

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**



**Catastro Minero Regional en la zona de  
Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua  
Mediante el uso de GPS**

**INFORME DE INGENIERIA**

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

**Jesús Meléndez Pérez**

**Promoción 94-I**

**Lima-Perú  
1997**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi agradecimiento a:

Registro Público de Minería, en la persona del Ing. Walter Casquino Rey, Jefe Institucional; por permitirme laborar en dicha institución.

Ing. Henry Luna Cordova, Director General de Catastro Minero Nacional; por su apoyo incondicional para la elaboración del presente informe.

Ing. Jorge Heighes P A., Jefe del Departamento de Geodesia; por compartir sus amplios conocimientos geodésicos.

# **CATASTRO MINERO REGIONAL EN LA ZONA DE CARAHUACRA, SAN CRISTOBAL Y ANDAYCHAGUA MEDIANTE EL USO DE GPS**

## **INDICE GENERAL**

### **I. INTRODUCCION**

### **II. GENERALIDADES**

- II.1 ANTECEDENTES**
- II.2 UBICACION**
- II.3 ACCESO**
- II.4 TOPOGRAFIA**
- II.5 SUSTENTO LEGAL**

### **III. FORMULACION DE LOS DERECHOS MINEROS**

- III.1 ORDENANZAS DE MINERIA**
- III.2 CODIGO DE MINERIA DE 1990**
- III.3 CODIGO DE MINERIA DE 1950**
- III.4 LEY GENERAL DE MINERIA DE 1981**
- III.5 TEXTO UNICO ORDENADO DE 1992**
- III.6 LEY DE CATASTRO MINERO NACIONAL**

### **IV. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

- IV.1 INTRODUCCION**
- IV.2 CONCEPTOS BASICOS**

- IV.2.1 ELIPSOIDE**
- IV.2.2 GEOIDE**
- IV.2.3 SISTEMAS DE REFERENCIA**

#### **IV.3 SEGMENTOS DEL SISTEMA**

- IV.3.1 SEGMENTO ESPECIAL**
- IV.3.2 SEGMENTO DE CONTROL**
- IV.3.3 SEGMENTO UTILITARIO**

## **IV.4 TECNICAS DE MEDICION EN EL TERRENO**

**IV.4.1 METODO ESTATICO**

**IV.4.2 METODO CINEMATICO**

**IV.4.3 METODO PSEUDO CINEMATICO**

**IV.4.4 METODO ESTATICO RAPIDO**

**IV.4.5 METODO COMBINADO**

## **V. PROBLEMÁTICA**

## **VI. SOLUCION**

## **VII PROCEDIMIENTO**

### **VII.1 ETAPAS DEL PLANEAMIENTO**

### **VII.2 EQUIPOS UTILIZADOS**

### **VII.3 ENLACE A SEÑALES GEODESICAS DE PRIMER ORDEN**

**VII.3.1 ENLACE DESDE S.E. CERRO DE PASCO**

**VII.3.2 ENLACE DESDE N.W. CERRO DE PASCO**

**VII.3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS**

**VII.3.4 CUADRO DE RESULTADOS**

### **VII.4 POSICIONAMIENTO DE LOS PUNTOS DE LA RED LOCAL**

### **VII.5 CALCULO DE LOS PARAMETROS DE TRANSFORMACION**

**VII.5.1 MODELO MATEMATICO**

**VII.5.2 CALCULO DE LOS PARAMETROS**

### **VII.6 UBICACION Y DELIMITACION DE LAS CONCESIONES MINERAS**

**VII.6.1 DERECHOS MINEROS VIGENTES**

**VII.6.2 DERECHOS MINEROS CATASTRADOS POR EL INIFM.**

**VII.6.3 COMPROBACION DE PUNTOS DE PARTIDA**

## **VIII . CONCLUSIONES**

## **ANEXOS**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **I. INTRODUCCION**

Desde mediados del presente siglo el estado y las empresas mineras siempre estuvieron interesados en la elaboración de un Catastro Minero acorde a las necesidades de los inversionistas nacionales o extranjeros. Esto se dio como resultado que en numerosas oportunidades desde la colonia se efectuasen ensayos de catastros mineros de diversas regiones, algunos mucho mas desarrollados que otros. En las ultimas décadas y ante el interés de las empresas mineras de ordenarse asimismo para superar conflictos técnicos y legales se levantaron redes topográficas locales que permitieron determinar la posición de una propiedad con respecto a otra. Debidamente sustentados y con los correspondientes planos catastrales estos fueron paulatinamente oficializados por el estado mediante resoluciones supremas lo cual les dio un valor oficial con el nombre de Catastros Mineros Regionales.

## **II. GENERALIDADES**

### **II.1 ANTECEDENTES**

El Plano Catastral en coordenadas locales de esta región ha sido confeccionado por la división de topografía y Catastro Minero del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero el cual fue aprobado mediante Resolución Suprema N° 13, el 8 de Setiembre de 1954.

Los trabajos realizados fueron realizados de acuerdo a lo siguiente :

#### **A ). Estudio de los títulos de las concesiones.**

Realizado en los expedientes originales de las concesiones.

#### **B ). Reconocimiento en campo para ubicar los puntos de partida.**

Efectuado en los lugares estipulados en los expedientes originales con la orientación de los concesionarios a los que se notifico previamente solicitándoles su cooperación personal o por medio de sus representantes autorizados para la identificación en el terreno de los puntos de Partida de sus concesiones, esta identificación fue realizada de acuerdo con el titulo.

#### **C ). Determinación relativa de los puntos de partida.**

Las concesiones de la zona minera de Carahuacra, San Cristóbal, Chumpe, Andaychagua y Ancapampa, tienen diferentes puntos de partida, los cuales han sido relacionados a la red de triangulación.

#### **D). Orientación de las concesiones**

Las concesiones se han orientado de acuerdo a la información existente en el respectivo expediente y que forma parte del título.

Dichas concesiones están orientadas en el plano Catastral elaborado en año de 1954 con respecto a un sistema de coordenadas referenciales (coordenadas locales).

#### **E). Coordenadas de la red de triangulación efectuada**

Se ha tomado como origen coordenadas referenciales, a partir de la Base **Monte Meiggs** y **Cerro X** establecidos por el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero.

#### **F). Dibujo del plano**

Con los datos de campo se ha calculado las coordenadas de los puntos de partida y de los puntos de referencia y de los vértices de la cuadratura de las concesiones, cuyo plano fue dibujado en coordenadas locales a escala 1/ 25,000.

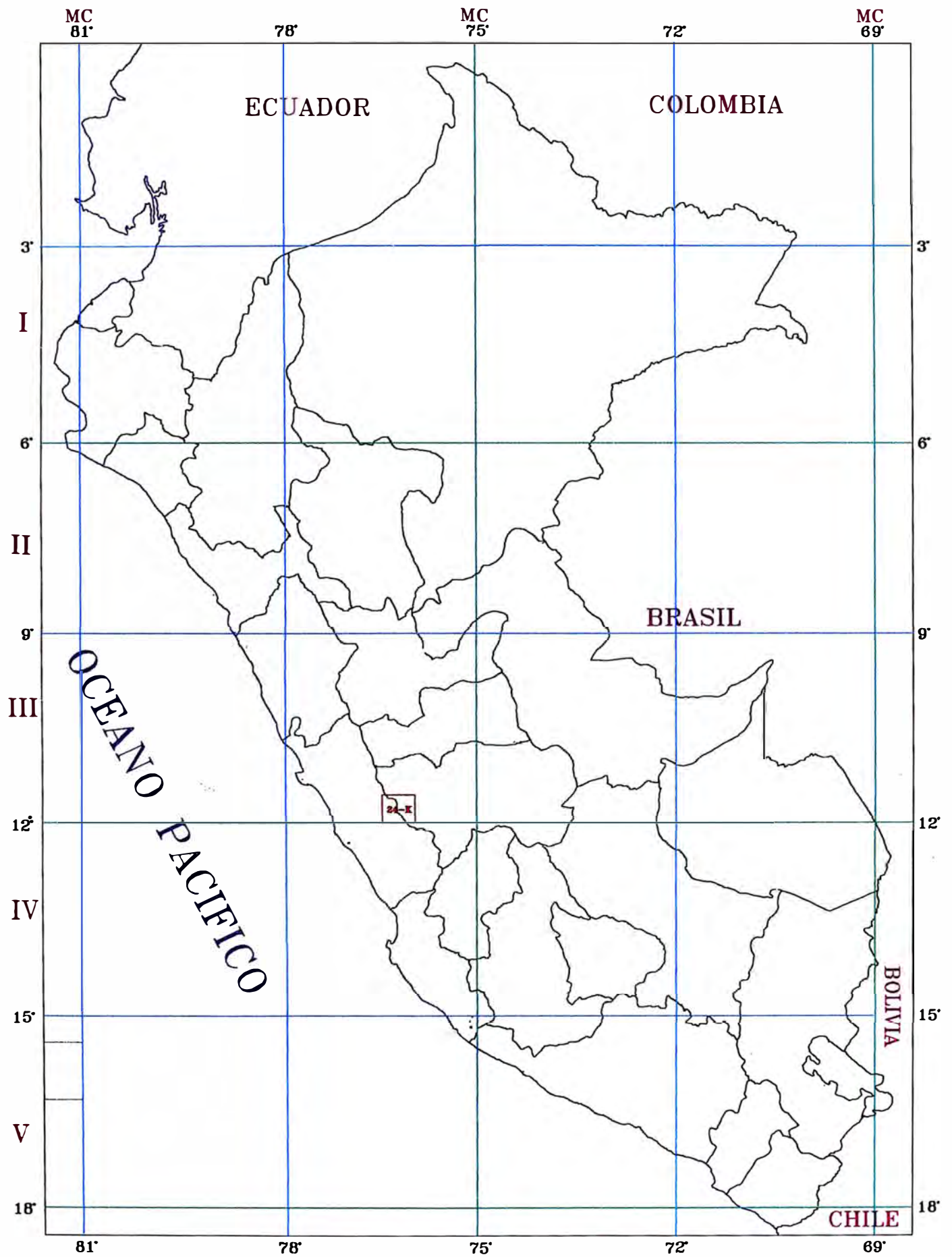
## **II.2 UBICACION**

Las concesiones mineras que conforman la región de Carahuacra, San Cristóbal, Chumpe, Andaychagua y Ancapampa, pertenecientes a la jurisdicción de la ex-Jefatura Regional de Minería de la Oroya, esta situado en

DISTRITO	YAULI
PROVINCIA	YAULI
DEPARTAMENTO	JUNIN

La zona de trabajo esta delimitado por las siguientes coordenadas :

# MAPA DE UBICACION



<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
8'700,000	380,000
8'710,000	390,000

La latitud varia entre 4000 a 5200 metro sobre el nivel del mar.

### **II.3 ACCESO**

Para llegar a la zona de trabajo, la única ruta directa es a través de la carretera central. Partiendo de Lima con dirección a la Oroya , se encuentra el campamento Cut Off de la cual existe un cruce para llegar al pueblo de Yauli.

### **II.4 TOPOGRAFIA**

El relieve del terreno es sumamente accidentada por sus elevados complejos rocosos con cumbres de notoria visibilidad, algunas de ellas inaccesibles. También se presentan numerosas cadenas rocosas de cumbres bastante uniformes, cuyas alturas varían entre los 4,500 a los 5,000 m.s.n.m.

### **II.5 SUSTENTO LEGAL**

#### **II.5.1 RESOLUCION SUPREMA**

1º .- Por resolución suprema N° 13 del 8 de setiembre de 1954, se aprueba el plano catastral de la regiones mineras de Carahuacra, Chumpe, San Cristóbal, Andaychagua y Ancapampa, del distrito y provincia de Yauli del Departamento de Junin . Jurisdicción de la jefatura Regional de minería de La Oroya, levantado por la división de Topografía y Catastro del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros : debiendo relacionarse los puntos de partida de las nuevas operaciones de delimitacion de las concesiones que se otorguen, con la red de triangulacion del plano que se apruebe de conformidad con lo dispuesto en el articulo 7º inciso d) ,del Reglamento de Delimitacion de Concesiones Mineras.



**2º** .- Los actuales concesionarios de las minas que figuran en el indicado plano catastral solicitarán de la Dirección de Minería la inclusión de las actas suplementarias que complementen los títulos de sus concesiones, de acuerdo con el ya citado artículo 7º del Reglamento de Delimitación de Concesiones Mineras y con sujeción a las conclusiones que, con respecto a cada uno de sus títulos, figuran en el plano catastral aprobado por esta resolución.

**3º** .- Las demasías que aparecen conformadas entre las concesiones del plano catastral que se aprueba por esta resolución podrán ser adquiridas por los concesionarios de las concesiones vecinas que las forman, para cuyo efecto formularán sus solicitudes de conformidad a las disposiciones del Código de Minería con la limitación establecida en el artículo 26º de dicho Código y la que resulte de los denuncios que se hubieren formulado anteriormente.

## **II.5.2 LEY DEL CATASTRO MINERO NACIONAL N° 26615**

**Artículo 2º** .- El registro Público de Minería incorporará en el Catastro Minero Nacional, con el carácter de definitivas, las coordenadas UTM de los vértices de las cuadraturas de las concesiones mineras vigentes que se encuentren comprendidas en

**Inciso b)** .- Los planos catastrales con coordenadas locales aprobadas por Resoluciones Supremas; esta medida es aplicable solamente a las concesiones vigentes que mantengan las características de extensión, ubicación, orientación y forma existentes al momento de la aprobación del plano catastral. El Registro Público de Minería efectuará la conversión de las coordenadas locales que figuran en dichos planos a coordenadas UTM.

Las coordenadas UTM definitivas incorporadas con arreglo al presente artículo prevalecerán sobre aquellas referidas en los artículos 3º y 4º de la presente Ley, serán publicadas en el Diario Oficial EL Peruano y se inscribirán en la partida registral de las concesiones mineras como parte integrante de sus títulos.

### III. FORMULACION DE LOS DERECHOS MINEROS

La formulacion de los denuncios en el transcurso de nuestro Derecho Minero, ha evolucionado de una referencia geográfica inicial, a información con base topográfica posterior, hasta finalmente hacerse con referencias geodésicas.

#### III.1 ORDENANZAS DE MINERIA

Durante la vigencia de las Ordenanzas de Minería que rigieron durante la colonia y la república hasta el año 1900 en que se aprueba el primer Código de Minería, las solicitudes de derechos mineros se formulaban indicando en el petitorio el paraje donde se ubicaba la “veta”, su rumbo aproximado y las concesiones vecinas. Así, en la Ordenanzas de Nueva España, se regulaba de la siguiente manera la identificación del área solicitada y su tramite de posesión

“ **TITULO VI. ARTICULO 4** “ Los contenidos de los anteriores artículos se han de presentar con escrito ante la diputación de minería de aquel territorio, o la mas cercana si no la hubiere allí, expresando de el sus nombres, y el de sus compañeros si los tuvieren, el lugar de su nacimiento, su vecindad, profesión y ejercicio, y las seniles mas individuales y distinguidas del Sitio, cerro o Veta, cuya adjudicación pretendieren; todas las cuales circunstancias, y la hora en que se presentare el Descubridor, se sentaran en un libro de registro que deberán tener la Diputación y el Escribano de Minas, si le hubiere: y , así hecho, se devolverá al Descubridor su Escrito proveído para su debido resguardo, y se fijaran Carteles en las puertas de la Iglesia, Casas Reales y Otros lugares públicos de la población para la debida inteligencia. Y ordeno que dentro de noventa días ha de tener hecho en la Veta o Vetas su registro, un Pozo de vara y media de ancho o diámetro en la boca, y diez varas de hondo, o profundidad, y que, luego que esto se haya verificado, pase personalmente uno de los diputados, acompañado del Escribano si lo hubiere, y en su defecto de dos testigos de asistencia, y del Perito facultativo de Minería de aquel territorio, a inspeccionar el rumbo y dirección de la Veta, su anchura, su inclinación al horizonte, que llaman echado o recuesto, su dureza o blandura, la mayor o menor firmeza de sus respaldos, y la especie o pintas principales del mineral, tomándose exacta razón de todo esto para que se añada a la correspondiente partida de su registro, con la fe de su posesión que inmediatamente se le dará, midiéndole su pertenencia y haciéndole fijar estacas en sus términos, lo cual hecho se le entregara copia autorizada de las diligencias como **Titulo** correspondiente

### **III.2 CODIGO DE MINERIA DE 1900**

El Código de Minería promulgado por el Presidente Eduardo López de Romana en 1900, que entro en vigencia el 1 de enero de 1901, no modifico mayormente la manera de identificación del área que solicitaba como concesión minera; aunque si ilimino la obligación de labrar un pozo de ordenanza y se faculto al denunciante a elegir la dirección del derecho minero que ya no seria necesariamente la de la veta .

**ARTICULO 57 .-** El peticionario o denunciante de un terreno, veta o mina, se presentara por escrito a la Diputación indicando su nombre, nacionalidad y domicilio, y con la mayor precisión , la ubicación y las señales individuales de la cosa denunciada, a fin de que pueda ser reconocida con certeza en todo tiempo, agregando el nombre con que se quiera designarla, el numero provisional de pertenencias cuya adjudicación solicitada, y el nombre de los colindantes o vecinos mas inmediatos.

**ARTICULO 73 .-** Los vértices de los cuadrados o rectángulos que corresponden a una concesión, se señalaran con hitos sólidamente construidos, que por su forma o alguna señal, se distingan de los colindantes, y que estén relacionados con puntos fijos y con los hitos de las concesiones vecinas.

**DECRETO DE 12 DE JULIO DE 1912 .-** Teniendo en consideración: Que con mucha frecuencia algunas Delegaciones de Minería aceptan y tramitan recursos sobre denuncios de pertenencias mineras en las cuales no se expresa con claridad la verdadera ubicación de la mina denunciada limitándose, tan solo a referirse al Patrón General o a los denuncios anteriores

### **III.3 CODIGO DE MINERIA DE 1950**

El Código de Minería aprobado por Decreto Ley No 11357, introdujo importantes precisiones en la manera de indicar como se ubicaría el denuncia, las que subsistirían en gran medida hasta la promulgación del Decreto Legislativo No 708. Dicho Código incorporo como requisito del denuncia la obligación de indicar tres visuales y un punto de referencia para precisar el punto de partida, los que debían ser diseñados en el croquis del denuncia.

**ARTICULO 109 .-** El peticionario o denunciante de una concesión minera, se presentara por escrito, con dos copias, al Jefe Regional de Minería del descrito minero correspondiente y dentro del horario señalado para este objeto, que no puede ser antes de las nueve de la mañana ni después de las cinco de la tarde, indicando:

- a).**- Nombre y apellido, estado civil y nombre del cónyuge si es casado, nacionalidad, ocupación y domicilio en la sede de la jefatura regional de Minería y en Lima para los efectos de la tramitación;
- b).**- Ubicación ( cerro , quebrada, paraje o caserío, distrito y provincia ), con la descripción del punto de partida relacionado con tres o mas visuales y precisado con una medida orientada hacia accidentes topográficos del terreno inconfundibles y con los alineamientos que formen el rectángulo;
- c).**- Un croquis de la región, en le que figure el punto de partida, la cuadratura de la concesión y los accidentes topográficos del terreno solicitado, que precisen su ubicación.

### **III.4 LEY GENERAL DE MINERIA DE 1981**

Por Decreto Legislativo No 109 se aprobó la Ley General de Minería que entro en vigencia en setiembre de 1981, sustituyendo a la aprobada diez años antes. En esta Ley, las innovaciones consistieron en la incorporación de la ubicación del denunciado en una hoja la Carta Nacional diseñada en el croquis, el que se publicaba en El Peruano; y el señalamiento de coordenadas TM del punto de partida y vértices mediante el enlace del punto de partida en las diligencias de campo. Asimismo se incorporo el régimen de los denuncios en zona de selva que ya había establecido el Decreto Ley 22178- Ley de Promoción Aurífera, los que solo tenían información en coordenadas.

**ARTICULO 207 .-** El peticionario de una concesión minera deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**1-** Se presentara por escrito en papel sellado de Ley a la Jefatura Regional de Minería que corresponda, indicando.

**1.3** Paraje, cerro o quebrada, distrito, provincia y departamento, con la descripción del punto de partida y de su ubicación, el que deberá ser fijado por tres o mas visuales y precisado por una o mas distancias orientadas hacia puntos de referencia, los que serán inconfundibles y permanentes

**2** conjuntamente con la solicitud, deberá acompañarse los siguientes documentos :

**2.1** Croquis del denunciado en papel tela o características similares y cuya medida sea de 0.40 por 0.50 centímetros.

En el croquis se diseñara: el perímetro del denunciado, referido al punto de partida, con indicación de sus rumbos y distancias, el punto de referencia, la distancia y rumbo entre el punto de partida y el punto inicial, en su caso.

Asimismo, se dibujara en su parte superior derecha, la ubicación del derecho minero en un plano tomado de hoja de la Carta Nacional, a

escala 1:100,000 o 1:25,000, con mención del número de la hoja y las coordenadas UTM, para los lugares donde exista dicha carta.

**ARTICULO 208 .-** La distancia máxima del punto de partida al punto de referencia no debe ser mayor de 300 metros, entendiéndose que la distancia es horizontal, salvo que se especifique que es inclinada. El ángulo formado por dos visuales consecutivas no debe ser menor de 30 grados ni mayor de 150 grados.

**ARTICULO 209 .-** En la región de la Selva, Ceja de Selva y regiones del territorio en que no existan puntos de referencia naturales, el punto de partida se fijara mediante coordenadas planas UTM, localizado en un vértice o en uno de los lados del perímetro del denuncia, determinados gráficamente en los fotomapas o en las cartas aerofotografías del Instituto Geográfico Militar o mediante relacionamiento con los vértices de triangulación del Instituto Geográfico Militar.

**ARTICULO 227 .-** (...) En la comprobación del punto de partida se deberá verificar las descripciones físicas del punto de partida y punto de referencia, los rumbos y perfiles de las visuales y la distancia y rumbo del punto de partida al punto de referencia y tomara los ángulos verticales a las visuales y al punto de referencia.

Las discrepancias angulares permisibles entre los valores de las visuales verificadas del punto de partida y las del escrito del denuncia no deben exceder en cuatro grados. La discrepancia angular permisible entre el punto de partida y el punto de referencia no debe ser mayor de dos grados, y el error permisible en la distancia entre ambos no debe ser mayor a cinco por ciento.

**ARTICULO 230 .-** ( .. en la diligencia de delimitacion ) El perito deberá :

**2.-** Verificar el punto de partida teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 227.

**3.-** Calcular las coordenadas UTM del punto de partida o contando con ellas, si el punto de partida fue comprobado anteriormente, para calcular analíticamente las coordenadas de los vértices del perímetro del derecho (...).

**5.-** Por lo menos dos vértices del perímetro debe relacionarse mediante tres o mas visuales.

### **III.5 TEXTO UNICO ORDENADO DE 1992**

El Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería aprobado por Decreto Supremo No 014-92-EM, recoge las modificaciones

introducidas a la Ley General de Minería por Decreto Legislativo No 708, que entro en vigencia el 15 de diciembre de 1991. En esta norma se realiza el cambio final en la formulacion de los derechos mineros, llamados ahora petitorios, precendiendo por completo de la información topográfica, proporcionado únicamente coordenadas UTM, esto es en base geodésica.

En el caso de los derechos mineros formulados con anterioridad a esta norma, se dispuso que las concesiones presentaran una declaración jurada de sus coordenadas UTM, y los denuncios que sustituyeran la diligencia de delimitacion por un informe de Enlace de su punto de partida a señales geodésicas con coordenadas UTM de este y los vértices del denuncia.

Estas disposiciones no resultaron suficientes para poder considerar a las coordenadas UTM de los derechos mineros anteriores al DL. 708 como oficiales para ubicar los indicados derechos mineros, pues no sustituían la información topográfica con que fueron aprobados sus títulos; lo que llevo a que por varios años se hablara de la necesidad de contar con una ley que permitiera igualar la información referida a al ubicación de los derechos mineros, y así poder contar con un catastro único y confiable, que permitiera prescindir de las diligencias de campo.

### **III.6 LEY DE CATASTRO MINERO NACIONAL**

Con la Ley No 26615 que entro en vigencia el 26 de mayo de 1996 se dio el marco legal suficiente para dar inicio al proceso para que las concesiones mineras y los denuncios anteriores al DL. 708 pudiera sustituir en forma definitiva la información topográfica con que fueron formulados por coordenadas UTM . Dicho en otros términos, la Ley Catastro permite a los derechos mineros antiguos “ migrar “ de una base topográfica a la geodésica y como señala la parte final del articulo 8:

Las coordenadas UTM definitivas, determinaran la ubicación de la concesión respectiva para todos los efectos jurídicos.

Para obtener coordenadas UTM definitivas, y como consecuencia, ingresar al Catastro Minero Nacional que se crea con esta ley, se determinan tres mecanismos generales:

**A).-** Las concesiones cuyas coordenadas ingresan directamente al Catastro Minero Nacional, que son comprendidas en el articulo 2 de la ley.

Cabe mencionar que también ingresaran directamente al Catastro las concesiones formuladas y otorgadas bajo el régimen del DL. 708, así como las concesiones provenientes de los ex- Derechos Especiales del Estado que se adecuaron a este régimen legal .

**B).-** Las concesiones cuyas coordenadas ingresaran directamente al Catastro Minero Nacional al quedar consentidas, luego de su Publicación, y del procedimiento previsto en caso que sean observadas

sus coordenadas; que son las referidas en el artículo 3, y regulado su trámite en los artículos 4 al 8 de la Ley.

**C).**- Los denuncios, que obtendrán coordenadas definitivas al otorgarse el título de la concesión, previa publicación de sus coordenadas; cuyo trámite está previsto en el artículo 9 de la Ley.

## **IV. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

### **IV.1 INTRODUCCION**

El sistema de posicionamiento Global NAVSTAR GPS, es un sistema de radio navegación espacial del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que permite la navegación a nivel mundial y en cualquier tipo de clima. El sistema GPS está a disposición de los usuarios de todo el mundo y sin cargo desde que el vuelo 007 de una Aerolínea Coreana se estrelló producto de un error en la navegación.

GPS, que es el sistema de navegación global más ambicioso alguna vez intentado, se encuentra completamente en condiciones de ser profusamente usado. La posición tridimensional extremadamente exacta y la precisión en la velocidad se logran con equipos de avanzada tecnología que permite captar y procesar las señales de los satélites.

En navegación, el equipo rastrea 4 satélites para despejar las 4 incógnitas de longitud, latitud, altitud y hora, todo ello en tiempo real. En el caso que solo 3 satélites estén visibles, se debe ingresar la altitud en el equipo para obtener la información de, longitud, latitud y hora.

En geodesia se ocupa una técnica más sofisticada, que esencialmente requiere que ocurra un cambio en la geometría de la constelación de los satélites en observación, lo cual obliga normalmente a contar con una hora de datos simultáneos de al menos dos equipos, para luego procesar la información resolviendo el vector GPS con una precisión típica de 1 parte por millón (ppm).

### **IV.2 CONCEPTOS BASICOS**

#### **IV.2.1 ELIPSOIDE**

Es la figura geométrica resultante de hacer girar un elipsoide sobre su eje menor ( $b$ ), quedando definida por la longitud del semieje mayor ( $a$ ) y el aplastamiento ( $f$ ). El elipsoide se utiliza en Geodesia como marco de referencia para establecer posiciones, distancias, y direcciones. El elipsoide utilizado con el sistema GPS es el WGS 84, tiene una dimensión de semieje mayor de  $a=6378137$  y un aplastamiento de  $f=1/298.26$ .

#### **IV.2.2 GEOIDE**

Debido a variaciones latitudinales y longitudinales en la distribución de la masa de la tierra, el campo de gravedad es muy complejo. En cada punto, sobre, o debajo de la superficie de la tierra, la gravedad tiene una magnitud y dirección, la gravedad es un vector.

Como es muy difícil manipular matemáticamente este campo de vectores tridimensionales, los geodestas representan el campo de gravedad en términos de una cantidad a escala que se llama potencial. El gradiente o cambio espacial en la potencia a cualquier punto del espacio es igual al vector de gravedad a ese punto.

La ubicación de todos los puntos con la misma potencia es una superficie cerrada irregular pero lisa alrededor de la tierra. Existen un número sin límite de tales superficies equipotenciales o geopotenciales. Una característica de estas superficies es que el vector de gravedad de cada punto en la superficie es perpendicular a la superficie. En otras palabras, una superficie equipotencial es una superficie nivelada. La superficie no perturbada de cualquier cuerpo uniforme de agua corresponde a una superficie equipotencial particular .

cuando los geodestas hablan del tamaño de la tierra, actualmente quieren decir el tamaño de las superficies equipotenciales. Hay un número infinito de estas superficies, pero la que se aproxima más al nivel medio del mar tiene una significación especial. Esta superficie que se aproxima mejor a la superficie promedio del mar sobre la tierra entera se llama el geoide .

Uno de los trabajos más importantes de la geodesia es delinear mapas del geoide tan precisos como sean posible. Generalmente el geoide está representado en términos de la altura de un punto particular en su superficie arriba debajo de un punto correspondiente en un elipsoide de referencia particular. Un elipsoide de revolución es el mejor modelo matemático para la superficie de la tierra.

La distinción clave es que las alturas elipsoidales son referidas a un elipsoide mientras las alturas ortométricas, las alturas de mapas topográficos, son referidas al geoide. El elipsoide y el geoide no coincide con cualquier superficie nivelada de la tierra. El elipsoide es una superficie lisa definida físicamente que muestra las variaciones en el campo de gravedad de la tierra. La diferencia entre el geoide y el elipsoide se llama la altura geoidal,  $N$ , que es medida del elipsoide al geoide.

La magnitud de la variación de esta ondulación o altura geoidal sobre todo el mundo causa sorpresa. Se debe recordar que la variación geoidal es debido a la variación gravimétrica la cual es causada por formaciones geológicas y por relieve topográfico. Las alturas geoidales varían desde un máximo de 75



metros en nueva Guinea hasta un mínimo de -104 metros al sur de India. El promedio sobre todo el mundo es aproximadamente cero.

### **IV.2.3 SISTEMAS DE REFERENCIA**

Cuando se realizan cálculos de posición sobre la superficie de la tierra, es necesario tener el marco de referencia matemático. El marco de referencia mas conveniente es el elipsoide.

#### **COORDENADAS GEODESICAS**

Las coordenadas elipsoidales de un punto son : la latitud geodésica (  $\phi$  ), el ángulo medido en el plano meridiano entre el plano ecuatorial del elipsoide y una línea perpendicular o normal a la superficie del elipsoide de cualquier punto P en la superficie de la tierra; y la longitud geodésica (  $\lambda$  ), el ángulo medido en el plano ecuatorial entre el meridiano cero y el plano meridiano dentro del punto.

Las coordenadas (  $\phi, \lambda$  ) definen una posición en la superficie del elipsoide. Para posicionarse un punto en la superficie de la tierra se necesita una tercera coordenada que es la altura sobre el elipsoide. Esta altura , la altura geodésica, h, esta medida a lo largo de la normal entre el elipsoide y el punto. La posición de un punto en coordenadas geodésicas esta definida completamente por  $\phi$ ,  $\lambda$ , y h. La conversión de coordenadas geodésicas a coordenadas cartesianas ( X, Y, Z ) o vice verse es un procedimiento fácil.

Generalmente la altura geodésica de un punto no será la misma que la ortométrica debido a la no coincidencia del elipsoide y el geoide. Para convertir altura elipsoidal, a altura ortométrica, se usa una ecuación simple en la cual N es la altura geoidal :  $H = h - N$  . La exactitud de esta conversión depende en que bien conocido sea el geoide.

Un elipsoide de referencia específicamente orientado constituye un dato geodésico. Cientos de datos geodésicos horizontales han sido creados a través de los años por varias agencias para propósitos de levantamiento y regiones ( datos separados fueron creados para proveer alturas ortométricas). En cada dato era establecido una red de estaciones de control para dar acceso a coordenadas precisas a los agrimensores.

El elipsoide de estos datos regionales fueron escogidos no geocéntricos para que el elipsoide se pudiera conformar tan cerca como fuera posible al geoide sobre la región ( el area de interés para cartografía ) en vez de la tierra entera. El resultado es que no solamente los centros de diferentes elipsoides de referencia locales no coinciden pero los elipsoides pueden tener diferentes ejes semimayores y diferentes achatamientos y tener una rotación pequeña entre si. La

practica moderna es establecer datos utilizando elipsoides geocéntricos con técnicas de geodesia espacial.

### **COORDENADAS CARTESIANAS**

La posición tridimensional de un punto en la superficie de la tierra es representada por un triple de cifras que refieren a un sistema particular de coordenadas. Para que tenga sentido, el sistema debe ser bien definido; eso es decir que el origen del sistema (0,0,0) y los ejes coordenales deben ser fijos con respecto a la tierra sólida. La posición del origen y la dirección de ejes pueden ser escogidas arbitrariamente, pero hoy día generalmente se usa el geocentro, el centro de la masa de la tierra, como el origen y el eje de rotación como el eje -z.

El eje de rotación se mueve un poco con respecto a la tierra sólida debido a un fenómeno conocido como el movimiento polar, entonces se debe elegir una posición promedio del polo para fijar el eje -Z. Esta posición es el polo Terrestrial Convencional ( PTC ) . Los ejes x e y de este sistema son ortogonales al eje -Z, con el eje -X pasando dentro de la intersección del meridiano de Greenwich y el plano ecuatorial de la tierra. La posición del meridiano de Greenwich es redefinido en esta manera se llama un Sistema Terrestrial Convencional ( STC ).

Ya que las coordenadas cartesianas ( X,Y,Z ) son muy convenientes para los cálculos, no son las coordenadas habituales de cartografía ni de navegación. Desde el siglo tercero antes de Cristo, los cartógrafos han expresado las posiciones en la superficie de la tierra con coordenadas angulares o esféricas latitud y longitud en vez de coordenadas cartesianas. Estas coordenadas asumieron que la tierra una esfera, pero los geodestas se dieron cuenta que, para exactitudes mas altas, se debe considerar la forma elipsoidal de la tierra. Entonces las coordenadas esféricas cedieron a coordenadas elipsoidales.

### **COORDENADAS UTM**

También algunos receptores de GPS pueden proyectar Coordenadas elipsoidales en un plano, es decir un mapa plano. La proyección de una superficie elipsoidal a una superficie plana causa distorsión. De todos modos, se habían desarrollado proyecciones para minimizar esta distorciones. Una de estas proyecciones es la UTM, la proyección universal transversal de Mercator. Esta proyección utiliza cartografía conformal para que la magnitud y el sentido de los ángulos medidos en el elipsoide y las formas de los accidentes geográficos pequeños puedan ser preservados cuando las coordenadas sean transformados al plano del mapa. El UTM ha sido adoptado por el UIGG, NATO, organizaciones militares y muchas administraciones civiles mundiales para necesidades varias de cartografía.

## IV.3 SEGMENTOS DEL POSICIONAMIENTO

### IV.3.1 SEGMENTO ESPACIAL

El 22 de febrero de 1978, cuando los EE.UU lanzaron el primer satélite NAVSTAR-GPS se marca el inicio de una nueva etapa en la topografía y geodesia, en el que una nueva técnica aparece como la más idónea y fiable para la determinación tridimensional de posiciones de puntos con gran precisión y de fácil ejecución.

La constelación NAVSTAR ( Navigation Satellite Trimming Satelital ) fue desarrollada por el Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos y cuya utilización inicial fue eminentemente militar, dio lugar al Sistema de Posicionamiento Global.

Tres generaciones de satélites GPS han sido planeadas, estas son conocidas como el Bloque I, II y IIA de satélites. 11 satélites del bloque Y, fueron construidos y lanzados entre 1978 y 1985. En la actualidad la constelación esta completa.

Sus fuentes de energía están constituidas por baterías que se cargan con paneles solares, que al ser extendidos abarcan un área de 7.25m<sup>2</sup>. El sistema GPS necesita 24 satélites, para brindar información en 3D durante las 24 horas del día, 21 de ellos se consideran como principales y 3 son de emergencia es decir cuando alguno de ellos se encuentra con desperfectos o están al termino de su vida útil. Todos tienen órbitas casi circulares, una altura promedio de 20,000 Km. y un periodo de 12 horas sidereas. De todos ellos, 18 satélites se distribuyen en 6 planos orbitales, con una inclinación de 55° con respecto al plano ecuatorial, rotados 60° con respectos a los planos orbitales adyacentes y un ángulo de 90° entre ellos, su separación en ascensión recta es de 60°

La estrategia que se utilizo para conseguir esta configuración se baso en :

- Relación geométrica entre todos los satélites, para asegurar cobertura continua en toda la superficie terrestre.
- La mayor altura de los mismos requerirá del menor numero de satélites para un cubrimiento total de la superficie.

Es así como fueron descartados los satélites geoestacionarios, por estar únicamente en el plano ecuatorial.

cada satélite GPS genera una frecuencia fundamental de 10.23 Mhz, de la cual se derivan las restantes frecuencias y señales integradas. Mediante los factores multiplicadores 154 y 120 se obtienen dos frecuencias portadoras de la banda L

$$\begin{array}{ll} L1 = 1,575.42 \text{ Mhz} & \text{Long. de onda } 19.0425 \\ L2 = 1,227.60 \text{ Mhz} & \text{Long. de onda } 24.4379 \end{array}$$

Sobre estas dos portadoras, respondiendo a algoritmos polinomicos que caracterizan a cada satélite, se modulan las señales de navegación conocidas como:

## Código P

También llamada PPS (Precise Positioning Service), solo puede ser utilizado por los militares y algunos civiles autorizados. Este código puede modularse y hasta encriptarse sobre 1 o las 2 frecuencias portadoras.

Consiste en una larga secuencia (1024 bits) de modulaciones con una frecuencia de 10,23 Mhz y una duración de 267 días, aunque se modifica todas las semanas y se dividen en tal forma que cada satélite tiene asignada una única fracción de una semana del código, que no puede traslaparse con la asignada a otro satélite y que sirve para caracterizarlo, por lo tanto, un elemento en la secuencia del código corresponde a un intervalo de tiempo de unos 100 nanosegundos, que equivale aproximadamente a una distancia de 30 metros. Esta resolución puede mejorarse por medio de interpolación a nivel del submetro y el código C/A sobre L1

## Código C/A

También llamado código S (Standard Positioning Service); si lo comparamos con el código P este resulta más complejo. Es una señal de código de frecuencia 1,023 Mhz lo cual corresponde a una resolución de distancia del orden de los 300 metros (también puede mejorarse por interpolación). El código S se repite cada milisegundo, significando esto que las mediciones de distancia tienen una ambigüedad equivalente a múltiplos enteros de 300 Km.

El departamento de defensa de los Estados Unidos puede aplicar la técnica de la Disponibilidad Selectiva sobre este código para perturbarlo, si así lo considera necesario. En tiempo de paz el empleo de este código, accesible a los usuarios no autorizados, hace posible el posicionamiento absoluto instantáneo en 100 metros. Además de estos códigos el mensaje del satélite es transmitido a una velocidad de 50 bits por segundo, conteniendo toda la información necesaria para calcular la posición del satélite.

Es sobre ambas portadoras que se transmiten el denominado **Mensaje de Navegación** del satélite, esta constituido por 50 palabras de 30 bits cada una, durante 30 segundos en su totalidad.

Estos mensajes a saber, están estructurados en 5 bloques

### **Bloque 1**

Tiene una duración de 6 segundos y 300 bits, almacena los parámetros de corrección del reloj, proporcionando al usuario información sobre el estado de tiempo del satélite con respecto al sistema de tiempo GPS, así como los coeficientes de un modelo para corrección del retardo por propagación ionosférica.

### **Bloque 2 y 3**

En total 12 segundos de duración. En sus 600 bits contiene las efemérides del satélite, predichas desde el segmento de control e inyectadas al satélite cada hora, mediante las cuales se hace posible el cálculo aproximado de la posición del satélite.

Las efemérides contienen un conjunto de parámetros que no solo comprenden los elementos orbitales Keplerianos, sino también las correcciones de los mismos.

### **Bloque 4**

Sus 300 bits de información quedan reservados para mensajes alfanuméricos de futuras aplicaciones, siendo conocido como bloque de mensajes generalmente de uso militar.

### **Bloque 5**

El almanaque de datos de un satélite está contenido en 300 bits, así como su estado de operatividad y correcciones de reloj, por lo que en 25 sucesivos mensajes, se podrán obtener los almanaques de los 25 futuros satélites, requiriendo, por lo tanto, el almanaque total en 12.5 minutos de recepción continua.

## **IV.3.2 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 los recibe, compara, establece los factores de corrección y modifica la trayectoria de los satélites en el espacio.

Existen 5 estaciones, de las cuales 4 de ellas están emplazadas en Hawaii, Ascensión, Kwajalein, Diego Garcia y la principal en Colorado Springs

Todas estas estaciones se encuentran igualmente espaciadas, además de cumplir 3 funciones especiales:

**A).**- 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 Césio. 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.

**B).**- Tres de las estaciones 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**, 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.

**C).**- 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 calculo de las efemérides de los satélites y correcciones de reloj a los mismos. La Estación de Control Principales 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 esta en la capacidad de Estación de Control Principal así como en la capacidad de realizar las maniobras necesarias para que un satélite ya inactivo sea reemplazado por uno de repuesto.

Como el tiempo de sincronización del satélite es una de las mas importantes tareas del Segmento de Control, la Estación de Control Principal esta directamente conectada con el tiempo estándar del observatorio naval de los Estados Unidos.

### **IV.3.3 SEGMENTO UTILITARIO**

Esta 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 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 per y post-observados y presentación de resultados.

Un receptor GPS normalmente utiliza un canal o mas. Un canal consta de un hardware y un software necesarios para rastrear la señal de un satélite en una de las dos 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 registros en diskette. Además pueden acoplarse a los otros elementos exteriores, tales como un oscilador atómico, sensores meteorológicos, etc.

## **IV.4 TECNICAS GEODESICAS DE MEDICION EN EL TERRENO**

Existen diversos métodos de medición GPS de aplicación geodésica a disposición de los usuarios, los cuales se incrementan día a día . A la fecha se pueden distinguir los métodos estático, pseudo - cinemática, cinemática, estático - rápido y navegación precisa PNAV. En esta parte se describen estos métodos y se presentan algunos ejemplos que muestran lo flexible que puede ser GPS.

### **IV.4.1 METODO ESTATICO**

El método estático es el método clásico para mediciones GPS. El termino estático se ha aplicado debido a que los receptores ocupan estaciones por sesiones prolongadas ( de una hora o mas ). Una sesión consiste de un periodo de tiempo donde dos o mas receptores están en funcionamiento y captando información al mismo tiempo. Para finalizar una sesión, los receptores son desconectados y los archivos se cierran en el receptor.

Generalmente, un receptor será ubicado en un punto fijo mientras que los otros se trasladaran hacia nuevos puntos. La cantidad de sesiones diarias depende de la disponibilidad de la ventana satelital, de la geometría de los satelites, la precisión que se requiera en la medición y el tiempo de traslado entre estaciones.

Lo que se busca a través de la observación por periodos de una hora o mas, es el cambio en la geometría de la observación. El movimiento de los satélites ayuda a resolver las ambigüedades en la fase. El método estático se usa para trabajos de GPS que abarcan largas distancias, o para proyectos de densificación donde las observaciones cinemáticas o pseudo cinemáticas no son prácticas. También el método es usado en observaciones cinemáticas o pseudo cinemáticas no son prácticas. También el método es usado en observaciones donde se requiere la precisión de unas pocas partes por millón o menos, por ejemplo, en estudios sobre las deformaciones tectónicas, deformaciones de obras de ingeniería, redes geodésicas de alta precisión del orden de la parte por millón y apoyo terrestre para fotogrametría.

### **IV.4.2 METODO CINEMATICO**

El método cinemática tiene relación con un receptor en movimiento. Por lo general, un receptor se ubica en un punto conocido mientras que otro o los otros receptores se desplazan de punto en punto. Se calcula un resultado por cada época registrada. Para el posicionamiento de puntos, se registran y promedian varias épocas.

Comúnmente cada estación se ocupa por uno o dos minutos. El método cinemático es el método de medición mas eficiente para recolectar la información de los puntos medido. Al mismo tiempo, es el mas exigente

y frágil. Se necesita mantener la conexión con 4 satélites, será necesario reinicializar la observación en el punto de medición anterior.

Durante el procesamiento, la información sobre el vector y la posición se calculan en cada época de medición. Al ubicarse en el nuevo punto, las épocas marcadas con el nombre de la estación se promedian y los promedios ponderados se almacenan en un archivo de resultados. Aquellos periodos señalados con signos de interrogación, no se toman en cuenta en el promedio, siendo utilizados para generar un dibujo de la trayectoria seguida por el móvil.

El método cinemático se basa en la resolución y fijación de las ambigüedades al comienzo de la medición. Las ambigüedades se usan durante todas las mediciones. En caso que existan menos de cuatro satélites disponibles en cualquier momento de la medición, no se puede usar las ambigüedades. Por lo tanto, es muy importante que el operador sea extremadamente cuidadoso y evite situaciones donde pueda llegar a perder el enganche con los satélites.

Esto ocurre en el caso de los puentes, o pasos bajo nivel, donde es muy probable que se pierda la conexión, lo mismo ocurre en áreas urbanas debido a los edificios y los arboles. Las ciudades y los bosques no son áreas recomendables para mediciones cinemáticas. Sin embargo, áreas abiertas como en un desierto, son ideales para la aplicación del método Cinemático

Para resolver rápidamente las ambigüedades, es necesario inicializar sobre una línea base conocida.

La línea base puede ser obtenida a través de cualquier de los siguientes 3 métodos :

- 1.- Una línea base conocida obtenida a través de una medición anterior.
- 2.- A través de un intercambio de antenas.
- 3.- Realizando una observación estática de una hora, antes de la observación cinemática

#### **IV.4.3 MEDICION PSEUDO - CINEMATICA**

El método pseudo-cinematico es similar al cinematico en relación a las observaciones de terreno y similar al estático en relación al post-procesamiento. Las observaciones sobre los puntos desconocidos son idénticas a las observaciones cinemáticas, con la diferencia que cada medición tiene 5 a 10 minutos iniciales. Este lapso de tiempo hace posible el cambio necesario en la geometría satelital para resolver las ambigüedades.

No se requiere un método de inicialización especial como en el método cinemático. Las dos observaciones que tiene un periodo de duración de



5 a 10 minutos con una hora de intermedio es lo mismo que si se ocupara la línea continuamente durante la misma cantidad de tiempo. No existe requisitos especiales para mantener la conexión entre observaciones. Aunque no es recomendable, se puede apagar el receptor mientras se lleva a cabo el traslado.

El mismo método para las observaciones cinemáticas con respecto de los receptores en movimiento se recomienda entre las observaciones pseudo-cinemáticas. La antena debe ser ubicada fuera del vehículo con una buena visibilidad y el receptor debe estar encendido de modo que haya un solo archivo continuo de datos para la sesión. Al revés de las observaciones cinemáticas, el receptor puede ser instalado de tal forma que no registre información mientras esta en movimiento. Si se escoge desconectar la grabación de datos mientras esta en movimiento, se debe recordar habilitar tal opción antes de ingresar el siguiente nombre de la estación. En una observación pseudo-cinematica, se liga la estación base a una estación conocida mientras uno o mas receptores móviles observan grupos independientes de puntos. El mismo receptor no puede observar una estación los primeros 5 a 10 minutos y hora después otro receptor observar en el mismo lugar.

Si los operadores de los receptores móviles están en contacto y ellos graban información al mismo tiempo, entonces las líneas bases entre los receptores también pueden ser calculadas. El procesamiento de estas líneas base entre receptores móviles se puede hacer automáticamente usando el programa adecuado.

El contacto por radio hace posible una medición pseudo-cinematica sin estación de control. En una medición pseudo cinemática sin estación base, todos los receptores se mueven al mismo tiempo durante la sesión. Cada observación tendrá 5 a 10 minutos de observación con una hora de separación. La medición pseudo cinemática puede duplicar la productividad del método estático. Este método de medición esta limitado por condiciones de traslado entre las estaciones siendo recomendable para áreas relativamente pequeñas.

#### **IV.4.4 METODO ESTATICO RAPIDO**

Con la posibilidad que ofrecen los equipos geodésicos modernos, de utilización de toda la información disponible de los satélites, es decir, ondas portadoras L1 y L2 y los códigos C/a y P, se han desarrollado métodos que permiten aun mayor productividad, manteniendo e incluso superando los niveles de precisión alcanzados por los métodos anteriormente descritos.

El método estático- rápido requiere de la utilización de equipos de doble frecuencia y código P. En la practica es idéntico al método estático, pero en este caso se considera suficiente un periodo de 10 minutos para las líneas de hasta 5 Km, aumentando en dos minutos por kilometro adicional.

Su aplicación se encuentra en la densificación rápida de puntos, donde las condiciones topográficas son adversas y los trayectos entre estaciones son obstruidos, no permitiendo un trabajo cinemático, o de acceso difícil complicando el revisar las estaciones dentro de un periodo de una hora como lo requiere el método pseudo cinemático.

#### **IV.4.5 METODOS COMBINADOS**

La combinación de los métodos pueden llevar al resultado mas eficiente en cualquier proyecto importante. Lo que destaca a un buen operador será reconocer cuando donde aplicar cada método para obtener la mejor productividad. La planificación del proyecto es la clave para un resultado exitoso en una red de medición GPS. Tener la visión general del proyecto y decidir cuales estaciones serán medidas en forma estática, estática-rápida, pseudo cinemática, cinemática o PNAV, es una de las tareas mas importantes en la planificación exitosa de los proyectos GPS. No solo es una cuestión de reconocer el lugar y tiempo que toma el viaje, sino que también se debe considerar la visibilidad satelital en la ruta. En los proyectos GPS de hoy en día el reconocimiento de la ruta puede ser tan importante como el reconocimiento del lugar.

### **V. PROBLEMÁTICA**

El problema que presentan todos los derechos mineros vigentes con resolución de título consentido es que no poseen un sistema de coordenadas UTM, sino un sistema de coordenadas locales o referenciales.

### **VI. SOLUCION**

Adecuar las coordenadas de los vértices de la cuadratura de los derechos mineros vigentes con resolución de título consentido, ubicados en los planos catastrales, enlazados a los puntos de triangulación oficiales con un sistema de coordenadas locales al sistema de coordenadas UTM.

### **VII. PROCEDIMIENTO**

#### **VII.1 ETAPAS DEL PLANEAMIENTO**

**a).** Recopilación de la Información y documentación Técnica complementaria, tales como:

- Plano Catastral Regional, aprobado por Resolución Suprema.

Relación de coordenadas locales de los vértices de la cuadratura de las Concesiones vigentes.

- Relación de coordenadas locales de los puntos de triangulación con las respectivas memorias descriptivas.

**b).** Elaboración de hoja de resumen de legajo

**c).** Análisis de la Red de Triangulación Local

**d).** Información Cartográfica, de acuerdo a la zona de estudio.

**e).** Adquirir señales geodésicas o Puntos de Control Geodésico

**f).** fotografías aéreas

## **VII.2 EQUIPOS UTILIZADOS**

**a).-** 01 Software de Procesamiento Decimétrico de GPS

**b).-** 01 Distanciómetro Wild DI 3000

**c).-** 02 Teodolito Wild T2

**d).-** 01 Juego de prismas Wild

**e).-** 02 Brújula Browton

**f).-** 04 Trípodes de madera

**g).-** 04 Cargadores de baterías de GPS

**h).-** 01 Cámaras fotográficas

**i).-** 02 Notebook Computer 486 NC2

**j).-** 02 Vehículos de doble tracción de R.P.M

## ESPECIFICACIONES TECNICAS - EQUIPOS GPS

### Tipo de receptor

Base	: estación base comunitaria
Rover	: Geo - Explorer
Distancia entre estación Base - Rover	: Menor de 30 Km.
Numero de satélites visibles	: = > 4
PDOP	: < 6
SNR Mask	: > 6
Duración de la sesión	: 45 minutos
Elevación mascara Rover	: 15

### VII.3. ENLACE A SEÑALES GEODESICAS DE PRIMER ORDEN

Con la finalidad de obtener una mejor precisión para la zona de trabajo, la estación base de Carahuacra fue enlazado a dos señales Geodésicas de primer orden posicionadas por el Instituto Geográfico Nacional, en el departamento de Cerro de Pasco.

#### VII.3.1. ENLACE DESDE S.E. CERRO DE PASCO

El sistema de trabajo fue condicionado de la siguiente manera

ESTACION	EQUIPO	TIEMPO
S.E.C.P	4000 SSE	1 Hora
CARAHUACRA	4000 SSE	1 Hora

### **VII.3.2 ENLACE DESDE N.W. CERRO DE PASCO**

El este caso como en el anterior se ubico de la siguiente manera

<b>ESTACION</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>TIEMPO</b>
N.W.C.P	4000 SSE	1 Hora
CARAHUACRA	4000 SSE	1 Hora

### **VII.3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS**

El Pos-Proceso de estos dos puntos de enlace se muestra de la siguiente manera.

Project Name:	CARAHUACRA			
Processed:	27 February 1997 13:15			
	WAVE Baseline Processor, version 2.00b			
Summary Reference Index:	1.4			
From Station:	SECP			
Data file:	SECP2000.DAT			
Antenna Height (meters):	1.408 True Vertical		1.420 Uncorrected	
Position Quality:	Differential Point Positioning			
WGS 84 Position:	10° 55' 52.364510" S		X 1508267.711	
	76° 04' 28.911760" W		Y -6083105.948	
	4213.310		Z -1202335.149	
To Station:	CARA			
Data file:	CARA2000.DAT			
Antenna Height (meters):	1.286 True Vertical		1.300 Uncorrected	
WGS 84 Position:	11° 41' 16.632529" S		X 1502849.136	
	76° 05' 19.875816" W		Y -6067669.769	
	4356.819		Z -1284501.167	
Start Time:	18/07/96 11:59:45.00 Local (862 406785.00)			
Stop Time:	18/07/96 14:01:00.00 Local (862 414060.00)			
Occupation Time	Meas. Interval (seconds):	02:01:15.00	15.00	
Solution Type:	Iono free fixed double difference			
Solution Acceptability:	Passed ratio test			
Ephemeris:	Broadcast			
Baseline Slope Distance	Std. Dev. (meters):	83778.822	0.001055	
Normal Section Azimuth:		Forward		Backward
		181° 03' 22.856834"		1° 03' 32.852175"
Vertical Angle:		-0° 16' 49.061530"		-0° 28' 35.664794"
Baseline Components (meters):	dx	-5418.575	dy	15436.179
Standard Deviations (meters):		0.001094		0.002948
	dz	-82166.018		0.001273
	dn	-83763.582	de	-1544.505
		0.001056		0.000972
			du	-409.850
				0.003074
			dh	143.509
				0.003076
Aposteriori Covariance Matrix:		1.197522E-006		
		-1.468807E-006	8.690676E-006	
		-3.171673E-007	2.044435E-006	1.619504E-006
Variance Ratio	Cutoff:	9.8	1.5	
Reference Variance:		7.544		

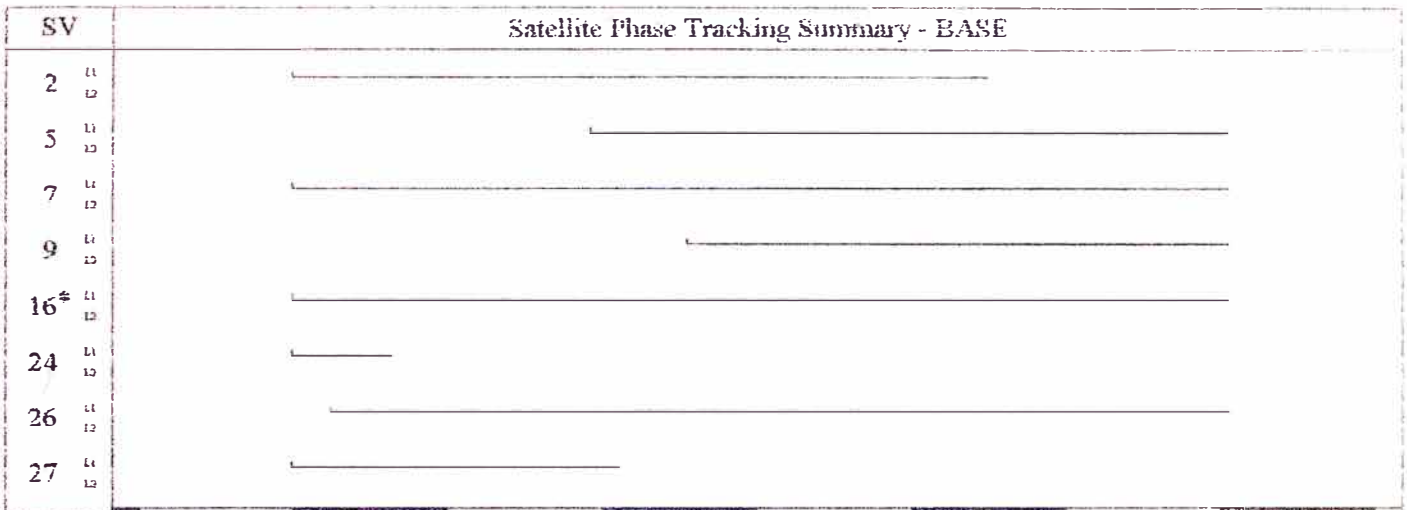
Project:

Processed: Thursday 10 de April de 1997 12:32

WAVEP 1.00

Detailed Summary - 1

Page 2



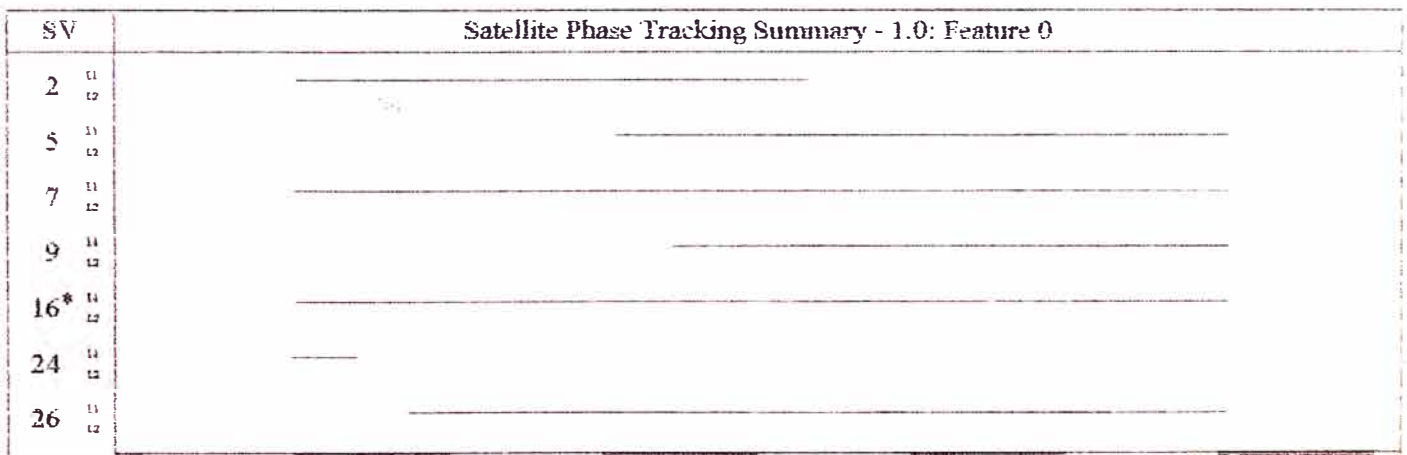
16:40:00 (405600)

20 min. / div.

\* Reference SV

Full phase -----

Half phase -----



16:40:00 (405600)

20 min. / div.

\* Reference SV

Full phase -----

Half phase -----

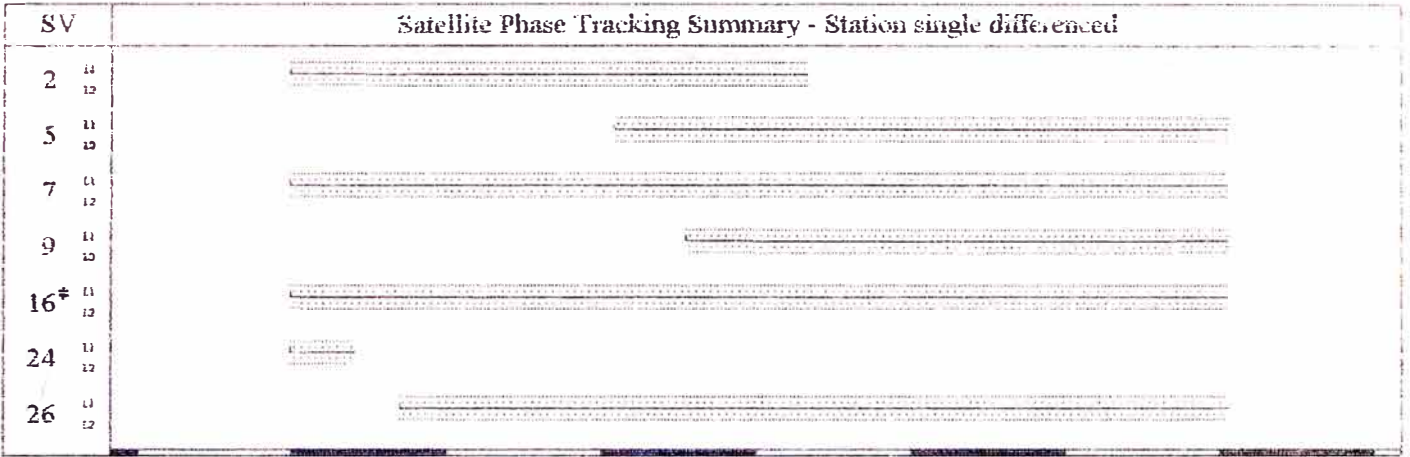
Project:

Processed: Thursday 10 de April de 1997 12:32

WAVEP 1.00

Detailed Summary - 1


Page 3




16:40:00 (405600)

20 min. / div.

\* Reference SV

Processed phase segments 

Full phase 

Half phase 



```

Project Name:          CARAHUACRA
Processed:            27 February 1997 12:41
                     WAVE Baseline Processor, version 2.00b
Summary Reference Index: 1.4

From Station:        NWCP
Data file:          NWCP2000.DAT
Antenna Height (meters): 1.499 True Vertical      1.510 Uncorrected
Position Quality:   Differential Point Positioning

WGS 84 Position:    10° 49' 40.143810" S          X 1495003.487
                   76° 12' 16.370760" W          Y -6088649.976
                   4259.111                      Z -1191104.973

To Station:         CARA
Data file:         CARA2000.DAT
Antenna Height (meters): 1.286 True Vertical      1.300 Uncorrected

WGS 84 Position:    11° 41' 16.621637" S          X 1502849.511
                   76° 05' 19.874250" W          Y -6067671.089
                   4358.150                      Z -1284501.108

Start Time:         18/07/96 15:40:15.00 Local (862 420015.00)
Stop Time:          18/07/96 17:41:45.00 Local (862 427305.00)
Occupation Time    Meas. Interval (seconds): 02:01:30.00      15.00

Solution Type:      Iono free float double difference
Solution Acceptability: Acceptable

Ephemeris:         Broadcast
Baseline Slope Distance Std. Dev. (meters): 96044.323      0.002705

Normal Section Azimuth:      Forward          Backward
                             172° 26' 53.243036"  352° 25' 31.927366"
Vertical Angle:              -0° 22' 28.976291"  -0° 29' 34.326843"

Baseline Components (meters): dx  7846.025   dy  20978.886   dz  -93396.135
Standard Deviations (meters): 0.005061   0.004381     0.002223

                             dn -95209.224   de  12622.241   du  -628.127
                             0.002382   0.005040     0.004321

                             dh           99.039
                             0.004311

Aposteriori Covariance Matrix: 2.561056E-005
                                3.392756E-007   1.919741E-005
                                -4.876485E-006  -1.813351E-006  4.942571E-006

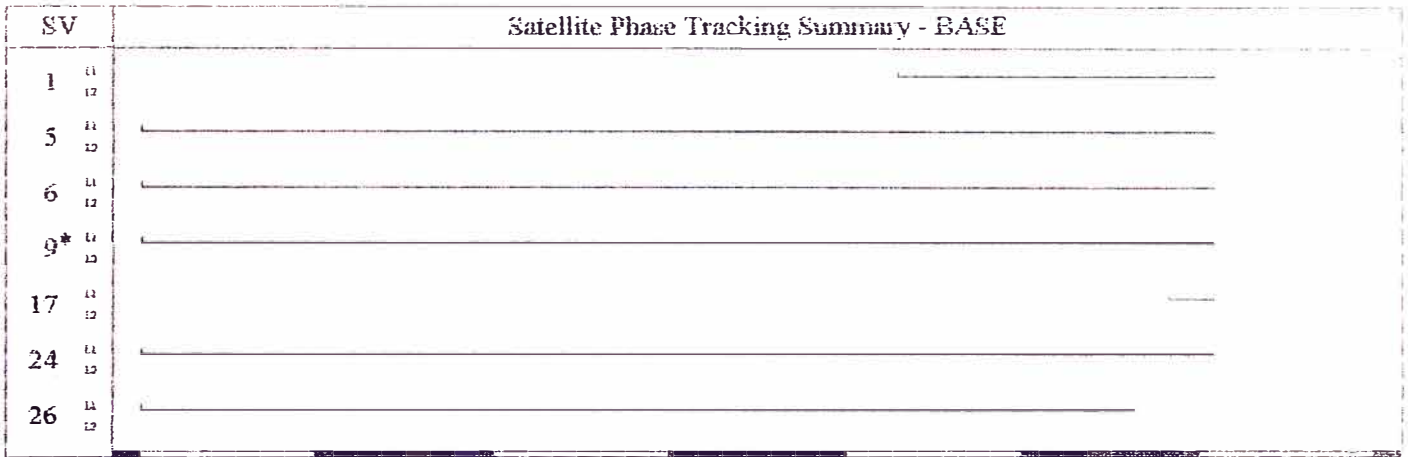
Variance Ratio    Cutoff:      ***  1.4          1.5
Reference Variance: 5.560

```

Project:

Processed: Thursday 10 de April de 1997 13:50 WAVEP 1.00 Detailed Summary - 1

Page 2

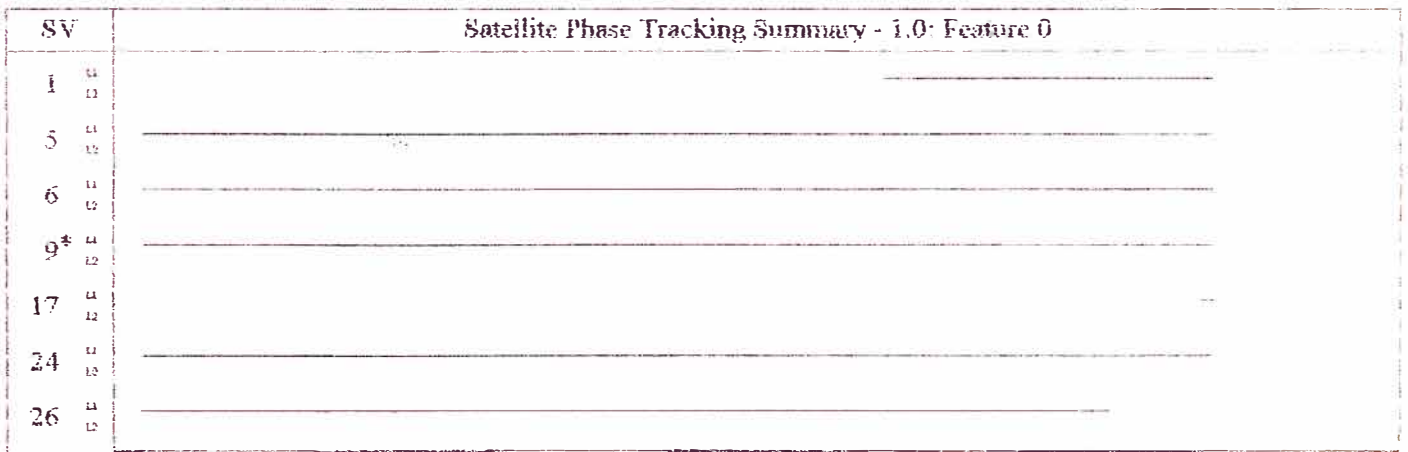


20:40:00 (420000)

20 min. / div.

\* Reference SV

Full phase Half phase



20:40:00 (420000)

20 min. / div.

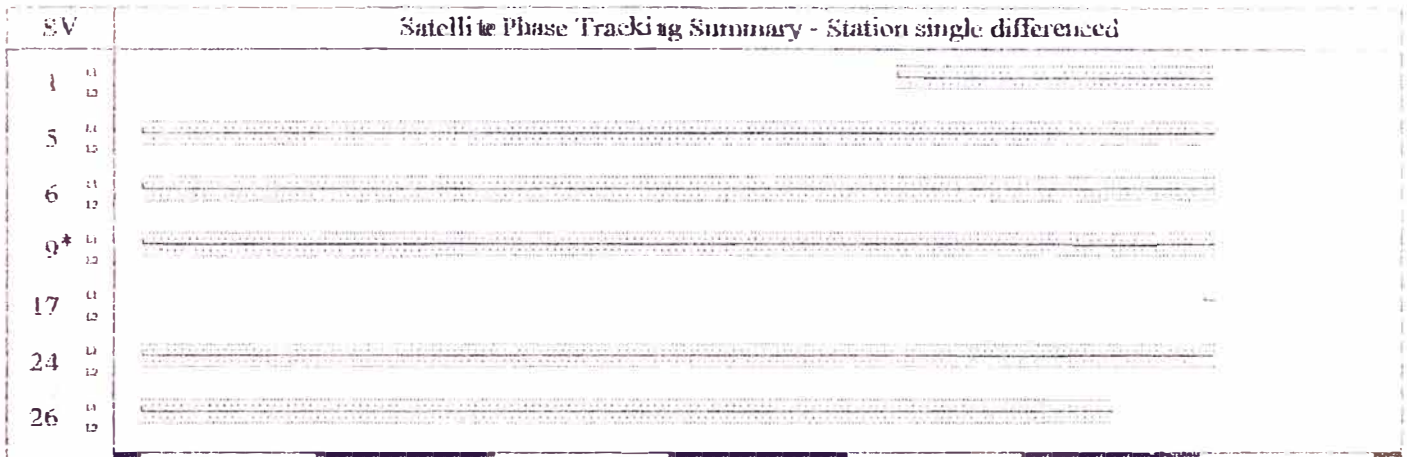
\* Reference SV

Full phase Half phase

Project:

Processed: Thursday 10 de April de 1997 13:50 WAVEP 1.00 Detailed Summary - 1


Page 3




20:40:00 (420000)

20 mm. / div.

\* Reference SV

Processed phase segments 

Full phase 

Half phase 

### VII.3.4 CUADRO DE RESULTADOS

CUADRO 1

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
SECP	10 55 52.36451	76 04 28.91176	4213.310
CARAHUACRA	11 41 16.63009	76 05 19.88661	4356.936

CUADRO 2

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
NWCP	10 49 40.14381	76 12 16.37076	4259.111
CARAHUACRA	11 41 16.61869	76 05 19.87585	4358.055

### VII.4 POSICIONAMIENTO DE LOS PUNTOS DE LA RED LOCAL

Se han posicionado en 17 puntos de control Geodésico Satelital las cuales coincidieron con los puntos de la red de triangulación elaborado por el Instituto de Investigación y Fomento Minero en el año de 1954.

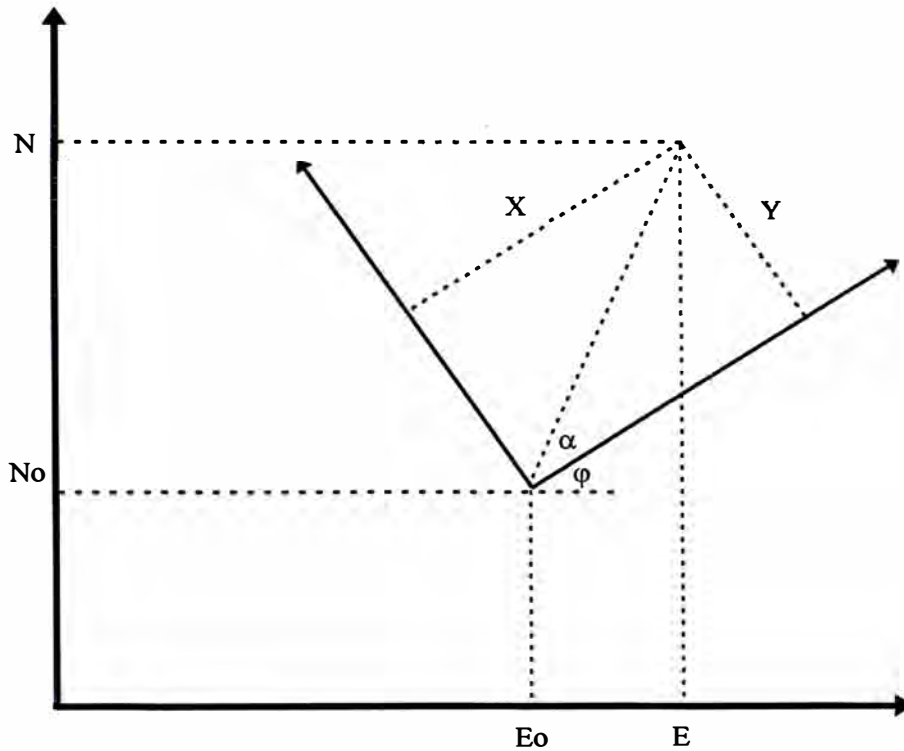
## PUNTOS DE LA RED LOCAL POSICIONADOS

	ESTACION	COORDENADAS LOCALES		COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
<b>1</b>	<b>BNW</b>	10401.485	8984.901	8702647.979	384257.099
<b>2</b>	<b>C1</b>	9908.470	9151.279	8702136.862	384352.248
<b>3</b>	<b>C3</b>	10190.730	8792.430	8702467.532	384037.449
<b>4</b>	<b>C4</b>	10725.067	9246.046	8702931.014	384560.825
<b>5</b>	<b>C5</b>	10544.271	8529.443	8702853.286	383826.797
<b>6</b>	<b>C6</b>	10871.357	8726.602	8703149.229	384068.013
<b>7</b>	<b>C7</b>	10897.683	8171.196	8703253.308	383522.618
<b>8</b>	<b>C8</b>	11342.798	8532.503	8703642.872	383941.594
<b>9</b>	<b>C9</b>	11537.960	7648.298	8703962.629	383098.716
<b>10</b>	<b>C12</b>	12181.874	7972.978	8704551.108	383506.838
<b>11</b>	<b>C14</b>	12708.973	7184.833	8705183.500	382801.792
<b>12</b>	<b>U9</b>	9669.399	11685.968	8701543.399	386823.190
<b>13</b>	<b>U10</b>	8969.170	10132.579	8701070.562	385190.351
<b>14</b>	<b>U14</b>	11059.616	14836.248	8702474.441	390136.364
<b>15</b>	<b>U16</b>	11394.050	13509.479	8702992.123	388871.483
<b>16</b>	<b>M5</b>	9619.860	8959.308	8701878.436	384122.791
<b>17</b>	<b>PP</b>	9976.431	13092.749	8701649.359	388259.432

## VII.5 CALCULO DE LOS PARAMETROS DE TRANSFORMACION

### VII.5.1 MODELO MATEMATICO

#### TRANSFORMACION DE COORDENADAS PLANAS



Del gráfico se obtiene :

$$N = N_o + ( X \text{SEN}(\varphi) + Y \text{COS}(\varphi) ) \lambda$$

$$E = E_o + ( X \text{COS}(\varphi) - Y \text{SEN}(\varphi) ) \lambda$$

Donde :

- N** : Coordenada Norte UTM
- E** : Coordenada Este UTM
- X** : Coordenada Este Local
- Y** : Coordenada Norte Local
- $\phi$  : Angulo de rotación
- $\lambda$  : Factor de escala

Definimos como

$$a = \lambda \cos(\varphi)$$

$$b = \lambda \sin(\varphi)$$

$$\Rightarrow \lambda = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Remplazando obtenemos :

$$N = N_0 + aY + bX$$

$$E = E_0 + aX - bY$$

Para cada punto de control geodésico satelital se establece dos ecuaciones de condición.

$$N_1 = N_0 + aY_1 + bX_1$$

$$N_2 = N_0 + aY_2 + bX_2$$

$$N_3 = N_0 + aY_3 + bX_3$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$N_n = N_0 + aY_n + bX_n$$

$$E_1 = E_0 + aX_1 - bY_1$$

$$E_2 = E_0 + aX_2 - bY_2$$

$$E_3 = E_0 + aX_3 - bY_3$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$E_n = E_0 + aX_n - bY_n$$

Normalizando las ecuaciones obtenemos :

Con respecto a " A "

$$\begin{matrix} Y_1 N_1 & = & N_0 Y_1 & + & a Y_1^2 & + & b X_1 Y_1 \\ Y_2 N_2 & = & N_0 Y_2 & + & a Y_2^2 & + & b X_2 Y_2 \\ Y_3 N_3 & = & N_0 Y_3 & + & a Y_3^2 & + & b X_3 Y_3 \\ \cdot & & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot & & \cdot \end{matrix}$$

$$Y_n N_n = N_0 Y_n + a Y_n^2 + b X_n Y_n$$

$$\sum_{y=1}^n Y_n N_n = \sum_{y=1}^n N_0 Y_n + \sum_{y=1}^n a Y_n^2 + \sum_{y=1}^n b X_n Y_n$$

$$\begin{aligned}
 X_1 N_1 &= N_0 X_1 + a Y_1 X_1 + b X_1^2 \\
 X_2 N_2 &= N_0 X_2 + a Y_2 X_2 + b X_2^2 \\
 X_3 N_3 &= N_0 X_3 + a Y_3 X_3 + b X_3^2 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 X_n N_n &= N_0 X_n + a Y_n X_n + b X_n^2
 \end{aligned}$$

$$\sum_{y=1}^n X_y N_y = \sum_{y=1}^n N_0 X_y + \sum_{y=1}^n a Y_y X_y + \sum_{y=1}^n b X_y^2$$

Con respecto a " B "

$$\begin{aligned}
 Y_1 E_1 &= E_0 Y_1 + a X_1 Y_1 - b Y_1^2 \\
 Y_2 E_2 &= E_0 Y_2 + a X_2 Y_2 - b Y_2^2 \\
 Y_3 E_3 &= E_0 Y_3 + a X_3 Y_3 - b Y_3^2 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 Y_n E_n &= E_0 Y_n + a X_n Y_n - b Y_n^2
 \end{aligned}$$

$$\sum_{y=1}^n Y_y E_y = \sum_{y=1}^n E_0 Y_y + \sum_{y=1}^n a X_y Y_y - \sum_{y=1}^n b Y_y^2$$

$$\begin{aligned}
 X_1 E_1 &= E_0 X_1 + a_1 X_1^2 - b X_1 Y_1 \\
 X_2 E_2 &= E_0 X_2 + a_2 X_2^2 - b X_2 Y_2 \\
 X_3 E_3 &= E_0 X_3 + a_1 X_3^2 - b X_3 Y_3 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 X_n E_n &= E_0 X_n + a_n X_n^2 - b X_n Y_n
 \end{aligned}$$

$$\sum_{y=1}^n X_y E_y = \sum_{y=1}^n E_0 X_y + \sum_{y=1}^n a_y X_y^2 - \sum_{y=1}^n b X_y Y_y$$



Por lo tanto las cuatro ecuaciones reducidas son

$$\sum_{y=1}^n Y_n N_n = N_o \sum_{y=1}^n Y_n + a \sum_{y=1}^n Y_n^2 + b \sum_{y=1}^n X_n Y_n$$
$$\sum_{y=1}^n X_n N_n = N_o \sum_{y=1}^n X_n + a \sum_{y=1}^n X_n Y_n + b \sum_{y=1}^n X_n^2$$
$$\sum_{y=1}^n Y_n E_n = E_o \sum_{y=1}^n Y_n + a \sum_{y=1}^n X_n Y_n - b \sum_{y=1}^n Y_n^2$$
$$\sum_{y=1}^n X_n E_n = E_o \sum_{y=1}^n X_n + a \sum_{y=1}^n X_n^2 - b \sum_{y=1}^n X_n Y_n$$

## VII.5.2 CALCULO DE LOS PARAMETROS

Se posicionaron en 17 puntos, las cuales coincidieron con los puntos de triangulación elaborado en le año de 1954.

## TRANSFORMACION DE COORDENADAS LOCALES A UTM

	ESTACION	COORDENADAS LOCALES		COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
<b>1</b>	<b>BNW</b>	10401.485	8984.901	8702647.979	384257.099
<b>2</b>	<b>C1</b>	9908.470	9151.279	8702136.862	384352.248
<b>3</b>	<b>C3</b>	10190.730	8792.430	8702467.532	384037.449
<b>4</b>	<b>C4</b>	10725.067	9246.046	8702931.014	384560.825
<b>5</b>	<b>C5</b>	10544.271	8529.443	8702853.286	383826.797
<b>6</b>	<b>C6</b>	10871.357	8726.602	8703149.229	384068.013
<b>7</b>	<b>C7</b>	10897.683	8171.196	8703253.308	383522.618
<b>8</b>	<b>C8</b>	11342.798	8532.503	8703642.872	383941.594
<b>9</b>	<b>C9</b>	11537.960	7648.298	8703962.629	383098.716
<b>10</b>	<b>C12</b>	12181.874	7972.978	8704551.108	383506.838
<b>11</b>	<b>C14</b>	12708.973	7184.833	8705183.500	382801.792
<b>12</b>	<b>U9</b>	9669.399	11685.968	8701543.399	386823.190
<b>13</b>	<b>U10</b>	8969.170	10132.579	8701070.562	385190.351
<b>14</b>	<b>U14</b>	11059.616	14836.248	8702474.441	390136.364
<b>15</b>	<b>U16</b>	11394.050	13509.479	8702992.123	388871.483
<b>16</b>	<b>M5</b>	9619.860	8959.308	8701878.436	384122.791
<b>17</b>	<b>PP</b>	9976.431	13092.749	8701649.359	388259.432

ECUACIONES DE CONDICION			
	NORTE		
N	No	AY	BX
8702647.979	1	10401.485	8984.901
8702136.862	1	9908.470	9151.279
8702467.532	1	10190.730	8792.430
8702931.014	1	10725.067	9246.046
8702853.286	1	10544.271	8529.443
8703149.229	1	10871.357	8726.602
8703253.308	1	10897.683	8171.196
8703642.872	1	11342.798	8532.503
8703962.629	1	11537.960	7648.298
8704551.108	1	12181.874	7972.978
8705183.500	1	12708.973	7184.833
8701543.399	1	9669.399	11685.968
8701070.562	1	8969.170	10132.579
8702474.441	1	11059.616	14836.248
8702992.123	1	11394.050	13509.479
8701878.436	1	9619.860	8959.308
8701649.359	1	9976.431	13092.749

ECUACIONES DE CONDICION			
	ESTE		
E	Eo	AX	BY
384257.099	1	8984.901	-10401.485
384352.248	1	9151.279	-9908.470
384037.449	1	8792.430	-10190.730
384560.825	1	9246.046	-10725.067
383826.797	1	8529.443	-10544.271
384068.013	1	8726.602	-10871.357
383522.618	1	8171.196	-10897.683
383941.594	1	8532.503	-11342.798
383098.716	1	7648.298	-11537.960
383506.838	1	7972.978	-12181.874
382801.792	1	7184.833	-12708.973
386823.19	1	11685.968	-9669.399
385190.351	1	10132.579	-8969.170
390136.364	1	14836.248	-11059.616
388871.483	1	13509.479	-11394.050
384122.791	1	8959.308	-9619.860
388259.432	1	13092.749	-9976.431

ECUACIONES NORMALES			
" A "			
N*Y	Y*No	A*Y2	B*XY
90520462413.849	10401.485	108190890.205	93456312.978
86224862033.021	9908.470	98177777.741	90675173.433
88684496952.378	10190.730	103850977.933	89601280.174
93339518221.528	10725.067	115027062.154	99164462.835
91765243520.825	10544.271	111181650.921	89936758.471
94615042292.734	10871.357	118186403.021	94870005.739
94845295619.285	10897.683	118759494.768	89047103.739
98723662961.236	11342.798	128659066.469	96782457.963
100425972654.897	11537.960	133124520.962	88245756.392
106037744824.216	12181.874	148398054.152	97125813.401
110633942061.546	12708.973	161517994.715	91311848.607
84138695040.747	9669.399	93497277.021	112996287.293
78041381052.574	8969.170	80446010.489	90880823.589
96246025567.275	11059.616	122315106.067	164083205.761
99162327399.068	11394.050	129824375.403	153927679.200
83710852291.339	9619.860	92541706.420	86187288.657
86811404416.258	9976.431	99529175.498	130618906.999
<b>1583926929322.770</b>	<b>181999.194</b>	<b>1963227543.939</b>	<b>1758911165.231</b>

ECUACIONES NORMALES			
" B "			
N*X	No*X	A*XY	B*X2
78192430529.165	8984.901	93456312.978	80728445.980
79635682320.347	9151.279	90675173.433	83745907.336
76515836602.383	8792.430	89601280.174	77306825.305
80467700490.271	9246.046	99164462.835	85489366.634
74230491040.300	8529.443	89936758.471	72751397.890
75948919468.090	8726.602	94870005.739	76153582.466
71115988617.316	8171.196	89047103.739	66768444.070
74263858916.269	8532.503	96782457.963	72803607.445
66570499967.455	7648.298	88245756.392	58496462.297
69401194483.960	7972.978	97125813.401	63568378.188
62545289681.856	7184.833	91311848.607	51621825.238
101685957711.325	11685.968	112996287.293	136561848.097
88164284854.039	10132.579	90880823.589	102669157.191
129112069020.337	14836.248	164083205.761	220114254.718
117572889322.834	13509.479	153927679.200	182506022.851
77962809086.682	8959.308	86187288.657	80269199.839
113928510943.398	13092.749	130618906.999	171420076.377
<b>1437314413056.030</b>	<b>165156.840</b>	<b>1758911165.231</b>	<b>1682974801.923</b>

ECUACIONES NORMALES			
	" A "		
E*X	Eo*X	A*X2	B*XY
3452511993.062	8984.901	80728445.980	-93456312.978
3517314655.725	9151.279	83745907.336	-90675173.433
3376622387.711	8792.43	77306825.305	-89601280.174
3555667077.748	9246.046	85489366.634	-99164462.835
3273828786.884	8529.443	72751397.890	-89936758.471
3351608690.382	8726.602	76153582.466	-94870005.739
3133838482.111	8171.196	66768444.070	-89047103.739
3275982802.630	8532.503	72803607.445	-96782457.963
2930053143.385	7648.298	58496462.297	-88245756.392
3057691582.224	7972.978	63568378.188	-97125813.401
2750366947.621	7184.833	51621825.238	-91311848.607
4520403419.998	11685.968	136561848.097	-112996287.293
3902971661.545	10132.579	102669157.191	-90880823.589
5788159850.122	14836.248	220114254.718	-164083205.761
5253451133.287	13509.479	182506022.851	-153927679.200
3441474394.389	8959.308	80269199.839	-86187288.657
5083383290.059	13092.749	171420076.377	-130618906.999
<b>63665330298.883</b>	<b>165156.840</b>	<b>1682974801.923</b>	<b>-1758911165.231</b>

ECUACIONES NORMALES			
	" B "		
E*Y	Eo*Y	A*XY	B*Y2
-3996844451.392	-10401.485	-93456312.978	108190890.205
-3808342718.741	-9908.470	-90675173.433	98177777.741
-3913621952.648	-10190.730	-89601280.174	103850977.933
-4124440613.700	-10725.067	-99164462.835	115027062.154
-4047173764.630	-10544.271	-89936758.471	111181650.921
-4175340481.604	-10871.357	-94870005.739	118186403.021
-4179507914.294	-10897.683	-89047103.739	118759494.768
-4354971944.540	-11342.798	-96782457.963	128659066.469
-4420177661.259	-11537.960	-88245756.392	133124520.962
-4671831978.654	-12181.874	-97125813.401	148398054.152
-4865017638.880	-12708.973	-91311848.607	161517994.715
-3740347766.563	-9669.399	-112996287.293	93497277.021
-3454837740.479	-8969.170	-90880823.589	80446010.489
-4314758373.476	-11059.616	-164083205.761	122315106.067
-4430821120.876	-11394.050	-153927679.200	129824375.403
-3695207472.229	-9619.860	-86187288.657	92541706.420
-3873443433.447	-9976.431	-130618906.999	99529175.498
<b>7006687027.412</b>	<b>181999.194</b>	<b>1758911165.231</b>	<b>-1963227543.939</b>

ECUACIONES REDUCIDAS				
K	N	No	A	B
70066687027.412	181999.194	0	1758911165.231	-1963227543.939
1437314413056.030	0	165156.840	1758911165.231	1682974801.923
63665330298.883	165156.840	0	1682974801.923	-1758911165.231
1583926929322.770	0	181999.194	1963227543.939	1758911165.231

## PARAMETROS DE TRANSFORMACION

**No : 8693629.8276789**

**Eo : 373906.67359216**

**a : 0.98880781051071**

**b : - 0.14096618702424**

## **VII.6 UBICACION Y DELIMITACION DE LAS CONCESIONES MINERAS**

### **VII.6.1 DERECHOS MINEROS VIGENTES**

En la actualidad existen 69 Derechos Mineros vigentes de los 200 que fueron catastrados en 1954.

### **VII.6.2 DERECHOS MINEROS CATASTRADOS POR EL INIFM**

En el año de 1954 fueron catastrados por el Instituto Nacional de Investigación y fomento Minero, 200 derechos mineros, todos ellos por explotación.

### **VII.6.3 COMPROBACION DE PUNTOS DE PARTIDA**

El PP de una concesión, se comprueba de acuerdo con las normas técnicas establecidas en el Reglamento de Normas Técnicas para Diligencias Periciales D.S. 048-95-EM, artículo 7 ( inciso a y b ).

Se ha comprobado el Punto de Partida de la concesión **Prosperidad**, cuyo padrón es : 3104.

El resultado de la comprobación la podemos encontrar en el siguiente cuadro.

# **DERECHOS MINEROS VIGENTES**



# REGISTRO PUBLICO DE MINERIA

## CATASTRO REGIONAL

**CARAHUACRA, SAN CRISTOBAL, CHUMPE, ANDAYCHAGUA Y ANCAPAMPA**  
**PROVINCIA: YAULI** **DEPARTAMENTO: JUNIN**

Nº	CONCESION	PAD.	TITULAR
1	AGUA DULCE	3741	BILLINGHURST VERNAL EMMA
2	ALFREDO	2651	ALFREDO DE HUANCAYO SMRL
3	ANDAYCHAGUA CUATRO	3218	ANDAYCHAGUA N°1 DE HUANCAYO SMRL
4	ANDAYCHAGUA DOS	3153	ANDAYCHAGUA N°2 DE HUANCAYO SMRL
5	ANDAYCHAGUA N° 1	3172	ANDAYCHAGUA N°1 DE HUANCAYO SMRL
6	ANDAYCHAGUA TRES.	3164	ANDAYCHAGUA N°1 DE HUANCAYO SMRL
7	ANO 1934	3477	DE OSMA GILDEMEISTER PEDRO
8	AUSONIA	2696	VOLCAN MINES COMPANY SA
9	AVELLA	3296	VOLCAN MINES COMPANY SA
10	CARAHUACRA CINCO	3715	VOLCAN MINES COMPANY SA
11	CARAHUACRA CUATRO	3717	VOLCAN MINES COMPANY SA
12	CARAHUACRA DOS	3728	VOLCAN MINES COMPANY SA
13	CARAHUACRA SEIS	3716	VOLCAN MINES COMPANY SA
14	CARAHUACRA SIETE	3725	VOLCAN MINES COMPANY SA
15	CARAHUACRA TRES	3714	VOLCAN MINES COMPANY SA
16	CARAHUACRA UNO	3753	VOLCAN MINES COMPANY SA
17	CARLOS II	1009	VOLCAN MINES COMPANY SA
18	CAUDALOSA	2561	VOLCAN MINES COMPANY SA
19	CLORINDA	2601	VOLCAN MINES COMPANY SA
20	COLOMBIA Y SOC.STA.ROSA	2639	COLOMBIA Y SOC. STA ROSA SMRL
21	DESCUBRIDORA	2572	VOLCAN MINES COMPANY SA
22	DOLORES DE CARAHUACRA	532	VOLCAN MINES COMPANY SA
23	DON LUNES	2695	VOLCAN MINES COMPANY SA
24	EDUADO VII	2558	VOLCAN MINES COMPANY SA
25	EL PANTANO	1013	VOLCAN MINES COMPANY SA
26	EL RHIN	2702	EL RHIN DE HUANCAYO SMRL
27	EL TORMENTO	3071	EL TORMENTO DE HUANCAYO SMRL
28	EL ZINC	2797	VOLCAN MINES COMPANY SA
29	ENRIQUE	1714	VOLCAN MINES COMPANY SA
30	ETHEL	1011	RIO BLANCO EXPLORATION COMPANY
31	FELIPE	2650	FELIPE DE HUANCAYO SMRL
32	GRAN BRETANA	2559	VOLCAN MINES COMPANY SA
33	GUILLERMO	1683	VOLCAN MINES COMPANY SA
34	GUILLERMO 2°	1691	VOLCAN MINES COMPANY SA
35	HUARIPAMPA	981	VOLCAN MINES COMPANY SA
36	HUASCAR	2820	VOLCAN MINES COMPANY SA
37	INCUESTIONABLE	560	VOLCAN MINES COMPANY SA
38	JUNGFRAU	2701	JUNGFRAU DE HUANCAYO SMRL
39	JUPITER	1079	VOLCAN MINES COMPANY SA
40	JUPITER 3	3394	DE OSMA GILDEMEISTER PEDRO
41	JUPITER 4	3409	DE OSMA GILDEMEISTER PEDRO
42	LA INTRUSA	539	VOLCAN MINES COMPANY SA
43	LA PURISIMA	3178	VOLCAN MINES COMPANY SA
44	LIMA	536	VOLCAN MINES COMPANY SA

<b>Nº</b>	<b>CONCESION</b>	<b>PAD.</b>	<b>TITULAR</b>
45	LUCERO	1803	CUT OFF SA NEGOCIACION MINERA
46	MI VIEJECITA	2602	VOLCAN MINES COMPANY SA
47	MILAGRO	3490	PORRAS MADRID GABRIEL
48	MILAGROSA	2560	VOLCAN MINES COMPANY SA
49	MIRAFLORES	2574	VOLCAN MINES COMPANY SA
50	NUMERO DIEZ	3076	VOLCAN MINES COMPANY SA
51	NUMERO OCHO	3074	VOLCAN MINES COMPANY SA
52	OSCAR	534	VOLCAN MINES COMPANY SA
53	PELUSITA SEGUNDA	3718	VOLCAN MINES COMPANY SA
54	PODEROSA	2573	VOLCAN MINES COMPANY SA
55	PROSPERIDAD	3104	PORRAS MADRID GABRIEL
56	PROSPERIDAD SEGUNDA.	3187	VICENTE BORLETTI
57	RIMAC	535	VOLCAN MINES COMPANY SA
58	SAN ANTONIO DE CALLAPA	531	VOLCAN MINES COMPANY SA
59	SAN CARLOS	537	VOLCAN MINES COMPANY SA
60	SAN FRANCISCO DE CARAHUACRA	529	VOLCAN MINES COMPANY SA
61	SAN JOSE DE CARAHUACRA	530	VOLCAN MINES COMPANY SA
62	SAN MARCOS SEGUNDO	855	VOLCAN MINES COMPANY SA
63	SAN MARCOS DE VENTANILLA	826	VOLCAN MINES COMPANY SA
64	SAN PEDRO	3134	VOLCAN MINES COMPANY SA
65	SANTA CECILIA	3054	VOLCAN MINES COMPANY SA
66	SOCAVON EUREKA	1012	VOLCAN MINES COMPANY SA
67	TEODORO	2465	LA NACIONAL CIA MINERA
68	TRES HERMANAS	799	VOLCAN MINES COMPANY SA
69	TRIUNFO	1005	VOLCAN MINES COMPANY SA

**DERECHOS MINEROS CATASTRADOS  
POR R.P.M.**

# REGISTRO PUBLICO DE MINERIA

## CATASTRO REGIONAL

CARAHUACRA, SAN CRISTOBAL, CHUMPE, ANDAYCHAGUA Y ANCAPAMPA

PROVINCIA: YAULI

DEPARTAMENTO: JUNIN

N°	CONCESION	PAD.	VE	COORD. LOCALES		COORD. UTM	
				NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	AGUA DULCE	3741	NE	10946.410	13936.707	8702489.119	389230.472
			SE	10772.762	12951.899	8702456.239	388232.208
			SW	10871.243	12934.534	8702556.066	388228.920
			NW	11044.891	13919.342	8702588.946	389227.184
2	ALFREDO	2651	NE	11043.112	14030.149	8702571.566	389336.500
			SE	10943.112	14203.354	8702448.270	389493.670
			SW	10856.509	14153.354	8702369.684	389432.021
			NW	10956.509	13980.149	8702492.981	389274.851
3	ANDAYCHAGUA CUATRO	3218	NE	11167.787	13662.832	8702746.625	388990.869
			SE	11068.031	13669.808	8702647.002	388983.705
			SW	10998.274	12672.244	8702718.649	387987.472
			NW	11098.030	12665.268	8702818.272	387994.636
4	ANDAYCHAGUA DOS	3153	NE	10368.430	14050.686	8701901.541	389261.700
			SE	9485.482	13581.214	8701094.654	388673.016
			SW	9532.429	13492.919	8701153.523	388592.327
			NW	10415.377	13962.391	8701960.409	389181.011
5	ANDAYCHAGUA N° 1	3172	NE	10109.779	14294.522	8701611.412	389466.346
			SE	9735.301	13963.212	8701287.829	389085.955
			SW	9867.825	13813.421	8701439.985	388956.522
			NW	10242.303	14144.731	8701763.568	389336.912
6	ANDAYCHAGUA TRES.	3164	NE	10847.929	13954.072	8702389.292	389233.760
			SE	10674.281	12969.264	8702356.412	388235.496
			SW	10772.762	12951.899	8702456.239	388232.208
			NW	10946.410	13936.707	8702489.119	389230.472
7	ANO 1934	3477	NE	12719.193	7578.886	8705138.298	383193.711
			SE	12561.591	7702.019	8704965.103	383293.250
			SW	12500.025	7623.218	8704915.334	383206.652
			NW	12657.627	7500.085	8705088.530	383107.114
8	AUSONIA	2696	NE	12017.304	8557.406	8704306.327	384062.337
			SE	11893.697	8176.983	8704237.730	383668.747
			SW	11988.803	8146.081	8704336.128	383651.598
			NW	12112.410	8526.504	8704404.725	384045.188
9	AVELLA	3296	NE	11141.571	9267.493	8703340.297	384641.028
			SE	11000.150	9126.072	8703220.394	384481.254
			SW	11070.861	9055.361	8703300.282	384421.302
			NW	11212.282	9196.782	8703420.184	384581.076
10	CARAHUACRA CINCO	3715	NE	13640.440	6551.358	8706194.081	382307.548
			SE	13483.918	6675.861	8706021.760	382408.594
			SW	13421.667	6597.600	8705971.238	382322.433
			NW	13578.189	6473.097	8706143.559	382221.388
11	CARAHUACRA CUATRO	3717	NE	13793.899	6684.847	8706327.005	382461.176
			SE	13480.856	6933.853	8705982.365	382663.266
			SW	13418.605	6855.592	8705931.842	382577.106
			NW	13731.648	6606.586	8706276.483	382375.015



Nº	CONCESION	PAD.	VE	COORD. LOCALES		COORD. UTM	
				NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
24	EDUADO VII	2558	NE	11600.845	8878.875	8703849.213	384321.501
			SE	11322.982	8591.139	8703615.021	383997.817
			SW	11394.916	8521.673	8703695.942	383939.268
			NW	11672.779	8809.409	8703930.134	384262.953
25	EL PANTANO	1013	NE	12084.183	7842.005	8704473.305	383364.371
			SE	11846.595	8079.593	8704204.884	383565.808
			SW	11787.198	8020.196	8704154.525	383498.702
			NW	12024.786	7782.608	8704422.945	383297.265
26	EL RHIN	2702	NE	12258.043	8104.679	8704608.191	383648.613
			SE	12037.268	7771.125	8704436.906	383287.670
			SW	12120.657	7715.931	8704527.143	383244.849
			NW	12341.432	8049.485	8704698.427	383605.792
27	EL TORMENTO	3071	NE	10391.040	13874.918	8701948.675	389091.086
			SE	10198.204	13645.105	8701790.393	388836.662
			SW	10351.413	13516.547	8701960.010	388731.140
			NW	10544.249	13746.360	8702118.291	388985.564
28	EL ZINC	2797	1	12821.666	7252.002	8705285.704	382884.931
			2	12815.201	7243.728	8705280.478	382875.838
			3	12556.894	7458.864	8704994.735	383052.154
			4	12550.429	7450.589	8704989.509	383043.060
29	ENRIQUE	1714	NE	11415.010	9528.069	8703573.943	384937.233
			SE	11321.652	9492.232	8703486.682	384888.637
			SW	11393.326	9305.516	8703583.874	384714.114
			NW	11486.684	9341.353	8703671.136	384762.710
30	ETHEL	1011	NE	11351.519	9282.393	8703545.795	384685.357
			SE	11255.158	9144.775	8703469.912	384535.695
			SW	11323.967	9096.594	8703544.743	384497.753
			NW	11420.328	9234.212	8703620.626	384647.415
31	FELIPE	2650	NE	10605.535	14639.666	8702052.966	389877.512
			SE	10156.162	14242.094	8701664.666	389421.043
			SW	10288.686	14092.303	8701816.823	389291.610
			NW	10738.059	14489.875	8702205.122	389748.078
32	GRAN BRETANA	2559	NE	11809.228	8141.562	8704159.200	383621.816
			SE	11431.021	8271.789	8703766.868	383697.271
			SW	11398.464	8177.237	8703748.004	383599.187
			NW	11776.671	8047.010	8704140.336	383523.732
33	GUILLERMO	1683	1	10960.976	9418.552	8703140.429	384764.938
			2	10894.169	9338.934	8703085.593	384676.794
			3	10842.416	9319.068	8703037.220	384649.855
34	GUILLERMO 2º	1691	NE	10975.245	9670.720	8703118.991	385016.296
			SE	10515.618	9285.047	8702718.875	384570.147
			SW	10579.947	9208.443	8702793.283	384503.469
			NW	11039.524	9594.116	8703193.349	384949.610
35	HUARIPAMPA	981	NE	11844.066	7868.024	8704232.207	383356.250
			SE	11606.478	8105.612	8703963.787	383557.687
			SW	11532.232	8031.366	8703900.838	383473.806
			NW	11769.820	7793.778	8704169.258	383272.369
36	HUASCAR	2820	NE	13718.688	6623.485	8706261.286	382389.898
			SE	13405.645	6872.491	8705916.645	382591.989
			SW	13343.393	6794.230	8705866.122	382505.829
			NW	13656.436	6545.224	8706210.763	382303.738









Nº	CONCESION	PAD.	VE	COORD. LOCALES		COORD. UTM	
				NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
67	TEODORO	2465	NE	11301.929	8243.708	8703643.179	383651.306
			SE	11019.086	8526.551	8703323.631	383891.112
			SW	10948.375	8455.840	8703263.679	383811.225
			NW	11231.218	8172.997	8703583.228	383571.419
68	TRES HERMANAS	799	NE	11817.693	8398.624	8704131.333	383877.194
			SE	11627.482	8460.427	8703934.539	383911.492
			SW	11596.580	8365.321	8703917.389	383813.094
			NW	11786.791	8303.518	8704114.183	383778.796
69	TRIUNFO	1005	NE	12663.222	6824.924	8705189.237	382440.298
			SE	12545.008	6943.138	8705055.682	382540.525
			SW	12456.343	6854.473	8704980.508	382440.353
			NW	12574.557	6736.259	8705114.063	382340.126

## COMPROBACION DEL PUNTO DE PARTIDA

CONCESION : PROSPERIDAD  
 PADRON : 3104

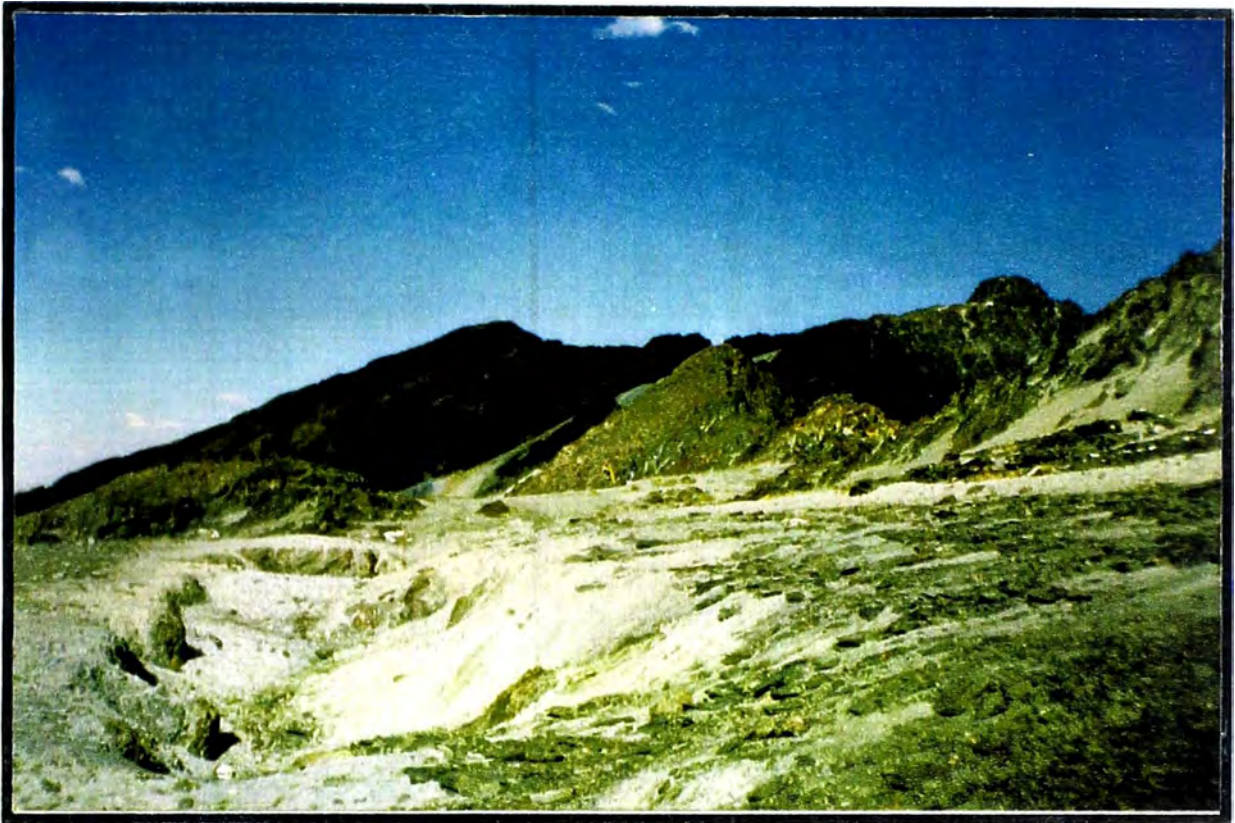
VISUALES DEL PP	ANGULOS INTERNOS ENTRE VISUALES					ANGULO VERTICAL	
	DILIGENCIAS AÑO 1927	ANGULO (A1)	DILIGENCIAS AÑO 1996	ANGULO (A2)	DIFERENCIAS A1 - A2	DILIGENCIA AÑO 1927	DILIGENCIA AÑO 1996
C <sup>o</sup> PUCAURCO	98° 52' 00"	154° 46' 00"	98° 51' 48"	154° 46' 30.8"	-00° 00' 30.8"		07° 02' 27"
C <sup>o</sup> YANAJANCA	253° 38' 00"		253° 38' 18.8"				120° 22' 3.7"
C <sup>o</sup> JANCA	14° 35' 00"	47° 19' 00"	14° 00' 22.5"	47° 24' 13.7"	-00° 05' 13.7"		03° 20' 50.5"
C <sup>o</sup> MILAGRO	61° 54' 00"	36° 58' 00"	61° 24' 36.2"	37° 27' 11.8"	-00° 29' 11.8"		06° 00' 25"
C <sup>o</sup> PUCAURCO	98° 52' 00"		98° 51' 48"				

# **VISUALES DEL PUNTO DE PARTIDA**

**CONCESION**    **PROSPERIDAD**  
**PADRON**        **3104**

**PUNTO DE PARTIDA**  
**( PP )**





VISUAL CERRO PUCAURCO



VISUAL CERRO YANAJANCA



VISUAL CERRO JANCA



VISUAL CERRO MILAGRO

## VIII. CONCLUSIONES

**1).**- Para efectuar la conversión de coordenadas locales a coordenadas UTM de la zona de Carahuacra, San Cristóbal, Chumpe, Andaychagua y Ancapampa, se ha tenido en cuenta las coordenadas locales correspondientes al plano catastral oficial que fue confeccionado por la División de Topografía y Catastro Minero del Instituto de Investigación y Fomento en el año de 1954.

**2).**- La Red de triangulación de Carahuacra, San Cristobal, Chumpe, Andaychagua y Ancapampa, realizada por el Catastro Minero del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero, fue enlazado a la señal geodésica del IGN BSE Cerro de Pasco y BNW Cerro de Pasco por la Brigada del registro Publico de Minería para efectuar la conversión de coordenadas locales a UTM.

**3).**- En 1954 fueron catastrados 200 Derechos Mineros los cuales son concesiones de explotación.

**4).**- A la fecha existen 69 Derechos Mineros vigentes de los 200 que fueron catastrados en 1954.

**5).**- De los 69 Derechos Mineros vigentes, nueve (09) son demasías, los cuales están formados por concesiones vecinas y/o colindantes.

**6).**- Con el objeto de convertir las coordenadas locales a coordenadas UTM de la cuadratura de las concesiones vigentes correspondientes al plano regional aprobado mediante Resolución Suprema, se han formulado 34 ecuaciones de condición, utilizando 17 puntos de control geodésico, los cuales presentan coordenadas UTM - PSAD56, al normalizar las ecuaciones de condición respecto a cada una de las variables se determino los parámetros de transformación

<b>a</b>	: 0.98880781051071
<b>b</b>	: -0.14096618702424
<b>No</b>	8693629.8276789
<b>Eo</b>	: 373906.67359216

**7).**- El método seguido para la determinación de coordenadas de los puntos de triangulación es el método de posicionamiento diferencial, en el que la estación base seleccionada fue la señal BSE Cerro de Pasco (IGN) y señal BNW Cerro de Pasco (IGN).



**8).-** El tiempo de medición promedio en cada punto de triangulación (ROVER) ha sido de 45 minutos, y se han establecido 17 puntos de control geodésico identificados en el terreno por encontrarse monumentado y suscrito con su respectivo número.

**9).-** Las coordenadas locales convertidas a coordenadas UTM SAD56 de los vértices de cuadratura de las concesiones mineras vigentes se muestran en el cuadro respectivo.

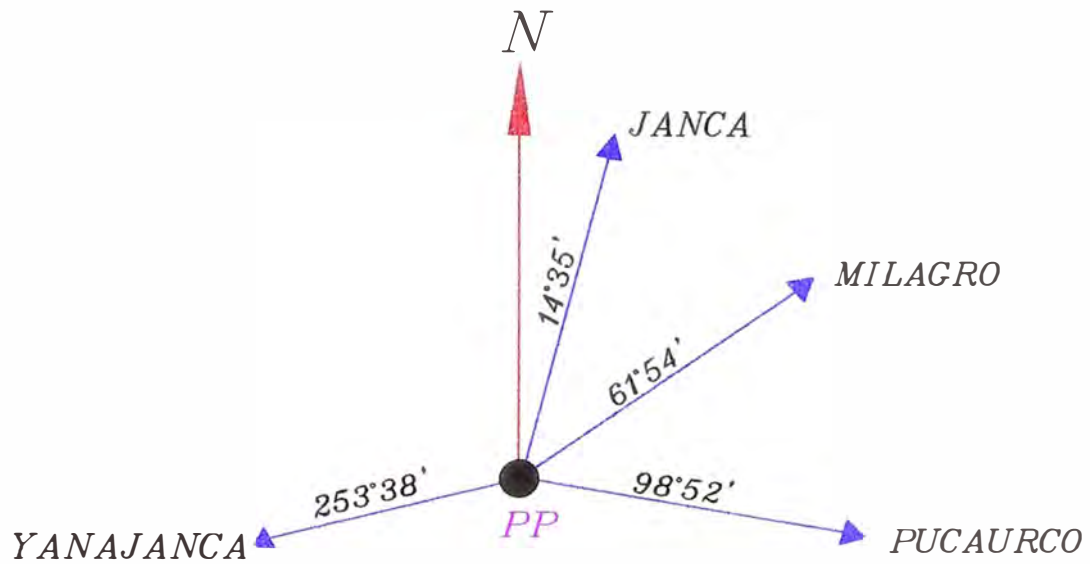
**10).-** Las coordenadas UTM obtenidas por posicionamiento satelital del Punto de Partida de la concesión Prosperidad, de PD: 3104, tienen un valor idéntico a las coordenadas UTM obtenidas mediante el factor de transformación de coordenadas Locales a Coordenadas UTM.

**11).-** Las coordenadas UTM de los vértices de la cuadratura de cada una de las concesiones mineras vigentes, conservan la longitud de cada uno de los lados y el área topográfica respectiva en la proyección UTM SAD56.

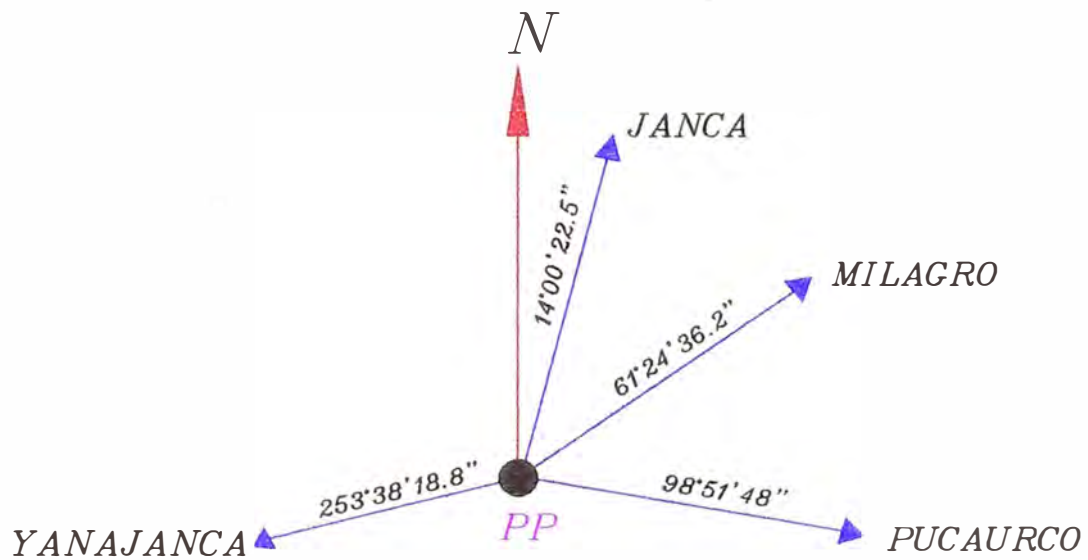
**12).-** Las coordenadas UTM SAD-56 encierran un área de cuadrícula (proyección), el que es equivalente al área topográfica (terreno) que figura en el título respectivo de cada expediente.

# **CUADROS Y GRAFICOS**

## COMPROBACION DEL PUNTO DE PARTIDA

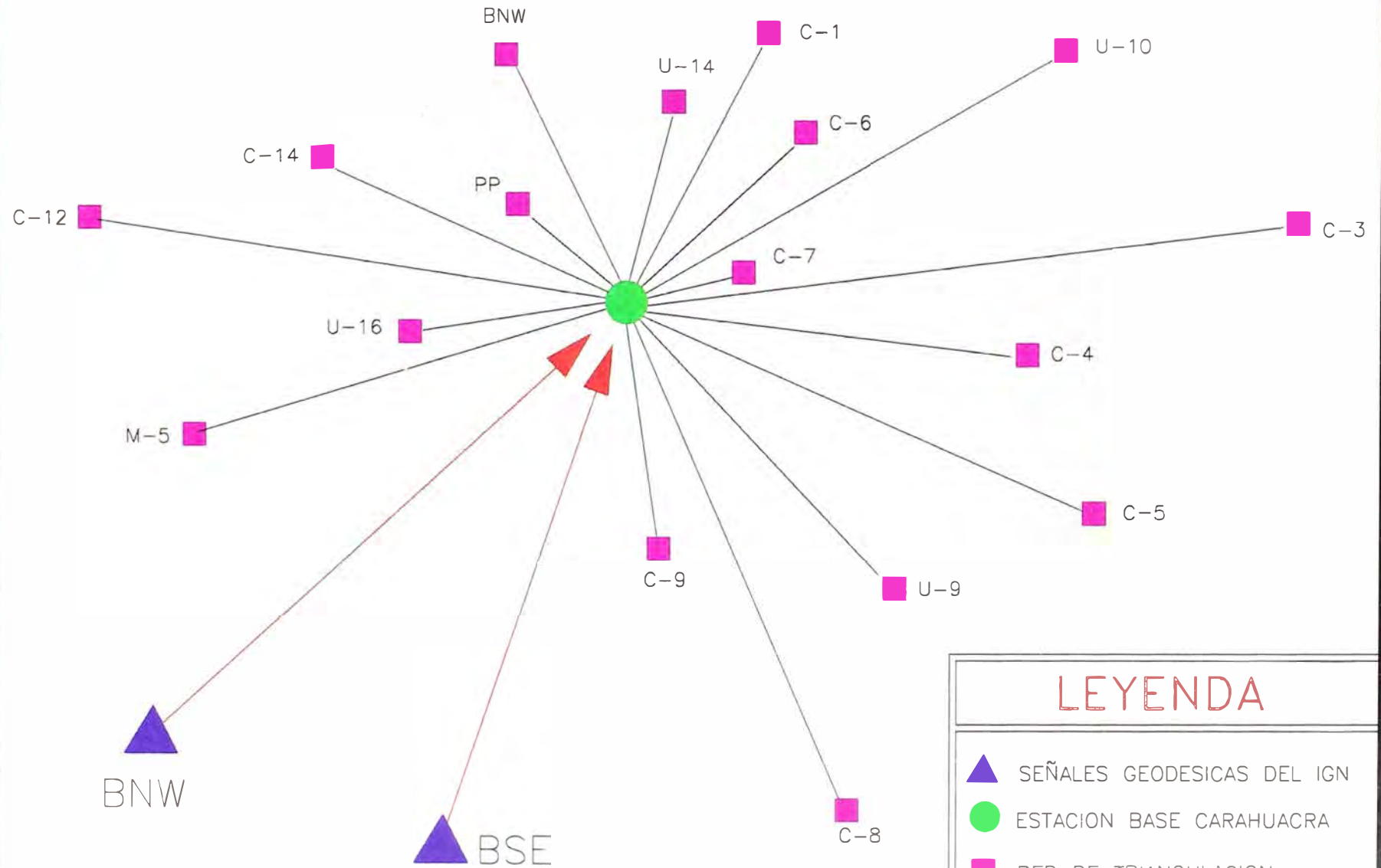


*DILIGENCIA DE 1927*



*DILIGENCIA DE 1996*

# ENLACE A SEÑAL GEODESICA DE PRIMER ORDEN



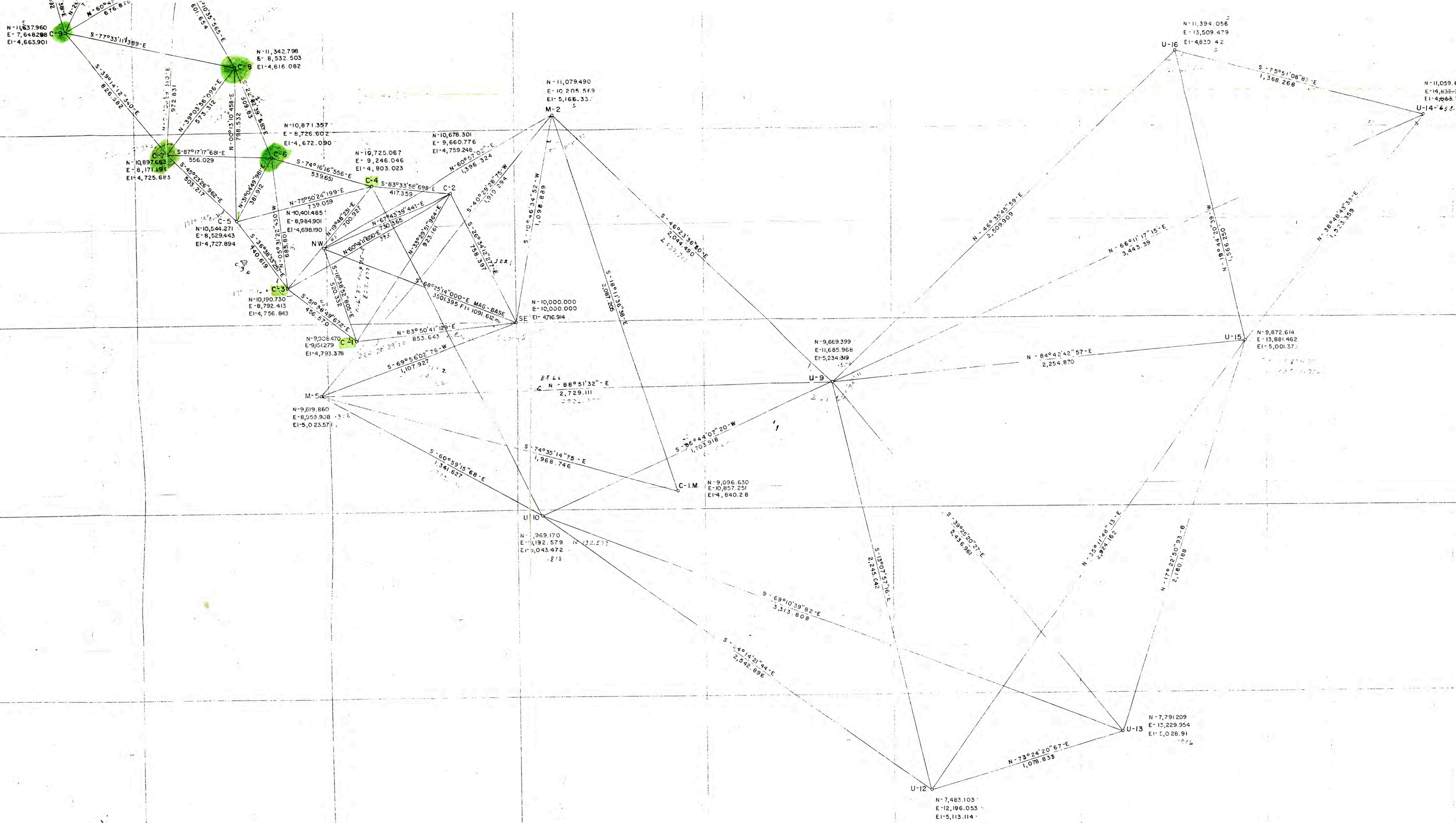
## LEYENDA

- ▲ SEÑALES GEODESICAS DEL IGN
- ESTACION BASE CARAHUACRA
- RED DE TRIANGULACION

PLANO 01



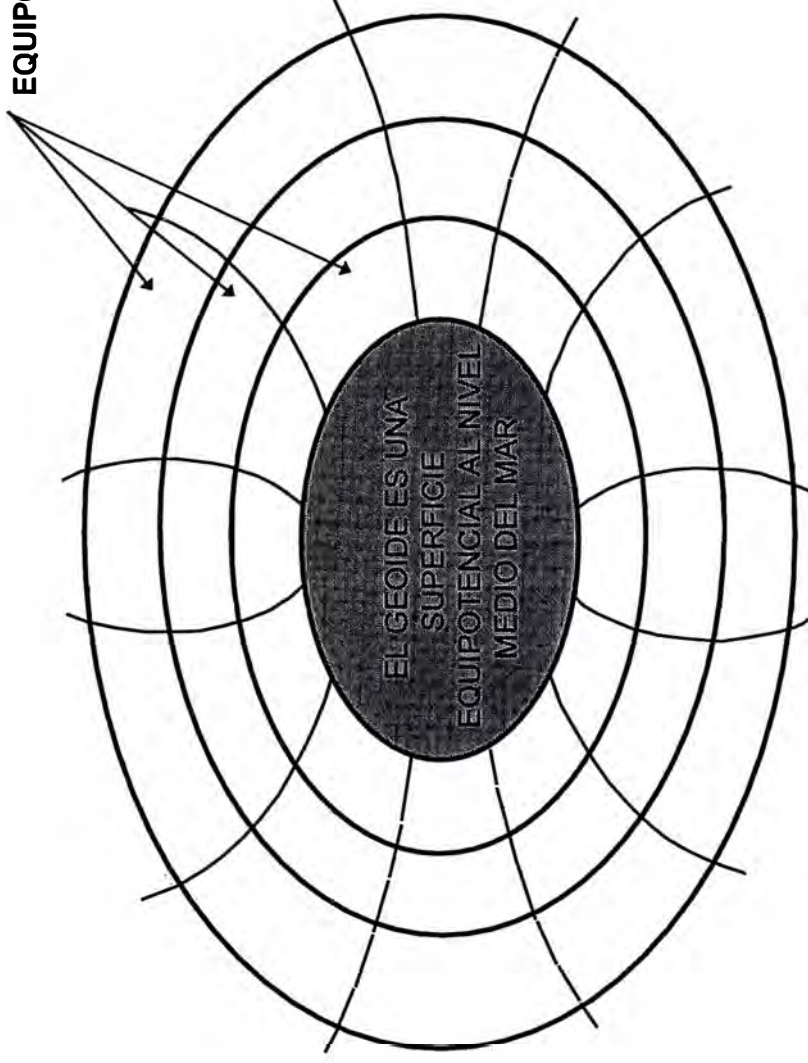
PLANO 02



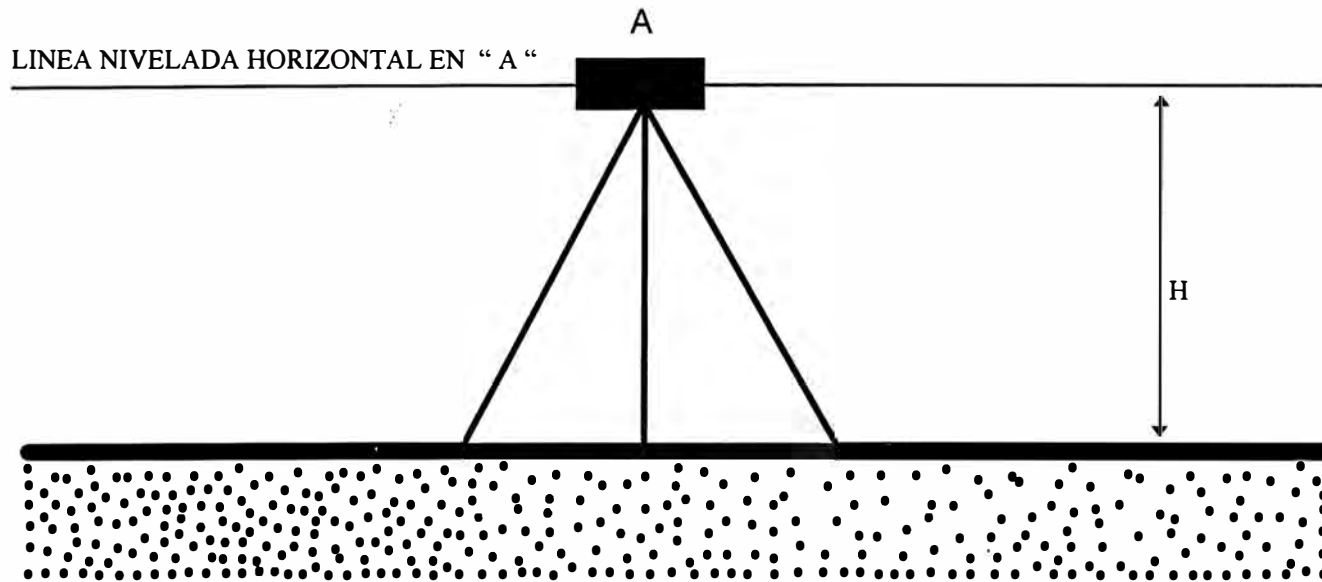
PLANT UNIT No	REVISIONS	SURVEY BY	CERRO DE PASCO CORPORATIO
		CALCUL BY	SAN CRISTOBAL MIN
		DRAWN BY	
		TRACED BY	



**SUPERFICIES  
EQUIPOTENCIALES**



**EL GEOIDE ES UNA SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL**

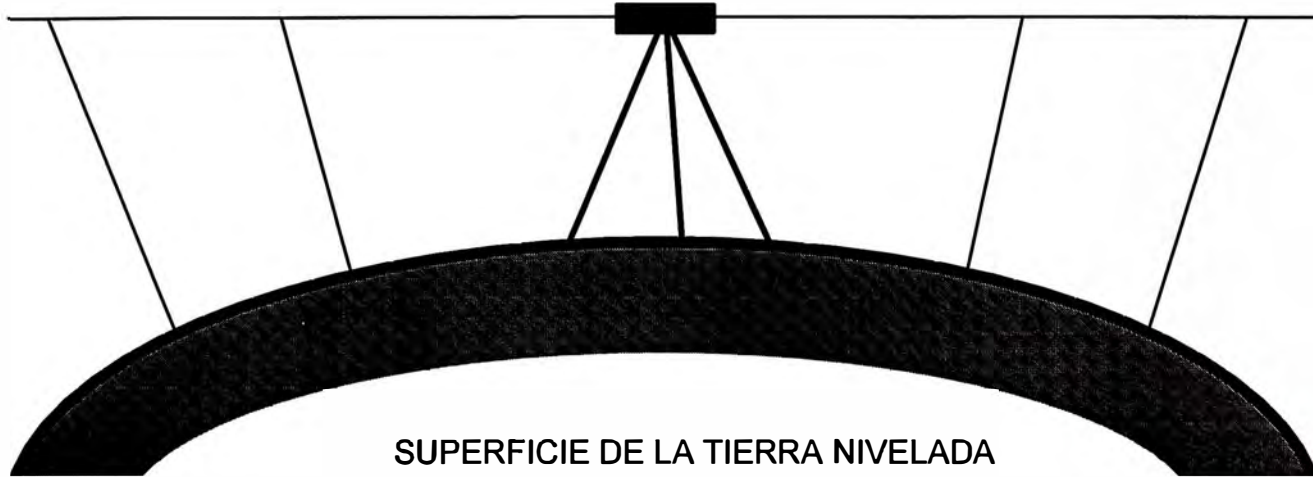


SUPERFICIE DE LA TIERRA NIVELADA

**SUPERFICIE NIVELADA DE LA TIERRA SOBRE UNA DISTANCIA CORTA**

LINEA DE VISTA NIVELADA EN " A "

A



SUPERFICIE DE LA TIERRA NIVELADA

**SUPERFICIE NIVELADA DE LA TIERRA SOBRE UNA MAYOR DISTANCIA**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- REGISTRO PUBLICO DE MINERIA. **Catastro Minero Regional**  
Lima, 22 de agosto, 1996.
2. - MARTINEZ APONTE, Humberto. **Análisis de la ley del Catastro Minero Nacional.**  
Lima, 14 de junio, 1996.
- 3.- LUNA CORDOVA, Henry, **Avances en la aplicación de la Ley de Catastro Minero.**  
Revista, Perú Minero.  
Lima, Setiembre, 1996.
- 4.- ASTECH, **The Global Positions Systems.** Revista, Geocom  
Chile, Abril, 1995.
- 5.- TOPCON, **Sistema GPS.** Manual, Topoequipos.  
Lima, Abril, 1995.
- 6.- TRIMBLE NAVIGATION LIMITED, **Guía del usuario GPS.** Revista  
Isetek.  
California, EE.UU, Febrero, 1995
- 7.- CONIDA, **Conida y el espacio.** Seminario.  
Lima, enero, 1996.
- 8.- HUGO ROGGERO, Victor, **Cartografía y Geodesia Satelital.**  
Lima, Abril, 1995.