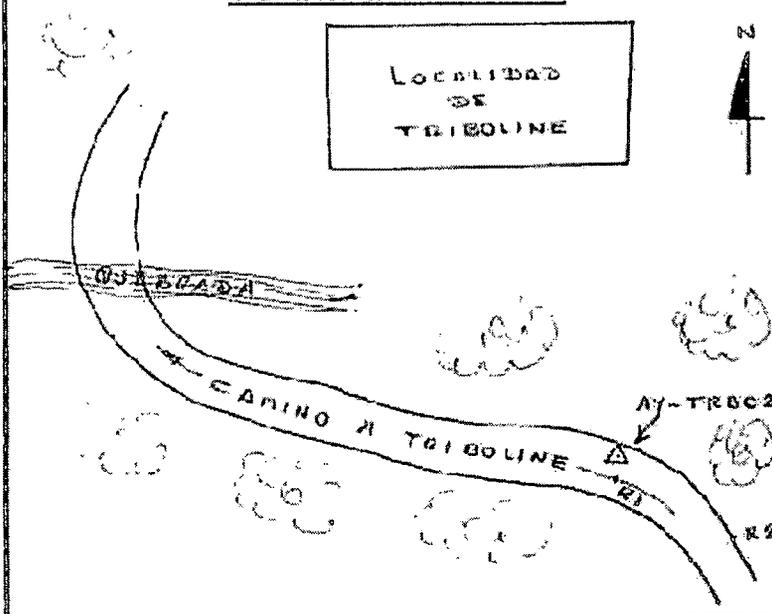
- A una distancia de 12.70 m. de la esquina de la Plaza (R1).
- A una distancia de 7.95 m. del punto R2.
- A una distancia de 13.90 m. del punto R3 (Monumento de Francisco Bolognesi).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1,999  
Revisado por : ING. CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TRB02         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>TRIBOLINE                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-TRB02; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 34' 57".57345 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 51' 27".04546 W              | Elipsoide<br>WGS-84                             | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'608,746.11 ml.             | Este (x)<br>524,104.13 ml.                                 | Datum<br>WGS-84                                 | Zona UTM<br>18           |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-TRB02 se encuentra ubicado en la Localidad de Triboline, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco por el camino que va a SIVIA a 22.50 km. y a unos 600.00 m. antes de llegar a TRIBOLINE, se encuentra monumentado sobre la margen derecha del camino, en una curva pronunciada, es un hito de concreto con la marca AY-TRB02.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - TRB02; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - TRB02 se encuentra

- A una distancia de 4.00 m. del eje de vía (R1).
- A una distancia de 20.00 m. del inicio de la curva (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAS

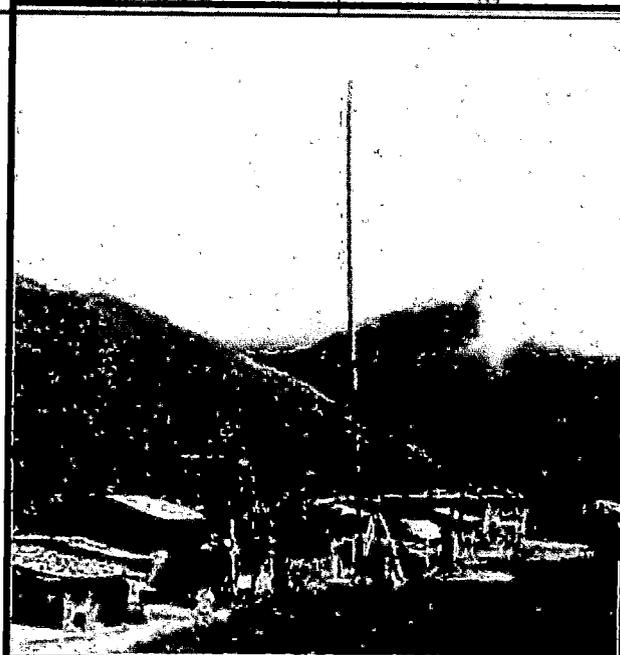
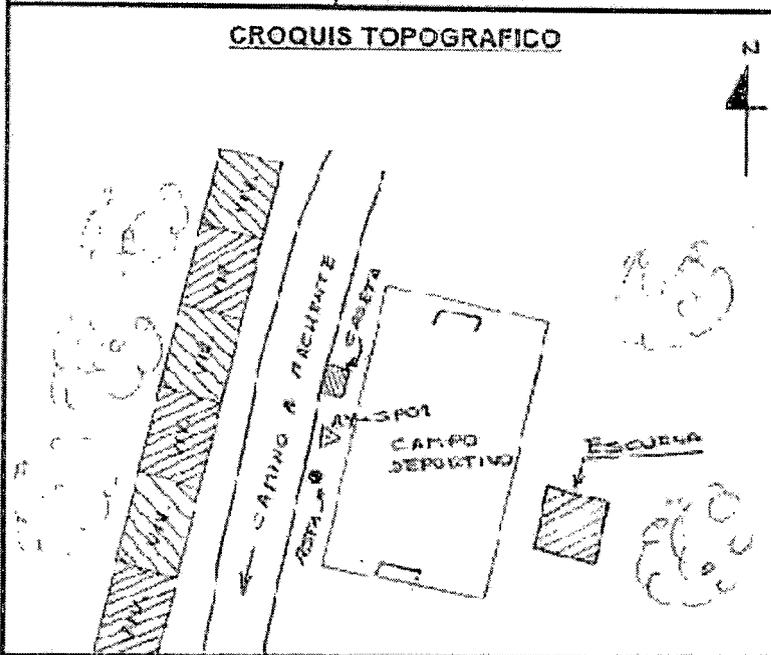
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1,999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |  |                          |
|------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-SPDC1  | Distrito<br>AYNA   | Provincia<br>LA MAR                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>SAN PEDRO             | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-SP01; PETT - 04/89 | Orden<br>3er.            |
| Latitud (φ)<br>12° 39' 44".49523 S | Longitud (λ)<br>73° 51' 53".13340 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'569 934.42 mt.      | Este (x)<br>823,278.68 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18           |



**Descripción :**

El punto AY-SP01 se encuentra ubicado en la Localidad de San Pedro, Distrito de Ayna, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho, partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a Machente a unos 25.70 km, por vía terrestre se llega al centro poblado San Pedro; sobre la margen izquierda del camino se encuentra un campo deportivo, frente a él y junto a un asta de bandera se halla un hito de concreto con la marca AY-SP01

**Inscripción :**

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - SP01 PETT - 04/89

**Referencia :**

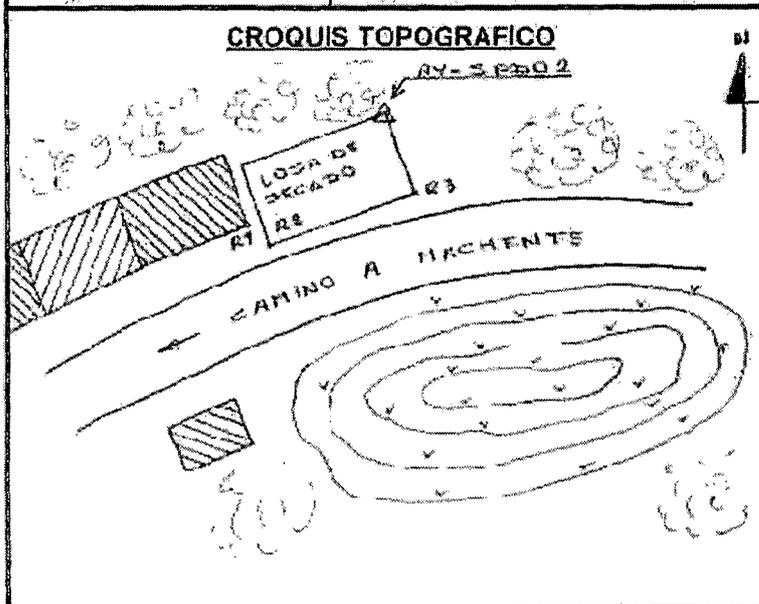
El punto AY - SP01 se encuentra :

- A 1.20 m. del asta de bandera.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GÁSPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1, 1989  
Revisado por : ING<sup>º</sup> CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-SPD02         | Distrito<br>AYNA   | Provincia<br>LA MAR                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>SAN PEDRO                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-SPD02; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 39' 40" 96647 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 51' 55" 38837 W              | Elipsoide<br>WGS.84                             | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'600,043.13 mt.             | Este (x)<br>623,211.13 mt.                                 | Datum<br>WGS.84                                 | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-SPD02 se encuentra ubicado en la Localidad de San Pedro, Distrito de Ayna, Provincia La Mar, Departamento de Ayacucho; partiendo de la localidad de San Francisco en dirección a Machente a unos 25.70 km. por vía terrestre se llega al centro poblado San Pedro, sobre la margen derecha se encuentra una primera vivienda de propiedad de la familia Carmen Azparrent Taipei donde existe una losa de secado, en una esquina se ubica un hilo de concreto con la marca AY-SPD02.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - SPD02; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - SPD02 se encuentra :

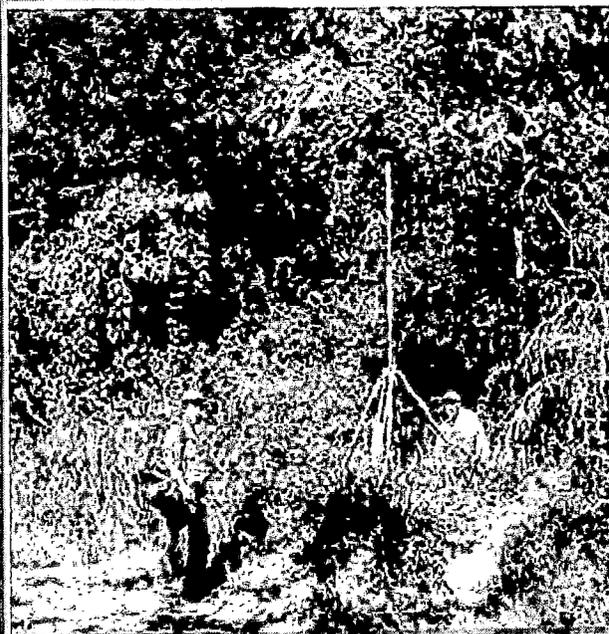
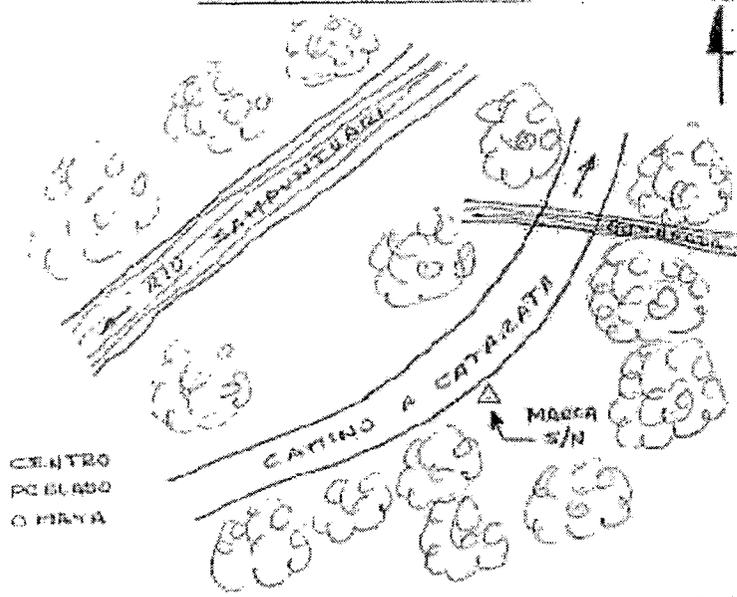
- Con un Azimut de 345° N, a 19.61 m. de la esquina de una vivienda (R1).
- Con un Azimut de 326° N, a 20.00 m. de la esquina de la losa de secado (R2).
- Con un Azimut de 259° N, a 7.92 m. de la esquina de la losa de secado (R3).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1,999  
Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |                              |                       |
|---|--|------------------------------|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CAT01         | Distrito<br>PICHARI  | Provincia<br>LA CONVENCION   | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>CATARATA                     | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>S/N | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 33' 08".23594 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 40' 08".04602 W              | Elipsoide<br>WGS 84          | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'612,078.70 mt.             | Este (x)<br>830,106.68 mt.                                 | Datum<br>WGS 84              | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



#### Descripción :

El punto se encuentra ubicado en la Localidad de Catarata, Distrito de Pichari, Provincia de La Convención, Departamento del Cuzco; esta situado al Norte de la localidad de San Francisco. Partiendo de esta localidad en dirección a Pichari, se llega primero al centro poblado de Omayá, luego se toma el camino que va paralelo al río Sampuntuan en dirección a Catarata, aproximadamente a 1.00 km., se encuentra sobre la margen derecha del camino antes de llegar a un riachuelo con recubrimiento de concreto (badén), es un hito de concreto con la marca de estación sin inscripción del punto AY-CAT01.

#### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.  
No lleva ninguna inscripción.

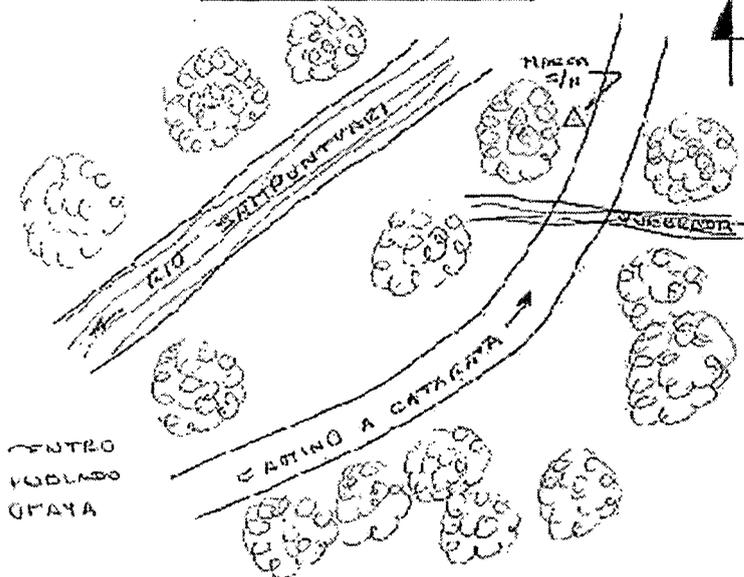
#### Referencia :

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1,999  
Revisado por : ING° CÉSAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |                              |                       |
|---|--|------------------------------|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CATU2         | Distrito<br>PICHARI  | Provincia<br>LA CONVENCION   | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>CATARATA                     | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>S/N | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 33' 04",80953 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 48' 05",76087 W              | Elipsoide<br>WGS 84          | HAE<br>----           |
| Norte (y)<br>8'612,183.57 ml.             | Este (x)<br>6'30,194.24 ml.                                | Datum<br>WGS 84              | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto se encuentra ubicado en la Localidad de Catarata, Distrito de Pichari, Provincia de La Convención, Departamento del Cuzco; esta situado al Norte de la localidad de San Francisco. Partiendo de esta localidad en dirección a Pichari, se llega primero al centro poblado de Omayá, luego se toma el camino que va paralelo al río Sampuntuari en dirección a Catarata aproximadamente a 1.20 km., se encuentra sobre la margen izquierda del camino, pasando un riachuelo con recubrimiento de concreto (badén) y adyacente al río, se encuentra un hito de concreto con la marca de estación sin inscripción del punto AY-CATC2.

### Inscripción :

Es un marumarte de concreto simple de base inferior 0,25 m., base superior 0,20 m. y altura 0,15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

No lleva ninguna inscripción.

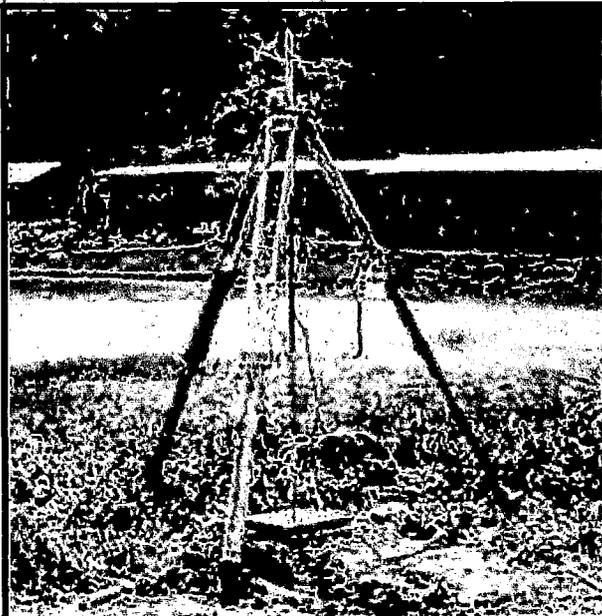
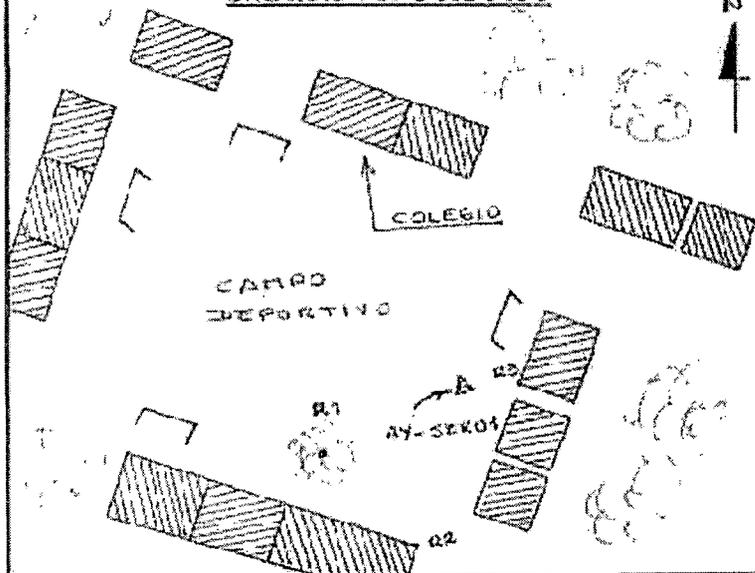
### Referencia :

Descrita por : ANTONIO CHIHUÁN GASPÁR  
 Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
 Fecha : ABRIL 1, 1999  
 Revisado por : ING° CESAR MILLOÑES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                       |
|---|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY SER01         | Distrito<br>QUIMBIRI                                       | Provincia<br>LA CONVENCION                      | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>MAQUETE SERANTA              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-SER01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 42' 41" 84174 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 39' 49" 51379 W              | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'594 382 17 mt.             | Este (x)<br>645,081.79 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-SER01 se encuentra ubicado en la Localidad de Máquete Seranta, Distrito de Quimbiri, Provincia La Convención, Departamento de Cuzco; esta situado al SE de la localidad de San Francisco, viajando por el río Apurímac aguas arriba se navega aproximadamente 1hr. hasta llegar al caserío Máquete Seranta sobre la margen derecha del río. En la plaza principal de la localidad, existe un campo deportivo sobre el cual se encuentra monumentado un hilo de concreto con la marca del punto AY-SER01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY SER01; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - SER01 se encuentra .

- Con un Azimut de 88° N, a una distancia de 12.47 m. de un árbol (R1).
- Con un Azimut de 47° N, a una distancia de 13.39 m. de la esquina de una vivienda (R2).
- Con un Azimut de 295° N, a una distancia de 3.65 m., de la esquina de una vivienda (R3).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAS

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

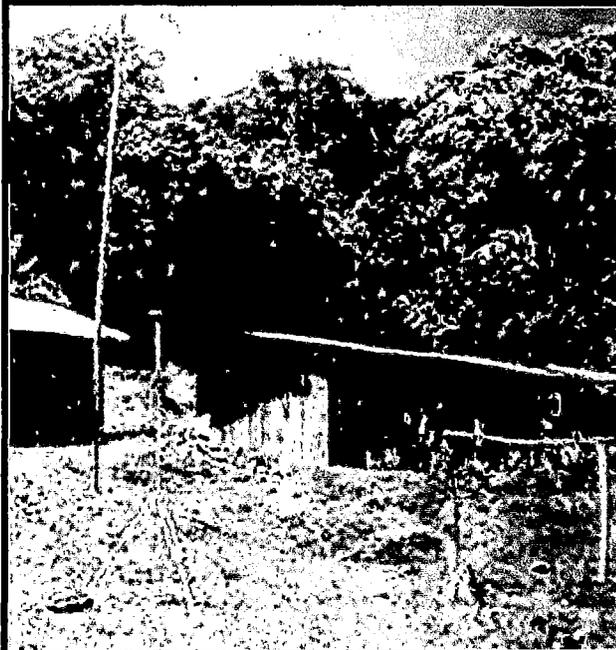
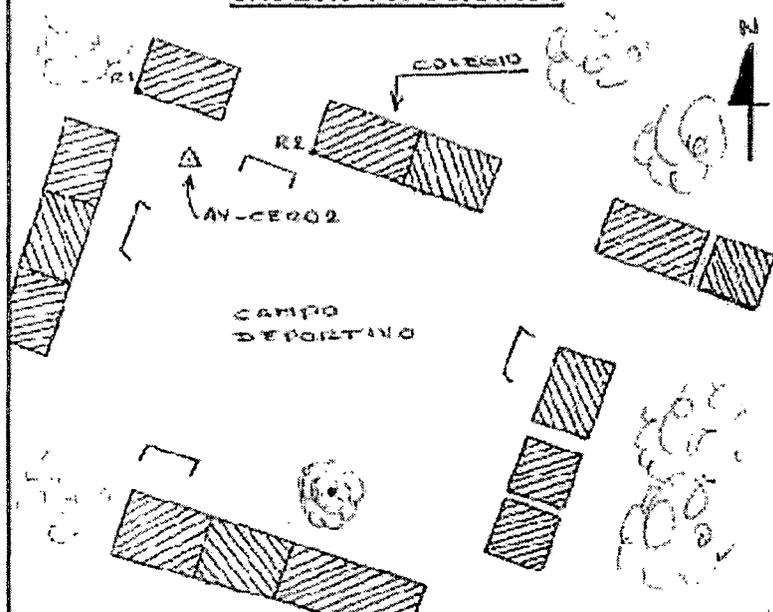
Fecha : ABRIL 1.999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                       |
|---|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-SER02         | Distrito<br>QUIMBIRI                                       | Provincia<br>LA CONVENCION                      | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>MAQUETE SERANTA              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-CER02; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 42' 39".78744 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 39' 49".42776 W              | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'594.445.27 mt.             | Este (x)<br>645.084.71 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-CER02 se encuentra ubicado en la Localidad de Máquete Seranta, Distrito de Quimbiri, Provincia La Convención, Departamento de Cuzco; esta situado al SE de la localidad de San Francisco, viajando por el río Apurímac aguas arriba se navega aproximadamente 1 hr. hasta llegar al caserío Máquete Seranta sobre la margen derecha del río. En la plaza principal de la localidad, existe un campo deportivo, sobre el cual se encuentra un hito de concreto frente a la casa comunal, llevando la inscripción AY-CER02.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - CER02; PETT - 04/99

### Referencias :

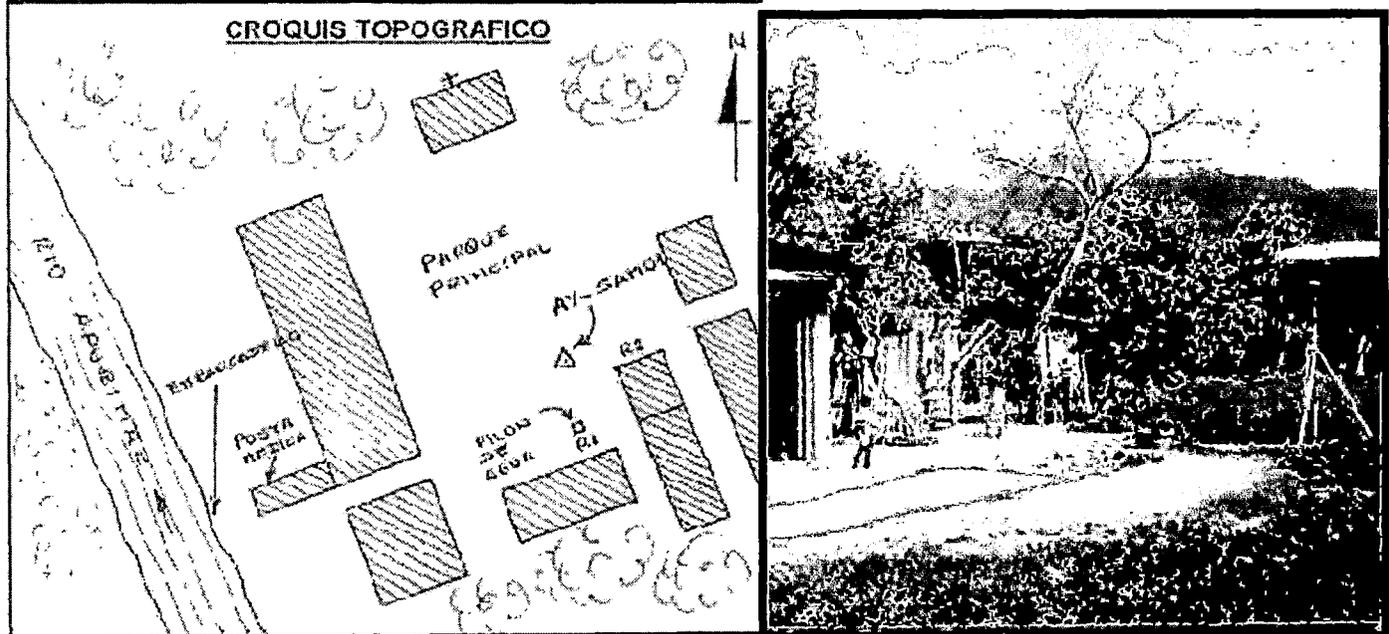
El punto AY - CER02 se encuentra :

- A una distancia de 8.00 m. de la esquina izquierda del frente principal de la casa comunal (R1).
- A una distancia de 13.03 m. de la esquina izquierda del frente principal de la escuela C.E. 38945. (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1.999  
Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                       |
|---|--|---|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-SAM01         | Distrito<br>QUIMBIRI                                       | Provincia<br>LA CONVENCIÓN                      | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>SAMANIATO                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-SAM01; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 39' 34" 53283 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 42' 56" 16541 W              | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>—              |
| Norte (y)<br>8'600,165.51 mt.             | Este (x)<br>639,479.94 ml.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18        |



### Descripción :

El punto AY-SAM01 se encuentra ubicado en la Localidad de Samaniato, Distrito de Quimbiri, Provincia La Convención, Departamento de Cuzco; esta situado al SE de la Localidad de San Francisco, viajando por el río Apurímac aguas arriba se llega en 45 min. aproximadamente, ingresando por la Posta Medica junto al embarcadero, se camina aproximadamente 200.00 m. hasta llegar a un parque principal en el extremo SE del parque se encuentra un hito de concreto monumentado en la entrada, con la inscripción AY-SAM01.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - SAM01; PETT - 04/99.

### Referencias :

El punto AY - SAM01 se encuentra :

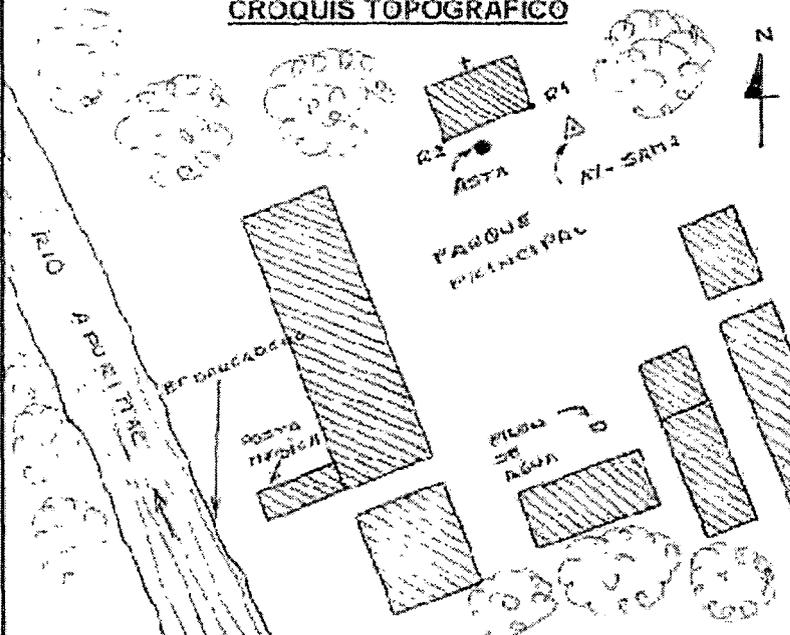
- Con un Azimut de 353° N, a una distancia de 7.70 m. del pilón de agua (R1).
- Con un Azimut de 275° N, a una distancia de 6.35 m. de la esquina de la vivienda (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
 Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
 Fecha : ABRIL 1,999  
 Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-SAM02         | Distrito<br>QUIMBIRI                                       | Provincia<br>LA CONVENCION                     | Departamento<br>CUZCO |
| Localidad<br>SAMANIATO                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-SAM2; PETT - 04/99 | Orden<br>3er          |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 39' 32".47131 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 42' 57".03776 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>6'600,228.98 mt.             | Este (x)<br>639,453.93 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-SAM2 se encuentra ubicado en la Localidad de Samaniato, Distrito de Quimbiri, Provincia La Convención, Departamento de Cuzco; esta situado al SE de la Localidad de San Francisco, viajando por el río Apurimac aguas arriba se llega en 45 min. aproximadamente ingresando por la posta Medica junto al embarcadero se camina aproximadamente 200.00 m. hasta llegar a un parque principal, en donde se halla una Capilla en construcción, al lado derecho de la misma se encuentra un hito de concreto con la inscripción AY-SAM2.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - SAM2; PETT - 04/99

### Referencia :

El punto AY - SAM2 se encuentra :

- A una distancia de 5.05 m. de la esquina derecha del frente principal de la Iglesia (R1).
- A una distancia de 10.89 m. de la esquina izquierda del frente principal de la Iglesia (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GÁSPAR

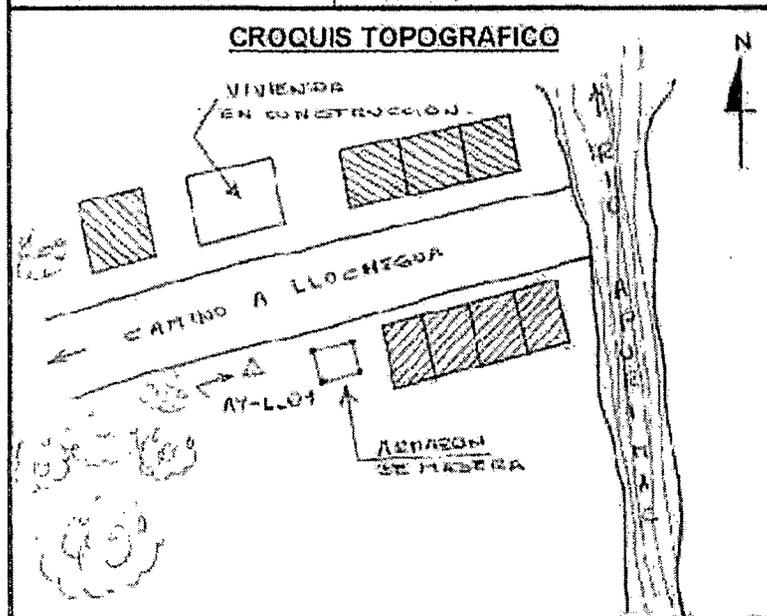
Proyecto : RÍO APLRIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING. CESAR M'LLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |  |                          |
|------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-LLO01  | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>LLOCHEGUA             | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-LLO1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud (φ)<br>12° 24' 29".53458 S | Longitud (λ)<br>73° 54' 12".23454 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'628,062.17 mt.      | Este (x)<br>619,199.06 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-LLO1 se encuentra ubicado en la Localidad de Llochegua, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; esta situado al NO de la localidad de San Francisco, navegando por el río Apurimac aguas abajo (margen izquierda) se llega al centro poblado Llochegua en 45 min. aproximadamente, tomando el camino que va del puerto (embarcadero) de Llochegua al centro poblado del mismo nombre aproximadamente 100 m. de distancia, sobre el lado izquierdo del camino a 3.00 m. del eje del camino se encuentra un hilo de concreto con la inscripción del punto AY-LLO1.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - LLO1; PETT - 04/99

### Referencias :

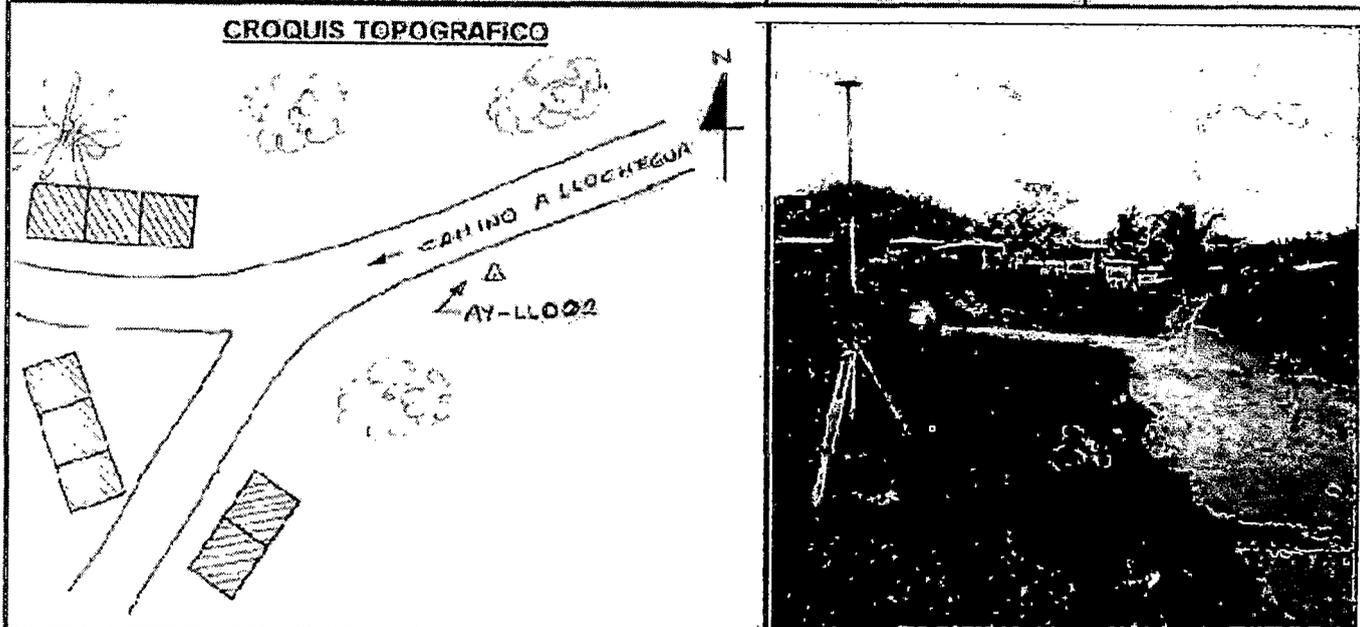
El punto AY - LLO1 se encuentra :

- A una distancia de 100.00 m. del puerto (embarcadero).
- A una distancia de 3.00 m. del eje de vía.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
Fecha : ABRIL 1,999  
Revisado por : ING<sup>o</sup> CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |   |                          |
|---|--|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-LLO02         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>LLOCHEGUA                    | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-LLO02: PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 24' 31".79876 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 54' 15".81612 W              | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'627,993.05 mt.             | Este (x)<br>819,090.62 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-LLO02 se encuentra ubicado en la Localidad de Llochegua, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; esta situado al NO de la localidad de San Francisco, navegando por el río Apurímac aguas abajo (margen izquierda) se llega al centro poblado Llochegua en 45 min. aproximadamente tomando el camino que va del puerto (embarcadero) de Llochegua al centro poblado del mismo nombre aproximadamente 250 m. de distancia sobre el lado izquierdo del camino a 4.30 m. del eje del camino, se encuentra un hito de concreto con la inscripción del punto AY-LLO02.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - LLO02: PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - LLO02 se encuentra :

- A una distancia de 250.00 m. del puerto.
- A una distancia de 4.30 m. del eje de vía.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

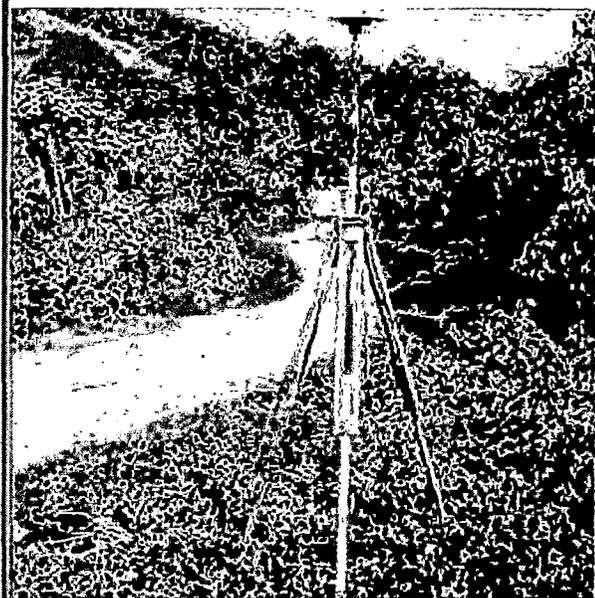
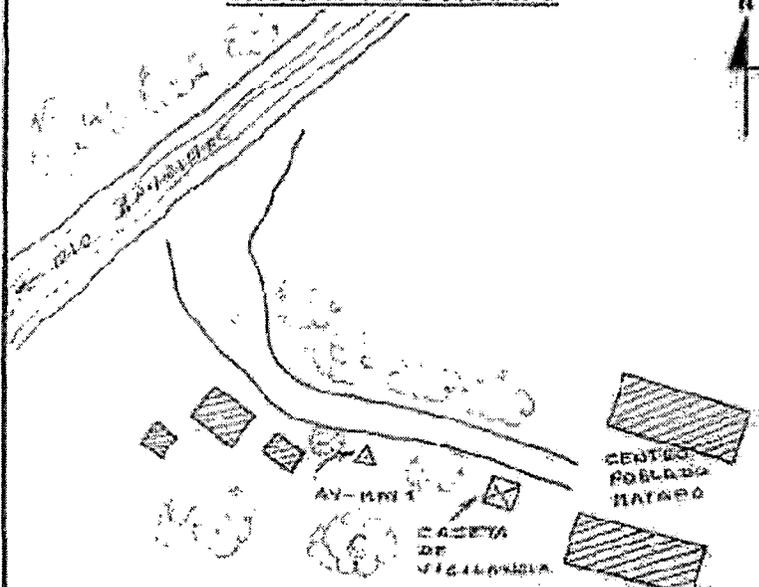
Fecha : ABRIL 1, 999

Revisado por : ING<sup>o</sup> CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|                                    |  |  |                          |
|------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-MAY01  | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>MAYAPO                | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-MAY1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud (φ)<br>12° 21' 19".46571 S | Longitud (λ)<br>73° 57' 33".86361 W                        | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'033.925.79 mt.      | Este (x)<br>613,133.48 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18           |

**CROQUIS TOPOGRAFICO**



**Descripción :**

El punto AY-MAY1 se encuentra ubicado en la Localidad de Mayapo, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta Departamento de Ayacucho. Partiendo de la localidad de San Francisco, se navega por el río Apurimac, aguas abajo por 1:20 hr., hasta llegar al centro poblado de Mayapo, en la margen izquierda del río, sobre el camino que va del puerto Mayapo en dirección al centro poblado del mismo nombre aproximadamente 200.00 m. sobre el lado derecho del camino a 3.00 m. del eje de la vía se encuentra un hito de concreto con la inscripción del punto AY-MAY1

**Inscripción :**

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - MAY1; PETT - 04/99

**Referencias :**

El punto AY - MAY1 se encuentra :

- A una distancia de 200.00 m. del puerto.
- A una distancia de 3.00 m. del eje de vía.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

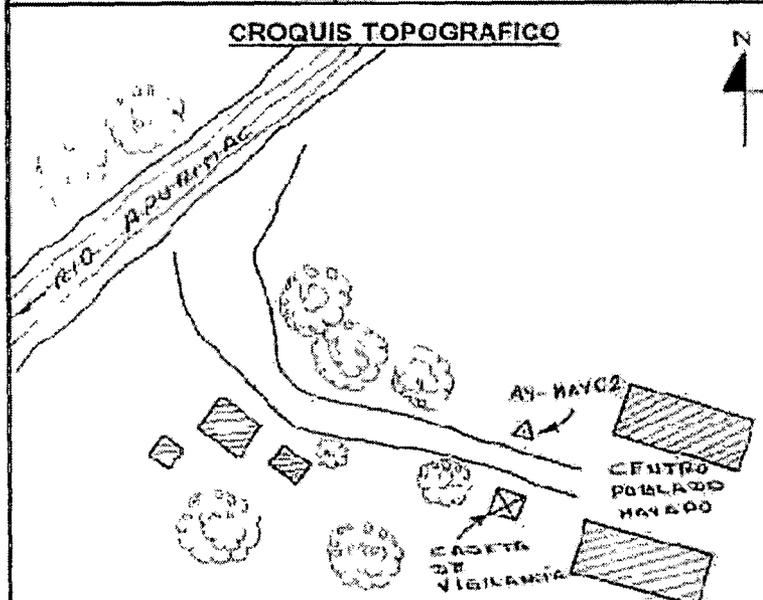
Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1,999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |   |   |                          |
|---|---|---|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-MAY02         | Distrito<br>SIVIA   | Provincia<br>HUANTA                             | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>MAYAPO                       | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO. | Estampado de la marca<br>AY-MAY02; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 21' 21" 53099 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>73° 57' 31" 63132 W               | Elipsoide<br>WGS 84                             | HAE                      |
| Norte (y)<br>8'633,862.08 mt.             | Este (x)<br>613,200.35 mt.                                  | Datum<br>WGS 84                                 | Zona UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-MAY02 se encuentra ubicado en la Localidad de Mayapo, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta Departamento de Ayacucho. Partiendo de la localidad de San Francisco, se navega por el río Apurimac, aguas abajo por 1:20 hr., hasta llegar al centro poblado de Mayapo. en la margen izquierda del río, sobre el camino que va del puerto Mayapo en dirección al centro poblado del mismo nombre aproximadamente 300.00 m. sobre el lado izquierdo del camino a 4.00 m. del eje de la vía frente a un torreón de vigilancia se encuentra un hito de concreto con la inscripción del punto AY-MAY02.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m y altura 0.15 m con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY - MAY02; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY - MAY02 se encuentra :

- A una distancia de 90.00 m. de la primera vivienda.
- A una distancia de 10.00 m. de la torre de vigilancia.
- A una distancia de 4.00 m. del eje de vía.

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

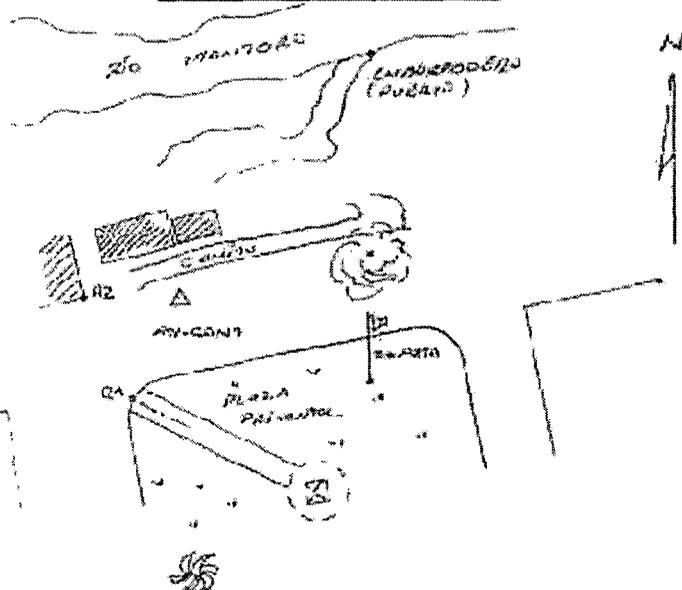
Fecha : ABRIL 1,999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CAN01         | Distrito<br>S-VIA  | Provincia<br>HUANTA                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>CANAIRE                      | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-CAN1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 16' 54" 83084 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 01' 22" 14992 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>----              |
| Norte (y)<br>8'542,081 60 mt.             | Este (x)<br>603,267.89 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18           |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción:

El punto AY-CAN1 se encuentra ubicado en la Localidad de Canaire, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho, esta situado al NO de la Localidad de San Francisco, navegando durante 3:30 hr. por el río Apurímac aguas abajo hasta el cruce con el río Mantaro se viaja hasta llegar al centro poblado de Canaire ubicado sobre la margen izquierda del río Mantaro. En la plaza principal del centro poblado, sobre la calle más próxima al camino que desciende hacia el río (puerto) se ubica un hilo de concreto con la inscripción AY-CAN1.

### Inscripción:

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción: AY-CAN1; PETT - 04/99

### Referencias:

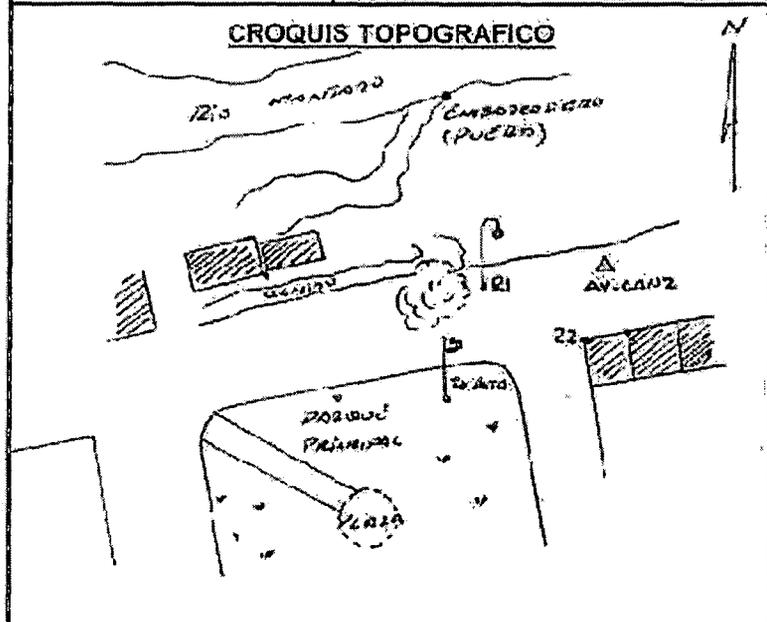
El punto AY-CAN1 se encuentra:

- A una distancia de 10.94 m. de la esquina de la Plaza Principal (R1).
- A una distancia de 11.30 m. de la esquina de una vivienda (R2)

Descrita por: ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
Proyecto: RIO APURIMAC - ENE  
Fecha: ABRIL 1,999  
Revisado por: ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-CAN02         | Distrito<br>SIVIA  | Provincia<br>HUANTA                            | Departamento<br>AYACUCHO |
| Localidad<br>CANAIRE                      | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-CAN2; PETT - 04/99 | Orden<br>3cr.            |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 06' 55".63451 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 01' 20".88852 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---               |
| Norte (y)<br>8'642,056.77 ml.             | Este (x)<br>606,305.91 ml.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona:UTM<br>18           |



### Descripción :

El punto AY-CAN2 se encuentra ubicado en la Localidad de Canaire, Distrito de Sivia, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; está situado al NO de la Localidad de San Francisco, navegando durante 3:30 hr. por el río Apurímac aguas abajo hasta el cruce con el río Mantaro se viaja hasta llegar al centro poblado de Canaire ubicado sobre la margen izquierda del río Mantaro. Se asciende por un camino hasta llegar a la plaza principal se toma la calle adyacente al río y se camina aproximadamente a 150.00 m. hasta ubicar un hito de concreto con la inscripción AY-CAN2.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY-CAN2; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY-CAN2 se encuentra :

- A una distancia de 11.98 m. del poste de alumbrado público (R1).
- A una distancia de 14.10 m. de la esquina que da hacia el parque (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

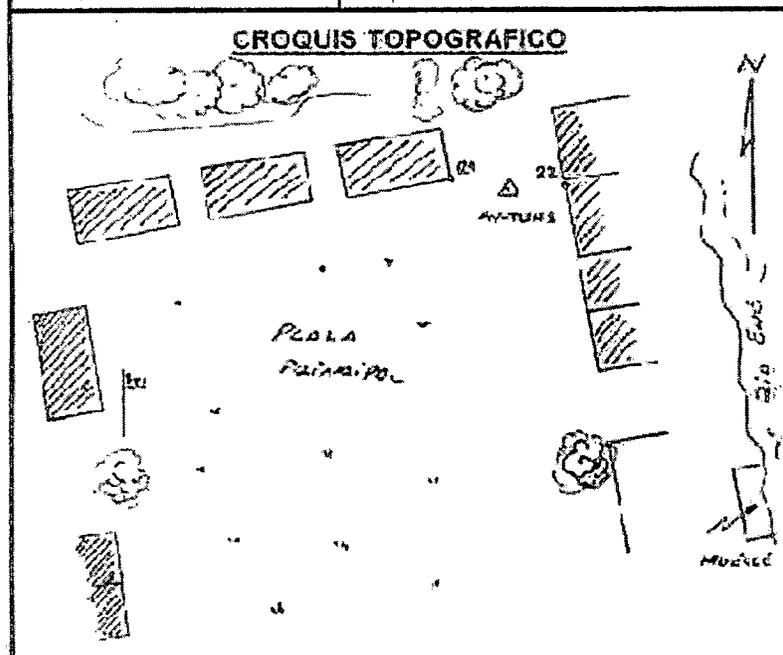
Proyecto : RÍO APURÍMAC - ENE

Fecha : ABRIL 1,999

Revisado por : ING. CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TUN01         | Distrito<br>SAN MARTIN DE PANGOA                           | Provincia<br>SATIPO                            | Departamento<br>JUNIN |
| Localidad<br>TURUNTUARI                   | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-TUN1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 09' 36".85221 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 04' 48".69855 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'655.558.38 mt.             | Este (x)<br>600,073.65 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18        |



### Descripción :

El punto AY-TUN1 se encuentra ubicado en la Localidad de Turuntuari, Distrito de San Martín de Pangoa, Provincia de Satipo, Departamento de Junín; esta situado a NÑO de la localidad de San Francisco; viajando por el río Apurímac aguas abajo hasta llegar al río Ene, aproximadamente en 4 hr., se llega al centro poblado Turuntuari, ubicado sobre la margen izquierda del río. Subiendo al centro poblado se llega hasta la plaza principal (campo deportivo), sobre la esquina NE de la misma y en la intersección del eje de una calle y el límite de propiedad se ubica un hito de concreto con la inscripción AY-TUN1.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY-TUN1; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY-TUN1 se encuentra :

- A una distancia de 6.23 m. de la esquina de una vivienda (R1).
- A una distancia de 4.25 m. perpendicular a una vivienda (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAS

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

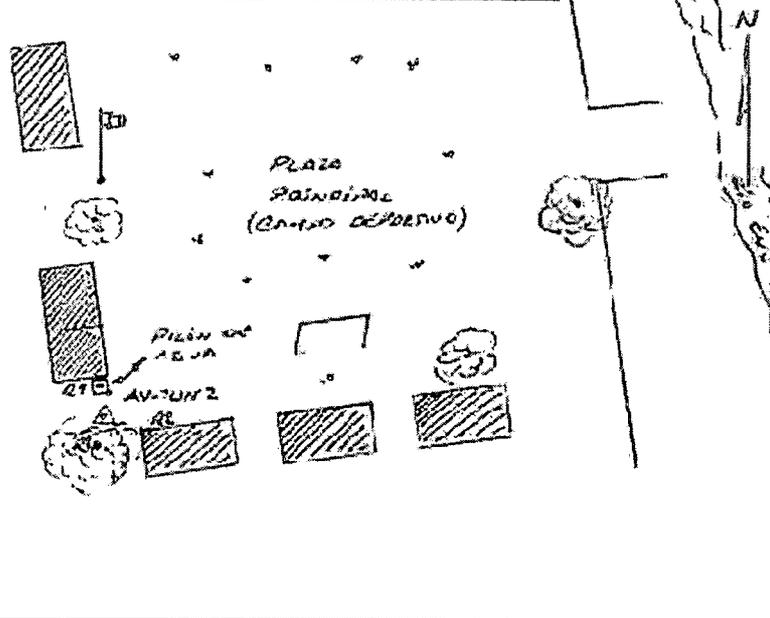
Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-TUN02         | Distrito<br>SAN MARTIN DE PANGOA                           | Provincia<br>SATIPO                            | Departamento<br>JUNIN |
| Localidad<br>TURUNTUARI                   | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-TUN2, PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 09' 38" 28169 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 04' 50" 95431 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8655.5470 ml.                | Este (x)<br>600,005.33 ml.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-TUN2 se encuentra ubicado en la Localidad de Turuntuari, Distrito de San Martín de Pangoa, Provincia de Satipo, Departamento de Junín; está situado al NO de la localidad de San Francisco viajando por el río Apurímac aguas abajo hasta llegar al río Ene; aproximadamente en 4 hr., se llega al centro poblado Turuntuari, ubicado sobre la margen izquierda del río. Subiendo al centro poblado se llega hasta la plaza principal (campo deportivo) sobre la esquina NO de la misma en una esquina, junto a un árbol a 7.40m. de un pilón de agua se ubica un hito de concreto con la inscripción AY-TUN2.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Leva grabado la siguiente inscripción : AY-TUN2; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY-TUN2 se encuentra :

- A una distancia de 7.40 m. de un pilón de agua (R1).
- A una distancia de 9.75 m. de una vivienda (R2).
- A una distancia de 1.00 m. de un árbol (R3).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAS

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

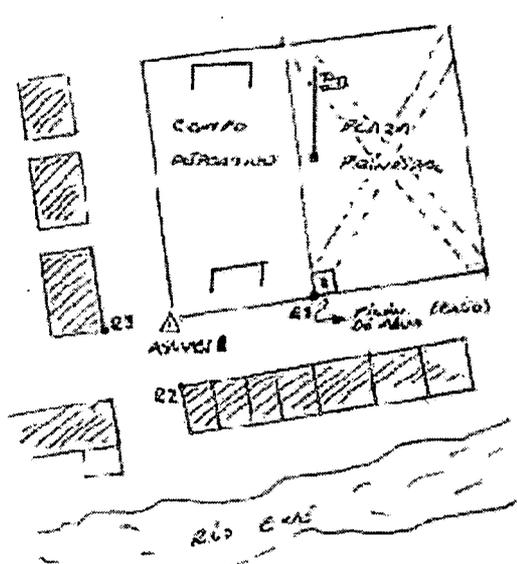
Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-VES01         | Distrito<br>RIO TAMBO                                      | Provincia<br>SATIPO                            | Departamento<br>JUNIN |
| Localidad<br>VALLE ESMERALDA              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-VES1; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 01' 45" 15272 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 04' 51" 32883 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'658,990.97 mt.             | Este (x)<br>600,005.74 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-VES1 se encuentra ubicado en la Localidad de Valle Esmeralda, Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín; esta situado al NO. de la Localidad de San Francisco, viajando durante 4 hr. 15 min. por el río Apurímac aguas abajo hasta llegar al río Ene se encuentra el centro poblado Valle Esmeralda, ubicado sobre la margen derecha del río Ene. En el centro poblado se ubica una plaza principal (campo deportivo) en el vértice del lado izquierdo más próximo al río se encuentra un hito de concreto con la inscripción AY-VES1.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY-VES1; PETT - 04/99

### Referencias :

El punto AY-VES1 se encuentra :

- A una distancia de 35.00 m. de un pilón de agua (R1).
- A una distancia de 10.10 m. de la esquina de una vivienda (R2).
- A una distancia de 11.20 m. de la esquina de una vivienda (R3).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR

Proyecto : RIO APURIMAC - ENE

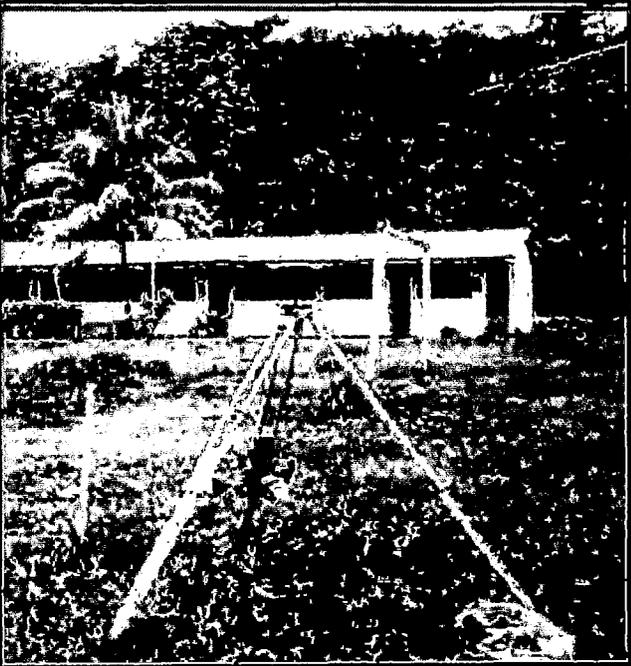
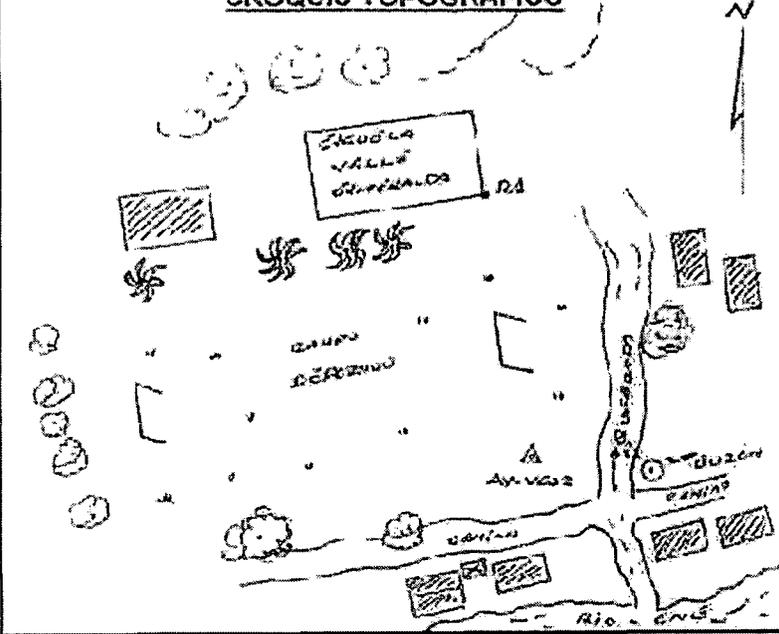
Fecha : ABRIL 1, 1999

Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## DESCRIPCION DE ESTACION

|   |  |  |                       |
|---|--|--|-----------------------|
| Nombre de la Estación<br>AY-VES02         | Distrito<br>RIO TAMBO                                      | Provincia<br>SATIPO                            | Departamento<br>JUNIN |
| Localidad<br>VALLE ESMERALDA              | Características de la marca<br>VARILLA DE 1/2" DE DIAMETRO | Estampado de la marca<br>AY-VES2; PETT - 04/99 | Orden<br>3er.         |
| Latitud ( $\phi$ )<br>12° 07' 44".39921 S | Longitud ( $\lambda$ )<br>74° 04' 53".34286 W              | Elipsoide<br>WGS 84                            | HAE<br>---            |
| Norte (y)<br>8'659,013.42 mt.             | Este (x)<br>598,944.93 mt.                                 | Datum<br>WGS 84                                | Zona UTM<br>18        |

### CROQUIS TOPOGRAFICO



### Descripción :

El punto AY-VES2 se encuentra ubicado en la Localidad de Valle Esmeralda, Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín; esta situado al NO de la Localidad de San Francisco, viajando durante 4 hr. 15 min. por el río Apurímac aguas abajo hasta llegar al río Ene se encuentra el centro poblado Valle Esmeralda, ubicado sobre la margen derecha del río Ene. En el centro poblado se ubica una escuela del mismo nombre, frente a ella aproximadamente 60.00 m. del vértice derecho de la construcción cerca de una quebrada se encuentra un hito de concreto con la inscripción AY-VES2.

### Inscripción :

La marca es un monumento de concreto simple de base inferior 0.25 m., base superior 0.20 m. y altura 0.15 m. con una varilla de 1/2" de diámetro en la cara superior.

Lleva grabado la siguiente inscripción : AY-VES2; PETT - 04/99

### Referencias :

- El punto AY-VES2 se encuentra .
- A una distancia de 60.00 m. del lado derecho del frente principal de la escuela (R1).
  - A una distancia de 2.50 m. de una Quebrada (R2).

Descrita por : ANTONIO CHIHUAN GASPAR  
 Proyecto : RIO APURIMAC - ENE  
 Fecha : ABRIL 1,999  
 Revisado por : ING° CESAR MILLONES NORIEGA

## **CUADRO N° 8-9**

### **LISTA DE COORDENADAS UTM OBTENIDOS DE LOS PREDIOS LEVANTADOS CON GPS**



**LISTA DE COORDENADAS**

**Operador :** Antonio Chihuan Gaspar  
**Lugar :** Santa Rosa - La Mar - Ayacucho  
**Equipo :** Magellan Promark X-Cm  
**Fecha :** Julio de 1999

| Item | Vértice | Este (m)   | Norte (m)    | Hae (m) | Observación    |
|------|---------|------------|--------------|---------|----------------|
| 1    | 0001-01 | 640,096.14 | 8,595,431.93 | 723.67  | Predio - 00001 |
| 2    | 0001-02 | 640,075.97 | 8,595,475.92 | 721.14  |                |
| 3    | 0001-03 | 640,078.71 | 8,595,503.40 | 721.78  |                |
| 4    | 0001-04 | 640,118.67 | 8,595,524.04 | 722.94  |                |
| 5    | 0001-05 | 640,231.58 | 8,595,548.03 | 723.37  |                |
| 6    | 0001-06 | 640,306.15 | 8,595,552.60 | 723.67  |                |
| 7    | 0001-07 | 640,323.73 | 8,595,416.55 | 723.67  |                |
| 8    | 0001-08 | 640,320.52 | 8,595,414.46 | 723.67  |                |
| 9    | 0002-01 | 640,319.85 | 8,595,354.60 | 726.05  | Predio - 00002 |
| 10   | 0002-02 | 640,331.51 | 8,595,312.04 | 726.05  |                |
| 11   | 0002-03 | 640,304.63 | 8,595,289.32 | 726.05  |                |
| 12   | 0002-04 | 640,274.45 | 8,595,289.32 | 726.05  |                |
| 13   | 0002-05 | 640,262.69 | 8,595,335.90 | 726.05  |                |
| 14   | 0002-06 | 640,211.15 | 8,595,317.42 | 726.05  |                |
| 15   | 0002-07 | 640,192.83 | 8,595,327.71 | 726.05  |                |
| 16   | 0002-08 | 640,144.97 | 8,595,399.05 | 726.05  |                |
| 17   | 0003-01 | 640,296.57 | 8,595,255.93 | 756.56  | Predio - 00003 |
| 18   | 0003-02 | 640,235.22 | 8,595,266.56 | 751.42  |                |
| 19   | 0004-01 | 640,394.07 | 8,595,381.24 | 776.11  | Predio - 00004 |
| 20   | 0004-02 | 640,387.27 | 8,595,370.02 | 776.11  |                |
| 21   | 0004-03 | 640,414.17 | 8,595,355.93 | 776.11  |                |
| 22   | 0004-04 | 640,420.64 | 8,595,324.65 | 776.11  |                |
| 23   | 0004-05 | 640,441.88 | 8,595,332.71 | 776.11  |                |
| 24   | 0004-06 | 640,452.02 | 8,595,305.17 | 776.11  |                |
| 25   | 0004-07 | 640,392.18 | 8,595,224.33 | 774.27  |                |
| 26   | 0005-01 | 640,423.84 | 8,595,362.58 | 798.07  | Predio - 00005 |
| 27   | 0005-02 | 640,441.33 | 8,595,356.60 | 798.07  |                |
| 28   | 0006-01 | 640,357.36 | 8,595,545.15 | 726.78  | Predio - 00006 |
| 29   | 0006-02 | 640,405.26 | 8,595,559.15 | 726.45  |                |
| 30   | 0006-03 | 640,449.62 | 8,595,533.61 | 727.43  |                |



## LISTA DE COORDENADAS

**Operador :** Antonio Chihuan Gaspar  
**Lugar :** Santa Rosa - La Mar - Ayacucho  
**Equipo :** Magellan Promark X-Cm  
**Fecha :** Julio de 1999

| Item | Vértice | Este (m)   | Norte (m)    | Hae (m) | Observación    |
|------|---------|------------|--------------|---------|----------------|
| 31   | 0006-04 | 640,422.37 | 8,595,470.89 | 752.26  |                |
| 32   | 0006-05 | 640,458.48 | 8,595,440.97 | 752.10  |                |
| 33   | 0007-01 | 640,505.37 | 8,595,513.30 | 729.92  | Predio - 00007 |
| 34   | 0007-02 | 640,485.99 | 8,595,347.80 | 798.07  |                |
| 35   | 0008-01 | 640,538.62 | 8,595,504.63 | 730.93  | Predio - 00008 |
| 36   | 0008-02 | 640,573.79 | 8,595,411.64 | 753.80  |                |
| 37   | 0008-03 | 640,598.88 | 8,595,318.58 | 798.70  |                |
| 38   | 0008-04 | 640,560.49 | 8,595,319.38 | 786.76  |                |
| 39   | 0008-05 | 640,523.71 | 8,595,346.10 | 798.70  |                |
| 40   | 0009-01 | 640,576.41 | 8,595,533.01 | 732.06  | Predio - 00009 |
| 41   | 0009-02 | 640,585.05 | 8,595,600.16 | 734.01  |                |
| 42   | 0009-03 | 640,652.70 | 8,595,585.20 | 736.40  |                |
| 43   | 0009-04 | 640,735.76 | 8,595,568.40 | 740.27  |                |
| 44   | 0009-05 | 640,798.75 | 8,595,570.76 | 739.60  |                |
| 45   | 0009-06 | 640,796.73 | 8,595,410.17 | 753.80  |                |
| 46   | 0009-07 | 640,772.25 | 8,595,426.28 | 753.80  |                |
| 47   | 0009-08 | 640,697.15 | 8,595,425.63 | 753.80  |                |
| 48   | 0009-09 | 640,658.38 | 8,595,438.09 | 753.80  |                |
| 49   | 0010-01 | 640,893.63 | 8,595,604.14 | 741.54  | Predio - 00010 |
| 50   | 0010-02 | 641,017.60 | 8,595,405.49 | 741.54  |                |
| 51   | 0010-03 | 640,962.86 | 8,595,369.10 | 755.97  |                |
| 52   | 0010-04 | 640,838.13 | 8,595,256.90 | 773.61  |                |
| 53   | 0010-05 | 640,814.98 | 8,595,247.70 | 776.73  |                |
| 54   | 0010-06 | 640,793.65 | 8,595,326.13 | 813.34  |                |
| 55   | 0010-07 | 640,629.99 | 8,595,284.57 | 798.92  |                |
| 56   | 0011-01 | 640,742.55 | 8,595,215.45 | 776.73  | Predio - 00011 |
| 57   | 0011-02 | 640,698.12 | 8,595,127.06 | 776.73  |                |
| 58   | 0011-03 | 640,654.01 | 8,595,182.21 | 826.51  |                |
| 59   | 0012-01 | 640,920.95 | 8,595,152.87 | 773.61  |                |
| 60   | 0012-02 | 640,910.95 | 8,595,116.42 | 771.64  |                |



**LISTA DE COORDENADAS**

**Operador :** Antonio Chihuan Gaspar  
**Lugar :** Santa Rosa - La Mar - Ayacucho  
**Equipo :** Magellan Promark X-Cm  
**Fecha :** Julio de 1999

| Item | Vértice | Este (m)   | Norte (m)    | Hae (m) | Observación    |
|------|---------|------------|--------------|---------|----------------|
| 61   | 0012-03 | 640,882.59 | 8,595,093.96 | 773.98  | Predio - 00012 |
| 62   | 0012-04 | 640,894.23 | 8,595,046.30 | 776.73  |                |
| 63   | 0012-05 | 640,680.51 | 8,595,084.35 | 776.73  |                |
| 64   | 0013-01 | 640,857.60 | 8,594,966.27 | 783.94  | Predio - 00013 |
| 65   | 0013-02 | 640,798.83 | 8,594,894.33 | 783.94  |                |
| 66   | 0013-03 | 640,709.36 | 8,594,829.19 | 783.94  |                |
| 67   | 0013-04 | 640,552.13 | 8,594,883.97 | 783.94  |                |
| 68   | 0013-05 | 640,542.79 | 8,594,956.10 | 783.94  |                |
| 69   | 0013-06 | 640,536.33 | 8,594,968.27 | 783.94  |                |
| 70   | 0013-07 | 640,597.13 | 8,595,027.98 | 783.94  |                |
| 71   | 0013-08 | 640,577.68 | 8,595,086.68 | 783.94  |                |
| 72   | 0013-09 | 640,535.78 | 8,595,076.60 | 783.94  |                |
| 73   | 0013-10 | 640,445.93 | 8,595,067.38 | 783.94  |                |
| 74   | 0013-11 | 640,426.74 | 8,595,011.78 | 783.94  |                |
| 75   | 0013-12 | 640,365.20 | 8,595,062.60 | 817.83  |                |
| 76   | 0013-13 | 640,296.44 | 8,595,246.89 | 762.94  |                |
| 77   | 0014-01 | 641,138.03 | 8,595,248.91 | 755.97  | Predio - 00014 |
| 78   | 0014-02 | 641,123.71 | 8,595,223.26 | 756.78  |                |
| 79   | 0014-03 | 641,024.36 | 8,595,175.54 | 762.87  |                |
| 80   | 0014-04 | 640,991.49 | 8,595,176.61 | 765.12  |                |
| 81   | 0015-01 | 641,038.27 | 8,595,449.09 | 741.54  | Predio - 00015 |
| 82   | 0015-02 | 641,158.33 | 8,595,439.83 | 737.39  |                |
| 83   | 0015-03 | 641,222.77 | 8,595,421.93 | 737.39  |                |
| 84   | 0015-04 | 641,347.22 | 8,595,439.29 | 737.39  |                |
| 85   | 0015-05 | 641,340.80 | 8,595,417.91 | 755.97  |                |
| 86   | 0015-06 | 641,334.37 | 8,595,396.53 | 755.97  |                |
| 87   | 0015-07 | 641,322.90 | 8,595,369.14 | 755.97  |                |
| 88   | 0015-08 | 641,311.42 | 8,595,341.75 | 748.30  |                |
| 89   | 0015-09 | 641,215.55 | 8,595,288.38 | 753.28  |                |
| 90   | 0016-01 | 640,925.21 | 8,595,618.10 | 741.54  |                |



## LISTA DE COORDENADAS

**Operador :** Antonio Chihuan Gaspar

**Lugar :** Santa Rosa - La Mar - Ayacucho

**Equipo :** Magellan Promark X-Cm

**Fecha :** Julio de 1999

| Item | Vértice | Este (m)   | Norte (m)    | Hae (m) | Observación    |
|------|---------|------------|--------------|---------|----------------|
| 91   | 0016-02 | 641,003.56 | 8,595,586.76 | 741.54  | Predio - 00016 |
| 92   | 0016-03 | 641,087.09 | 8,595,597.45 | 741.54  |                |
| 93   | 0016-04 | 641,135.98 | 8,595,624.73 | 741.54  |                |
| 94   | 0016-05 | 641,191.07 | 8,595,637.59 | 737.39  |                |
| 95   | 0017-01 | 641,257.61 | 8,595,637.49 | 737.39  | Predio - 00017 |
| 96   | 0017-02 | 641,312.94 | 8,595,570.81 | 737.39  |                |
| 97   | 0017-03 | 641,353.07 | 8,595,478.61 | 735.46  |                |
| 98   |         |            |              |         |                |
| 99   |         |            |              |         |                |
| 100  |         |            |              |         |                |
| 101  |         |            |              |         |                |
| 102  |         |            |              |         |                |
| 103  |         |            |              |         |                |
| 104  |         |            |              |         |                |
| 105  |         |            |              |         |                |
| 106  |         |            |              |         |                |
| 107  |         |            |              |         |                |
| 108  |         |            |              |         |                |
| 109  |         |            |              |         |                |
| 110  |         |            |              |         |                |
| 111  |         |            |              |         |                |
| 112  |         |            |              |         |                |
| 113  |         |            |              |         |                |
| 114  |         |            |              |         |                |
| 115  |         |            |              |         |                |
| 116  |         |            |              |         |                |
| 117  |         |            |              |         |                |
| 118  |         |            |              |         |                |
| 119  |         |            |              |         |                |
| 120  |         |            |              |         |                |

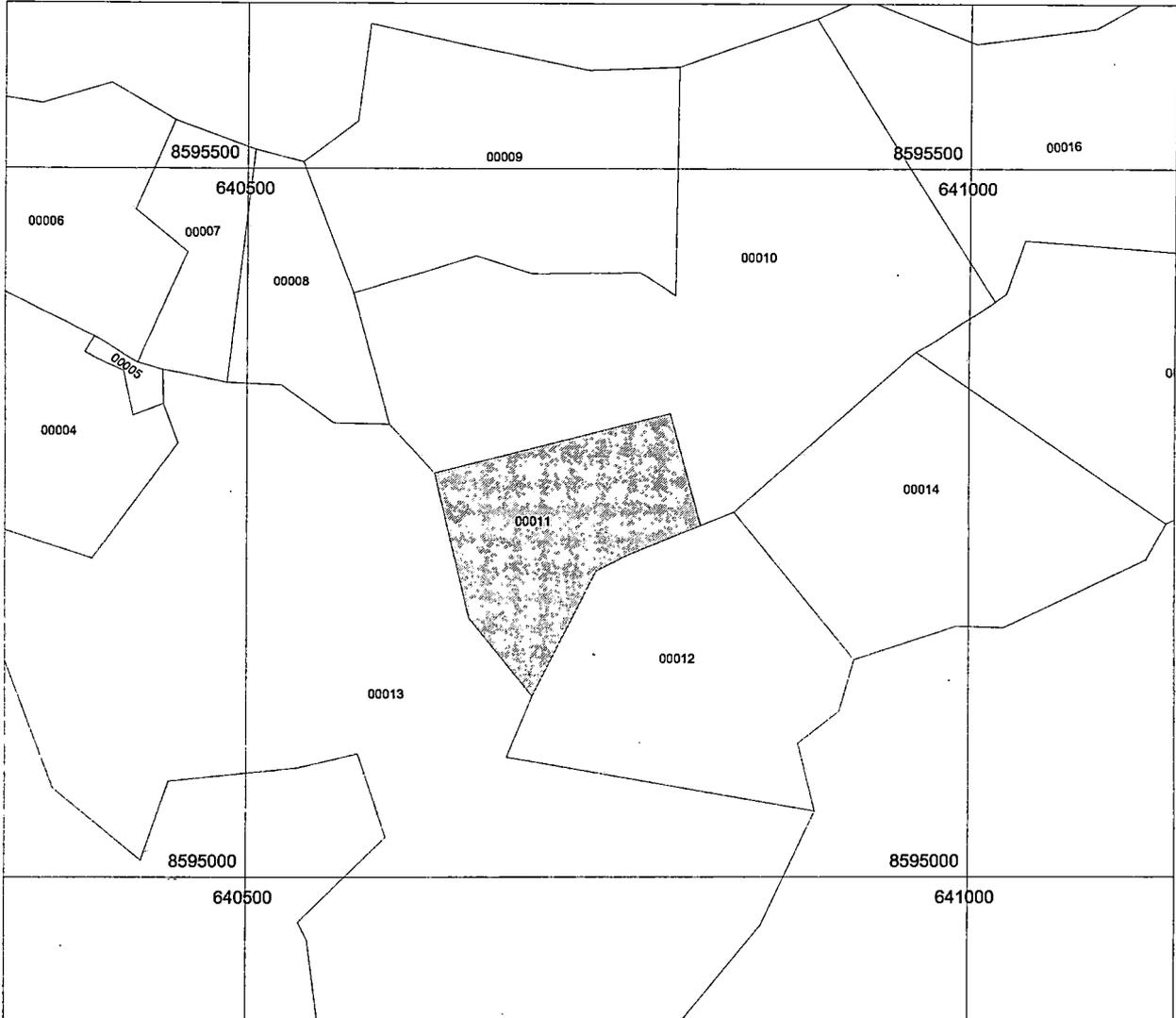
**CUADRO N° 8-10**  
**CERTIFICADO CATASTRAL**



# MINISTERIO DE AGRICULTURA

## PROYECTO ESPECIAL TITULACION DE TIERRAS Y CATASTRO RURAL

### CERTIFICADO CATASTRAL



| Condición    | nombre                |
|--------------|-----------------------|
| POSESIONARIO | TORRES PORRAS, CARMEN |

#### DATOS DEL PREDIO

COD\_PREDIO: 8\_6408595\_00011  
 HOJA: 8\_6408595\_3  
 ESCALA: 1/5000  
 AREA\_ha: 1.9230  
 PERIMETRO\_m: 604.16  
 CENTROIDE\_E: 640,716  
 CENTROIDE\_N: 8,595,240  
 Departamento: AYACUCHO  
 Provincia: LA MAR  
 Distrito: SANTA ROSA  
 Sector: HATO HUAMANCARPA  
 Valle: RIO APURIMAC\_ENE  
 Predio: ORONCCOYNIYOCC

FECHA:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

# PLANOS

## CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El levantamiento con GPS se diferencia esencialmente del levantamiento clásico porque es independiente del clima y no hay necesidad de tener ínter visibilidad entre los puntos en medición.
- La presente tesis constituye una innovación y un aporte tecnológico para la comunidad de agrimensores del país, y contribuirá a la modernización del Sistema de Información Catastral del Perú.
- El establecimiento de una red de prueba, en el Balneario de Santa Rosa a 30 Km. al norte de Lima. Con ello será posible efectuar las pruebas y la evaluación del equipo GPS y el software de post-procesamiento.
- La presente metodología, permitirá estandarizar procesos y procedimientos técnicos en el PETT, servirán para los técnicos, profesionales y empresas externas, dedicados a realizar levantamientos catastrales de predios rurales, mediante el empleo de la tecnología GPS.
- Lo más difícil de la implementación de un sistema GPS aplicado al Catastro Rural, es la etapa de capacitación del personal a la nueva tecnología adquirida.
- Todas las aplicaciones de GPS reducen la necesidad de mano de obra y por ende, los costos de operación o servicio debido a la eliminación de trabajos convencionales.
- Como todo producto de alta tecnología que ingresa al mercado, los precios de los sistemas GPS decrecen a través del tiempo y cada vez son más accesibles para los profesionales que se dedican al Levantamiento Catastral.
- El uso de GPS contribuye de distintos modos: determinación de puntos de control terrestre, navegación de aviones fotogramétricos, determinación de coordenadas y orientación. Generalmente tienen que ser relacionados los productos fotogramétricos con la Red Nacional por lo

menos a través de un punto de control con coordenadas conocidas.

- Las aplicaciones de la presente metodología, se pueden extender para efectuar mediante el empleo de la tecnología GPS, levantamientos catastrales de Comunidades Campesinas, Nativas, Reservas Naturales, terrenos eriazos y otros.
- Se requieren al menos dos receptores y el seguimiento de cuatro satélites comunes con una buena geometría. Los datos deben ser observados y recolectados en tiempos comunes.
- Al menos un punto debe estar en coordenadas conocidas y en el sistema de coordenadas deseado.
- El trabajo integral de la brigada de campo, permitió establecer la Red Principal (CBS), conformada por 3 puntos para ser utilizados como Estaciones Base; la Red Auxiliar (PA) de puntos de apoyo, para lo cual se monumentaron 26 hitos georeferenciados, a lo largo del Valle.
- El establecimiento de ambas redes, contribuirá con las actividades del saneamiento físico en cuanto al levantamiento catastral de predios individuales así como el de Comunidades Nativas asentadas en el Valle en los Departamentos de Ayacucho, Cuzco, Junín. Los que estarán georeferenciados mediante el Sistema de Posicionamiento Global – GPS.
- Los puntos establecidos, en este Proyecto tienen por finalidad servir como partida para los trabajos de levantamientos planimétricos del catastro de predios rurales, por tal motivo, se hace la indicación teniendo en cuenta la precisión submetro que se obtiene con los equipos GPS empleados.

- Generalmente se usa barras de acero sobre la cual se coloca una masa de concreto para monumentar el hito. El hito debe ser fácilmente encontrado.
- Cada brigada de campo cuenta con un numero de personal, camioneta y equipo de levantamiento.
- Para líneas de bases largas ( $L_b > 50$  km.) se producen ambigüedades en su resolución. En tales casos será útil correr receptores adicionales entre los extremos de dicha línea base.
- La corrección diferencial es el proceso en el cual se sitúa un receptor de un punto conocido, llamado "Estación Base", y se utilizan estos datos recogidos para calcular las correcciones en cada instante dadas las coordenadas precisas de la estación.
- La posición incógnita de otro receptor ubicado en una "Estación Móvil" puede mejorar la precisión de su posición aplicando aquellas correcciones.
- La ionosfera y la troposfera causan demoras en la señal de GPS que se traducen en errores de posicionamiento.
- La configuración de los satélites en el cielo puede magnificar otros errores.
- El GPS Diferencial puede eliminar casi todos los errores.
- Verificar que los puntos no se encuentren cerca de cerros u obstrucciones donde las señales de los satélites se reflejen y lleguen a los receptores con múltiples trayectos y den una información falsa.
- El diferencial de código, esta basado en la correlación del código generado por el receptor, con el que llega proveniente de los satélites, en dos o más receptores que realizan observaciones simultáneas, escondiendo de esta forma el error por efectos ionosféricas, ya que este será común para todos las observaciones hechos simultáneamente.

- Europa, que se ha mantenido al margen, está ahora preocupada por la dependencia respecto de EE.UU. que supone el uso del GPS y ha decidido preparar su propio proyecto, el Galileo.
- Dispondrá de entre 21 y 36 satélites, será compatible con el GPS y aumentará la precisión de la plataforma Americana, que por razones estratégicas, tiene un margen de error de  $\pm 10.00$  metros.
- Diferentes tipos de receptores utilizados en un levantamiento catastral podrían causar problemas debido a incompatibilidad.
- La órbita que siguen los satélites están estudiadas para que se pueda recibir sus señales desde cualquier punto del planeta. El sistema GPS está preparado para funcionar aún en las peores condiciones atmosféricas y debemos aprovechar eso.
- En general los receptores GPS son hechos para que se calibren por sí mismos, pero es siempre importante que el operador controle su correcto funcionamiento.
- El óptimo planeamiento de un levantamiento catastral con GPS tiene que considerar varios parámetros, tal como un sitio con configuración de satélites, el número y tipo de receptores a ser usados y aspectos económicos.
- La introducción de la tecnología GPS ha sido una auténtica revolución en muchos campos, uno de los más beneficiados ha sido en el Catastro Rural en zonas de Selva. La necesidad de realizar trabajos de Topografía Clásica en condiciones difíciles de espesas manchas forestales y abruptos terrenos hacen de este trabajo una ardua tarea y una inversión de tiempo considerable. La manejabilidad del GPS y con la ayuda de las Estaciones Totales ha provocado que este sistema se considere como algo definitivo en el mundo del Catastro Rural y que sus aplicaciones se estén multiplicando.

## **ANEXO:**

**A: DESCRIPCION DE LA ESTACIÓN DE LA RED SIRGAS (IGN):**

- **SW BASE PONTORCO.**
- **AEROPUERTO DE AYACUCHO.**

**B: ESPECIFICACIONES TECNICAS.**

**C: DETALLE DE HITO.**

**D: TIPO Y MARCA DE RECEPTORES GPS.**

**E: PANEL FOTOGRAFICO.**

## **ANEXO - A**

### **DESCRIPCION DE LA ESTACIÓN DE LA RED SIRGAS (IGN):**

- **SW BASE PONTORCO.**
- **AEROPUERTO DE AYACUCHO.**



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DIRECCION DE GEODESIA



**DESCRIPCION DE ESTACION**

|  |                |   |                               |                  |
|--|----------------|---|-------------------------------|------------------|
| NOMBRE/ESTACION<br>SW BASE PONTORCO  | NUMERO<br>POSW | LOCALIDAD<br>CHIARA   | ESTABLECIDA POR:<br>IGN       |                  |
| UBICACION<br>PARTE ALTA DEL C° PONTORCO  |                | CARACTERISTICAS DE LA MARCA<br>DISCO DE BRONCE 9cm DIAMETRO |                               |                  |
| LATITUD  | LONGITUD       | ELEVACION   | ORDEN<br>"A"                  |                  |
| NORTE (Y)  | ESTE (X)       | ZONA UTM Y ESFEROIDAL                                       | DATUM                         |                  |
| CROQUIS TOPOGRAFICO  |                |   |                               |                  |
| <p>DESCRIPCION:</p> <p>La estación SW PONTORCO se encuentra localizada en la localidad de Chiara, distrito Vinchos, provincia Huamanga, departamento Ayacucho; está situada al SE del pueblo Vinchos en la parte más alta del cerro Pontorco, es un disco standard tipo IAGS de 09 cm de diámetro incrustado en bloque de concreto de 31 cm de lado y sobresale 10 cm sobre el nivel del suelo.<br/>Lleva grabado lo siguiente: SW BASE PONTORCO 1957-IGM-PERU</p> <p><b>ITINERARIO</b></p> <p>Partiendo de la ciudad Ayacucho por la carretera que conduce hacia Andahuaylas hasta llegar a un puente de piedras sobre la quebrada JAILACocha, en un lugar donde la carretera hace una curva bien visible, desde este sitio se ve la pirca de piedras de la estación en dirección [illegible] continuar por un camino carrozable 1 milla aproximadamente hasta llegara a la estación.</p> |                |   |                               |                  |
| DESCRITA/RECUPERADA POR:<br>J. SANCHEZ   |                | JEFE PROYECTO:<br>CAP J. MUÑOZ C.                           | REVISADO:<br>CRL PEREZ DEL A. | FECHA:<br>SET 96 |





DESCRIPCION DETALLADA LA ESTACION SO.BASE PONTORCO: se encuentra en el centro del Perú, en el Departamento de Ayacucho aproximadamente a 22 kms. al S. de dicha ciudad y aproximadamente a 21 kms. al SE. del pueblo de Tambillo y a 19kms. al SE. del pueblo de Vincho en la parte más alta del Cº Pontorco, que es un cerro de constitución terrosa cubierto de pastos naturales. El nombre antiguo de la Estación es Cº Pontorco.

CROQUIS

### ITINERARIO

Para llegar a la Estación partiendo de la Plaza de Armas de Ayacucho tomar la carretera que conduce a Andahuaylas (SE) por 37kms. hasta llegar a un pequeño puente de piedras en la quebrada de Herlaccocha y en un sitio donde la carretera hace una curva bien pronunciada y visible, viéndose la estación en la dirección Sur 25º Este. En este lugar dejar la carretera y continuar con el carro manejando por la orilla de la quebrada (O) en dirección de la estación aproximadamente hasta llegar a la estación.

MARCA DE ESTACION: DE SUPERFICIE: Es un disco tipo standard IAGS con un rectángulo de concreto de unos 50cms. de lado y lleva la siguiente inscripción: SO.BASE PONTORCO-1957-IGM-PERU. Fue monumentada en el mismo sitio donde se traba la antigua Estación PONTORCO del IGM.

En el monumento de concreto está la siguiente inscripción:

BASE AYACUCHO ----I.G.M.----PERU.

MARCA DE REFERENCIA N°1: Es también un disco standard tipo IAGS situado a 9.89mts. de la marca de estación y a unos 5 cms. debajo del nivel del suelo. Lleva la siguiente inscripción: PONTORCO - SO.B. 1958 - I.G.M. - PERU.

MARCA DE REFERENCIA N°2: es también un disco standard tipo IAGS que se encuentra a unos 5 cms. del suelo y ligeramente más bajo que la Estación y está a unos 400 mts. de ésta. Lleva la siguiente inscripción: S.O.BASE PONTORCO - MR.N°2-1958.

MARCA DE AZIMUT: ha sido monumentada a unos 400 mts. de la marca de estación. Lleva la siguiente inscripción: S.O.BASE PONTORCO-MARCA DE AZIMUT-IGM-PERU-1958,

op/RMB. (DESCRITO) (RECUPERADO) POR:

E. Carnica

BRIGADA

Cap. Tolmos

FECHA

19

IMPRESO EN EL I.G.M.

(X) Direcciones medidas en el sentido de  
marcho de las agujas del reloj, re-  
fido a la Estación Inicial.



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DIRECCION DE GEODESIA



**TARJETA DE VALORES**

|   |  |  |
|---|--|--|
| NOMBRE/ESTACION<br><b>PONTORCO BASE S.W</b> |  | ESTABLECIDA POR:<br><b>IGM</b>                         |
| NUMERO/CODIGO<br><b>POSW</b>                |  | CARACTERISTICAS DE LA MARCA<br><b>FIERRO CORRUGADO</b> |
| LOCALIDAD<br><b>TAMBILLO</b>                |  | UBICACION<br><b>CERRO PONTORCO</b>                     |
| DATUM<br><b>WGS 84/ITRF 94</b>              |  | ELIPSOIDE<br><b>WGS 84/GRS 80</b>                      |
| LATITUD<br><b>13° 21' 22.54094" S</b>       | LONGITUD<br><b>74° 13' 01.33845" W</b> | ALTURA ELIPSODIAL<br><b>4347.4167</b>                  |
| X GEOCENTRICA<br><b>1689345.236</b>         | Y GEOCENTRICA<br><b>-5976802.940</b>   | Z GEOCENTRICA<br><b>-1464785.409</b>                   |
| NORTE<br><b>8523332.303</b>                 | ESTE<br><b>584785.050</b>              | ZONA UTM<br><b>18</b>                                  |
| NORTE                                       | ESTE                                   | ZONA UTM   |
| MODELO GEOIDAL<br><b>EGM 96</b>             | ALTURA GEOIDAL<br><b>4312.561</b>      | COTA ORTOMETRICA                                       |
| N° HOJA<br><b>27-n</b>                      | CODIGO INTERNACIONAL<br><b>2044</b>    | NOMBRE DE LA HOJA<br><b>AYACUCHO</b>                   |
| FECHA<br><b>01 MAR 98</b>                   |  | <b>ORDEN "A"</b>                                       |





**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DIRECCIÓN DE GEODESIA



**DESCRIPCION DE ESTACION**

|  |  |  |   |                                      |                     |
|--|--|--|---|--------------------------------------|---------------------|
| NOMBRE/ESTACION<br><b>AYACUCHO</b>   |  | NUMERO<br><b>AYAC</b>                    | LOCALIDAD<br><b>AYACUCHO</b>                                    | ESTABLECIDA POR:<br><b>IGN</b>       |                     |
| UBICACION<br><b>AEROPUERTO</b>   |  |  | CARACTERISTICAS DE LA MARCA<br><b>DISCO DE BRONCE 9cm DIAM.</b> |                                      |                     |
| LATITUD  |  | LONGITUD                                 |   | ELEVACION                            | ORDEN<br><b>1er</b> |
| NORTE (Y)  |  | ESTE (X)                                 |   | ZONA UTM Y ESFEROIDAL                | DATUM               |
|  |  |  |   |                                      |                     |
| DESCRIPCION:   |  |  |   |                                      |                     |
| <p>LA ESTACION AYACUCHO SE ENCUENTRA LOCALIZADA EN EL AEROPUERTO CRL FAP ALFREDO MENDIVIL DUARTE, LOCALIDAD AYACUCHO PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO; ESTA UBICADA EN LA PARTE CUASI CENTRAL DEL ABRIGO METEOROLOGICO DEL AEROPUERTO; Y ES UN DISCO DE BRONCE DE 9cm DIAMETRO INCRUSTADO EN UN BLOQUE DE CONCRETO DE FORMA CUADRANGULAR SOBRESALE 5cm DEL NIVEL DEL SUELO.</p> |  |  |   |                                      |                     |
| <u>ITINERARIO</u>  |  |  |   |                                      |                     |
| VIA AEREA : LIMA - AYACUCHO; TIEMPO DE VUELO APROXIMADAMENTE 30 MINUTOS.   |  |  |   |                                      |                     |
| REF. HOJA C.N. 27N ESC. 1/100 000  |  |  |   |                                      |                     |
|  |  |  |   |                                      |                     |
| DESCRITA/RECUPERADA POR:<br><b>A. ZACARIAS P.</b>  |  | JEFE PROYECTO:<br><b>CAP J. MUÑOZ C.</b> |   | REVISADO:<br><b>CRL PEREZ DEL A.</b> |                     |
|  |  |  |   | FECHA:<br><b>AGO 96</b>              |                     |



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DIRECCION DE GEODESIA



**TARJETA DE VALORES**

|                                      |                                       |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| NOMBRE/ESTACION<br><b>AYACUCHO</b>   |                                       | ESTABLECIDA POR:<br><b>IGN</b>                             |
| NUMERO/CODIGO<br><b>AYAC</b>         |                                       | CARACTERISTICAS DE LA MARCA<br><b>DISCO DE BRONCE 9 cm</b> |
| LOCALIDAD<br><b>AYACUCHO</b>         |                                       | UBICACION<br><b>AEROPUERTO</b>                             |
| DATUM<br><b>WGS 84/ITRF 94</b>       |                                       | ELIPSOIDE<br><b>WGS 84/GRS 80</b>                          |
| LATITUD<br><b>13° 09' 15.09433"S</b> | LONGITUD<br><b>74° 12' 22.92503"W</b> | ALTURA ELIPSOIDAL<br><b>2779.8516</b>                      |
| X GEOCENTRICA<br><b>1691438.908</b>  | Y GEOCENTRICA<br><b>-5979955.133</b>  | Z GEOCENTRICA<br><b>-1442653.967</b>                       |
| NORTE<br><b>8545676.998</b>          | ESTE<br><b>586011.570</b>             | ZONA UTM<br><b>18</b>                                      |
| NORTE                                | ESTE                                  | ZONA UTM   |
| MODELO GEOIDAL<br><b>EGM 96</b>      | ALTURA GEOIDAL<br><b>2744.660</b>     | COTA ORTOMETRICA   |
| N° HOJA<br><b>27-ñ</b>               | CODIGO INTERNACIONAL<br><b>2044</b>   | NOMBRE DE LA HOJA<br><b>AYACUCHO</b>                       |
| FECHA<br><b>01 MAR 98</b>            |                                       | <b>ORDEN "A"</b>   |



## **ANEXO - B**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: GPS – ESTACIÓN TOTAL**

**Equipo GPS-EI ProMARK X-CM con exactitud al  
Centímetro (Marca-MAGELLAN).**

**Especificaciones del producto.**

**Exactitud:**

La posición y la velocidad están sujetas a cambio por el Departamento de Defensa impone la disponibilidad selectiva (SA) Posicionamiento en diferencial, remueve la disponibilidad selectiva y otros errores.

**Diferencial:**

15 mm + 3ppm (estático centímetro-horizontal).  
< 0.75 metros error medio cuadrático EMC (estático submétrico).  
< 1 metro error medio cuadrático EMC (estático pseudorange).  
< 1 metros error medio cuadrático EMC (móvil).  
(se requieren dos GPS, acceso a una estación base o correcciones diferenciales proveídas por un servicio DGPS).  
Posición simple: 15 metros error medio cuadrático en 2D o 3D.  
Posición promediada: 10 metros EMC.  
RTCM 1-3 metros EMC (depende de la fuente y latencia de la señal de corrección).

**General:**

10 canales con L1, código C/A. 4 Megabytes de almacenamiento hasta 30 horas de almacenamiento de datos, atributos y 500 puntos de visita.

**Tasa de actualización:**

Una vez por segundo.

**Tiempo para la primera fijación:**

Típicamente menos de 35 segundos.

### **Interfases eléctricas:**

2 portillos RS 232.

### **Características básicas:**

- Registro de datos.
- Puede ser utilizado como estación base para aplicaciones DGPS.
- Sumido con el programa MSTART.
- Sumido con un programa de salida para los GIS más comunes.
- Múltiples datum y proyecciones de mapas.
- Entrada RTCM.
- Salida NMEA.

### **Características físicas:**

Tamaño: 21.5cm X 9.0 cm X 5.0 cm

Peso: 0.85 kg con baterías

Gravedad específica: 0.8 (flota)

Pantalla: Alta resolución LCD de 6.5cm X 4.5 cm

Poder: 6 baterías alcalinas

9-35 voltios CD

Temperatura de operación: -10°C hasta 60°C

Otros: A prueba de polvo, agua y resistente a caídas

### **Características Técnicas**

#### **Procesamiento diferencial:**

- Digitalización móvil.
- Cuatro modos diferenciales.
  - Centímetro: Exactitud: 15 mm + 3ppm EMC
  - Fase portadora: Exactitud submétrica

- Pseudorange: Exactitud < 1 metro EMC
- Móvil: Exactitud: < 1 metro EMC
- Sin límite de archivos para efemérides remotas, de control por sesión de procesamiento.
- Múltiple sesiones cargadas simultáneamente.
- Guardar y restablecer la definición de la sesión completa.
- Cientos de datum y docenas de proyecciones.
- Soporta RINEX.
- Selección óptima de las efemérides durante el procesamiento.
- Despliega resultados previamente calculados sin necesidad de re-calcularlos.
- Cálculo de línea, perímetro y área.
- Acimut verdadero y de cuadrícula y ángulos de elevación.

**Comunicación:**

- Transferencia de datos de y desde la serie de receptores Magellan Pro MARK X hasta 38400 baudios.
- Detección de errores y recobrar durante la transferencia previene la pérdida de datos.
- Completo soporte para subir y bajar datum, proyecciones, rutas, puntos de visita, atributos y datos recolectados.

## ESTACIÓN TOTAL

El equipo de Estación Total, recomendado para el uso en el levantamiento catastral es el siguiente:

MARCA : TOPCON  
MODELO : GTS-211  
PROCEDENCIA : JAPONES

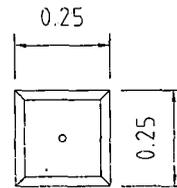
El trípode a utilizarse en zonas de lluvia y calor (tropical), sera de Aluminio.

### Especificaciones Técnicas.-

- Telescopio  
Aumento 26 x
- Distanciómetro  
Alcance con un prisma 1,100 m.  
Tiempo de medición normal 2.5"
- Medición Angular Electrónica  
Precisión Angular directa 6.0"  
Lectura Mínima 1"/5"  
Detección Horizontal 2 lados  
Vertical 1 lado
- Pantalla 2 lados
- Memoria Interna 2,000 puntos a mas
- Sensibilidad del Nivel  
Nivel Circular 2 mm  
Nivel Alidada 2 mm
- Plomada óptica  
Aumentos 3 x  
Enfoque 0.5 m a infinito  
Imagen Derecha
- Batería NiCd (Recargable)  
Tiempo oper. medición de distancias 3.5hrs. en promedio  
medición de ángulos 12hrs. en promedio
- Cargador de batería  
Tiempo de recarga 1 – 1.5 hrs  
Voltaje de entrada AC 220 Voltios  
Voltaje de salida el requerido según la  
batería/Estación Total
- Software Para conversión y  
transferencia de datos TS  
a PC
- Trípode Aluminio
- Prismas -99mm a +99mm (en 1mm)  
Ingreso directo
- Bastón milimétrico

**ANEXO - C**  
**DETALLE DE HITO**

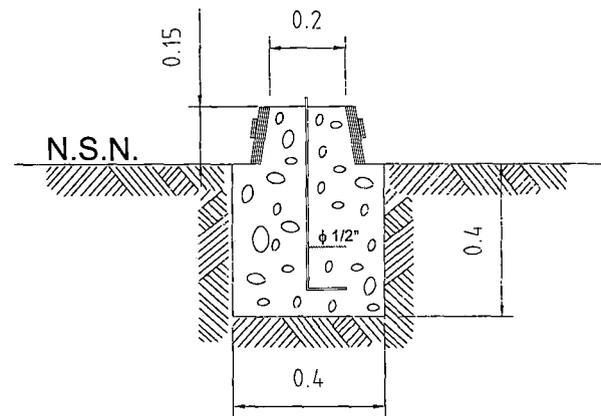
## ANEXO - C



### DATOS TECNICOS :

$$f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$



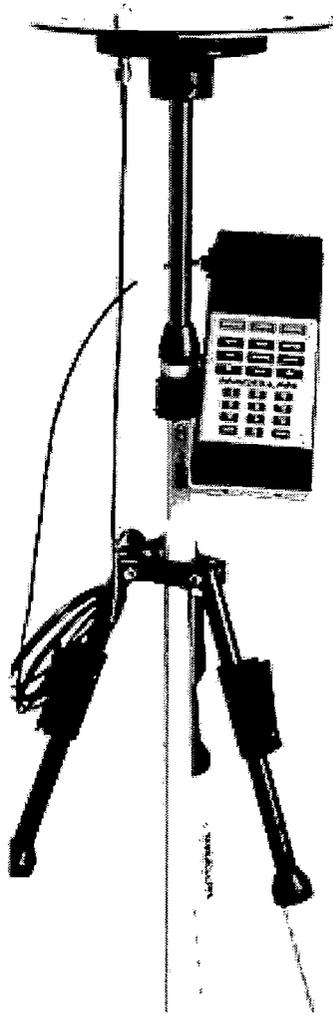
### DETALLE - HITO (Esc. 1/20)

## **ANEXO - D**

### **TIPO Y MARCA DE RECEPTORES GPS**

## **RECEPTORES GPS - MARCA MAGELLAN**

## El ProMark X-CM con exactitud al centímetro.



Con exactitudes centimétricas y colección ilimitada de datos el ProMARK X-CM es una solución para las necesidades de posicionamiento en un solo equipo. Poderoso, versátil, y fácil de usar, esta unidad ofrece 10 canales de GPS y múltiples pruebas diferenciales de GPS. Idealmente configurado con 10 canales de recepción, el ProMARK X-CM colecciona datos a alta velocidad, simplifica las operaciones de campo y provee un excelente rendimiento para la localización diferencial. Su solución "todo a la vista" usa hasta 10 señales de satélite para el cálculo de posicionamiento, eliminando la necesidad de pre-seleccionar satélites para la colección de datos. También puede obtener mayor rendimiento debajo de los árboles y el efecto de sombras es minimizado el movimiento diferencial. Si la señal del satélite es bloqueada por edificios o terreno se pueden usar las otras señales para la solución de la posición. Con 10 canales paralelos de recepción, el

ProMARK X-CM también puede ser utilizado como estación base y receptor de referencia DGPS almacenando el código y datos de la portadora de fase. Sin atención, puede recolectar simultáneamente datos de hasta 10 satélites para la corrección diferencial en post-proceso. Así una sola persona puede coleccionar todos los datos necesarios, reduciendo los costos en el levantamiento de información.

En ProMARK X-CM ofrece diferentes niveles de exactitud en DGPS. Para aplicaciones en topografía, la unidad obtiene exactitudes centimétricas en posicionamiento estático en post-proceso. Se puede post-procesar datos del código de fase para posicionamiento con una exactitud de un metro en aplicaciones estáticas y móvil. Además el ProMARK X-CM acepta correcciones en tiempo real (RTCM Radio Technical Commission for Maritime services), incluyendo efemérides de servicios comerciales en tiempo real de correcciones diferenciales, como también correcciones de organismos gubernamentales (USA). Como todos los productos GPS de Magellan son suministrados con programas necesarios para su completo uso sin costo adicional. El ProMARK X-CM permite que Ud. nombre y registre objetos, archivos o localizaciones e inmediatamente guarde la posición, un beneficio para agrimensores cuyos negocios se expande rápidamente en el campo del GIS. Cualquier posición fijada puede ser etiquetada con atributos definidos por el usuario para ser exportado en formato GIS más comunes.

El ProMARK X-CM soporta los programas más comunes en CAD y GIS y cumple completamente con el formato RINEX para el intercambio libre de datos GPS de las diferentes marcas de georeceptores.

Con suficiente memoria para almacenar todo un día completo de levantamiento de campo, el ProMARK X-CM es un sistema listo para coleccionar y archivar los datos de campo requeridos, no se necesitan extra dataloggers u otros dispositivos. Se pueden almacenar posiciones individuales, posiciones promediadas, datos del código y de la fase portadora para DGPS. Con una tasa de un registro por segundo, el ProMARK X-CM tiene suficiente memoria interna para continuamente registrar dato de posición hasta 30 horas, o posiciones o datos bases hasta 8 horas.

El ProMARK X-CM es una perfecta herramienta para disciplinas que requieren niveles de exactitud centimétrica, como mediciones en delineación, líneas de conductos y mediciones ambientales. Como una herramienta de campo el ProMARK X-CM es robusto a prueba de agua para cumplir con las tareas en los ambientes más difíciles.

### **Especificaciones del producto**

#### **Exactitud:**

La posición y la velocidad están sujetas a cambio por el Departamento de Defensa impone la disponibilidad selectiva (SA) Posicionamiento en diferencial, remueve la disponibilidad selectiva y otros errores.

#### **Diferencial:**

15 mm + 3ppm (estático centímetro-horizontal).

< 0.75 metros error medio cuadrático EMC (estático submétrico).

< 1 metro error medio cuadrático EMC (estático pseudo rango).

< 1 metros error medio cuadrático EMC (móvil).

(se requieren dos GPS, acceso a una estación base o correcciones diferenciales proveídas por un servicio DGPS).

Posición simple: 15 metros error medio cuadrático en 2D o 3D.

Posición promediada: 10 metros EMC.

RTCM 1-3 metros EMC (depende de la fuente y latencia de la señal de corrección).

#### **General:**

10 canales con L1, código C/A. 4 Megabytes de almacenamiento hasta 30 horas de almacenamiento de datos, atributos y 500 puntos de visita.

#### **Tasa de actualización:**

Una vez por segundo.

#### **Tiempo para la primera fijación:**

Típicamente menos de 35 segundos.

#### **Interfases eléctricas:**

2 portillos RS 232.

### **Características básicas:**

- Registro de datos.
- Puede ser utilizado como estación base para aplicaciones DGPS.
- Sumido con el programa MSTART.
- Sumido con un programa de salida para los GIS más comunes.
- Múltiples datum y proyecciones de mapas.
- Entrada RTCM.
- Salida NMEA.

### **Características físicas:**

Tamaño: 21.5cm X 9.0 cm X 5.0 cm

Peso: 0.85 kg con baterías

Gravedad específica: 0.8 (flota)

Pantalla: Alta resolución LCD de 6.5cm X 4.5 cm

Poder: 6 baterías alcalinas

9-35 voltios CD

Temperatura de operación: -10°C hasta 60°C

Otros: A prueba de polvo, agua y resistente a caídas



El programa MSTAR de Magellan basado en Windows, es un programa que ha sido actualizado para obtener precisiones centimétricas del receptor ProMARK X-CM mientras mantiene la compatibilidad con toda la serie de receptores ProMARK X. Su rápida planificación de la misión, análisis de datos, graficación y conversión de formatos, proveen un procesamiento sencillo, rápido y muy eficiente como nunca antes.

### **Características Técnicas**

#### **Procesamiento diferencial:**

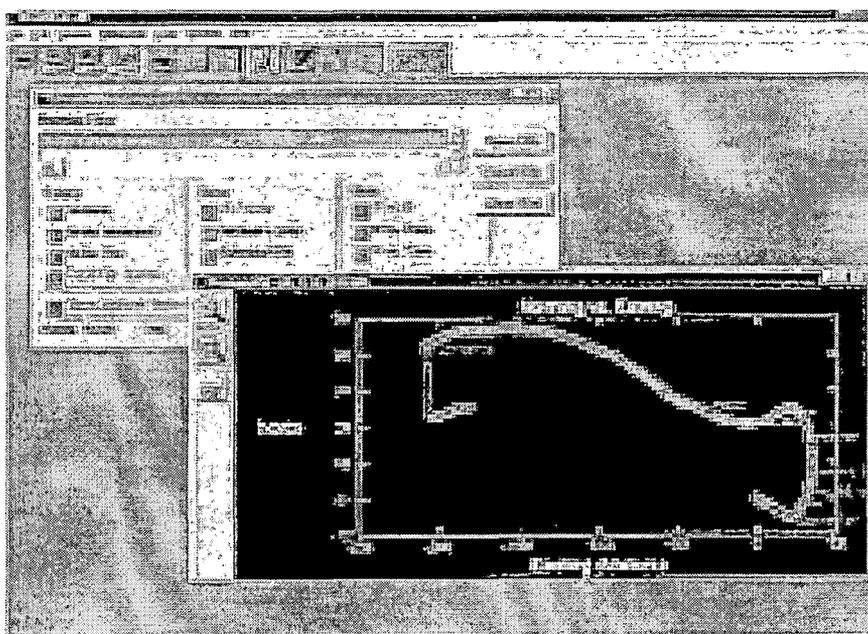
- Digitalización móvil.
- Cuatro modos diferenciales.
  - Centímetro: Exactitud: 15 mm + 3ppm EMC
  - Fase portadora: Exactitud submétrica
  - Pseudorange: Exactitud < 1 metro EMC
  - Móvil: Exactitud: < 1 metro EMC
- Sin límite de archivos para efemérides remotas, de control por sesión de procesamiento.
- Múltiple sesiones cargadas simultáneamente.
- Guardar y restablece la definición de la sesión completa.
- Cientos de datum y docenas de proyecciones.
- Soporta RINEX.
- Selección optima de las efemérides durante el procesamiento.
- Despliega resultados previamente calculados sin necesidad de recalcularlos.
- Cálculo de línea, perímetro y área.
- Acimut verdadero y de cuadrícula y ángulos de elevación.

#### **Comunicación:**

- Transferencia de datos de y desde la serie de receptores Magellan ProMARK X hasta 38400 baudios.

- Detección de errores y recobrar durante la transferencia previene la pérdida de datos.
- Completo soporte para subir y bajar datum, proyecciones, rutas, puntos de visita, atributos y datos recolectados.

### Graficación de datos:



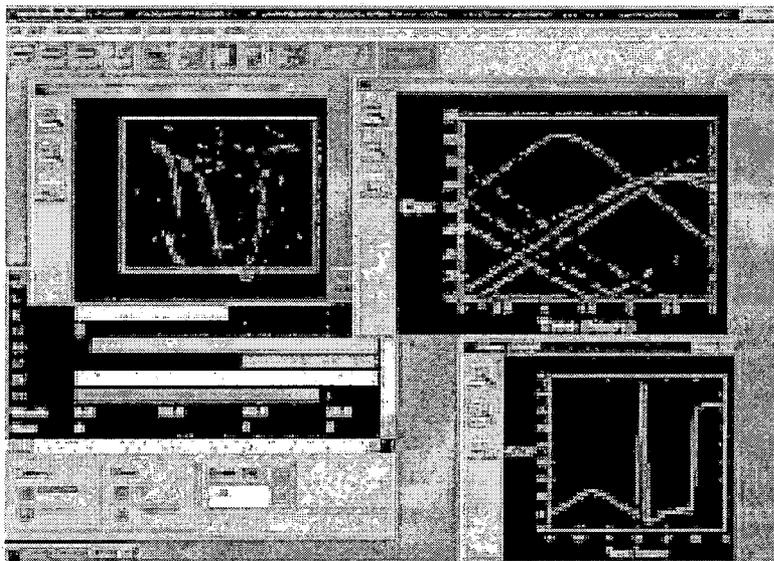
- Grafica datos de entrada básicos, o diferencialmente procesados en cualquier sistema de proyección.
- Múltiples archivos por graficación.
- Diferentes opciones disponibles para las características de la graficación (color, destacado de puntos, etc.).
- Grafica latitud vs. longitud, norte vs. este, X,Y,Z y cualquier coordenada vs. tiempo.
- Despliega los atributos en gráfico.
- Consulta de la posición exacta desplegada.
- Capacidad de Zoom.

### Sistema de coordenadas:

- Disponible 2 docenas de proyecciones.

- Cerca de 200 datum predefinidos.
- Molodensky, Regresión Múltiple, 7 parámetros de BURSA-WOLFE y cinco parámetros definidos por el usuario para la transformación.
- Datum definido por el usuario.
- Archiva y carga las especificaciones completas del sistema de coordenadas.
- Definición por el usuario del sistema de coordenadas para la E/S y graficación.

### Planificación de la sesión para la colección de datos:



- Gráfico a color del PDOP, número de satélites disponibles, elevación y acimut del satélite, y mapa de visibilidad de satélites individuales
- Duración, intervalo y mascara especificada por el usuario
- Selección definida por el usuario de la lista de satélites con su salud actual
- Archivo de salida ASCII
- Impresión y graficación

### Conversión de archivos de datos:

- Convierte archivos de formato Magellan a:

- ArcView, Arc/INFO.
  - AutoCad DXF.
  - NGS.
  - SGIF.
  - RINEX ASCII.
- Convierte múltiples archivos simultáneamente.
  - Tiene opciones para salida individuales.

### **General**

Es un programa basado en Windows, con un sistema interactivo en línea. Comprende un paquete completo para comunicación, edición, procesamiento, despliegue y conversión de datos del equipo Magellan ProMARK X y ProMARK X-CM.

Requerimiento de equipo:

- 486 o superior.
- 8 Mb. de memoria mínima recomendada.
- Windows 3.1 o superior.
- Separado mouse y portillos de datos.

## El ProMARK X - Profesional



Para esas aplicaciones que requieren exactitudes menores y sistemas de bajo costo, Magellan ofrece el ProMARK X con 2 metros de exactitud. El nivel profesional del receptor GPS combina la portabilidad del GPS con la capacidad de almacenamiento de una microcomputadora laptop. Este incorpora la selección de atributos definidos por el usuario, posibilitando la creación de definición de atributos y etiquetar estos atributos a la posición de localización de los objetos geográficos en el campo. Con gran capacidad de almacenamiento a sus manos, Ud. puede registrar todo un día de levantamiento de campo sin necesidad de bajar los datos a la computadora. El versátil ProMARK X soporta formato RINEX para el intercambio

El ProMARK X puede trabajar como estación base para aplicaciones de DGPS. Incorpora una antena desmontable para operaciones remotas la cual se puede conectar a la unidad vía un cable que se entrega con el equipo. También se pueden incorporar otras antenas externas

### **Aplicaciones del ProMARK X**

- Digitalización móvil.
- Rectificación de imágenes.
- Actualización de mapas base.
- Delineación de pantanos.
- Determinación de áreas.
- Localización.
- Seguimiento de vida silvestre.
- Impactos ambientales.

### **Mediciones**

- Seguimiento de vehículos.
- Administración de órdenes de trabajo.
- Análisis de distribución.
- Medición de epidemias.
- Trabajos públicos.
- Búsqueda y rescate.
- Mediciones biológicas.
- Mediciones de sitios.
- Ubicación de accidentes.
- Mediciones de conductos.

### **Bienes inmuebles**

- Geocodificación de direcciones.
- Administración de inventario de servicios.
- Localización de torres.
- Ambiente.
- Mapas de flujo.

## **Especificaciones del producto**

### **Exactitud Diferencial:**

< 2 metros error medio cuadrático EMC (estático pseudorange).

<2 metros error medio cuadrático EMC (móvil).

(se requieren dos GPS, acceso a una estación base o correcciones diferenciales proveídas por un servicio DGPS).

Posición simple: 15 metros error medio cuadrático en 2D o 3D.

Posición promediada: 10 metros EMC.

RTCM 1-5 metros EMC (depende de la fuente y latencia de la señal de corrección).

### **General:**

10 canales con L1, código C/A. 4 Megabytes de almacenamiento hasta 30 horas de almacenamiento de datos, atributos y 500 puntos de visita.

### **Tasa de actualización:**

Una vez por segundo.

### **Tiempo para la primera fijación:**

Típicamente menos de 35 segundos.

### **Interfases eléctricas:**

2 portillos RS 232.

### **Características básicas:**

- Registro de datos.

- Puede ser utilizado como estación base para aplicaciones DGPS.
- Sumplido con el programa MSTAR.
- Sumplido con un programa de salida para los GIS más comunes.
- Múltiples datum y proyecciones de mapas.
- Entrada RTCM.
- Salida NMEA.

**Características físicas:**

Tamaño: 21.5cm X 9.0 cm X 5.0 cm.

Peso: 0.85 kg. con baterías.

Gravedad específica: 0.8 (flota).

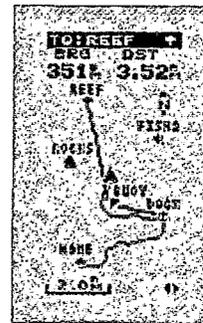
Pantalla: Alta resolución LCD de 6.5cm X 4.5 cm.

Poder: 6 baterías alcalinas.

9-35 voltios CD.

Temperatura de operación: -10°C hasta 60°C.

Otros: A prueba de polvo, agua y resistente a caídas.



**Características:**  
**Características:**

- 12 canales paralelos de recepción garantizan un rastreo superior.
- 30 horas de vida de batería y además una batería interna de litio para protección de la memoria por hasta 10 años.
- El Tracker guarda 500 posicionamientos y 20 rutas reversibles con 30 corridas cada uno.
- Sellado con caucho y construcción a prueba de agua.
- Pantalla extra grande, 25% mayor al promedio de la competencia.
- Antena desmontable.

## **RECEPTORES GPS - MARCA GARMIN**

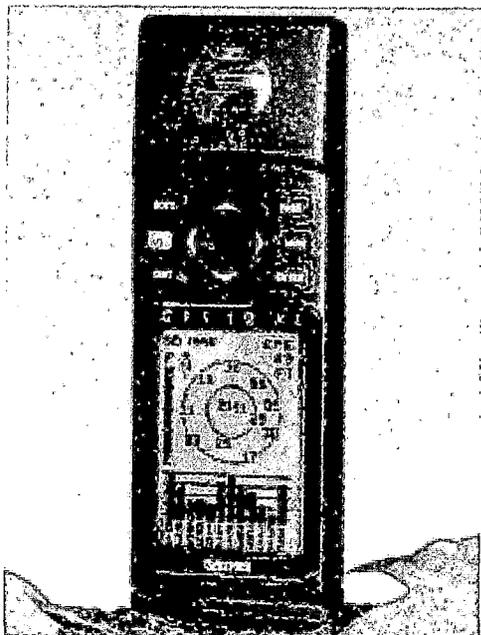
## GPS 12 – GARMIN



- Características.
- Pilas AA,5-8v.
- 12 Canales paralelos.
- 500 wpt alfanuméricos.
- 999 nudos.
- NMEA 0180,0182,0183.
- RS232.
- Hasta 24 horas autonomía.
- 53 x 146 x 31 mm de dimensiones.
- Indicación directa del QTH LOCATOR.

El navegador personal GPS-12 de Garmin es un receptor de 12 canales paralelos PhaseTrac 12 con toda la fiabilidad de Garmin. Es el equipo ideal para aventureros de aire libre a los que les gusta salirse de la ruta, ya sea por mar, tierra o aire. Presenta una rápida adquisición de satélites y resolución que se mantiene fija incluso en las condiciones más duras. La carcasa está hecha a prueba de agua, de resistencia militar. Ploteo de mapa móvil, que muestra nombres de wpts, símbolos o comentarios, alarmas de proximidad, velocidad media y máxima y temporizadores de recorrido. Preparado para corrección DGPS. Con selección de idiomas en ESPAÑOL.

## GPS 12XL - GARMIN



- Características.
- Pilas AA,10-40v.
- 12 Canales paralelos.
- 500 wpt alfanuméricos.
- 999 nudos.
- NMEA 0180,0182,0183.
- RS232.
- Hasta 24 horas autonomía.
- 53 x 146 x 31 mm de dimensiones.
- Indicación directa del QTH LOCATOR.

Este GPS presenta las mismas características generales que el GPS 12. Posibilidad de antena exterior. Su carcasa, especialmente preparada para resistir el agua, hacen del GPS 12 XL un equipo utilizable en cualquier aplicación, ya sea marina, aérea o terrestre. Display de LCD de alto contraste electro luminiscente. Funda de transporte. Preparado para corrección DGPS. Con selección de idiomas en ESPAÑOL. Con base de datos de ciudades europeas.

## GPS eTrex - GARMIN



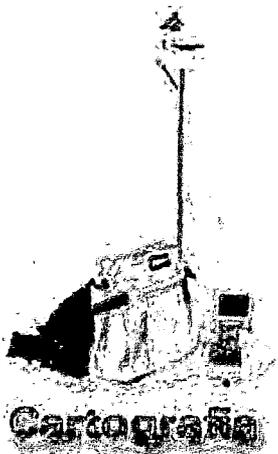
- Características
- Alimentación 2 pilas AA
- Receptor 12 canales paralelos
- Memoria 500 wpt. Alfanuméricos
- Velocidad 999 nudos
- Interfase NMEA 0183
- Interfase PC RS232
- Duración de pilas 18 horas
- Dimensiones 50 x 112 x 30 mm.

GARMIN consigue con el eTREX uno de los GPS portátiles más pequeños del mercado. Pantalla FTSN con 4 niveles de grises, resolución de 128x64 píxeles, receptor de 12 canales, atractivo diseño compacto y robusto, así como un peso y tamaño reducido que no por ello limita sus excelentes prestaciones.

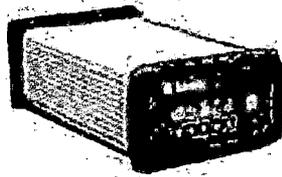
Además el eTREX destaca por su facilidad de manejo con solo 5 teclas laterales, haciendo posible que las funciones más frecuentes como creación de rutas y waypoints, sean muy fáciles de realizar. Pantallas gráficas que informan sobre datos de navegación, ploteo de huella o compás, son algunas de sus funciones más destacables. Incorpora también entrada y salida de datos, alarma de llegada, posibilidad de asignar iconos a los waypoints, función TracBack y resistencia al agua según norma IEC-529, IPX7 (30 minutos a 1 metro prof.).

El eTREX es el primer GPS de GARMIN que funciona con solo 2 pilas alcalinas. Accesorios opcionales, adaptador alimentación mechero, cable para PC, funda y DGPS.

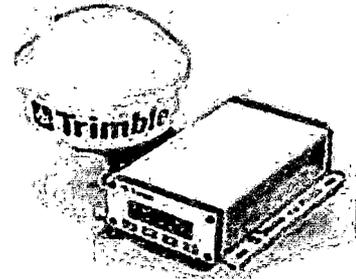
## **RECEPTORES GPS - MARCA TRIMBLE**



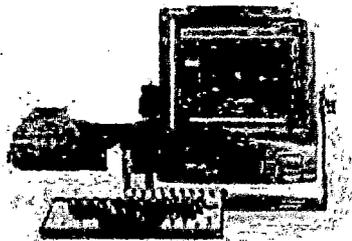
**Cartografía**



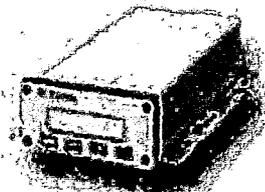
**Construcción  
Topografía**



**Agricultura de  
Precisión**



**Navegación / Hidrografía**



**Posicionamiento  
de Precisión**



### Nuevo Sistema Geoexplorer 3

Ligero, compacto y sencillo de manejar, el *Geoexplorer 3*, es una poderosa herramienta GPS para aplicaciones cartográficas y de actualización de bases de datos GIS. Permite el uso de diccionarios de datos creados en el software de tratamiento Pathfinder Office, teclados en la unidad y/o la carga de bases de datos directamente en el sistema para su revisión y actualización en campo.

#### Características:

- Receptor GPS de doce canales con colector y antena integrados.
- Robusto y resistente al agua
- Precisión de 1 a 5 metros con corrección diferencial dependiendo de las condiciones.
- Precisión submétrica con fase portadora.
- Menús y software de tratamiento totalmente en español.
- Mapa del trabajo en pantalla gráfica de 160x160 píxel retroiluminada.
- Pantallas de navegación gráficas.
- Compás digital interno para navegación precisa a baja velocidad.
- Batería interna recargable de Ión-Litio para una jornada de 11 horas de trabajo.
- Corrección diferencial en tiempo real con correcciones en formato estándar RTCMSC-104.
- Módulo de oficina para descarga automática de los datos y carga de la batería.
- Capacidad de almacenamiento de hasta 32.000 posiciones.



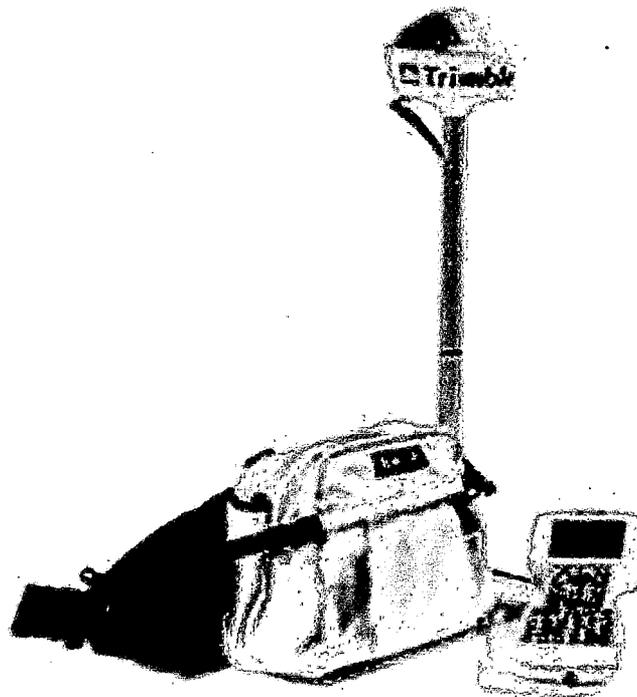
## GPS Pathfinder Pro XR/XRS

### LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

- Levantamiento topográfico de pequeñas y grandes áreas.
- Catastro urbano y rural con posibilidad de descripción detallada de objetos que se encuentren en la zona.
- Colector, manuales y software (ambiente Windows) totalmente en Español
- Precisiones:
  - . Horizontal: 50 cm con código C/A. En post-proceso
  - . Horizontal/vertical: 10 cm con observaciones de aproximadamente 20 minutos en movimiento y observando la fase portadora.
- Estática horizontal/vertical: 1 cm con 45 minutos de observación (Módulo Adicional)

### CARTOGRAFIA:

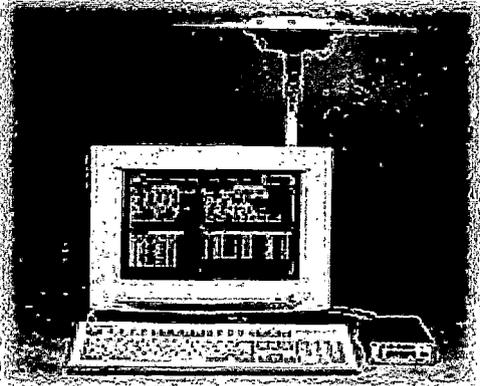
- Permite la creación de diccionarios de atributos definidos por el propio usuario.
- Utiliza los elementos básicos del GIS: punto, línea y área con atributos descriptivos.
- Es la mejor herramienta para actualizaciones de GIS. Beacon. Puede recibir correcciones diferenciales gratis en tiempo real a partir de radio-faro (PRO-XR/Beacon).
- Puede recibir correcciones diferenciales en tiempo real a partir de una estación de referencia virtual, vía satélite (PRO-XRS).
- Software de post- procesamiento Pathfinder Office



## GPS Pathfinder Community Base Station

Estación GPS Submétrica Automatizada de 12 canales.

### Características Patrón:

- Receptor GPS digital de 12 canales paralelos.
  - Antena compacta remota.
  - Cable para antena de 30 metros.
  - Fuente de alimentación.
  - Cable de alimentación y descarga.
- 
- Nuevo software TRS en entorno Windows para control de la estación y manejo automático de los ficheros desde su generación hasta su publicación estructurada en una página web. Permite el control remoto de una red de estaciones con el mismo software. Adaptador para energía AC combinada y registro en PC.
  - Suprimiento de energía 110V AC.
  - Nuevo software en entorno de Nuevo software en entorno Windows TRS para control de la estación y manejo automático de los ficheros desde su generación hasta su publicación estructurada en una página web. Permite el control remoto de una red de estaciones con el mismo software.
  - Software de procesamiento GPS Pathfinder Office. (Configuración Super CBS)

---

### TerraSync Software



### TerraSync Software

Este Software le permitirá al usuario usar Terminales Portátiles con sistema operativo Windows CE. Puede cargar fácilmente bases de datos GIS, recoger posiciones, actualizar estas bases de datos y navegar en el campo.

Los datos de campo pueden ser superpuestos en mapas de fondo para una fácil navegación. También puede cargar fotos aéreas e imágenes escaneadas, siempre georeferenciadas, para localización y verificación de datos.

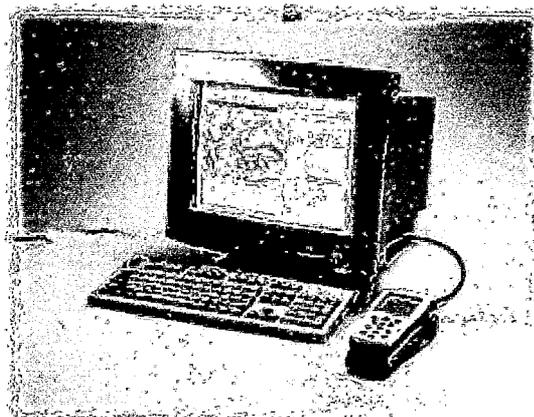
Software TerraSync trabaja con los receptores Pathfinder de Trimble

## Pathfinder Office Software

Software de procesado con capacidad de planificación de misiones, posas-proceso de datos de código C/A y de Fase Portadora, soporta múltiples sistemas de coordenadas (UTM, geográficas, planas), creación de diccionarios de datos, exportación a múltiples formatos: Arc/Info, Autocad DXF/DGN, MicroStation, ASCII definido por el usuario.....

Basado en Microsoft Windows está totalmente traducido al castellano.

## Pathfinder Office Software



### GPS Pathfinder Pocket Un compacto receptor GPS que se lleva en el Bolsillo

El receptor GPS Pathfinder Pocket es ideal para personas que requieren un receptor GPS pequeño, resistente y económico para coleccionar, mantener o manipular información de calidad. El receptor tiene la flexibilidad de trabajar con varios elementos de control y aplicación, lo que permite construir una solución total del terreno. El uso de una batería recargable de larga duración, que puede ser cargada sin la unidad o fácilmente extraída para una carga externa, brinda una solución económica así como flexible para un control total.

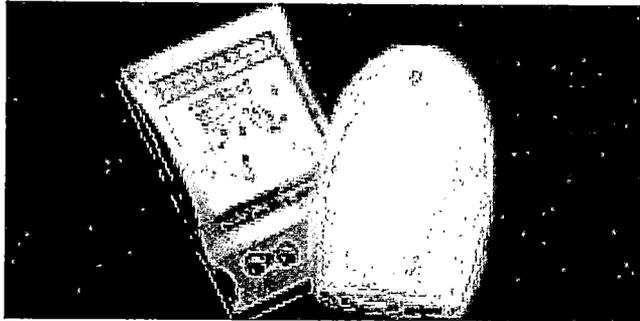
El receptor GPS Pathfinder Pocket es ideal para organizaciones que requieren receptores destinados a ser distribuidos a un equipo de personas.

Precisión sin corrección 10m

Estos valores de precisión se asumen conectando con 4 satélites, PDOP < 6

Elevación de 15 grados, condiciones ionosféricas, obstrucción de las señales por edificios o árboles muy grandes afectarán la precisión de recepción. Una precisión adecuada se obtiene en un ambiente donde no existan superficies donde se reflejen y además tenga una vista despejada del cielo.

- Diseño compacto lo suficientemente pequeño para llevarlo en el bolsillo
- De 2 a 5 metros de error luego de la corrección diferencial
- Batería interna recargable.
- Resistente y resistente al agua.
- Antena compacta con 1.5m de cable.
- Guía de iniciación.
- Elementos para colocar la antena
- 5 V de suministro de energía.
- Software TerraSync™
- Software GPS Pathfinder Controller, disponible para bajarlo de [www.trimble.com](http://www.trimble.com)
- Tamaño 110 mm x 75 mm x 35 mm (4.33" x 2.95" x 1.38" high)
- Peso 145 g (5 oz.) con batería.
- Potencia 0.4 Watts (encendido), 3.0 Watts (cargando)
- Temperatura ambiental operativa – 10°C to +50°C
- Humedad 99%
- Temperatura de almacenamiento – 10°C to +60°C



**¿Qué hace el receptor GPS Pathfinder Pocket si hay más de 8 satélites visibles?**

Cuando hay más de 8 satélites el receptor selecciona los 8 satélites que forman un mayor ángulo con el horizonte, tal como lo reporta el almanaque.

**¿Puede recibir señales de los satélites GLONASS?**

No. Este receptor solo trabaja con los satélites NAVSTAR.

**¿Puedo tener información en el receptor GPS Pathfinder Pocket sin necesidad de otro dispositivo?**

No. El receptor GPS Pathfinder Pocket no tiene memoria interna para almacenar información. Se requiere de un dispositivo adicional. Por ejemplo un dispositivo Windows CE con el software TerraSync instalado permitirá coleccionar la información.

**¿Con qué frecuencia recibe la señal?**

Por defecto, las posiciones serán tomadas cada segundo.

**¿Qué tan preciso es el receptor GPS Pathfinder Pocket?**

Con el uso de la corrección diferencial en el software GPS Pathfinder Office, el receptor puede registrar posiciones entre 2 y 5 m. Sin la corrección diferencial, la precisión de una sola posición es de 10 m.



TOPOGRAFIA / CONSTRUCCIÓN

### 4600 LS Surveyor

#### PUNTOS DE CONTROL/APOYO

- Excelente equipo para traslado de coordenadas y redes de apoyo.
- Precisión de 5 mm + 1 ppm.
- Estático rápido con 20 minutos.
- Consumo menor de 1 watt. Tiene una autonomía de 32 horas en uso continuo con 4 pilas alcalinas.
- Fácil de utilizar: manejo con un único botón.
- Software de post-proceso GPSurvey

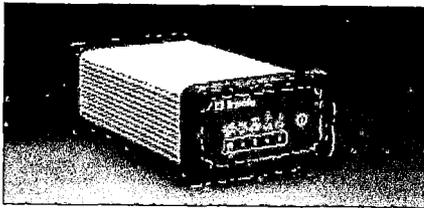


### TAQUIMETRÍA

- Levantamientos topográficos con técnica "Stop & Go" (apenas 10 segundos por punto) o cinemático en movimiento.
- Introducción de nombre y descripción de punto a través del colector Trimble Survey Controller.

## **Estación Total GPS 4700**

Toda la efectividad y potencia de la Estación Total GPS 4800 en una solución modular.



- Posee varias configuraciones para atender las distintas necesidades:
- Estación Base RTK (Real Time Kinematic)
- Estación Base RTK e PP (Pós-proceso)
- Un par de receptores para PP
- Estación Total RTK
- Estación Total RTK y PP
- Receptor móvil RTK

## **Múltiples ventajas:**

- 4 MB de memoria interna para 120 horas de almacenamiento de datos.
- Excelente opción para levantamientos topográficos, replanteos, apoyo, sísmica y mucho más.
- Óptimo para trabajar como estación base por su diseño modular.
- Utiliza el software Trimble Survey Office que integra en un único paquete todas las herramientas para postprocesado y tratamiento de datos en tiempo real GPS y datos de distintos instrumentos como estaciones totales convencionales. Incluye módulos de carreteras y modelos digitales del terreno.

## **Estación Total GPS 4800**

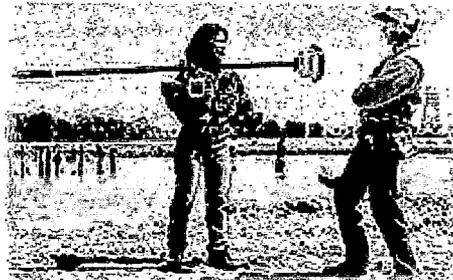
- Sin mochila, sin cables que moleste al operador, el sistema GPS 4800 ofrece total libertad de operación, con precisión de 1 cm.
- Montado sobre un bastón especial PowerLITE de fibra de carbono, el peso total del sistema móvil 800 es menor de 4 Kg.
- Receptor GPS L1/L2 RTK - OTF con actualización de la posición 5 veces por segundo y con la opción de pos-proceso llegando a una precisión de 5mm +1ppm.



- Sellado y flotante, soporta caídas de hasta 2 metros, el 4800 es el más moderno receptor GPS para Levantamientos Topográficos y Carreteras.

## **UN SISTEMA GPS-RTK DONDE RECEPTOR GPS, RÁDIO-MODEM Y ANTENAS ESTÁN TOTALMENTE INTEGRADOS**

- Posee controlador TSC1 multitarea, interfase con el usuario por iconos y slot PCMCIA para aumentar memoria.
- Incluye programa Survey Controller para calibraciones, levantamiento topográfico, replanteos (puntos, ejes, secciones tipo, etc.) y modelos digitales del terreno, sistemas geodésicos, modelos de geoides y mucho más.
- Representación gráfica de puntos, diversidad de cálculos geométricos y permite el uso de modelo de geoides en campo.



El colector es una poderosa herramienta que trabaja sobre una plataforma de 32 Bits y funciona sobre un entorno Windows siendo muy fácil de usar por el usuario.

Posibilidad de capturar, importar y exportar datos en distintos formatos ASCII, DXF.

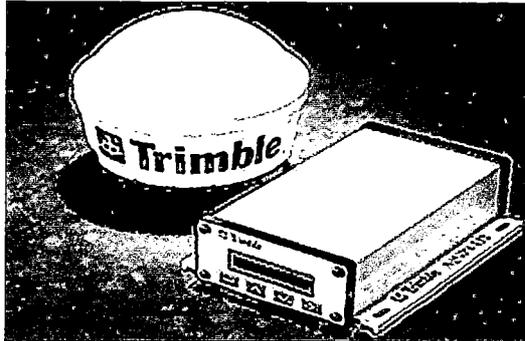
## **NUEVO SOFTWARE PARA TIEMPO REAL Y POSTPROCESO** **TRIMBLE GEOMATICS OFFICE**



El nuevo software posee todas las funcionalidades de los anteriores Trimble Survey Office y GPSurvey juntos mejorando notablemente el interfaz de usuario.

- Software en entorno Windows que integra en un único paquete:
  - Procesado de líneas base GPS
  - Ajuste de redes topográficas  
Procesamiento de datos topográficos convencionales y GPS Garantía de calidad y control de los datos (QA/QC)
- 
- Importación y exportación de datos de diseño de carreteras de distintos fabricantes.
  - Importación y exportación de datos topográficos. Modelos digitales del terreno y curvas.
  - Transformaciones de Datum y proyecciones Calibraciones GPS. Captura de datos GIS y exportación de los datos Códigos de características Informes de proyectos
  - Administración de proyectos topográficos.
  - Potentes herramientas de selección y CAD.

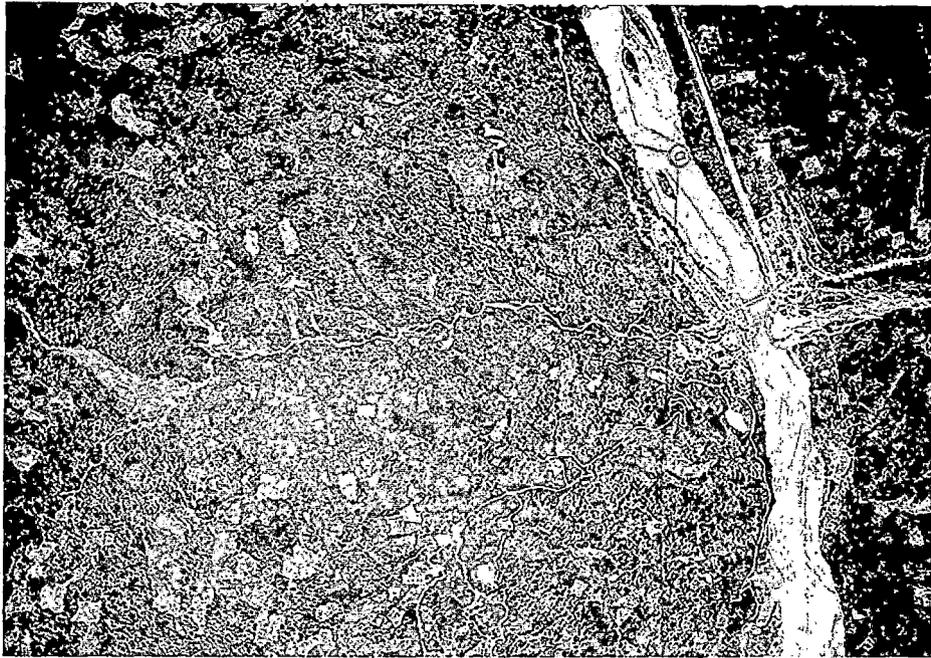
## Aq GPS 132



Receptor GPS integrado para aplicaciones de agricultura de precisión, tales como creación de mapas con información de tipo de suelo, fertilización, marcos de siembra, enfermedades, plagas, aplicaciones de herbicida, producción. Una herramienta que combinada con programas de análisis le permite optimizar e incrementar el rendimiento de su explotación. Combina 3 soluciones en un único receptor: receptor GPS de 12 canales paralelos; receptor de correcciones vía radio-faros de Marina (Beacon) y receptor de señal de corrección vía Banda L. Utiliza la misma antena para recibir los tres tipos de señal. Para aplicaciones en movimiento, posee una opción de salida de 10 posiciones por segundo (10 hz.). Dos puertos serie RS232 configurables.

**ANEXO - E**

**PANEL FOTOGRAFICO**



**Foto N° 01 Fotografía aérea de la localidad de San Francisco  
– Río Apurímac.**



**Foto N° 02 Capacitación del personal seleccionado en el  
manejo del equipo GPS.**



**Foto N° 03 Predios de la Costa, se aprecia que los vértices es despejado y bien definido es favorable para la toma de información con GPS.**



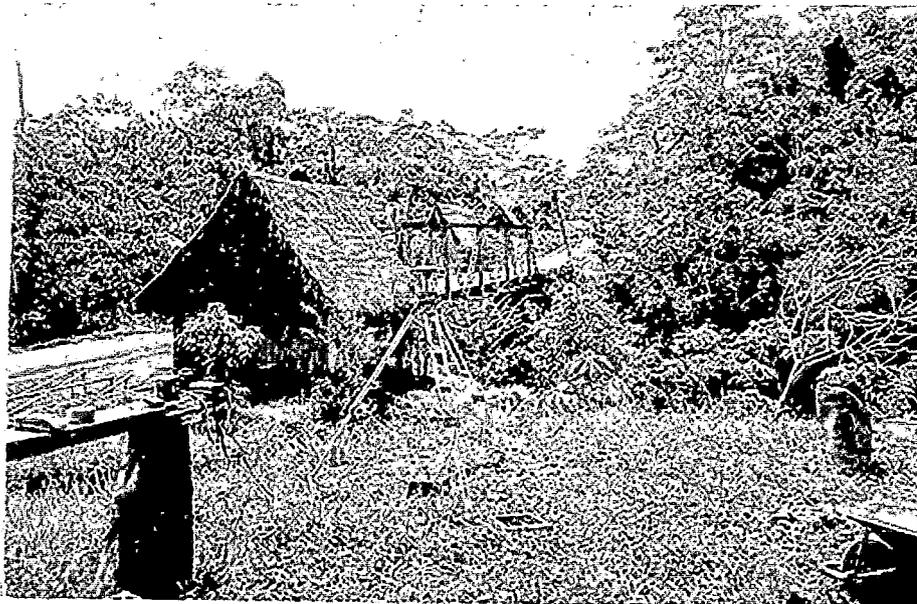
**Foto N° 04 Predios de la Sierra, tamaño y forma bien definido es favorable para la toma de información con GPS.**



**Foto N° 05 Predio de la Selva, se puede apreciar el tamaño de la vegetación que impide la captación de señales GPS.**



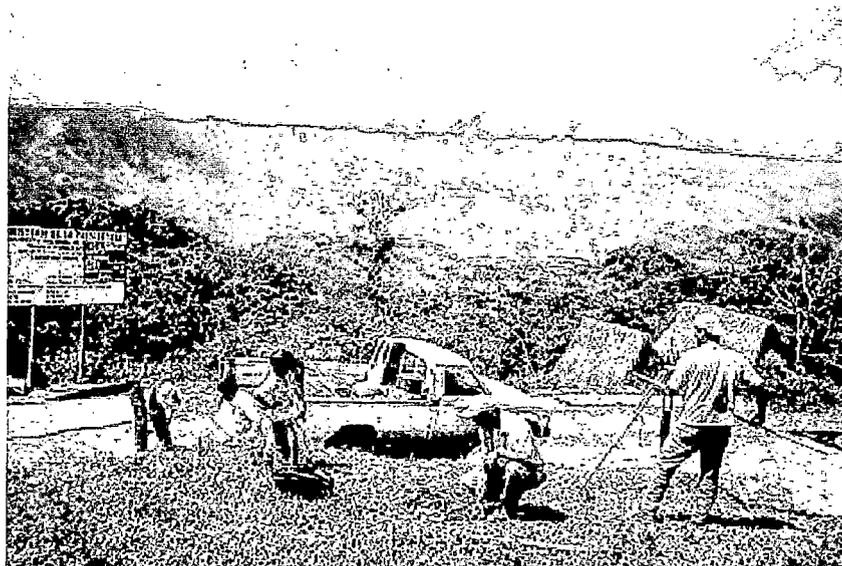
**Foto N° 06 Toma de información con GPS de un vértice de un predio en la Selva.**



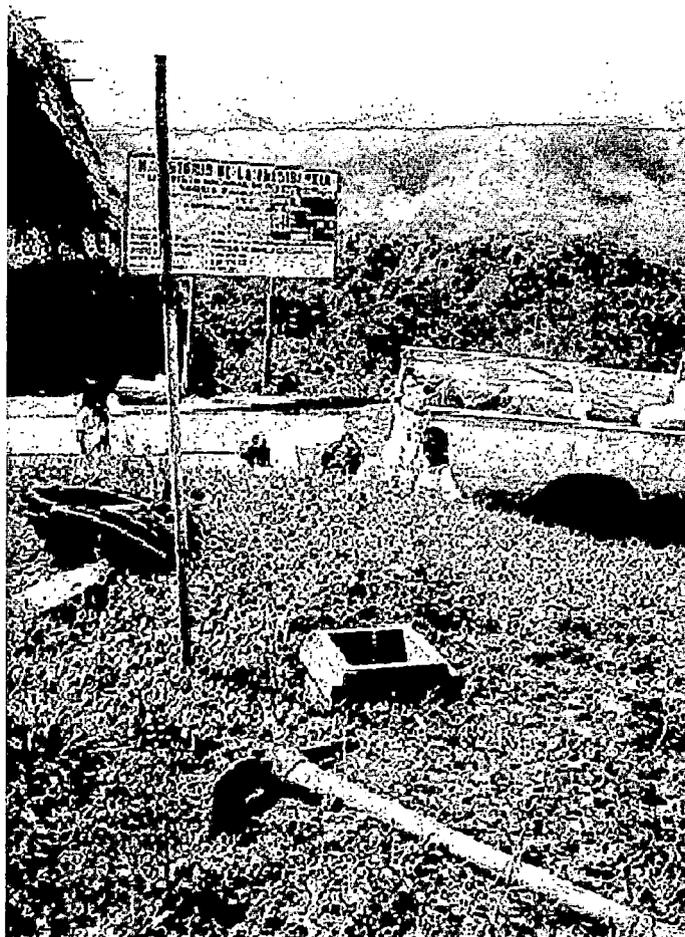
**Foto N° 07 Toma de información de un punto de la Red Auxiliar.**



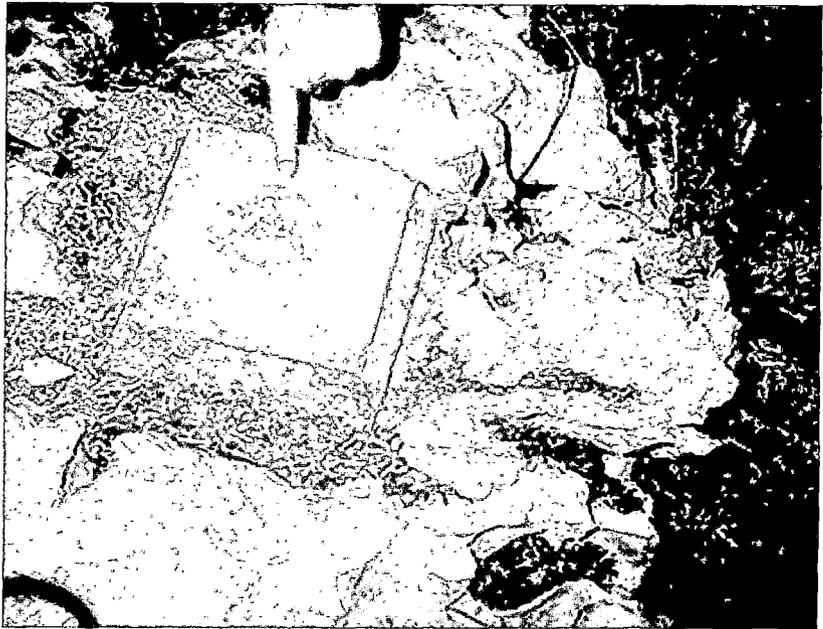
**Foto N° 08 Lindero con bastante vegetación.**



**Foto N° 09 Ubicación de un punto de la Red Auxiliar.**



**Foto N° 10 Excavación, encofrado de un hito de la Red Auxiliar.**



**Foto N° 11 Presentación de un Hito de la Red Principal.**



**Foto N° 12 Planificación del trabajo de campo con las brigadas.**



**Foto N° 13** Ubicación de un claro para la captación de señal GPS y luego trasladarlo al vértice del predio con la ayuda de un estación total.



**Foto N° 14** El propietario indica el vértice del predio, se puede observar la vegetación que cubre al vértice.



**Foto N° 15** El personal de campo en plena caminata hacia el lugar de trabajo.



**Foto N° 16** Vértice de un predio, la altura de los árboles es mas que la altura del jalón de la antena (3.00 m.), se observa que se adiciona mas jalones para superar la altura de los árboles, es un típico problema de la Selva.



**Foto N° 17** Toma de información con GPS en un claro donde es posible captar la señal del GPS luego, dicho punto será trasladado con una Estación Total al vértice del predio.



**Foto N° 18 Toma de información con GPS sobre un hito, al costado de una vivienda.**

**Antena del GPS**



**Foto N° 19** Se observa que se trata de levantar la antena por encima de las copas de lo árboles, es casi imposible conseguir el objetivo.

## **BIBLIOGRAFIA**