

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



**“APLICACIONES DE LA TOPOGRAFÍA Y GEODESIA EN LA
MINERÍA SUPERFICIAL – MINA MARCONA”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
MARIO MARTÍN TURPO CUTIMBA**

LIMA – PERU

2011

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que buscan con su esfuerzo un futuro mejor, y muy en especial a aquellas personas que tiene un espíritu de superación. A mis queridos abuelos, mi familia esposa y mis hijos.

LISTAS ESPECIALES

		Pag.
CUADRO 1	CONSUMO POR EQUIPOS Y MODELOS	8
CUADRO 2	ESTIMADO DE CONSUMO POR MES	9
CUADRO 3	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERAL MINA VS. TONELADAS PRODUCIDAS	10
CUADRO 4	CONVERSIÓN DE AZIMUTS A RUMBOS	54
CUADRO 5	SKSS13	59
CUADRO 6	DM45	60
CUADRO 7	TIPOS DE MINERALES	60
CUADRO 8	TIPOS DE MINERAL PRIMARIO (MP o PO)	60
CUADRO 9	PRODUCCION EN TONELADAS	62
ILUSTRACION 1	ORGANIGRAMA DE SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.	12
ILUSTRACION 2	MAPA DE LOCALIZACION DE CENTRO MINERO DE MARCONA	17

RESUMEN

El presente resumen ejecutivo nos muestra una visión general de las Conceptualizaciones significativas experiencias y actividades en las aplicaciones de la topografía y geodesia en la minería superficial que se realiza en la unidad minera de Marcona, la cual es administrada por la empresa China Shougang Hierro Perú S.A.A. desde el año 1993.

Actualmente el yacimiento de Marcona es la única gran mina de hierro que se explota en el Perú, teniendo como reservas probadas a la actualidad 800 millones de toneladas con una ley promedio de 55% de Fe.

En La topografía se realizan en áreas pequeñas, no se considera la curvatura terrestre, lo que genera la representación sobre un plano horizontal, el cual es normal a la dirección de la gravedad y tangente a la superficie en un punto.

Y la aplicación de la geodesia se realiza en grandes áreas de la superficie terrestre y se toma en cuenta la curvatura terrestre. Además de las características anteriores, se distinguen de los topográficos por la técnica y el uso que se les da como:

- Redes de mediciones de ángulos y distancias, para controlar todo el levantamiento de una gran área
- Técnicas de medición de alta precisión.
- Modelos matemáticos que consideran la curvatura terrestre.

De este yacimiento se viene realizando hace más de 50 años, profundizando así sus principales minas que proveen de mineral primario por ser este el más requerido para su beneficio.

Esta mina cuenta con una planta de beneficio en San Nicolás para el tratamiento del mineral de hierro con una capacidad instalada de 8 millones de toneladas de concentrado/año, y un balance de producción de 67%, además de un determinado ratio de producción de 1.5 toneladas de crudo para la obtención de 1 tonelada de producto.

Las aplicaciones respectivas de la topografía y la geodesia que se desarrolla en esta empresa constan de una serie de procesos que se inician con una organización del área o equipo de trabajo como son:

- Brigadas de trabajos de topografía.
- Trabajos de topografía en las minas 16 y 18 de Shougang Hierro Perú.
- Trabajos de topografía en operaciones.
- Trabajos de topografía en perforación y voladura.
- Trabajos en oficina o gabinete.

Así como la respectiva organización de área de topografía, aportes que serán derivados para la empresa y la institución superior para su conocimiento y demás fines que las requieran.

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1 UBICACIÓN	2
1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN	2
1.3 MORFOLOGÍA	3
1.3.1 Formación complejo Lomas	4
1.3.2 Formación Marcona	4
1.3.3 Formación Cerritos	5
1.3.4 Formación Copara, Pisco, Aluvial	5
1.4 RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES	5
1.4.1 Recursos No renovables	5
1.4.2 Recursos Renovables	6
1.5 ENERGÍA ELÉCTRICA FUENTE Y CONSUMO EN KW/H.	7
1.6 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL Y LA MANO DE OBRA	10
1.7 HISTORIA	13

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DE LA TOPOGRAFÍA	18
2.1.1. Definiciones, Divisiones y Aplicaciones de la Topografía	18
2.1.1.1. La Geodesia	19
2.1.1.2. La Fotogrametría	20
2.1.1.3. La Topografía Plana	22
2.1.2. Fundamentos de la Topografía Plana	23
2.1.2.1. División Básica para el Estudio de la Topografía Plana	24
2.1.2.2. Operaciones o Actividades del Trabajo Topográfico	25
2.1.2.3. Hipótesis en que se basa la topografía plana.	27
2.1.3. Clases de Levantamientos de Topografía Plana	28
2.1.3.1. Levantamientos de Tipo General (lotes y parcelas)	28

2.1.3.2	Levantamiento Longitudinal o de Vías de Comunicación	29
2.1.3.3	Levantamientos de Minas	30
2.1.3.4.	Levantamientos Hidrográficos	31
2.1.3.5	Levantamientos Catastrales y Urbanos	32
2.1.4.	Errores en las Mediciones Topográficas	33
2.1.4.1	Errores Sistemáticos o Acumulativos	35
2.1.4.2	Errores accidentales, aleatorios o compensatorios	35
2.1.5	Clases y Unidades de las Mediciones en Topografía	36
2.1.5.1	Unidades Lineales	37
2.1.5.2.	Unidades de Área	37
2.1.5.3.	Unidades de Volumen	38
2.1.5.4.	Unidades Angulares	38
2.1.6.	Escalas	39
2.1.6.1	Métodos de dar Escala	40
2.1.6.2.	Conversión de Áreas por Fracciones Representativas	42
2.1.7.	Definición de algunos otros términos	42
2.1.7 1	Grado de Precisión	43
2.1.7.2	Comprobaciones de Campo	44
2.1.7.3	Notas de Registro de Campo y Tipos de Libretas	44
2.1.7.4	Libretas de Tránsito	45
2.1.7.5	Libretas de Nivel	46
2.1.7.6	Libretas para toma de Topografía.	46
2.1.7.7	Libretas de Chaflanes	46
2.1.7.8	Libretas electrónicas.	47
2.1.7.9	Superficies de Nivel	47
2.1.7.10	Planos, Líneas y Ángulos Horizontales	47
2.1.7.11	Planos, Líneas y Ángulos Verticales (cenit, elevación, depresión)	48
2.1.7.12	Altura, Cota o Elevación de un Punto	49
2.1.7.13	Curvas de Nivel	49
2.1.7.14	Pendiente de una Línea	49
2.1.7.15	Vértices, Estaciones y Estacas	49
2.1.7.16	Referencias de un punto Topográfico	51
2.1.8.	Dirección de Alineamientos	51
2.1.8.1.	Tipos de Meridianos de Referencia	52
2.1.8.2.	Conceptos de Azimut y Rumbo	53
2.1.8.3.	Tipos de ángulos Horizontales medidos en los vértices de poligonales	55
2.1.9	Posicion relativa de Puntos en el Terreno	56

CAPITULO III
APLICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE TRABAJOS DEL ÁREA
DE TOPOGRAFÍA EN LA MINERA MARCONA -2 010

3.1	ORGANIZACIÓN DE AREA DE TOPOGRAFÍA	58
3.2	TRABAJOS DE TOPOGRAFIA EN LAS MINAS 16 Y 18 DE SHOUGANG HIERRO PERU	61
3.3	DESCRIPCION DE TRABAJOS DE TOPOGRAFIA	63
3.4	TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA EN OPERACIONES	63
3.5	TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA EN PERFORACION Y VOLADURA	63
3.6	TRABAJOS EN OFICINA O GABINETE	64
3.7	ERRORES EN LA DETERMINACION DE VOLUMEN POR TOPOGRAFIA	64
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo monográfico se realiza una breve descripción conceptual de aplicaciones del programa de trabajo de topografía y geodesia en la minería superficial que se efectúa en el territorio que corresponde al consorcio Marcona, el cual es administrado por la empresa China Shougang Hierro Perú S.A.A. Esta empresa dedicada a la explotación, concentración y comercialización de concentrado de hierro, que es la base fundamental para la fabricación del acero.

Requiere al inicio un análisis y estudio de la superficie correspondiente para proseguir posteriormente con la exploración.

Para poder tener un mayor alcance y conocimiento integral de las áreas de la mina, así como las políticas y procedimientos, las funciones de los trabajadores e investigadores de la empresa minera, se han visto necesario mencionar los diferentes trabajos topográfico-geodésico que la empresa minera Marcona viene demostrando con organización y estrategias de trabajos que se realiza en el área superficial que le corresponde a la empresa, pero es necesario generar aportes de los hechos mencionados para mejorar los conocimientos de los trabajadores, al mismo tiempo el desarrollo profesional en el campo de experiencia.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN

El Distrito Minero de Marcona, está localizado a unos 420 Km. al Sur de Lima, en el Departamento de Ica, Provincia de Nazca, Distrito de San Juan de Marcona a 800 m.s.n.m. Unido al Puerto de San Juan por una moderna carretera de 27 Km. y a 13 Km. en línea recta del Puerto de San Nicolás.

1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN

El distrito de San Juan de Marcona posee un clima húmedo y caluroso, sin gran variación durante sus estaciones del año, con temperaturas de entre 10° a 25°C en invierno y de 15° a 30° C en verano, también posee una neblina prevaleciente que producen hasta un 100% de humedad y vientos persistentes durante la época de invierno y otoño, alcanzando velocidades máximas de hasta 60 Km. por hora, que provienen del Sureste.

El puerto de San Juan de Marcona no posee recurso hídrico por ello la actual fuente de agua dulce para consumo de la población y uso industrial es subterráneo y está localizada en la quebrada de

Jahuay, cuyos pozos de producción distan 30 Km. Del puerto de San Juan.

Debido a que el puerto de San Juan de Marcona es una zona desértica y no presenta precipitaciones de lluvias además de tener un clima seco, la mayor parte del año no cuenta con flora variada.

A excepción en la parte alta de la meseta donde se observa presencia de musgos, líquenes y aerofitas, llamadas “vegetación de Lomas”.

1.3 MORFOLOGÍA

Nuestro yacimiento pertenece a la Cordillera de la Costa formada por un gran batolito de granodiorita de la edad Cretácico superior que instruyó principalmente a metamórficos precámbricos, meta-sedimentos marinos paleozoicos del período Carbonífero inferior, meta-sedimentos terrestres y meta-volcánicos mesozoicos de edad Jurásica, todas las cuales están muy metamorizadas, además encontramos tufos con sedimentos del Cretácico inferiores y superior, sedimentos terciarios poco inclinados y no muy consolidados.

En nuestro yacimiento también existen numerosas rocas intrusivas como diques que son unas intrusiones de roca ígnea de forma tabular que atraviesa las formaciones geológicas más antiguas, los diques no solamente cortan las formaciones sedimentarias, sino que lo hacen también en masas plutónicas o volcánicas.

Los diques se formaron por relleno de fracturas cuyas paredes han podido ser separadas por la presión del magma ascendente o

simplemente el magma ha podido fluir libremente por la fractura ya abierta.

Marcona posee una secuencia de formaciones que van desde el Pre-Cámbrico hasta el Cuaternario, las cuales no forman una continuidad geológica, sino que existen ausencias o hiatos que han determinado disconformidades y discordancias entre ellas.

Se han encontrado seis formaciones geológicas dentro del distrito minero de Marcona y según su antigüedad estas son:

1.3.1 Formación complejo Lomas

Es la formación más antigua, y está compuesta por rocas metamorizadas en diversas etapas, como gneiss rosado, esquistos micáceos y meta arkosas.

En esta formación no se ha encontrado señales de mineralización, por lo que no tiene ninguna importancia económica.

1.3.2 Formación Marcona

En esta formación se encuentran los principales cuerpos mineralizados con mayor contenido de hierro, su potencia se estima en 1600 m. la unidad basal está conformada por Hornfels Filítico Cuarzoso y en el sector de la mina por Hornfels, Colomítica, Filitas negras y Hornfels Silisificado.

Esta es la formación de mayor importancia económica.

1.3.3 Formación Cerritos

Esta formación se encuentra sobre la superficie erosionada de la formación Marcona en forma discordante, su potencia es de hasta 6000 m. sin embargo en la zona mineralizada (mancha N-13) su potencia llega hasta 1100 m. Y está formada por capas intercaladas de flujos ácidos y básicos, tufos, sedimentos tifáceos y areniscas impuras.

En esta formación se encuentra la mayor cantidad de cuerpos de mineral descubierto (73 anomalías), pero con contenido de hierro menor 50% Fe a la de la formación Marcona. Esta es una zona potencialmente económica.

1.3.4 Formación Copara, Pisco, Aluvial

Estas formaciones geológicas no tienen estudios mayores por carecer de interés económico.

1.4 RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES

1.4.1 Recursos No renovables

Adicionalmente a las reservas de mineral de hierro reconocidas, explotadas y evaluadas en el distrito minero de Marcona, desde el año 1952 hasta el 2011, con 713,493 metros perforados en 12,120 taladros en los cuales 11,404 fueron a percusión (649,697 metros), y 716 taladros diamantinos (63,796 metros), esto nos permite conocer la existencia de un importante potencial minero de la zona.

La presencia de otros minerales metálicos y no metálicos, los cuales requieren de mayores estudios a los ya efectuados, con la finalidad de evaluar y recuperar dichos recursos para diversificar la producción, siendo los principales los siguientes:

- **Metálicos**

- **Cobre:** El cobre se encuentra presente como mineral accesorio en nuestros depósitos de hierro, presentando contenido de interés en las minas 1, 3, 11 y 16 y en las anomalías A-16, A-10 y A-13. 0.12 – 0.03% Cu.
- **Plomo y Zinc:** Su presencia se conoció desde los indicios de la explotación por la Marcona Mining Company. Concluyéndose que el contenido de Plomo y Zinc se encuentran en la mina 14 y otros depósitos localizados en el sector noreste de la formación Marcona (mina 16, mancha F-6 y anomalía A-36), presentándose principalmente como esfalerita y blenda. 0.207%Pb y 0.531% Zinc.
- **Cobalto y Níquel:** La presencia de Cobalto y Níquel en nuestros yacimientos de hierro, determinó en la ejecución de un estudio de factibilidad (1983-1985), de los contenidos metálicos de los actuales depósitos de relaves que se encuentran en las hematitas actinolitas, sulfuros de pirita y chalcopirita. 0.081%Co y 0.032%Ni.

- **No metálicos**

El potencial de recursos no metálicos como calizas, dolomitas, gneis rosados, cuarcitas, bentonitas, Arenas y gravas es abundante y poco explorado, además de ofrecer excelentes perspectivas para un mercado de permanente expansión.

1.4.2 Recursos Renovables

Se encuentran en la jurisdicción el puerto de San Juan de Marcona, que cuenta con escasos recursos renovables, como es el aprovechamiento de la energía eólica.

Esta consiste en la impulsión de las aletas de un generador por la fuerza del viento, para su aprovechamiento en forma de energía eléctrica. Debido a que los vientos en esta zona han disminuido considerablemente en los últimos años, este proyecto ha sido desechado por el gobierno y para luego ser puesto en privatización.

1.5 ENERGÍA ELÉCTRICA FUENTE Y CONSUMO EN KW/H.

El consumo de energía eléctrica en Shougang Hierro Perú se encuentra focalizada principalmente en las áreas de operaciones, faja transportadora, talleres y plantas de chancado.

Y además de presentar también consumo en un rango menor en alumbrado en general y oficinas administrativas.

En el área de operaciones el consumo de energía eléctrica se centra en los equipos de perforación y carguío, debido a que estos equipos son electro mecánicos.

En el siguiente cuadro observaremos el consumo de energía en KW-h por equipo y por modelo.

CUADRO 1
CONSUMO POR EQUIPOS Y MODELOS

Consumo por Equipos y Modelos			
	Flota	Disponibles	KW-h
Perforación	B 39HR	1	215,618
	B.E. 45R	0	8,924
	B.E. 50R	3	93,472
	B.E. 61R	3	212,638
	G.D 100	2	220,373
	Perforación	9	751,025
Carguío	P&H 1600	0	215,618
	P&H 1900	1	8,924
	P&H 2100	6	507,072
	WK 12	2	220,373
	Palas	9	951,987
Chancado	Planta 1	1	175,380
	Planta 2	1	242,621
	Dry Cobbing	1	202,859
	Chancado	2	620,860
Convellor	Faja transportadora	1	1,499,929
Total			3,823,801

Fuente: shougang Hierro Peru SAA. 2007

En la actualidad contamos con nueve palas eléctricas en operación e igual perforadoras operativas, además de dos plantas de chancado y una línea de faja transportadora del cual estimaremos el consumo por mes y por toneladas producidas.

**Capacidad de la planta de chancado y de la faja
Capacidad de las palas eléctricas**

Consumo por equipos y modelos			
Flota		Disponibles	Capacidad
Carguío Tm/h	P& H 1600	1	700
	P& H 19001	1	1100
	P& H 21006	6	1200
	WK 12-21002	2	1200
	CARGADOR WA 1200	1	1300
Chancado Tm/h	Planta 1	1	1150
	Planta 2	1	2500
	Dry Cobbing		2500
Convellor Tm/h	Faja transportadora	1	2000

Fuente: Shoungang Hierro Perú S.A.A. 2010

CUADRO 2

ESTIMADO DE CONSUMO POR MES

ESTIMADO DE CONSUMO POR MES	
EQUIPOS	KW-h
Palas	951,987
Perforadoras	751,025
Plantas de chancado	620,860
Faja transportadora	1,499,929
Talleres oficina alumbrado	189,741
Servicios Auxiliares	135,397
Perdidas	209,815
TOTAL	4,358,754

Fuente: shougang Hierro Peru SAA. 2007

CUADRO 3
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERAL MINA VS.
TONELADAS PRODUCIDAS

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERAL MINA VS. TONELADAS PRODUCIDAS			
RELACIÓN	KW-H	TMS	KWH/TMS
Consumo de Energía Mina vs. Tls. Transportadas a S.	4,358,754	1,074,523	4.0565
Consumo de Energía Mina vs. Tls. Molidas Mina		1,985,368	2.1954

Fuente: shougang Hierro Peru SAA. 2005

La energía consumida por la compañía minera es proporcionada en gran parte por el sistema interconectado nacional y el déficit por su propia central térmica.

1.6 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL Y LA MANO DE OBRA

La Empresa Consorcio Marcona requiere de una mano de obra altamente calificada por ello la actual organización se encuentra dividida en tres estamentos:

- Personal Administrativo (Funcionario).
- Personal Empleado.
- Personal Obrero.

Esta división ha existido desde sus inicios y es mantenida por la actual administración.

- A. El personal administrativo tiene como objetivo implementar las políticas de la empresa y dirigir y administrar las actividades de la misma. Este personal está conformado generalmente por egresados de las universidades y profesionales técnicos.

- B. El personal empleado es el que está directamente ligado a la supervisión y los trabajos técnicos de las oficinas.
- C. El personal obrero es la mayor fuerza laboral con la que cuenta la empresa, es este el que realiza las operaciones de la mina.

Al frente de toda la mina se encuentra el Gerente del Proyecto, este es asistido por el ingeniero jefe de operaciones, ingeniero de planeamiento y los ingenieros de campo Jefes de Guardia a su vez estos son apoyados por los supervisores de campo.

- Superintendencia de Operaciones.
- Superintendencia de Mantenimiento Mecánico.

En el área de mina el personal labora en dos guardias al día de doce horas cada una durante catorce días con un descanso de siete días es decir están en sistema de 14 por siete y el personal requerido es de:

Personal Obreros	200
Personal Empleados	30
Personal Funcionarios	5

Además del área de mina y mantenimiento también hay personal laborando en las oficinas del Campamento en San Juan de Marcona y la ciudad de Lima, este personal es administrativo en general.

Personal total de área de San Juan y Lima 02

1.7 HISTORIA

La presencia de fierro cerca de Marcona fue probablemente conocida desde hace siglos. La alfarería de la civilización Nazca (1500-1700 A.C.) es distinta y única dentro de los artefactos Peruanos debido a su color rojo de pigmentos de ocre, los cuales provienen probablemente del Distrito de Marcona.

1906 -El Ingeniero Federico Fuchs notó desviaciones en su compás mientras examinaba un prospecto de cobre cercano.

1914 -Federico Fuchs retornó con Roberto Letts para mayor investigación y junto con un natural del lugar don Justo Pastor, quien les describió sobre unas “duras piedras negras” sobre la pampa de Marcona y les guió a los depósitos presumiblemente cerca de las Minas.

1915 -Anuncio del descubrimiento y Fuchs eventualmente publicó una descripción de las ocurrencias en un boletín de la Sociedad de Ingenieros del Perú.

1924 -El Gobierno Peruano creó la “Comisión-Siderúrgica Nacional”, para estudiar los recursos del carbón y del hierro del Perú y según sus recomendaciones el Distrito de Marcona fue declarado una Reserva Nacional.

1940 -El Gobierno Peruano Manuel Prado contrató los servicios de H.A. Brassert Company of New York, para continuar a exploración y presentar un programa de desarrollo del área. Las investigaciones fueron dirigidas por Lucien Eaton y se concentraron en Mancha A (presente Mina 5), incluyendo 2,000 mts. De perforación diamantina.

1942 - Construcción de una carretera al Puerto de San Juan.

1943 - La Corporación Peruana Del Santa fue creada por el Gobierno, con el propósito de establecer una industria nacional del acero con hornos y molinos en Chimbote. Como parte de su capital se les otorgó la Concesión de Marcona.

1945 - El Denuncio CPS-1 es otorgado a la Corporación Peruana del Santa por Resolución Suprema No. 449, del 16 de Julio de 1945.

1951 - El Geólogo Consultor de la Corporación del Santa, Jaime Fernández Concha, dirigió el primer levantamiento geológico regional a escala 1:50,000 y detalles de áreas locales a escala 1:20,000, reconociendo el potencial del Distrito como uno de los mayores recursos de minerales de hierro en Sud América.

1952 - Al mismo tiempo fue completado un levantamiento aéreo magnético juntamente con aerofotografías a escala 1:32,000. Los trabajos se concentraron principalmente sobre los depósitos E-Grid (Mina 1, 2, 3 y 4).

1953 - La Marcona Mining Company, se organizó y preparó el área E-Grid para minería, desarrollo del Puerto de San Juan y facilidades del embarque, y construyó la planta de chancado, campamento y carreteras. La Cypress Minas Corp. se asoció a la Utah en este esfuerzo. El primer embarque de mineral destinado para las "Fairless Works and Tennessee Coal and Iron" fue cargado a principios de Mayo.

1955 - El Dr. J.J. Hayes, fue nombrado Jefe de Geólogos y el esfuerzo geológico gradualmente se incrementó. El personal de

geólogos fue aumentando y el remapeo del Distrito se inició a escala de 1:10,000.

1956 -Se intensificaron los estudios geofísicos bajo la dirección del Sr. S.P. Gay.

1961 -El mapeo geológico regional de un área de 10 x 15 Km. está finalizado. Los estudios se completaron en Junio de 1961 obteniéndose así la información final para el "Geological Map of the Marcona Mining District" a escala 1.10000.

1966 -El año 1966 se firmó el último contrato entre la Corporación Peruana Del Santa y la Compañía.

1975 -El 25 de Julio de 1975, en el gobierno de Juan Velasco se constituyó la Empresa Minera del Hierro del Perú S.A. "Hierro Perú", por mandato del Decreto Ley No. 21228, que nacionalizó el Complejo Minero-Metalúrgico de Marcona y ordenó la expropiación de los bienes en el Perú de la Sucursal de Marcona Mining Company.

1993 -Inicia sus actividades en el Perú la Empresa China "Shougang Hierro Perú S.A.A." como resultado del proceso de Privatización.

1996 -Se intensifica la exploración profunda de los principales depósitos, mediante perforaciones diamantinas en Minas 4 y 5.

1997 -Se intensifica la exploración cuprífera del sector NE del Distrito Minero de Marcona, mediante la ejecución de trincheras, muestreo superficial y sondajes eléctricos, por Jindi Geológica Exploration.

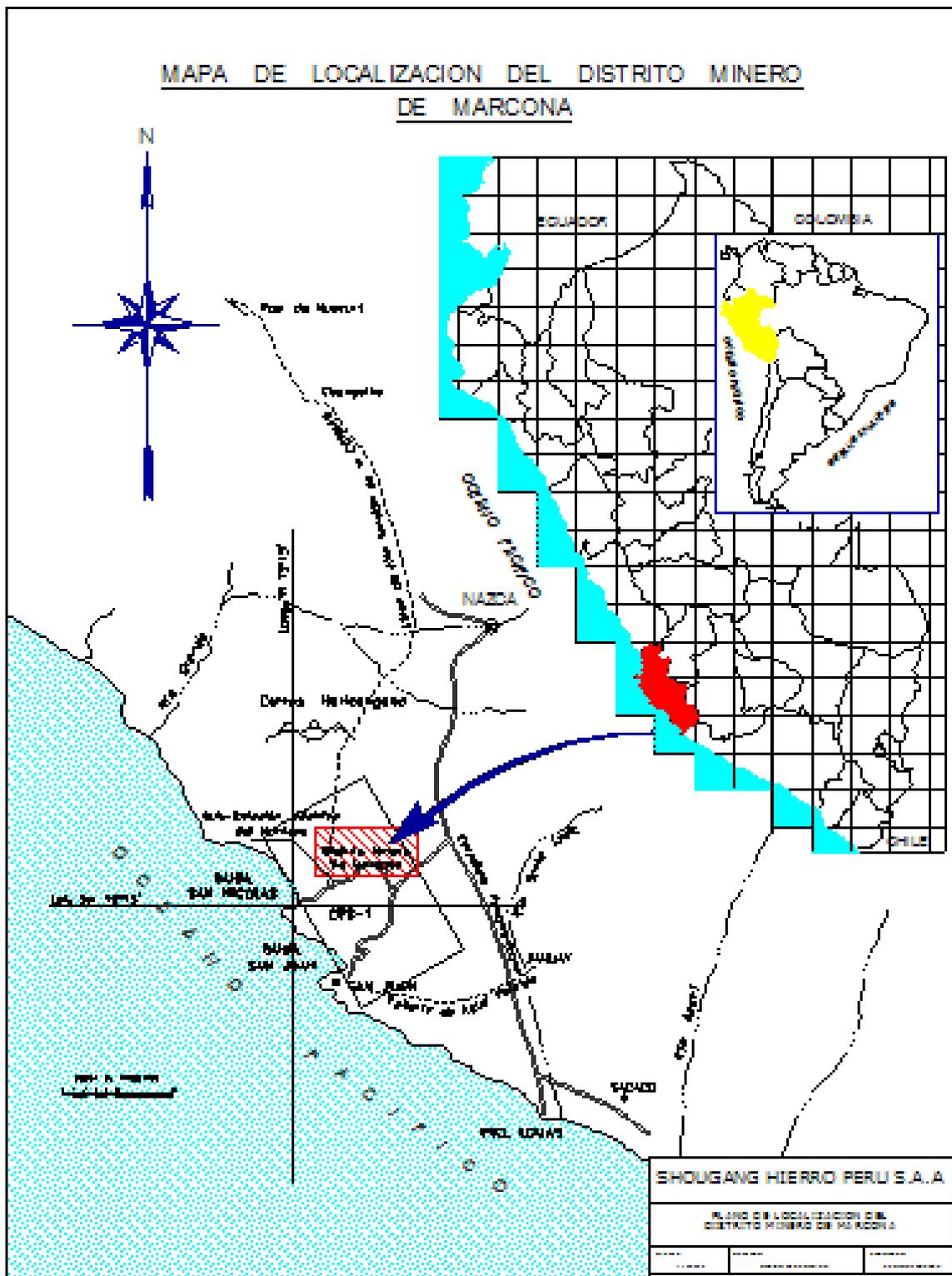
2000 -Se concretó un “Join Venture” (Alianza estratégica para compartir riesgos de negocios) entre Shougang Hierro Perú S.A.A. y Rio Tinto Mining & Exploration, para la exploración del área denominada “Target 1”.

2001 -Se inicia la exploración por cobre en el área “Target 1” mediante perforaciones diamantinas y de circulación reversa, determinándose reservas geológicas del orden de 210 millones de toneladas con una ley de 0.86% Cu.

2003 -Se efectúa una nueva exploración profunda de los principales depósitos, mediante perforaciones diamantinas en Minas 2 y 3, por la Empresa Contratista Remicsa Drilling S.A. (Redrillsa), perforándose un total de 6,424.25 mts.

2004 -Shougang Hierro Perú S.A.A. y Rio Tinto Mining & Exploración, concretaron dos transacciones simultáneas de compra y venta entre Chariot Resources Limited y Hierro Shougang, por la adquisición del “Target 1” de 3,970 Has., 100% de propiedad de Shougang, y a si mismo la asignación de la Opción de acuerdo entre Rio Tinto Mining & Exploration y Shougang Hierro Perú S.A.A. en la participación del 57.5% y 42.5% respectivamente, sobre el depósito de cobre encontrado

ILUSTRACION 2
MAPA DE LOCALIZACION DE CENTRO MINERO DE MARCONA.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DE LA TOPOGRAFÍA

Para alcanzar un léxico mínimo y contar con un lenguaje común de topografía, es necesario partir de las definiciones básicas, algunas clasificaciones y divisiones. Este capítulo tendrá un carácter introductorio y servirá como táctica para romper el hielo antes de entrar en materia. Se pretende dar una visión global al resumen ejecutivo con los fundamentos de esta disciplina de la ingeniería y a la vez aprender algunos elementos conceptuales mínimos que faciliten la comprensión y asimilación de los temas siguientes. La lectura de este capítulo dejará inicialmente algunas inquietudes y dudas, posiblemente alguna falsa interpretación, una mejor comprensión, asociación y asimilación de todos los tópicos presentados y otros...(Barrera P J-2003).

2.1.1. Definiciones, Divisiones y Aplicaciones de la Topografía

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica

los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina) es lo que comúnmente se llama "Levantamiento Topográfico" La topografía como ciencia que se encarga de las mediciones de la superficie de la tierra, se divide en tres ramas principales que son la geodesia, la fotogrametría y la topografía plana...(Barrera P J-2003).

2.1.1.1. La Geodesia

La geodesia trata de las mediciones de grandes extensiones de terreno, como por ejemplo para confeccionar la carta geográfica de un país, para establecer fronteras y límites internos, para la determinación de líneas de navegación en ríos y lagos, etc. Estos levantamientos tienen en cuenta la verdadera forma de la tierra y se requiere de gran precisión. Cuando la zona de que se trate no sea demasiado extensa, se puede obtener la precisión requerida considerando la tierra como una esfera perfecta, pero si dicha superficie es muy grande debe adoptarse la verdadera forma elipsoidal de la superficie terrestre. Los levantamientos de grandes ciudades se hacen bajo el supuesto de que la tierra es perfectamente esférica. Este tipo de levantamiento está catalogado como de alta precisión e incluye el establecimiento de los puntos de control primario o puntos geodésicos, que son puntos debidamente materializados sobre la superficie de la tierra, es decir, con posiciones y elevaciones conocidas, las cuales son de gran importancia y trascendencia por constituir puntos o redes de apoyo y referencia confiables para todos los demás levantamientos de menor precisión. Los puntos fijados geodésicamente

(levantamiento de control), como por ejemplo los vértices de triangulación, constituyen una red a la que puede referirse cualquier otro levantamiento sin temor a error alguno en distancias horizontal o vertical o en dirección, derivado de la diferencia entre la superficie de referencia y la verdadera superficie de la tierra.

2.1.1.2. La Fotogrametría

La fotogrametría es la disciplina que utiliza las fotografías para la obtención de mapas de terrenos. Los levantamientos fotogramétricos comprenden la obtención de datos y mediciones precisas a partir de fotografías del terreno tomadas con cámaras especiales u otros instrumentos sensores, ya sea desde aviones (fotogrametría aérea) o desde puntos elevados del terreno (fotogrametría terrestre) y que tiene aplicación en trabajos topográficos. Se utilizan los principios de la perspectiva para la proyección sobre planos a escala, de los detalles que figuran en las fotografías. Los trabajos fotogramétricos deben apoyarse sobre puntos visibles y localizados por métodos de triangulación topográfica o geodésicos que sirven de control tanto planimétricos como altimétricos. Como una derivación de la fotogrametría, está la fotointerpretación que se emplea para el análisis cualitativo de los terrenos. La fotogrametría aérea se basa en fotografías tomadas desde aviones equipados para el trabajo, en combinación de las técnicas de aerotriangulación analítica para establece posiciones de control para la obtención de proyecciones reales del terreno y para hacer comprobaciones con una menor precisión que la obtenida en las redes primarias de control geodésico. Tiene la ventaja de la rapidez con que se hace el trabajo, la profusión de los detalles y su empleo en lugares de difícil o imposible acceso desde el propio terreno. Esta disciplina se emplea tanto para fines militares, como para los levantamientos topográficos generales, anteproyecto de

carreteras, canales y usos agrícolas catastrales, estudios de tránsito, puertos, urbanismo, etc. La fotogrametría terrestre hace los levantamientos a partir de fotografías tomadas desde estaciones situadas sobre el terreno, constituye un excelente medio auxiliar para los levantamientos topográficos clásicos, especialmente en el trazado de planos a pequeña escala de zonas montañosas y para el levantamiento de accidentes de tránsito. El trabajo consiste en esencia, en tomar fotografía desde dos o más estaciones adecuadas y utilizarlas después para obtener los detalles del terreno fotografiado, tanto en planta como en elevación o perfil. Las operaciones corrientes en un levantamiento fotogramétrico en general son las siguientes:

- 1) Estudios sobre planos disponibles de la región para planificar el trabajo.
- 2) Determinar las líneas de vuelo, en función de la distancia focal de la cámara.
- 3) La escala de la fotografía.
- 4) La superposición o traslapes de las fotografías, tanto longitudinal como transversal.
- 5) El tamaño de los negativos, la altura de vuelo, etc.
- 6) Reconocimiento del terreno a fotografiar.
- 7) Fijación de los puntos de control terrestre básico, tanto planimétricos como altimétricos para lograr la correcta orientación y localización de los puntos sobre la fotografía.
- 8) Toma, desarrollo, clasificación, y numeración de las fotografías.
- 9) Ensamble de mosaicos o disposición secuencial de las fotografías en conjunto de tal manera que representen el área deseada.
- 10) Elaboración de planos obtenidos por el sistema de restitución fotogramétrica y sus aplicaciones para proyectos de

ingeniería. Actualmente se han desarrollado otros tipos de fotogrametría como la espacial o satelital, inercial y los sensores remotos, las cuales tienen aplicaciones específicas en la estrategia militar y control de itinerarios de transporte a largas distancias. Los levantamientos por satélite incluyen la determinación de la posición de sitios en el terreno, utilizando imágenes de satélite para la medición y mapeo de grandes superficies sobre la tierra.

2.1.1.3. La Topografía Plana

El levantamiento topográfico plano tiene la misma finalidad de los levantamientos geodésicos, pero difiere en cuanto a la magnitud y precisión y por consiguiente en los métodos empleados. Esta área se encarga de la medición de terrenos y lotes o parcelas de áreas pequeñas, proyectados sobre un plano horizontal, despreciando los efectos de la curvatura terrestre. La mayor parte de los levantamientos en proyectos de ingeniería son de esta clase, ya que los errores cometidos al no tener en cuenta la curvatura terrestre son despreciables y el grado de precisión obtenido queda dentro de los márgenes permisibles desde el punto de vista práctico.

Las justificaciones para no tener en cuenta la curvatura terrestre se pueden fundamentar en los siguientes datos, los cuales se pueden demostrar mediante la aplicación de principios de geometría y trigonometría esférica: La longitud de un arco de 18 Km sobre la superficie de la tierra es solamente 15 mm mayor que la cuerda subtendida por el mismo y la diferencia entre la suma de los ángulos de un triángulo plano triángulo de 200 Km² (20.000 hectáreas) y la de los ángulos de un triángulo esférico correspondiente, es de un solo segundo de arco. De lo anterior se deduce que únicamente debe tenerse en cuenta la verdadera

forma de la tierra cuando el levantamiento se refiera a grandes superficies y su ejecución exija de alta precisión. Cuando se trate de determinar alturas, aún en los casos que no se requiera gran precisión, no puede despreciarse la curvatura terrestre. Supóngase un plano tangente a la superficie del nivel medio del mar en un punto dado; la distancia vertical entre dicho plano y el nivel medio del mar, a una distancia de 16 km medida a partir del punto de tangencia es de 20 metros y a una distancia de 160 km, la distancia es de dos kilómetros. Sin embargo, los trabajos de nivelación no requieren ningún trabajo adicional para referir las alturas medidas a dicha superficie esferoidal, debido a que la nivelación de los puntos consecutivos normalmente se hace a distancias cortas y cada línea visual va quedando paralela a la superficie media de la tierra.

2.1.2 Fundamentos de la Topografía Plana

Debido a los grandes avances tecnológicos y científicos de las tres ramas de la topografía, cada una de ellas se ha conformado en áreas de conocimiento bien diferenciadas, aunque interrelacionadas y complementarias. Hoy día existe las profesiones de ingeniero topógrafo, ingeniero geodesta e ingeniero fotogrametrista.

El enfoque de estas guías de clase está orientado hacia la topografía plana, ya que la mayor parte de los levantamientos de la topografía, tienen por finalidad el cálculo de la superficie o áreas, volúmenes, distancias, direcciones y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante los planos topográficos correspondientes. Estos planos se utilizan como base para la mayoría de los trabajos y proyectos de ingeniería relacionados con la planificación y construcción de obras civiles. Por ejemplo se requieren levantamientos topográficos, antes,

durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, sistemas de transporte masivo, edificios, puentes, túneles, canales, obras de irrigación, presas, sistemas de drenaje, fraccionamiento o división de terrenos urbanos y rurales (particiones), sistemas de aprovisionamiento de agua potable (acueductos), eliminación de aguas negras (alcantarillados), oleoductos, gasoductos, líneas de transmisión, control de la aerofotografía, determinación de límites de terrenos de propiedad privada y pública (linderos y medianías) y muchas otras actividades relacionadas con geología, arquitectura del paisaje, arqueología, etc.

2.1.2.1 División Básica para el Estudio de la Topografía Plana

Para el estudio de la topografía plana se divide en dos grandes áreas que son la Altimetría y la Planimetría.

Planimetría o Control Horizontal

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí *no* interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina Poligonal Base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual, se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés.

La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

Altimetría o Control Vertical

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

Planimetría y Altimetría Simultáneas

La combinación de las dos áreas de la topografía plana, permite la elaboración o confección de un "plano topográfico" propiamente dicho, donde se muestra tanto la posición en planta como la elevación de cada uno de los diferentes puntos del terreno. La elevación o altitud de los diferentes puntos del terreno se representa mediante las curvas de nivel, que son líneas trazadas a mano alzada en el plano de planta con base en el esquema horizontal y que unen puntos que tienen igual altura. Las curvas de nivel sirven para reproducir en el dibujo la configuración topográfica o relieve del terreno.

2.1.2.2 Operaciones o Actividades del Trabajo Topográfico

Las actividades u operaciones necesarias para llevar a cabo un levantamiento topográfico, prácticamente se dividen en dos tipos de trabajo: trabajo de campo y trabajo de oficina (gabinete).

Trabajo y Operaciones de Campo

Estos consisten en las labores realizadas directamente sobre el terreno tales como:

- Reconocimiento del área de terreno a levantar, llevar la Carta Nacional, para ubicar los puntos geodésicos de la zona.
- Toma de decisiones para la selección del método del levantamiento, los instrumentos y equipos necesarios, la comprobación y corrección de los mismos, la precisión requerida para el levantamiento.
- Determinación de la mejor ubicación de los vértices de una poligonal base o de referencia (ya sea abierta, cerrada o ramificada) que va a conformar el esqueleto o estructura del levantamiento.
- Programación del trabajo y la toma o recolección de datos necesarios, realización de mediciones (distancias, alturas, direcciones) y su correspondiente registro en libretas adecuadas, denominadas "carteras de topografía", ya sea de manera manual o electrónica.
- Colocación y señalamiento de mojones de referencia para delinear, delimitar, marcar linderos, fijar puntos, guiar trabajos de construcción y controlar mediciones.
- Medición de distancias horizontales y/o verticales entre puntos u objetos o detalles del terreno, ya sea en forma directa o indirecta.
- Medición de ángulos horizontales entre alineamientos (líneas en el terreno).
- Determinación de la dirección de un alineamiento con base en una línea tomada como referencia, llamada línea terrestre o meridiana.
- Medición de ángulos verticales entre dos puntos del terreno ubicados sobre el mismo plano vertical.

- Localización o replanteo de puntos u objetos sobre el terreno con base en mediciones angulares y distancias previamente conocidas.

Trabajo y Operaciones de Oficina o Gabinete.

Como complemento a las operaciones de campo y con base en los datos medidos y registrados adecuadamente, en las operaciones de oficina se calcula en términos generales los siguientes parámetros:

- Coordenadas cartesianas de todos los puntos.
- Distancia entre puntos.
- Ángulos entre dos alineamientos.
- Dirección de un alineamiento con base en una línea tomada como referencia.
- Áreas de lotes, parcelas, franjas, áreas de secciones transversales.
- Cubicaciones o determinación de volúmenes de tierras.
- Alturas relativas de puntos.
- Finalmente se debe confeccionar un plano o mapa a escala (representación gráfica o dibujo) de los puntos y objetos y detalles levantados en el campo. Los planos pueden ser representaciones en planta de relieve, de perfiles longitudinales de líneas, de secciones transversales, cortes, relleno, etc.

2.1.2.3 Hipótesis en que se basa la topografía plana.

Como se explicó, la topografía plana opera sobre porciones relativamente pequeñas de la tierra, y utiliza como plano de referencia una superficie plana y horizontal, sin tener en cuenta la verdadera su forma elipsoidal, es decir, se desprecia la curvatura terrestre. En consecuencia los principios básicos de la topografía plana se basan en las siguientes hipótesis:

- La línea que une dos puntos sobre la superficie de la tierra es una línea recta y no una línea curva.
- Las direcciones de la plomada en dos puntos diferentes cualesquiera, son paralelas (en realidad están dirigidas hacia el centro de la tierra).
- La superficie imaginaria de referencia respecto a la cual se toman las alturas es una superficie plana y no curva.
- El ángulo formado por la intersección de dos líneas sobre la superficie terrestre es un ángulo plano y no esférico.

2.1.3. Clases de Levantamientos de Topografía Plana

De acuerdo con la finalidad de los trabajos topográficos existen varios tipos de levantamientos, que aunque aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y requerimientos propios. Entre los levantamientos más corrientemente utilizados están los siguientes:

2.1.3.1. Levantamientos de Tipo General (lotes y parcelas)

Estos levantamientos tiene por objeto marcar o localizar linderos, medianías o límites de propiedades, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras y construcciones. Las principales operaciones son:

- Definición de itinerario y medición de poligonales por los linderos existentes para hallar su longitud y orientación o dirección.
- Replanteo de linderos desaparecidos partiendo de datos anteriores sobre longitud y orientación valiéndose de toda la información posible y disponible.

- División de fincas en parcelas de forma y características determinadas, operación que se conoce con el nombre de particiones.
- Amojonamiento de linderos para garantizar su posición y permanencia.
- Referencia de mojones, ligados posicionalmente a señales permanentes en el terreno.
- Cálculo de áreas, distancias y direcciones, que es en esencia los resultados de los trabajos de agrimensura.
- Representación gráfica del levantamiento mediante la confección o dibujo de planos.
- Soporte de las actas de los deslindes practicados.

2.1.3.2 Levantamiento Longitudinal o de Vías de Comunicación

Son los levantamientos que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. Las operaciones son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas).
- Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones de diseño geométrico dadas para el tipo de obra.
- Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas de 5, 10 o 20 metros.
- Nivelación del eje estacado o abscisado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales

- Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- Cálculo de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o de movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de subrasante de la vía.

Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagües, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.

- Localización y señalamiento de los derechos de vía ó zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

2.1.3.3 Levantamientos de Minas

Estos levantamientos tienen por objeto fijar y controlar la posición de los trabajos subterráneos requeridos para la explotación de minas de materiales minerales y relacionarlos con las obras superficiales. Las operaciones corresponden a las siguientes:

- Determinación en la superficie del terreno de los límites legales de la concesión y amojonamiento de los mismos.
- Levantamiento topográfico completo del terreno ocupado por la concesión y confeccionamiento del plano o dibujo topográfico correspondiente.
- Localización en la superficie de los pozos, excavaciones, perforaciones para las exploraciones, las vías férreas, las plantas de trituración de agregados y minerales y demás detalles característicos de estas explotaciones.
- Levantamiento subterráneo necesario para la localización de todas las galerías o túneles de la misma.

- Dibujo de los planos de las partes componentes de la explotación, donde figuren las galerías, tanto en sección longitudinal como transversal.
- Dibujo del plano geológico, donde se indiquen las formaciones rocosas y accidentes geológicos.
- Cubicación de tierras y minerales extraídos de la excavación en la mina.

2.1.3.4. Levantamientos Hidrográficos

Estos levantamientos se refieren a los trabajos necesarios para la obtención de los planos de masas de aguas, líneas de litorales o costeras, relieve del fondo de lagos y ríos, ya sea para fines de navegación, para embalses, toma y conducción de aguas, cuantificación de recursos hídricos, etc. Las operaciones generales son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de las orillas que limitan las masas o corrientes de agua.
- Batimetría mediante sondas ecográficas para determinar la profundidad del agua y la naturaleza del fondo.
- Localización en planta de los puntos de sondeos batimétricos mediante observaciones de ángulos y distancias.
- Dibujo del plano correspondiente, en el que figuren las orillas, las presas, las profundidades y todos los detalles que se estimen necesarios.
- Observación de las mareas o de los cambios del nivel de las aguas en lagos y ríos.
- Medición de la intensidad de las corrientes o aforos de caudales o gastos (volumen de agua que pasa por un punto determinado de la corriente por unidad de tiempo).

2.1.3.5 Levantamientos Catastrales y Urbanos

Son los levantamientos que se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios para fijar linderos o estudiar las zonas urbanas con el objeto de tener el plano que servirá de base para la planeación, estudios y diseños de ensanches, ampliaciones, reformas y proyecto de vías urbanas y de los servicios públicos, (redes de acueducto, alcantarillado, teléfonos, electricidad, etc.).

Un plano de población es un levantamiento donde se hacen las mediciones de las manzanas, redes viales, identificando claramente las áreas públicas(vías, parques, zonas de reserva, etc.) de las áreas privadas (edificaciones y solares), tomando la mayor cantidad de detalles tanto de la configuración horizontal como vertical del terreno. Estos planos son de gran utilidad especialmente para proyectos y mejoras y reformas en las grandes ciudades. Este trabajo debe ser hecho con extrema precisión y se basa en puntos de posición conocida, fijados previamente mediante procedimientos geodésicos y que se toman como señales permanentes de referencia. Igualmente se debe complementar la red de puntos de referencia, materializando nuevos puntos de posición conocida, tanto en planta, en función de sus coordenadas; como, en elevación, altitud o cota.

Los levantamientos catastrales comprenden los trabajos necesarios para levantar planos de propiedades y definir los linderos y áreas de las fincas campestres, cultivos, edificaciones, así como toda clase de predios con espacios cubiertos y libres, con fines principalmente fiscales, especialmente para la determinación de avalúos y para el cobro de impuesto predial.

Las operaciones que integran este trabajo son las siguientes:

- Establecimiento de una red de puntos de apoyo, tanto en planimetría como en altimetría.
- Relleno de esta red con tantos puntos como sea necesario, para poder confeccionar un plano bien detallado.
- Referenciación de cierto número de puntos especiales, tales como esquinas de calles, con marcas adecuadas referido a un sistema único de coordenadas rectangulares.
- Confección de un plano de la población bien detallado con la localización y dimensiones de cada casa.
- Preparación de un plano o mapa mural.
- Dibujo de uno o varios planos donde se pueda apreciar la red de distribución de los diferentes servicios que van por el subsuelo (tuberías, alcantarillados, cables telefónicos, etc.).

2.1.4. Errores en las Mediciones Topográficas

Todas las operaciones en topografía están sujetas a las imperfecciones propias de los aparatos, dispositivos o elementos, a la capacidad propia de los operadores de los mismos y a las condiciones atmosféricas; por lo tanto ninguna medida en topografía es exacta en el sentido de la palabra. No hay que confundir los errores con las equivocaciones. Mientras que los errores siempre están presentes en toda medición debido a las limitaciones aludidas, las equivocaciones son faltas graves ocasionadas por descuido, distracción, cansancio o falta de conocimientos. El equivocarse es de humanos, pero en topografía se debe minimizar o eliminar, ya que esto implica la repetición de los trabajos de campo, lo cual incrementa el tiempo y los costos, afectando la eficiencia y la economía.

Es necesario conocer los tipos y la magnitud de los errores posibles y la manera como se propagan para buscar reducirlos a un nivel razonable que no tenga incidencias nefastas desde el

punto de vista práctico. Los errores deben quedar por debajo de los errores permisibles, aceptables o tolerables para poder garantizar los resultados los cuales deben cumplir un cierto grado de precisión especificado. El error es la discrepancia entre la medición obtenida en campo y el valor real de la magnitud. Las causas de los errores pueden ser de tres tipos:

Instrumentales: debido a la imperfección en la construcción de los aparatos o elementos de medida, tales como la aproximación de las divisiones de círculos horizontales o verticales, arrastre de graduaciones de un tránsito o teodolito, etc.

Personales: debido a limitaciones de los observadores u operadores, tales como deficiencia visual, mala apreciación de fracciones o interpolación de medidas, etc.

Naturales: debido a las condiciones ambientales imperantes durante las mediciones tales como el fenómeno de refracción atmosférica, el viento, la temperatura, la gravedad, la declinación magnética, etc.

Cuando se hacen cálculos a partir de mediciones hechas en el campo, las cuales ya tienen errores, se presenta la propagación de esos errores, que se pueden magnificar y conducir a resultados desagradables o no esperados. Para el estudio de los errores se dividen en dos tipos: sistemáticos y accidentales.

Con el fin de alcanzar un léxico mínimo y contar con un lenguaje común en topografía, es necesario partir de las definiciones básicas, algunas clasificaciones y divisiones. Este capítulo tendrá un carácter introductorio y servirá como táctica para romper el hielo antes de entrar en materia. Se pretende dar una

visión global de la asignatura para familiarizar al estudiante con los fundamentos de esta disciplina de la ingeniería y a la vez aprender algunos elementos conceptuales mínimos que le faciliten la comprensión y asimilación de los temas siguientes.

La lectura de este capítulo dejará inicialmente algunas inquietudes y dudas, posiblemente alguna falsa interpretación, pero se espera que una vez finalizado el curso y al volver a leer este capítulo, se tendrá una mejor comprensión, asociación y asimilación de todos los tópicos presentados.

2.1.4.1 Errores Sistemáticos o Acumulativos

Son los que para condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y por lo tanto son acumulativos, tales como la medición de ángulos con teodolitos mal graduados, cuando hay arrastre de graduaciones. En la medición de distancias y desniveles con cinta mal graduadas, cintas inclinadas, errores en la alineación, errores por temperatura tensión en las mediciones con cinta, etc. Los errores sistemáticos se pueden corregir si se conoce la causa y la manera de cuantificarlo mediante la aplicación de leyes físicas.

2.1.4.2 Errores accidentales, aleatorios o compensatorios

Son los que se cometen indiferentemente en un sentido o en otro, están fuera del control del observador, es decir que las mediciones pueden resultar mayores o menores a las reales. Existe igual probabilidad que los errores sean por exceso o por defecto (positivos o negativos). Tales errores se pueden presentar en los siguientes casos: apreciación de fracciones en lecturas angulares en graduaciones de nonios o vernieres, visuales descentradas de la señal por oscilaciones del cordel de la plomada, interpolación en medición de distancias, colocación de marcas en el terreno, etc.

Muchos de estos errores se eliminan porque pueden compensarse y/o, se reducen con un mayor cuidado en las medidas aumentando el número de repeticiones de la misma medida. Los errores aleatorios quedan aún, después de hacer la corrección de los errores sistemáticos.

2.1.5 Clases y Unidades de las Mediciones en Topografía

Las distancias horizontales o inclinadas se miden de manera directa con cintas de acero, o de manera indirecta con medidores electrónicos de distancias o EDM, (Electronic Distance Meter), estación total. Debido al uso generalizado de éstos últimos equipos, en virtud de su precisión y rapidez, las cintas se usan cada vez menos y solo para distancias muy cortas. También hay métodos indirectos y rápidos para la medición de estas distancias, conocidos como taquimétricos o estadimétricos.

Para la medición de elevaciones se utilizan los niveles de topografía, que permiten determinar las diferencias de altura entre puntos consecutivos. La diferencia de alturas entre dos puntos del terreno también se puede obtener mediante la medición de la distancia inclinada y la pendiente entre ellos, y la aplicación de elementales principios de la trigonometría.

La medición de ángulos horizontales y verticales se realiza con tránsitos o teodolitos, que posibilitan la lectura de ángulos con alta precisión y fracciones muy pequeñas de grado.

Los levantamientos topográficos incluyen la medición o determinación de longitudes, elevaciones, áreas, volúmenes y ángulos, los cuales requieren la utilización de un sistema de unidades conocidas.

2.1.5.1 Unidades Lineales

Las unidades lineales se utilizan para la medición de longitudes y elevaciones (distancias horizontales o inclinadas y distancias verticales) utilizan el sistema métrico, conocido como el sistema internacional de unidades o simplemente SI, el cual se basa en el sistema decimal (múltiplos de 10) y la unidad base es el metro.

El metro se definió originalmente como la diez millonésima parte de la distancia meridional desde el Ecuador hasta el polo norte o hasta el polo sur, lo cual es una medida poco práctica para los usuarios. Posteriormente se utilizaron barras de acero con marcas que definían la longitud equivalente a un metro. El metro patrón o estándar más reciente, es la distancia entre dos marcas en una barra de 90% de platino y 10% de iridio, el cual es más estable que la barra de acero, pero aún así, todavía esta barra está sujeta a cambios o variaciones de longitud a través del tiempo. En 1.960 cuando se descubrió que la longitud de onda espectroscópica de ciertos elementos gaseosos era excepcionalmente estable, el metro se redefinió como la longitud equivalente a 1'650.763,73 longitudes de onda de la porción rojo - naranja del espectro producido por la luz del Criptón 86, (un gas atmosférico raro.) En 1.983 la Confederación General de Pesos y Medidas definió el metro como la longitud de un haz de luz que viaja en el vacío, en un tiempo de 1/299.792.458 segundos.

2.1.5.2. Unidades de Área

Las unidades de área se usan para medir superficies y se expresan en metros cuadrados (m^2). Sin embargo, en nuestro medio, en las medidas de agrimensura para las áreas de lotes y parcelas, normalmente se emplea la hectárea (ha) y la fanegada

(fan). Para grandes extensiones se usa el kilómetro cuadrado (Km^2).

La hectárea es equivalente a un cuadrado de 100 metros de lado o 10.000 m^2 . Como un kilómetro cuadrado equivale a un cuadrado de 1000 metros de lado, se deduce que un kilómetro cuadrado equivale a 100 hectáreas.

2.1.5.3. Unidades de Volumen

La unidad de volumen es el metro cúbico (m^3). Los volúmenes se utilizan para la cuantificación de los movimientos de tierra en las explanaciones que se requieren hacer para la construcción de proyectos u obras de ingeniería. Igualmente la producción de los equipos que ejecutan los movimientos de tierra o transportan el material excavado se expresa normalmente en m^3/hora , aunque en los manuales de rendimientos de los equipos americanos de movimientos de tierras, los volúmenes vienen en yardas cúbicas, se puede hacer fácilmente la equivalencia, mediante el factor de conversión respectivo (1 yarda cúbica = 0.7646 m^3). Para los aforos de caudales en pequeñas corrientes se suele emplear como unidad de volumen, el litro o decímetro cúbico. Un metro cúbico es equivalente a mil litros.

2.1.5.4. Unidades Angulares

Las unidades para las mediciones angulares, tanto horizontales como verticales se basan en los sistemas sexagesimales o centesimales. Las medidas angulares en el sistema sexagesimal corresponden a las divisiones de un círculo de 360 grados y un cuarto de círculo o cuadrante equivale a 90 grados. Estas unidades se llaman grados sexagesimales. A su vez cada grado se divide en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos, es decir, que un grado tiene 3600 segundos, por ejemplo un ángulo

de $65^{\circ} 45' 36''$. El sistema sexagesimal utiliza las mismas unidades que se emplean para expresar el tiempo en función de horas, minutos y segundos.

El sistema centesimal es una aplicación del sistema decimal. Aquí el círculo se ha dividido en 400 unidades, de tal manera que un cuarto de círculo o cuadrante equivale a 100 unidades, estas unidades se llaman grados, gones o simplemente grados centesimales, los cuales a su vez se subdividen centesimalmente. Por ejemplo: 45.2356 grado gones. Un grado gon es exactamente 0.9 grados sexagesimales, por lo que el factor de conversión es de 0.9° Sexagesimal/ $^{\circ}$ Centesimal.

2.1.6. Escalas

Para dibujar los resultados de cualquier levantamiento topográfico en un plano, es necesario utilizar el concepto de escala, la cual representa la relación entre el número de unidades de longitud en el plano y el número de unidades de longitud en el terreno. Para expresar el valor de la escala de un plano o dibujo se puede hacer en palabras, en forma gráfica o por fracciones representativas. La escala puede ser de ampliación o de reducción. En topografía normalmente se utilizan escalas de reducción, debido a que las dimensiones medidas en los levantamientos son mucho mayores que el tamaño del papel donde se va a dibujar el objeto medido, pero tienen el inconveniente que no se pueden representar los detalles. En mediciones de objetos diminutos, si se emplean escala de ampliación o de aumento, son bien detallados pero no se pueden representar muchos objetos en el mismo plano. Las escalas grandes son utilizadas por arquitectos para representación de detalles como puertas, ventanas y detalles constructivos especiales.

2.1.6.1 Métodos de dar Escala

En palabras

La escala en palabras, se expresa relacionando el número de unidades en el plano o dibujo (generalmente una unidad) respecto al número de unidades que representa en el terreno. Por ejemplo: un centímetro en el plano equivale a 10 kilómetros en el terreno, la cual indica que es una escala pequeña, debido a la reducción significativa en las dimensiones. Otra escala puede ser por ejemplo que 1 cm en el plano equivale a medio metro en el terreno, la cual representa una escala grande.

En escala gráfica

Se representa mediante una línea o barra dibujada en el mismo plano del levantamiento topográfico, con unas divisiones que representan la relación de unidades en el plano a unidades en el terreno. Puede ser abierta o plena. Normalmente la primera división de la escala gráfica tiene unas subdivisiones más pequeñas o secundarias y el resto de divisiones se llaman divisiones primarias. Todo plano debe llevar una escala gráfica, ya que si se hace una reducción o ampliación del dibujo, la escala gráfica lo hará proporcionalmente, facilitando la medición a escala entre dos puntos cualesquiera en el plano reducido o ampliado. También en caso de deterioro del plano (humedad, color, etc.)

Por una fracción representativa

Es el método corrientemente utilizado para indicar la escala en forma numérica. La fracción tiene por numerador, el número de unidades en el plano, que por lo general siempre es uno (1) y por denominador el número de unidades equivalentes en el terreno. Ejemplo: La escala $1/100$ ó $1:100$. Esta escala significa que un (1) centímetro el plano representa 100 centímetros en el

terreno, ó que una (1) pulgada en el plano equivale a 100 pulgadas en el terreno. Como se deduce la escala expresada mediante fracción representativa es adimensional o lo que es lo mismo, las unidades del numerador y del denominador deben ser iguales.

Las escalas expresadas anteriormente en palabras, al convertirlas en fracciones representativas quedarían de la siguiente forma:

1 cm en el plano ° 10 Km en el terreno: 1 cm en el plano ° 1000000 cm en el terreno, es decir la escala numérica sería 1: 1'000.000.

1 cm en el plano ° 0.5 metros en el terreno: 1 cm plano ° 50 cm en el terreno, es decir la escala numérica es: 1:50

Si la fracción de escala o escala numérica se expresa de la forma 1:E, al valor de E se le conoce como el factor de escala.

Fracción de Escala = 1 / Factor de Escala = Número de Unidades en el plano (1) / Número de unidades en el terreno

En términos generales la magnitud de las escalas para los trabajos de topografía puede ser del siguiente orden de magnitud:

- Escalas pequeñas: Mayores de 1:10.000
- Escalas intermedias entre 1:10.000 y 1:1.000
- Escalas grandes, menores de 1:1.000

Para el dibujo de planos de levantamiento de planos catastrales, se suelen emplear escalas de 1:10.000, para ciudades escalas de 1:50.000, para departamentos de 1:500.000 y escalas geográficas mayores de 1:500.000. En realidad la

escala depende del tamaño del terreno a representar y del tamaño de la hoja de papel en la cual se va a dibujar el plano.

2.1.6.2. Conversión de Áreas por Fracciones Representativas

Cuando se mide el área de un lote en un plano, directamente en un plano, ya sea dividiéndolo en figuras geométricas conocidas (triángulos, rectángulos, trapecios, etc.) o utilizando un planímetro ya sea mecánico o electrónico, se obtiene el área en el plano en cm^2 o en mm^2 . Para obtener el área real en el terreno es necesario tener en cuenta el factor de escala E, que se tuvo en cuenta para la confección del dibujo respectivo. Por ejemplo suponga que se midió un rectángulo de 12 cm x 15 cm en el plano, lo que arroja un área de 180 cm^2 , si la escala del plano es de 1:500, o lo que es lo mismo que el factor de Escala es de 500, significa que cada una de las dimensiones en el plano equivale a quinientas veces la distancia medida en el terreno. Por lo tanto:

$$\text{Área en el terreno} = (12 \times 500)(15 \times 500) = 12 \times 15 \times (500)^2 = 45'000.000 \text{ cm}^2 = 4.500 \text{ m}^2$$

De la expresión anterior se deduce que la expresión general para la conversión de áreas por fracciones representativas, utilizando un sistema consistente de unidades es la siguiente:

$$A_t = A_p (F_e)^2$$

Donde:

A_t = Área en el terreno

A_p = Área medida en el plano

F_e = Factor de escala

2.1.7. Definición de algunos otros términos

Con el fin de facilitar la comprensión de los temas anteriores se presentará un pequeño glosario de términos

2.1.7.1 Grado de Precisión

La precisión representa la posibilidad de repetición entre varias medidas de la misma cantidad. La concordancia entre varios valores medidos de una misma cantidad implica precisión, pero no exactitud. La medida de acercamiento de la medición al valor medio se expresa como precisión de la medida y el acercamiento al valor real exactitud. Hay muchos grados de precisión según sea el objeto del trabajo. El grado de precisión que se obtiene en una medición de campo depende de la sensibilidad del equipo, de la destreza del observador y de las condiciones ambientales imperantes.

El grado de precisión lineal para una medición de distancia viene expresado de la forma $1K$, donde K es un número especificado que representa la longitud medida en la cual se comete un error unitario. Por ejemplo, un grado de precisión obtenido en una medición lineal de 1:1.000, significa que cada 1000 metros medidos, se comete un error de un metro, o lo que es lo mismo que por cada metro medido se comete un error de un milímetro. Para garantizar el resultado de las mediciones, el grado de precisión obtenido en el campo, debe compararse con un valor del grado de precisión especificado, el cual está dado para los diferentes tipos de levantamientos topográficos.

En el caso de las mediciones angulares en poligonales cerradas, el grado de precisión se obtiene calculando el error de cierre angular (diferencia entre el valor de los ángulos observados y el valor teórico), y comparándolo con el valor máximo especificado, denominado error de cierre angular máximo permisible.

2.1.7.2 Comprobaciones de Campo

En todos los trabajos topográficos se debe buscar la manera de comprobar las medidas por más de un procedimiento, ya que al emplear el mismo método o la misma persona es muy fácil incurrir en el mismo tipo de error. Igualmente los cálculos elaborados deben tener chequeos aritméticos y comprobaciones con el objeto de determinar los errores o descubrir las equivocaciones para corregirlas o tomar la decisión de repetir las mediciones, luego así se determina el grado de precisión obtenido. No hay resultados que merezcan confianza, mientras no se haya comprobado y no debe considerarse una medida como bien hecha, hasta que no haya sido comprobada. Durante las mediciones se comete errores tanto en distancia como, en ángulo. La magnitud del error se obtiene comparado el valor observado, con el valor esperado o teórico y se conoce con el nombre de error de cierre.

2.1.7.3 Notas de Registro de Campo y Tipos de Libretas

La parte más importante del trabajo de campo es la toma de datos de las mediciones angulares y/o lineales y su registro correspondiente, en unas libretas especiales que se llaman "libretas de campo". Las notas de campo corresponden al registro permanente del levantamiento, se llevan "en limpio" y como tal deben aparecer con toda claridad y pulcritud, deben contener la mayor cantidad de datos con detalles, descriptivos, complementarios posibles, para evitar confusiones, y deben tener una interpretación fácil y única por cualquier persona que entienda el trabajo topográfico, ya que es muy común que los cálculos y dibujos sean realizados por personas diferentes a las que hicieron el trabajo de campo.

Los datos de campo no son solamente numéricos, sino que consisten también en notas aclaratorias u observaciones, croquis o

"modos" del levantamiento y esquemas de alineamientos, se toman con lápiz, aunque después haya que pasarlos a tinta. Se consideran como un archivo permanente del levantamiento.

Otros datos que deben aparecer en la portada son el nombre de la entidad, nombre y misión de los miembros de la brigada de topografía, finalidad del levantamiento, referencia del lugar, fechas de iniciación, terminación y entrega del trabajo. Igualmente se debe registrar el estado del tiempo, los equipos o instrumentos utilizados y las especificaciones generales de los equipos, como marca, modelo, aproximación o sensibilidad, etc.

Las libretas de campo son libretas de diseño especial, de buena calidad, que resisten el uso fuerte y prolongado durante el trabajo de campo. Los diferentes tipos de cartera dependen del tipo de anotaciones o de trabajo topográfico que se vaya a realizar. Cada una de sus páginas tendrá un rayado tanto horizontal como vertical y los encabezamientos pertinentes. Los tipos de libretas de uso corriente en los trabajos de topografía son los siguientes:

2.1.7.4 Libretas de Tránsito

Son las que se utilizan para los levantamientos planimétricos de tipo general. La página del lado izquierdo se haya divididas en varias columnas con un rayado horizontal por filas, donde se registran los datos numéricos de las mediciones y las observaciones correspondientes. Cada columna tiene un encabezado que indica el tipo de medida o anotación. En la página derecha está cuadrículada y con una línea roja vertical por el centro de la página. En esta página se dibujan los croquis, esquemas de alineamientos, esquemas de mediciones angulares, direcciones, referencias de vértices o estaciones y se colocan las notas u observaciones aclaratorias correspondientes.

2.1.7.5 Libretas de Nivel

Se utilizan para el registro de las mediciones o lecturas hechas con los equipos apropiados (niveles topográficos y miras), para la determinación de las alturas de puntos con una posición definida en el terreno. Las dos páginas (izquierda y derecha) vienen divididas en columnas con un rayado horizontal más espaciado.

2.1.7.6 Libretas para toma de Topografía.

Se utilizan para el registro de las operaciones de nivelación de parcelas, lotes o franjas de terreno, donde se indica la posición relativa de puntos de igual cota, puntos de quiebre del terreno o de puntos a distancias fijas medidas desde una línea de referencia y que se utilizan para la representación gráfica de la configuración topográfica o relieve del terreno. Las dos páginas vienen cuadrículadas y en cada página se marcan cuatro columnas con líneas de división resaltadas. La columna central entre páginas representa el eje del alineamiento y las páginas izquierda y derecha se utilizan para el registro de las mediciones a cada lado y lado del eje.

2.1.7.7 Libretas de Chaflanes

Se utilizan para el registro de datos de secciones transversales de obras longitudinales, tales como carreteras y canales y para su construcción es necesario realizar explanaciones y movimientos de tierra. El rayado y el encabezamiento están diseñados para registrar el abscisado y pendientes del eje, datos de las secciones transversales como las alturas de cortes y rellenos, puntos de quiebre y posición de los puntos de chaflanes, áreas de secciones transversales, volúmenes de tierra entre abscisas.

2.1.7.8 Libretas electrónicas.

Los teodolitos modernos y estaciones totales vienen equipados con un dispositivo recolector automático de datos, que son del tamaño de una calculadora o vienen directamente incorporados al equipo, que guardan magnéticamente los datos, tales como la identificación de puntos, distancias y ángulos horizontales y verticales y algunas anotaciones descriptivas. Estos datos pueden ser transferidos a un archivo del computador, vía interfaz directa o vía módem para su posterior procesamiento. Las libretas electrónicas tienen la ventaja de eliminar las equivocaciones en la lectura y registro de ángulos y distancias, reducir el tiempo de digitación y procesamiento, pero existe siempre el riesgo del borrado accidental de los datos.

2.1.7.9 Superficies de Nivel

Si se supone que se puedan eliminar todas las irregularidades de la superficie terrestre, se obtendrá una superficie imaginaria esferoidal, cada uno de cuyos elementos, sería normal o perpendicular a la dirección de la plomada en el mismo. A la superficie de esta clase que corresponde a la altura media del mar se llama "nivel medio del mar" y es la superficie de referencia para las nivelaciones y mediciones topográficas. En realidad es un arco, pero para efectos de la topografía se asume como superficie de referencia la cuerda subtendida por él.

2.1.7.10 Planos, Líneas y Ángulos Horizontales

Un plano horizontal es un plano tangente o paralelo a una superficie de nivel y representa la base productiva para la proyección de todos los puntos medidos en el terreno.

Una línea horizontal es una línea contenida en un plano horizontal y por lo tanto tangente a una superficie de nivel. En

topografía se sobreentiende que toda línea horizontal es una recta. En las aplicaciones planimétricas de la topografía (cálculo y dibujo) solo se consideran las distancias horizontales. En caso de que se midan distancias inclinadas debe hacerse la respectiva reducción al horizonte o cálculo de la proyección horizontal de la medida.

Un ángulo horizontal es el formado por dos líneas rectas situadas en un plano horizontal. El valor del ángulo horizontal se utiliza para definir la dirección de un alineamiento a partir de una línea que se toma como referencia.

2.1.7.11 Planos, Líneas y Ángulos Verticales (cenit, elevación, depresión)

Un plano vertical es un plano perpendicular a un plano horizontal. Una línea vertical está contenida en un plano vertical pero que es normal a un plano horizontal, sobre esta línea se miden las diferencias de nivel entre puntos. Los ángulos verticales también están contenidos en un plano vertical, pero se miden con respecto a una línea vertical o con respecto a una línea paralela a una superficie de nivel.

El ángulo vertical sirve para definir el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Si se toma como referencia la línea horizontal, el ángulo vertical se llama ángulo de pendiente, el cual puede ser positivo (elevación) y negativo (depresión), este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo, como en porcentaje.

Si se escoge como referencia el extremo superior de la línea vertical, el ángulo se llama cenital y si es el extremo inferior el ángulo se llama nadiral. El cenit es un punto perpendicular a la superficie de la tierra. El punto opuesto al Cenit es el Nadir.

2.1.7.12 Altura, Cota o Elevación de un Punto

La altitud de un punto es la distancia vertical medida desde el nivel medio del mar. Si la distancia vertical se mide desde cualquier otro plano tomado como referencia usualmente se le denomina cota.

El desnivel entre dos puntos está dado por la diferencia de altitud o cota entre dichos puntos.

2.1.7.13 Curvas de Nivel

Son líneas que se trazan en los planos de planta con el fin de representar el relieve o configuración topográfica de un terreno. Una curva de nivel une puntos del terreno que tienen igual cota o altura, por lo tanto representan la intersección del terreno con un plano horizontal. La separación entre las curvas de nivel en el plano de planta, como es obvio, representa la distancia horizontal entre ellas y la distancia o intervalo vertical se deduce por diferencia de las cotas anotadas.

La cota o altura de una curva de nivel es la cota o altura del plano horizontal que la contiene.

2.1.7.14 Pendiente de una Línea

La pendiente de una línea está definida como la tangente del ángulo que forma con la horizontal, la cual se puede expresar tanto en grados como en porcentaje.

2.1.7.15 Vértices, Estaciones y Estacas

Un vértice se forma en la intersección de dos líneas, como el que se presenta en un ángulo o en una esquina de una poligonal abierta o cerrada. Si en un trabajo topográfico, se instala un aparato topográfico, tal como un teodolito o tránsito, directamente sobre un vértice, a este punto se le llama estación. Los vértices, estaciones y demás puntos auxiliares que se requieren durante las

operaciones de campo del levantamiento topográfico de deben materializar ya sea en forma permanente o provisional. Normalmente se distinguen los siguientes tipos de puntos:

Puntos transitorios: Son los puntos que deben permanecer durante todo el tiempo que demande el trabajo de campo y es deseable que se conserven hasta la etapa de construcción de las obras. En la mayoría de los casos, estas estacas se pierden en ese lapso o son arrancadas en las labores de descapote al iniciar la construcción. Normalmente son estacas, que pueden ser de los siguientes tipos:

- **Estacas de Chaflán:** Se utilizan en las operaciones de campo para la marcar los puntos a partir de los cuales se deben iniciar las operaciones de movimientos de tierra, ya sean cortes o relleno en una obra de ingeniería. También son estacas de 30 cm de longitud con dos caras labradas, donde van anotadas la distancia del punto del chaflán a un eje de referencia y la altura del terraplén o la profundidad del corte. Un punto de chaflán representa la intersección del terreno natural con la superficie de un talud diseñado para una obra civil.

- **Puntos definitivos:** Son los puntos que quedan fijos o permanentes aún después del levantamiento topográfico, antes, durante y después de los trabajos de construcción y que se utilizan conjuntamente con otras referencias para volver a colocar en la misma posición a los puntos transitorios del levantamiento topográfico que se han perdido o arrancado. A esta operación se le llama replanteo. Los puntos definitivos pueden ser de dos tipos:

Naturales: Son puntos que se encuentran materializados en el terreno, tales como intersección de orillas de ríos, carreteras, caminos, rocas, piedras grandes, prominencia de cerros, etc.

Artificiales: Son paralelepípedos de concreto prefabricados o fundidos in situ denominados mojones, los cuales quedan enterrados dejando 5 cm por fuera de la superficie o enterrados completamente con una tapa de protección. Si el terreno es muy suelto se coloca además una varilla de fijación. Sobre el mojón se dejan embebidos placas de bronce o elementos que identifiquen el mojón respectivo y su posición relativa (coordenadas y altura).

2.1.7.16 Referencias de un punto Topográfico

Son las mediciones de distancias y ángulos que se hacen en el campo, desde un punto notable de un levantamiento topográfico (vértice o estación) hasta un detalle estable y permanente con el fin de definir la posición relativa del punto. Estas medidas sirven posteriormente para replantear el punto, en caso de que se llegue a perder.

2.1.8. Dirección de Alineamientos

Un alineamiento en topografía se define como la línea trazada y medida entre dos puntos sobre la superficie terrestre. No se debe confundir con alineación, la cual es el conjunto de operaciones de campo que sirven para orientar o guiar las mediciones de las distancias, de tal manera que los puntos intermedios utilizados siempre queden sobre el alineamiento.

La dirección de un alineamiento siempre se da en función del ángulo horizontal que se forma entre el alineamiento y una línea que se toma como referencia. La dirección se mide siempre en planta o en un plano horizontal. Hay varias formas de dar la dirección de una línea:

- El ángulo que forma cada uno de los alineamientos con respecto a una sola línea de referencia, denominado "meridiano de referencia". Este es el método corrientemente utilizado.

2.1.8.1. Tipos de Meridianos de Referencia

Los meridianos de referencia para la medición de la dirección u orientación en planta de un alineamiento en topografía pueden ser de varios tipos: verdaderos, magnéticos y arbitrarios.

Meridiano geográfico verdadero

Es una línea orientada a lo largo de los polos geográficos de la tierra y se determinan mediante observaciones astronómicas. Estos meridianos tienen permanentemente una orientación constante o fija.

Meridianos magnéticos

Son líneas orientadas en la dirección de los polos magnéticos de la tierra y es la dirección que da la brújula. La orientación de estas líneas no es constante debido a que el polo norte magnético no tiene posición fija y se va desplazando lentamente a través del tiempo. El meridiano magnético sufre diferentes tipos de variaciones: Seculares (cada 300 años), anuales, diarias, irregulares y lunares. Las direcciones magnéticas son las que se determinan con ayuda de una brújula.

La brújula tiene una aguja imantada apoyada en el centro sobre un pivote, que le permite girar libremente y se orienta por las fuerzas de atracción de los polos magnéticos de la tierra, indicando directamente la dirección norte sur.

La diferencia que existe entre el meridiano verdadero y el meridiano magnético se conoce con el nombre de declinación

magnética. Esta desviación puede ser por la izquierda o declinación Oeste (W), o por la derecha Declinación Este (E). La declinación magnética varía según la posición de la línea sobre la superficie de la tierra. Si en una gran zona de la tierra, se trazan líneas que unen puntos de igual declinación magnética, se conoce con el nombre de planos de líneas isogónicas o planos isogónicos. Las líneas de declinación magnética cero, se llaman líneas agónicas, es decir que allí los meridianos verdaderos y magnéticos coinciden.

La aguja de la brújula también es atraída verticalmente inclinándose hacia el lado del polo que está más cerca, por eso la aguja de las brújulas llevan un contrapeso en un extremo por el lado opuesto del hemisferio donde se ubique el sitio de trabajo. Si en un plano de una zona de la tierra se unen puntos que tienen igual inclinación magnética, se denominan planos de líneas isogonas.

2.1.8.2. Conceptos de Azimut y Rumbo

La dirección de los alineamientos en topografía se dan en función del ángulo que se forma con el meridiano de referencia y puede ser de dos tipos: azimuts y rumbos.

Azimut de un alineamiento

Es el ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir del extremo superior de un meridiano, conocido comúnmente como NORTE, hasta el alineamiento respectivo. Su valor puede estar entre 0 y 360° en el sistema sexagesimal o entre 0 y 400 gones en el sistema centesimal.

Rumbo de un alineamiento

Es el ángulo horizontal que el alineamiento dado forma con respecto al meridiano de referencia, medido con la línea de los extremos norte ó sur, según la orientación que tenga dicho alineamiento. Se expresa como un ángulo de 0 a 90°, indicando el cuadrante en el cual se encuentra situado.

Para calcular los rumbos a partir de los azimuts se emplean las obvias relaciones deducidas en la figura siguiente y que se presenta en la Tabla que la acompaña.

CUADRO 4
CONVERSIÓN DE AZIMUTS A RUMBOS

Valor del Azimut	Valor del Rumbo
$Az^\circ = 0^\circ = 360^\circ$	Norte (N)
$0^\circ < Az^\circ < 90^\circ$	N Az° E
$Az^\circ = 90^\circ$	Este (E)
$90^\circ < Az^\circ < 180$	S $(180-Az^\circ)$ E
$Az^\circ = 180^\circ$	Sur (S)
$180^\circ < Az^\circ < 270^\circ$	S $(Az^\circ-180)$ W
$Az^\circ = 270^\circ$	Oeste (W)
$270 < Az^\circ < 360^\circ$	N $(360-Az^\circ)$ W

Fuente: Barrera p.j. (2003).

Contrazimut de un alineamiento

El contrazimut de un alineamiento es el azimut observado desde el otro extremo del mismo. En la Figura se ilustran los casos posibles que se pueden presentar. Como se puede deducir, el contrazimut de un lineamiento se puede calcular por la siguiente expresión:

Contrazimut de un alineamiento = Azimut del alineamiento $\pm 180^\circ$.

Se aplica el signo (+) si el azimut del alineamiento es menor a 180° y el signo (-) si el azimut es igual o mayor de 180° .

Contra rumbo o rumbo inverso de un alineamiento

El contra rumbo de un alineamiento es el rumbo de ese alineamiento medido en sentido contrario. En la Figura se ilustran los casos posibles. Se deduce fácilmente que el contra rumbo de un lineamiento, tiene el mismo valor numérico que su rumbo, pero cuadrante opuesto. Son cuadrantes opuestos el NW con el SE y el NE con el SW

2.1.8.3. Tipos de ángulos Horizontales medidos en los vértices de poligonales

Una poligonal en topografía se entiende como una sucesión de alineamientos, que puede ser abierta o cerrada y que sirven de esquema geométrico de referencia para los levantamientos topográficos. En cada uno de los vértices se pueden medir tres tipos de ángulos: Ángulos a la derecha, ángulos a la izquierda y ángulos de deflexión o de giro.

- **Ángulos a la derecha:** Son los ángulos medidos en el sentido horario o de las manecillas del reloj, los cuales se consideran de signo positivo, ya que tienen el mismo sentido del azimut.

- **Ángulos a la izquierda:** Son los ángulos medidos en sentido anti horario o contrario al de las manecillas del reloj. Se consideran de signo negativo por ir en sentido contrario al azimut.
- **Ángulos de deflexión o de giro:** Son los ángulos medidos entre la prolongación del alineamiento anterior y el alineamiento siguiente y puede ser de sentido izquierdo I(-) ó derecho D(+).

Mientras que los ángulos de derecha están entre 0° y 360° , los ángulos de deflexión o de giro están entre 0° y 180° . Si un ángulo de deflexión medido hacia la derecha fuera mayor de 180° , por ejemplo $200^\circ D$, se debe considerar como 160° o de izquierda.

2.1.9. Posición Relativa de Puntos en el Terreno

Se sabe que una de las finalidades de la topografía plana es la determinación de la posición relativa de los puntos sobre el terreno, tanto en planta como en alzado, elevación o perfil.

Si se conoce la posición y orientación de una línea dada AB y se desea conocer la posición relativa del punto P, se pueden emplear los siguientes métodos:

- **Radiación:** Medición de un ángulo y una distancia tomados a partir de un extremo de la línea de referencia.
- **Trilateración:** Medición de las dos distancias tomadas desde los dos extremos de la línea de referencia.
- **Intersección de visuales: Medición de los dos ángulos** medidos desde los extremos de la línea de referencia, lo cual se conoce también como base medida. Se conforma un triángulo, donde se conocen tres elementos: una distancia y dos ángulos, que mediante la aplicación de la ley de los senos se pueden calcular las distancias desde los extremos de AB al punto P.

- **Intersección directa:** Medición de la distancia desde un extremo y la medición del ángulo desde el otro extremo. Los datos faltantes se pueden calcular mediante la generalización de la fórmula de Pitágoras ó la ley del coseno.
- **Mediciones por Izquierdas y Derechas:** Medición de la distancia perpendicular en un punto definido de una línea definida.
- **Intersección Inversa:** Medición de dos ángulos desde el punto por localizar a tres puntos de control de posición conocida, método conocido como trisección. Si la determinación de las coordenadas de un punto se hace observando únicamente dos puntos de posición conocida se conoce como bisección.

CAPITULO III

APLICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE TRABAJOS DEL ÁREA DE TOPOGRAFÍA EN LA MINERA MARCONA -2 010

3.1 ORGANIZACIÓN DE AREA DE TOPOGRAFÍA

01 Estación Total 3600DR Marca Trimble, con todos sus accesorios para nuestro trabajo de campo.

Software Autocad Civil 3d 2010 , Geodimeter V2.1

Consortio Marcona para sus operaciones de Minado cuenta con lo siguiente:

EQUIPOS DE CARGUIO

03 Excavadoras CAT 365 (Propiedad de Consortio Marcona)

01 Excavadora CAT 385 (Propiedad de Consortio Marcona)

01 Pala O&K Terex (Propiedad de Consortio Marcona)

01 Cargador frontal CAT 988F (Propiedad de GyM)

EQUIPOS DE ACARREO

07 Volquetes HD 785 Komatsu de 93 Toneladas
(Propiedad de Consortio Marcona).

11 Volquetes CAT 773 de 50 Toneladas (Propiedad de G y M)

22 Volquetes Actros de 35 Toneladas (Propiedad de GyM)
 14 Volquetes Actros de 46 Toneladas (De contrata)

Perforación

01 Perforadora SKSS13 TEREX

(Propiedad de Consorcio Marcona)

01 Perforadora DM45 (Propiedad de Consorcio Marcona)

En los cuadros adjuntos se indica los parámetros de perforación (malla B= burden, S= espaciamiento, H= altura de banco, SP = sobreperforacion)., tipos de material de perforación.

CUADRO 5
SKSS13

Ø BROCA		9 7/8"				11"			
	P.E.	B	S	H	SP	B	S	H	SP
ER	2.74	7.4	7.4	12	1	8	8	12	1
D	2.74	6.8	6.8	12	1.5	7.5	7.5	12	1.5
Act.	3.00	5.8	5.8	12	2	6.5	6.5	12	2
Act. Alt.	2.85	6.3	6.3	12	2	7.2	7.2	12	2
BL (PO)	3.96	5.5	5.5	12	2	6.3	6.3	12	2
TO	3.96	5.5	5.5	12	2	6.3	6.3	12	2
BL(OX/TO)	3.76	5.8	5.8	12	2	6.6	6.6	12	2
OX	4.27	5.2	5.2	12	2	5.8	5.8	12	2
PO	4.47	4.5	4.5	12	2	5.1	5.1	12	2
R	4.47	4.5	4.5	12	2	5	5	12	2

Fuente : Consorcio Marcona.2009

**CUADRO 6
DM45**

Ø BROCA		6 3/4"				7 7/8"			
	P.E.	B	S	H	SP	B	S	H	SP
ER	2.74	5.5	5.5	12	1	6.3	6.3	12	1
D	2.74	5.0	5.0	12	1.5	5.7	5.7	12	1.5
Act.	3.00	4.0	4.0	12	2	4.7	4.7	12	2
Act. Alt.	2.85	4.5	4.5	12	2	5.2	5.2	12	2
BL (PO)	3.96	4.0	4.0	12	2	4.5	4.5	12	2
TO	3.96	4.0	4.0	12	2	4.5	4.5	12	2
BL(OX/TO)	3.76	4.0	4.0	12	2	4.7	4.7	12	2
OX	4.27	3.6	3.6	12	2	4.2	4.2	12	2
PO	4.47	3.2	3.2	12	2	3.7	3.7	12	2
R	4.47	3.0	3.0	12	2	3.5	3.5	12	2

Fuente : Consorcio Marcona.2009

**CUADRO 7
TIPOS DE MINERALES**

MINERAL	% Fe (cabeza)	% S (cabeza)	% FeO (cabeza)
OXIDADO (MO,OX)	> 50%	< 1%	< 15%
TRANSICIONAL (MT, TO)	> 50%	> 1%	< 15%
PRIMARIO (MP, PO)	> 50%	> 1%	> 15%

Fuente : Consorcio Marcona.2009

**CUADRO 8
TIPOS DE MINERAL PRIMARIO (MP o PO)**

MINERAL PRIMARIO		%S (malla - 10) CONCENTRADO	% Fe S (malla-100) pirrotita CONCENTRADO
DE MOLIENDA GRUESA	CG MMG	< 0.8%	< 0.2%
TRANSICIONAL (MT, TO)	FG MFN	> 0.8%	< 0.2%
PRIMARIO (MP, PO)	FGR MFR	> 0.8%	> 0.2%

Fuente : Consorcio Marcona.2009

		TIPOS DE MATERIAL		
<u>MINERAL</u>	SON TRES	OXIDADO	(OX)	(MO)
		TRANSICIONAL	(TO)	(MT)
		PRIMARIO	(PO)	(MP)
CUANDO % Fe > 50% SE CONSIDERA COMO MINERAL				
<u>BAJA LEY</u>	TRES CLASES	OXIDADO	(OX)	(MO)
		TRANSICIONAL	(TO)	(MT)
		PRIMARIO	(PO)	(MP)
CUANDO 30% < %Fe < 50% SE CONSIDERA BAJA LEY				
<u>OTROS</u>	ENCAPADO ARENA (SAND STRIP)			
	ENCAPADO ROCA (ROCK STRIP)		%Fe < 30%	
	ENCAPADO ALUVIAL			
<u>DESMONTE</u>	DIQUES BASICOS			

Equipos Auxiliares

02 Moto niveladoras

02 Tractores D8R

02 Cisternas de agua para el riego de accesos y frentes de minado.

3.2 TRABAJOS DE TOPOGRAFIA EN LAS MINAS 16 Y 18 DE SHOUGANG HIERRO PERU

La empresa Consorcio Marcona (conformada por las empresas Graña y Montero (Perú) y Stracon (Nueva Zelanda)), comprometidos en trabajos relacionados a minería, en el Perú vienen trabajando en zonas como Cajamarca, Cerro de Pasco, Trujillo y Marcona.

En Abril del año 2009 Consorcio Marcona obtiene la buena pro para realizar trabajos de desarrollo en las minas 16 y 18, de

propiedad de Shougang Hierro Perú por un periodo de 18 meses, para movimiento de tierra de 33 millones de toneladas.

Con una producción aproximada diaria de 90000 toneladas trabajando en cuatro frentes, se cumplió la meta en 15 meses culminándose la primera etapa, el 03 de Agosto del 2010 actualmente se está trabajando la segunda etapa por un periodo de 30 meses donde las operaciones de minado comprenden: Extracción de material estéril (desmonte) y mineral de oxido de alta y baja ley.

CUADRO 9 PRODUCCION EN TONELADAS

Año	Mes	TM
2009	Abril	165,143
	Mayo	1,155,193
	Junio	1,534,432
	Julio	2,052,928
	Agosto	2,160,709
	Septiembre	2,834,730
	Octubre	2,577,263
	Noviembre	2,527,314
	Diciembre	2,212,467
	TOTAL	17,220.179
2010	Enero	2,490,916
	Febrero	2,436,825
	Marzo	2,863,671
	Abril	2,406,914
	Mayo	2,796,208
	Junio	2,602,559
	Julio	1,745,000
	Agosto	56,459
	Agosto	2,174,480
	Septiembre	2,078,701
	Octubre	2,063,925
	Noviembre	2,003.458
	Diciembre	1987,547
	TOTAL	27706.663

Fuente: Consorcio Marcona. 2010

3.3 DESCRIPCION DE TRABAJOS DE TOPOGRAFIA

El Área Técnica de Consorcio Marcona, es la encargada de las facturaciones y manejo de los costos en general previa coordinación con las áreas de Administración y Gerencia, también evalúa presupuestos, la topografía forma parte en esta área, La brigada de topografía está conformada por 02 Personas profesionales y 02 asistentes, realizan los trabajos de campo, en coordinación con las áreas de operaciones perforación y voladura:

3.4 TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA EN OPERACIONES

La brigada de topografía en el campo de operaciones realiza trabajos de:

- Levantamientos topográficos semanales, para cubicación y el control de producción.
- Levantamientos en zonas de ampliación de operaciones y áreas para canchas de botadero y mineral primario y secundario.
- Replanteo de Crestas y pies de talud, de diseño de mina, rampas, pies y crestas de botaderos.
- Levantamiento mensual de áreas de botaderos y canchas de mineral
- Control diario de pisos de nivel en zonas de carguío.

3.5 TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA EN PERFORACION Y VOLADURA

- Replanteo y señalización de puntos en el terreno (malla) para perforación de taladros Indicando la profundidad de perforación
- Levantamiento de taladros perforados al final y antes de la voladura.

3.6 TRABAJOS EN OFICINA O GABINETE

- Actualización semanal del plano topográfico, para cálculos de volumen y elaboración del plan de minado semanal Lockahead.
- Reporte de control de pisos de nivel, en zonas de carguío
- Elaboración de plano de malla de perforación :
 - Plano para Geología Shougang
 - Plano para jefe y supervisor de perforación
 - Plano para operador perforista
- Elaboración de plano de radio de influencia Line up Blasting, antes de cada disparo.

3.7 ERRORES EN LA DETERMINACION DE VOLUMEN POR TOPOGRAFIA

Para el caso de una cubicación de un material en general ya sea desmonte o mineral de alta o baja ley conformado en forma de cono apilamiento y en el cual el levantamiento topográfico se hace desde un solo punto y una sola vez debido al volumen a cubicar de otras pilas, se podría determinar el grado de precisión de ese levantamiento o el grado de incertidumbre del volumen cubicado o expresar un dato tal como que el volumen de desmonte es de 1130 toneladas (+/-)10 ó 15 toneladas.

Dependiendo del método y los equipos que se utilicen para el levantamiento (teodolito con mira o mediante una estación total, por ejemplo) se puede tener una aproximación de la precisión que pueden dar tales herramientas, pero no necesariamente representa el error en la medición, pues puede que hasta el mejor aparato sea mal utilizado.

Lo que se recomienda es que se utilice un método de medidas rápidas (una estación total en la que no tienes sino que desplazar el prisma) y se tiene varias pilas de material adyacentes se realice una medida desde un punto, desarmar el aparato y armarlo enseguida en un punto cercano y repetir la medición; con ello tendríamos dos valores para comparar y no quitaría demasiado tiempo. Sin embargo debemos tener en cuenta que entre más datos redundantes se tengan se podrá lograr una mejor aproximación al valor exacto con un error 0.5% - 1 %.

Cuando tengamos que calcular el volumen de carga de los camiones de acarreo tenemos que tomar en cuenta la capacidad de la tolva y hacer un levantamiento con equipos de topografía, y calcular el volumen, este dato casi siempre no coincide con el volumen de la carga, por lo que los camiones no se cargan al 100%. Y obtenemos un margen de error alrededor del 5%.

CONCLUSIONES

El resumen que se ha elaborado nos servirá como guía para mejorar los conocimientos y prácticas que realizamos, al mismo tiempo que se ha logrado establecer conceptos y teorías, sobre las aplicaciones de topografía y geodesia en el área superficial que corresponde a la empresa minera de Marcona. Así como las recomendaciones del mismo para aplicación en el desarrollo y explotación de la mina.

Adicionalmente en este informe incidimos en las operaciones de minado indicando personal, equipos y producción.

Aportando de esta manera información y conocimiento de profesionales y estudiantes de la rama.

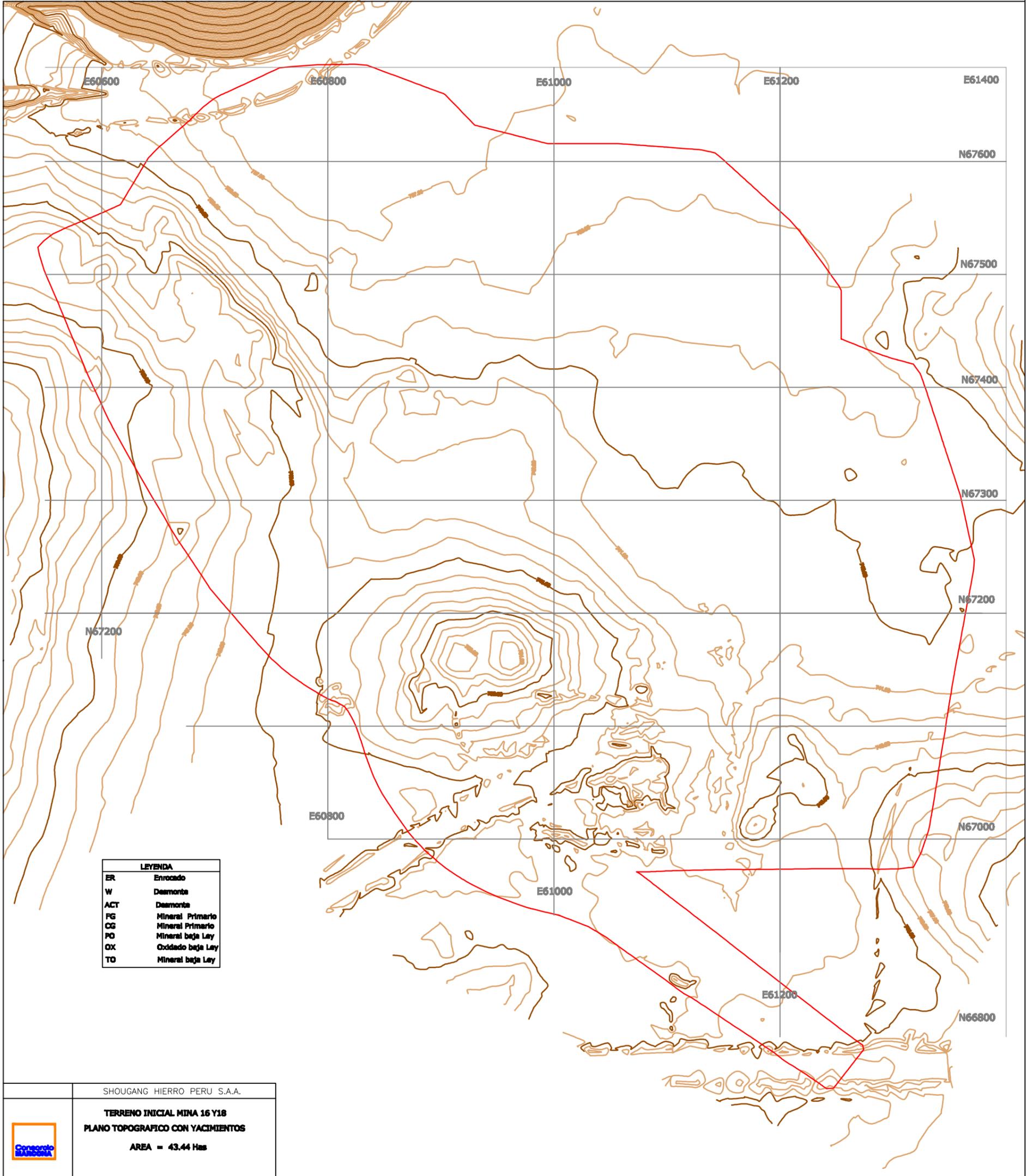
RECOMENDACIONES

- Organizar con frecuencia capacitación sobre las aplicaciones de topografía en la jurisdicción de la minera Marcona
- Incidir en el aprendizaje de los procedimientos, mediante los cuales se determina la diferencia de alturas.
- Conocer y aprender el manejo del nivel de precisión.
- Establecer las aplicaciones prácticas, de esta actividad, en el desarrollo o ejercicio profesional.
- Para el método de Nivelación recíproca o punto extremo, se recomienda que el instrumento esté perfectamente corregido, de lo contrario saber el error constante de inclinación, para poder aplicar la debida corrección en las mediciones.
- En el estacionamiento de los instrumentos las patas de trípode, deben quedar lo suficientemente abiertas, para su mejor estabilidad y los objetivos u objetos, deben observarse desde una posición que sea la más conveniente y de fácil. Acceso.
- Para obtener una posición firme en el suelo, se debe hacer presión a la pata del trípode.
- Cuando el terreno es una pendiente, se debe poner una pata hacia arriba, y las otras dos hacia abajo.
- La manera más rápido de llevar la burbuja a su posición central, es orientando el orientado el anteojo, hacia dos tornillos de nivelación. (en paralelo).
- Para observar las miras estas se deben colocarse en puntos bien definidos de lugares estables y que sean sólidos.
- Derivar copia del presente a la empresa minera para su apoyo correspondiente.
- Derivar el presente a la FIGMM UNI y su consideración.

BIBLIOGRAFÍA

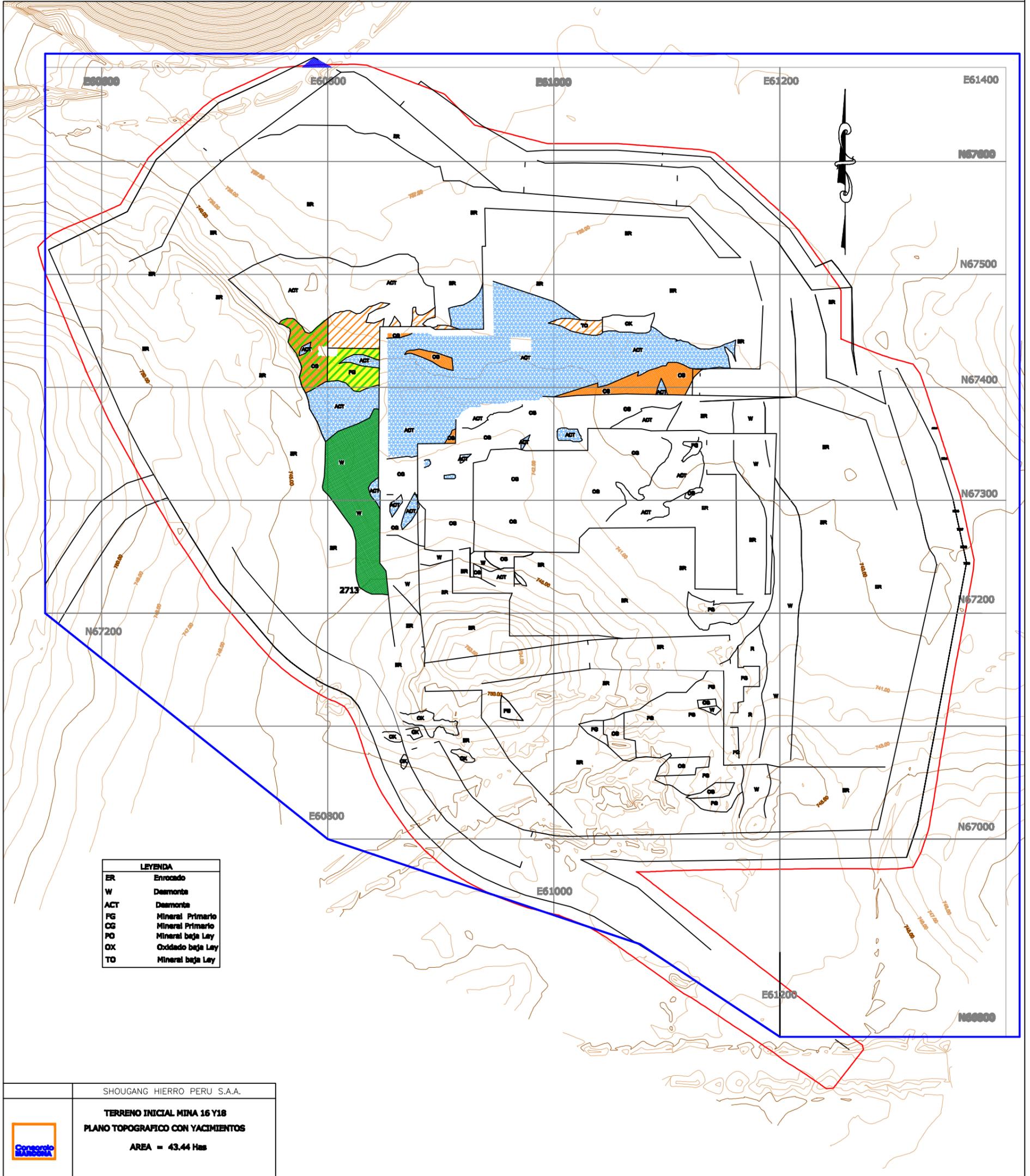
- **BARRERA P.J. (2003). Topografía** - RevistaCiencias.com
Definiciones, Divisiones Y Aplicaciones De La Topografía
www.revistaciencias.com/.../EpZkpFkVVVuEatoYyM.php -
- **Boletín Institucional, “Fe de Hierro”** – Año 1. Número 2 - 2008.
- **HUARICALLA H .R .B (2008).** Informe de Prácticas Pre-Profesionales de Shougang Hierro Perú S.A.A. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Geología, Geofísica y Minas-Escuela Profesional de Ingeniería de Minas.
- **Metodología de la investigación** -Mg Graw Hill – Cuarta edición.
- **Plan de cierres de minas**, Shougang Hierro Perú - 2002.
- **Proyecto plan de minado** 2008 -2012, Shougang Hierro Perú - 2008.
- **Reglamento Interno de Seguridad**, Shougang Hierro Perú.
- **World Mining Equipment**- www.wme.com

ANEXOS



LEYENDA	
ER	Enrocado
W	Desmonte
ACT	Desmonte
FC	Mineral Primario
CG	Mineral Primario
PO	Mineral baja Ley
OX	Oxidado baja Ley
TO	Mineral baja Ley

SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	
	TERRENO INICIAL MINA 16 Y18
	PLANO TOPOGRAFICO CON YACIMIENTOS
	AREA = 43.44 Has

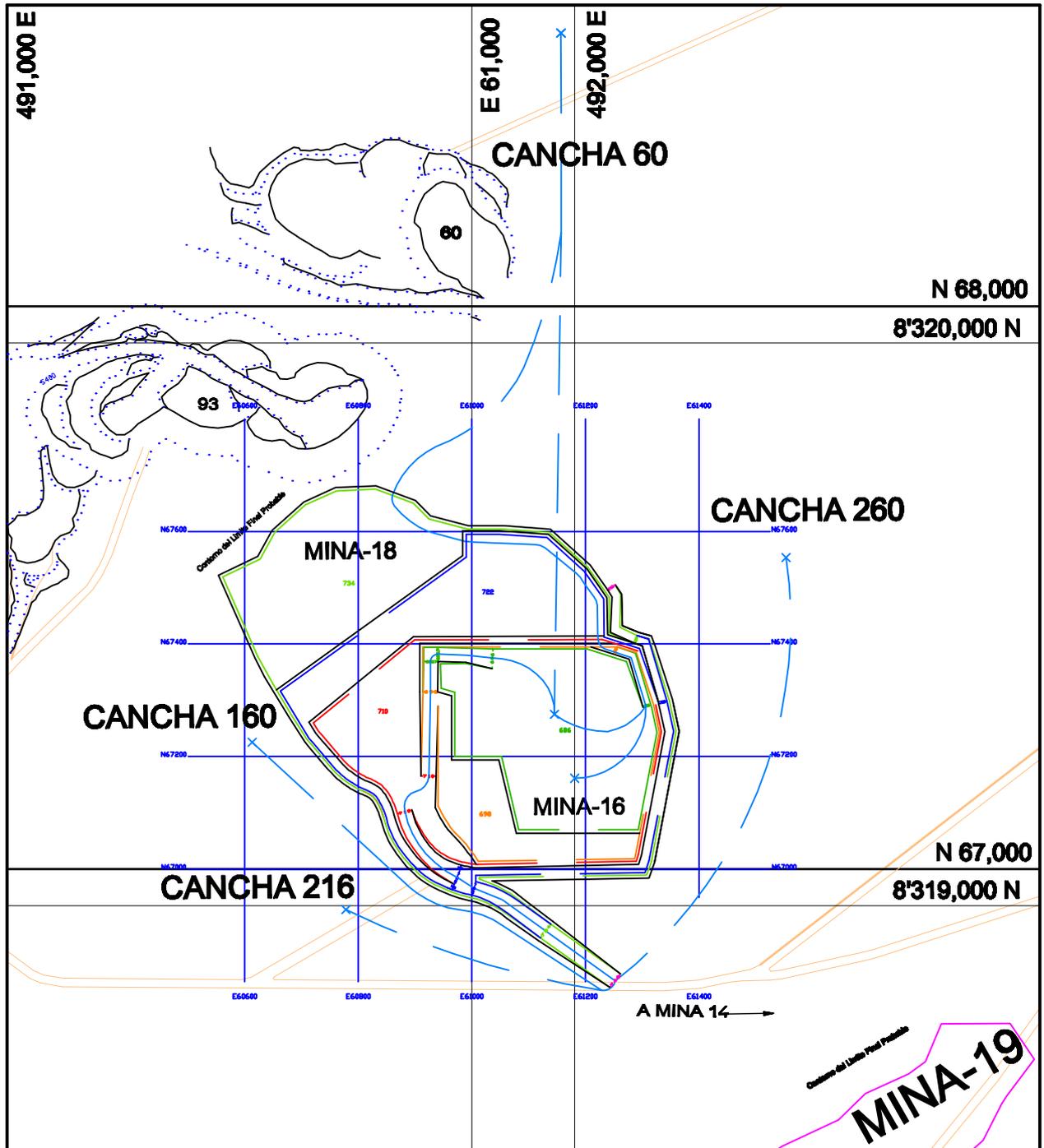


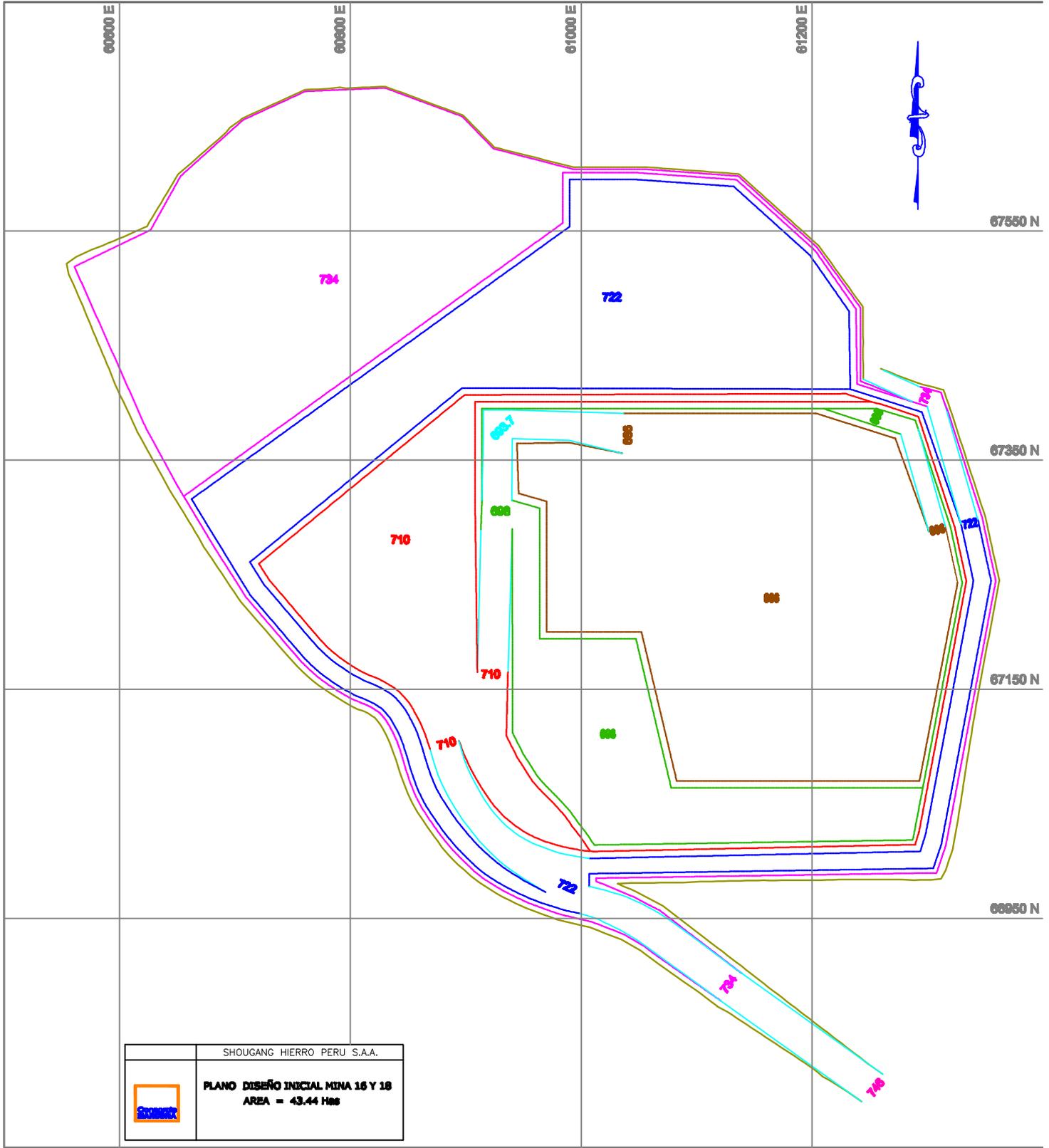
LEYENDA

ER	Enrocado
W	Desmonte
ACT	Desmonte
FC	Mineral Primario
CG	Mineral Primario
PO	Mineral baja Ley
OX	Oxidado baja Ley
TO	Mineral baja Ley

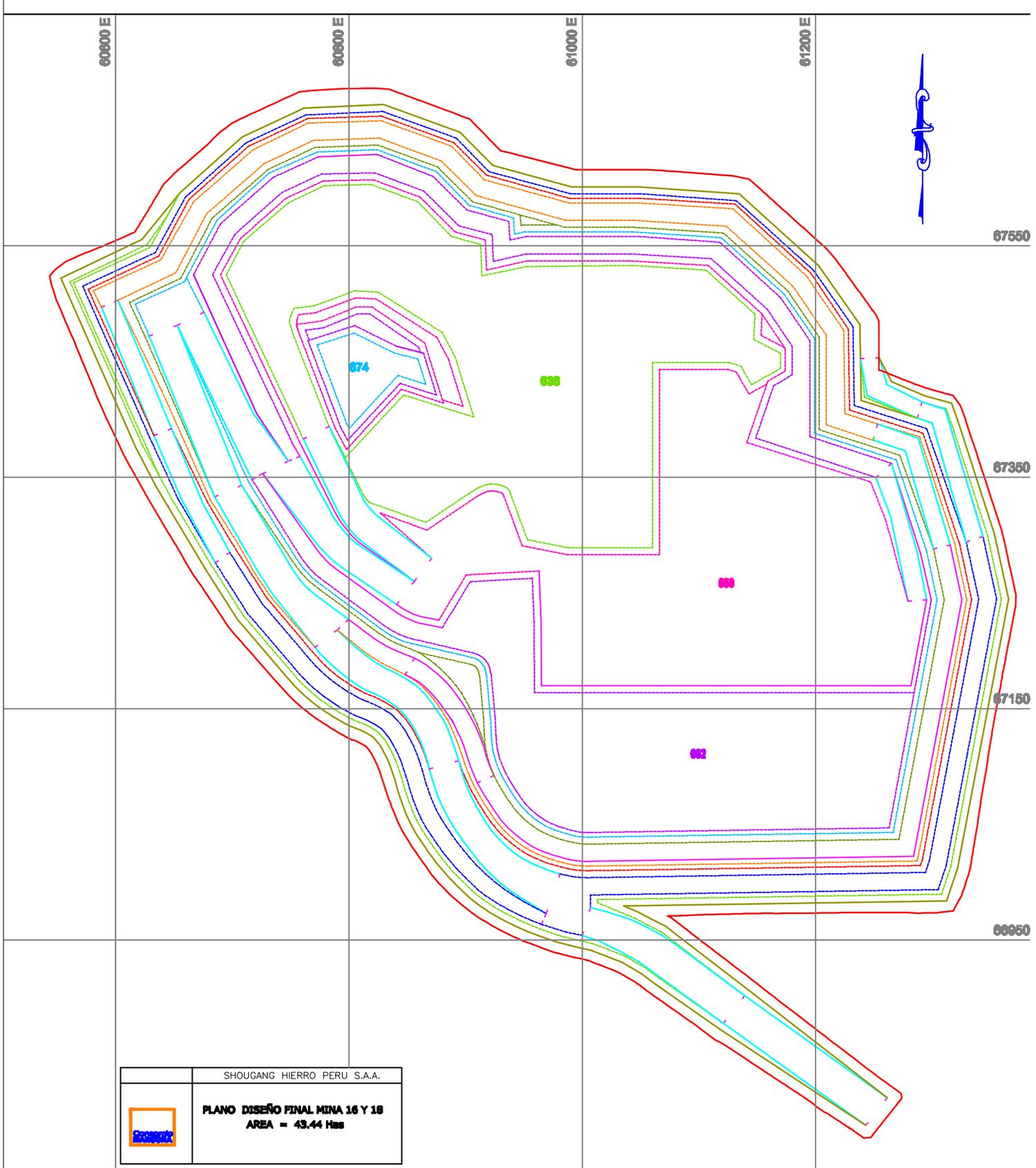
	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.
	TERRENO INICIAL MINA 16 Y18
	PLANO TOPOGRAFICO CON YACIMIENTOS
	AREA = 43.44 Has

DESARROLLO MINA 16/18

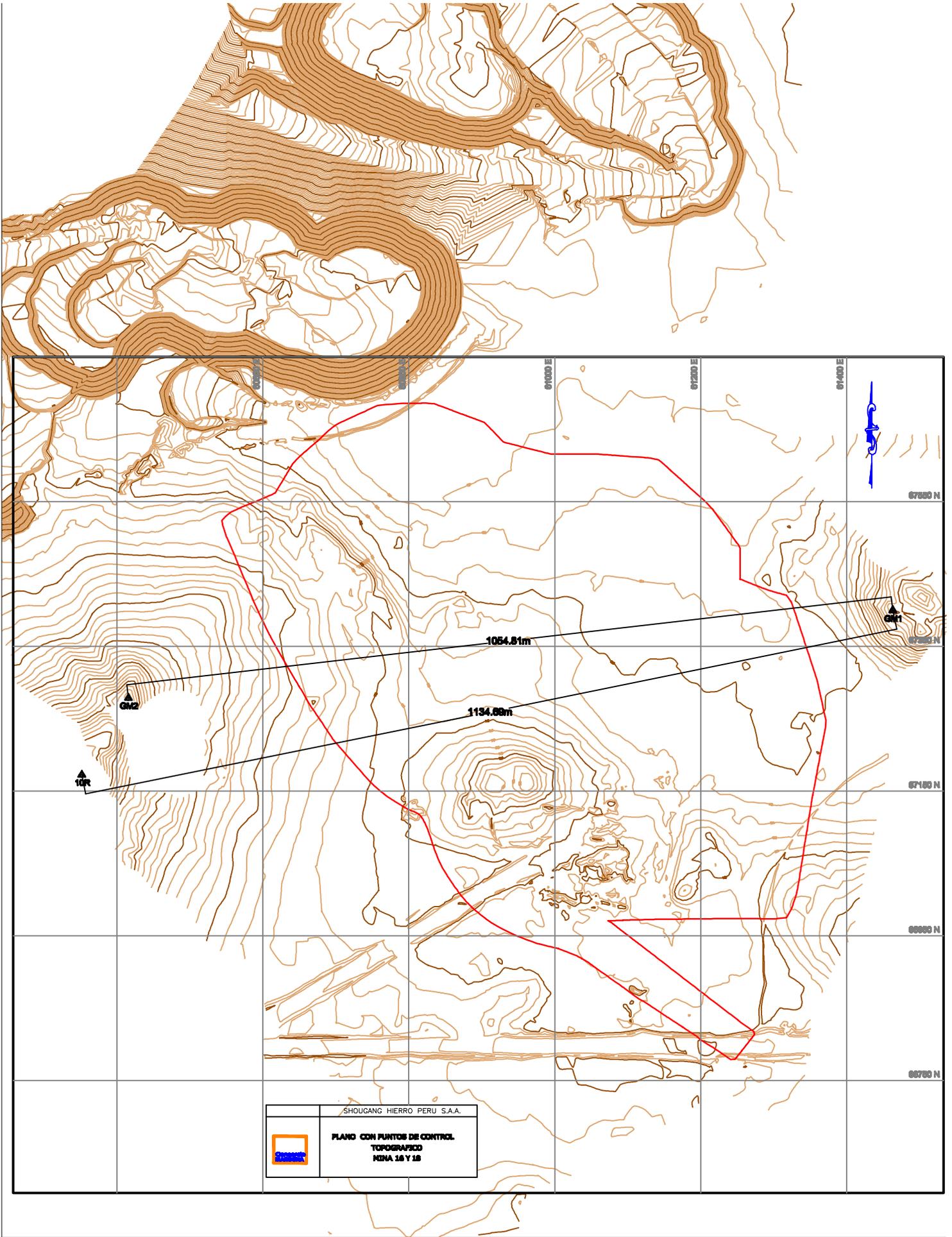


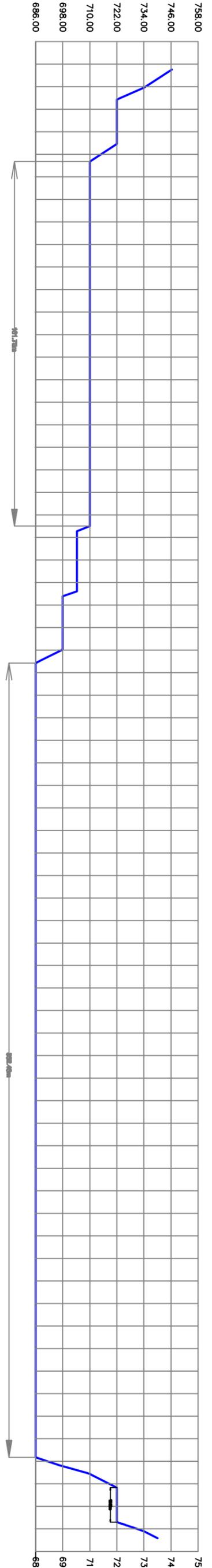
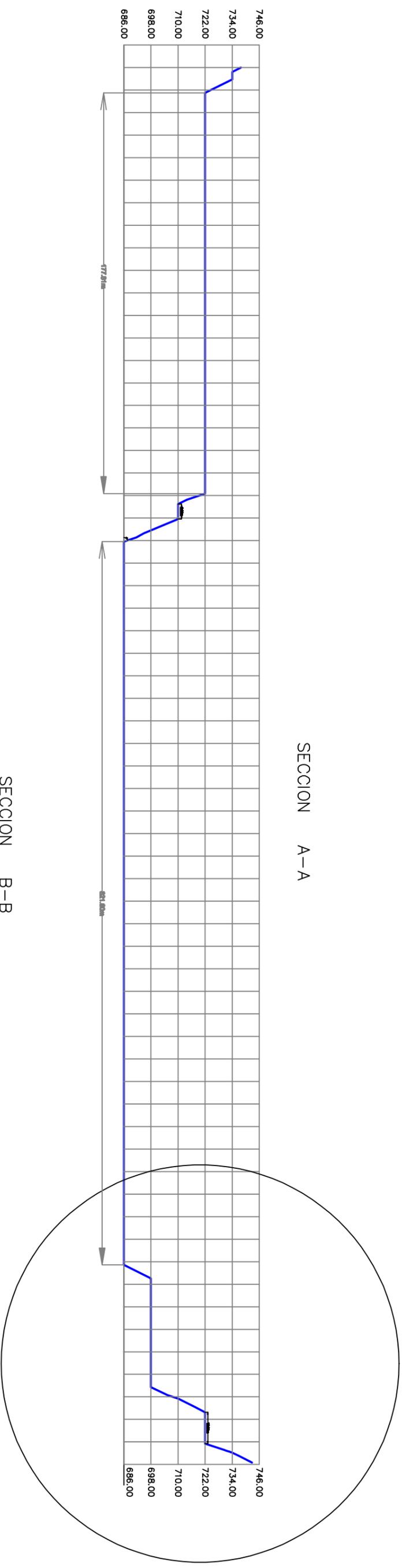


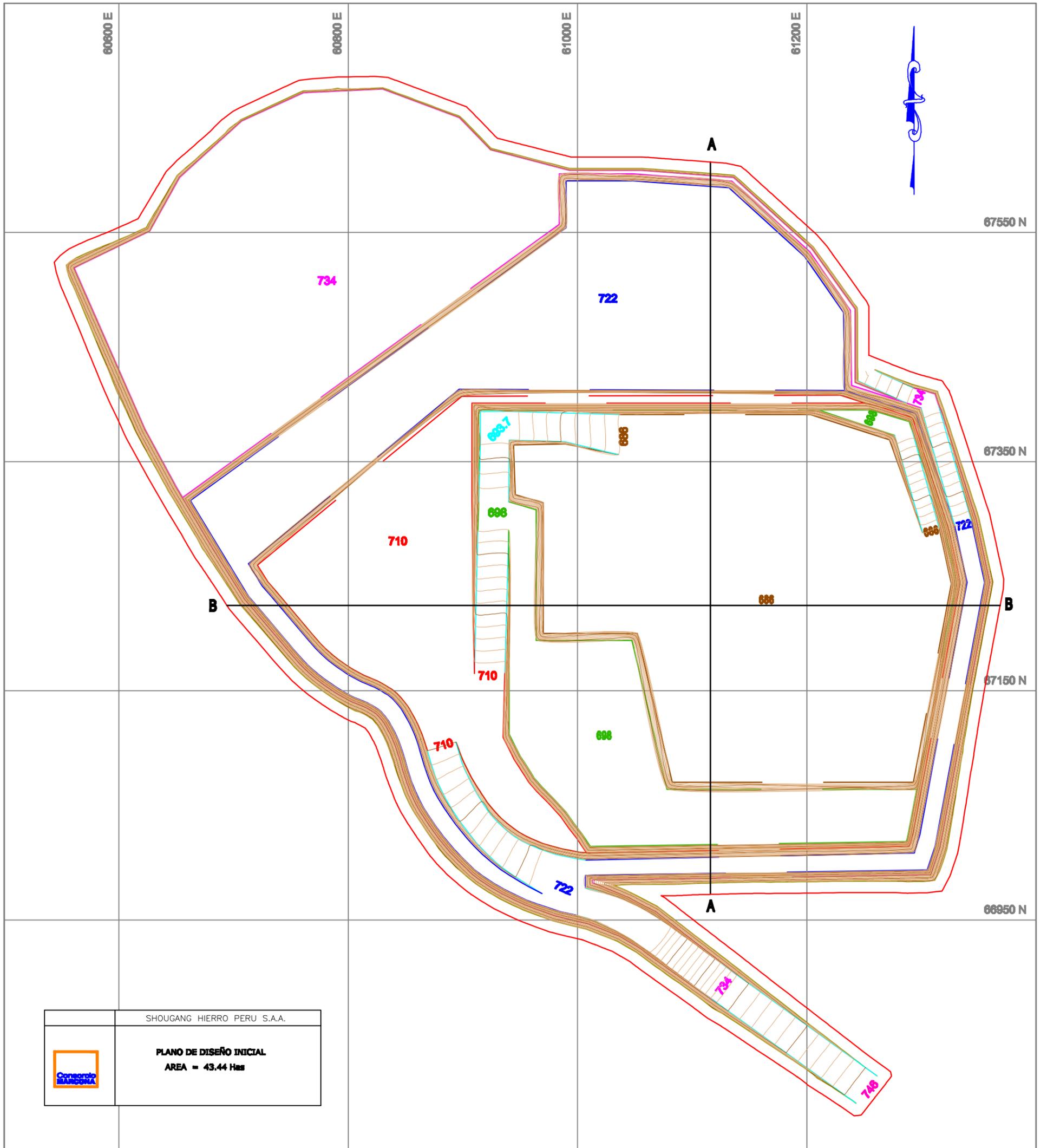
	<p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.A.</p> <p>PLANO DISEÑO INICIAL MINA 16 Y 18</p> <p>AREA = 43.44 Has</p>
---	--

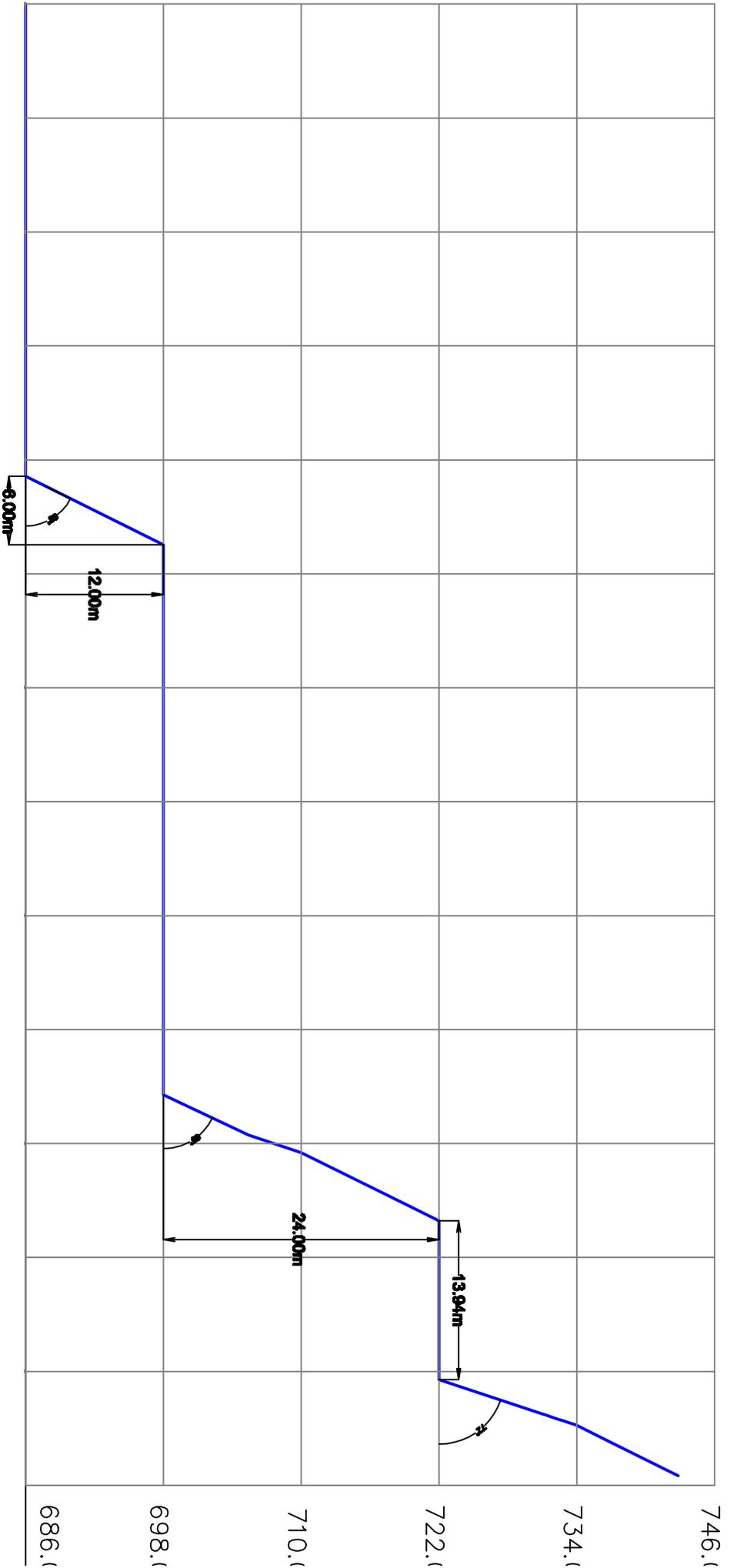


SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	
	PLANO DISEÑO FINAL MINA 16 Y 18 AREA = 43.44 HAs









MEMORIA DESCRIPTIVA

Para realizar los trabajos de topografía en las Minas 16y18 en Marcona, mencionaremos el personal, equipo y accesorios , así como también los valores de coordenadas de los puntos base denominados GM1 , GM2 y 10R ubicados en las inmediaciones de la mina.

PERSONAL QUE CONFORMA LA BRIGADA DE TOPOGRAFIA

01 Ingeniero Topógrafo (profesional)

01 Topógrafo (técnico).

02 Ayudantes auxiliares

EQUIPO DE TOPOGRAFIA

01 Estación Total Marca TRIMBLE 3600DR

02 jalones telescópicos de 3.10m de longitud

02 Prismas simples con portaprismas

01 prisma triple con portaprisma.

01 wincha metálica de 50m.

El área de levantamiento es de 44.4 Has. Con un perímetro de 3029.74 m.

COORDENADAS LOCALES DE PUNTO DE INICIO DE SHOUGANG

	Y	X	Z
FARO	50000	50000	76.23

UTM PSAD 56

NORTE: 8302063.811 ESTE: 480818.866 ELEVACION: 76.23

COORDENADAS GEOGRAFICAS

15° 21 ' 28.315" S 75 ° 10 ' 43.356" W ALTURA : -13.420

WGS84	
Latitud : 15° 21' 40.764" S	Longitud : 75° 10' 50.898"W
Altura : 99.610	
UTM	
Norte : 8301701.303	Este : 480595.106
Elevación : 76.230	

PUNTO S59		
Y : 66236.851	X : 62752.983	Z: 914.638
NORTE: 8318300.662	ESTE: 493571.849	ELEVACION : 914.638

COORDENADAS PUNTOS BASE MINA 16y18

NOMBRE	Y	X	Z
GM1	67399.86	61463.379	755.548
GM2	67278.579	60415.565	773.652
10R	67172.461	60351.712	781.422

PROCEDIMIENTO PARA PASAR COORDENADAS UTM PSAD56 A COORDENADAS LOCALES

Se toma como base las coordenadas iniciales indicadas arriba cuyos valores son:

FARO

Y : 50000(1)
X : 50000(2)
Z : 76.23
NORTE: **8302063.811.....(3)**
ESTE : **480818.866.....(4)**

PUNTO S59

Y: 66236.851.....(5)
X: 62752.983.....(6)
Z: 914.638

Determinamos las coordenadas UTM para el punto S59

$$(5) - (1) \quad 66236.851 - 50000 = 16236.851 \quad \blacktriangle \text{ Norte.....(7)}$$

$$(6) - (2) \quad 62752.983 - 50000 = 12752.983 \quad \blacktriangle \text{ Este.....(8)}$$

$$(3) + (7) \quad 8302063.811 + 16236.851 = 8318300.662$$

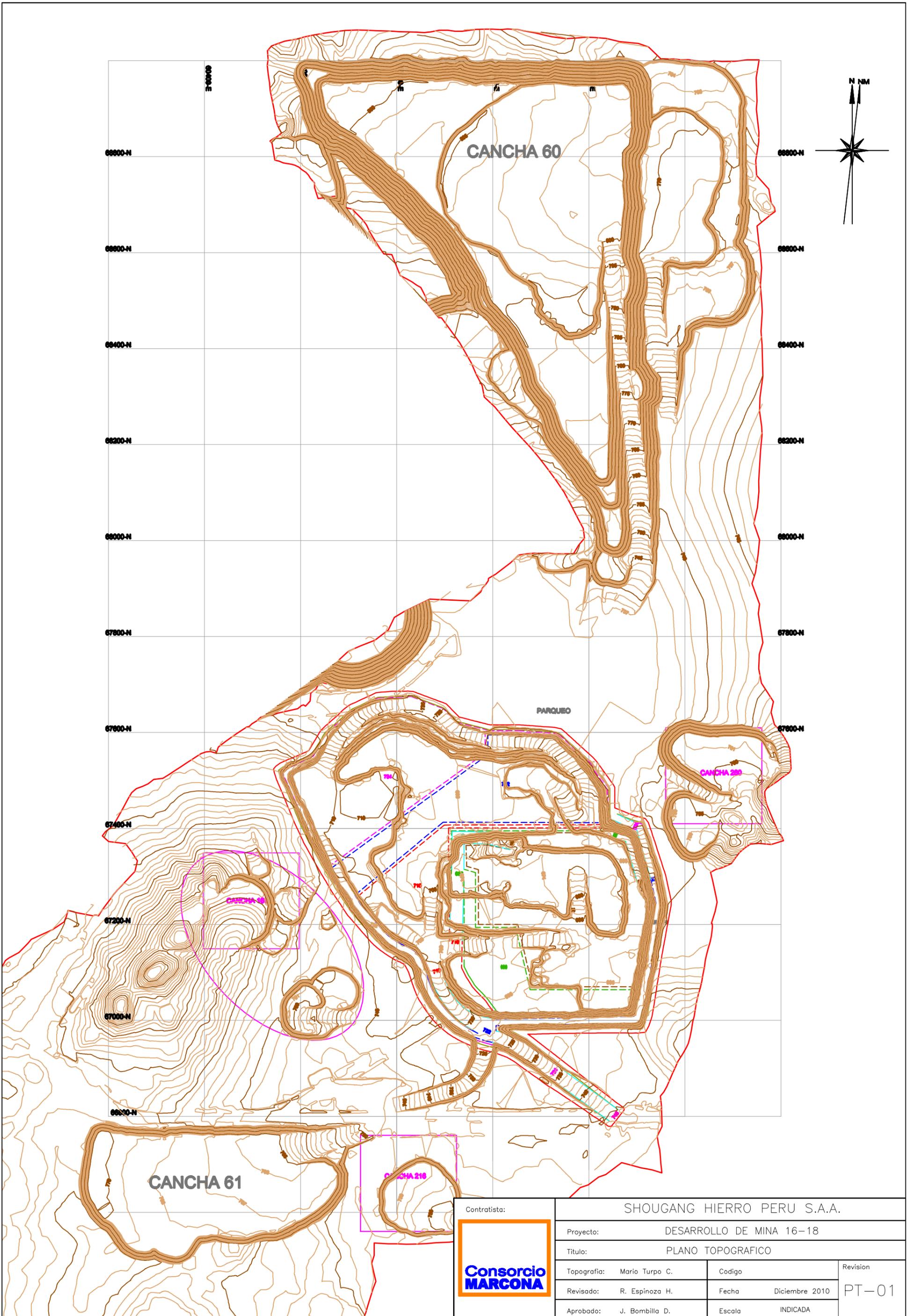
$$(4) + (8) \quad 480818.866 + 12752.983 = 493571.849$$

NORTE: **8318300.662** ESTE: **493571.849**

De la misma forma calculamos las coordenadas UTM para GM1, GM2 y 10R

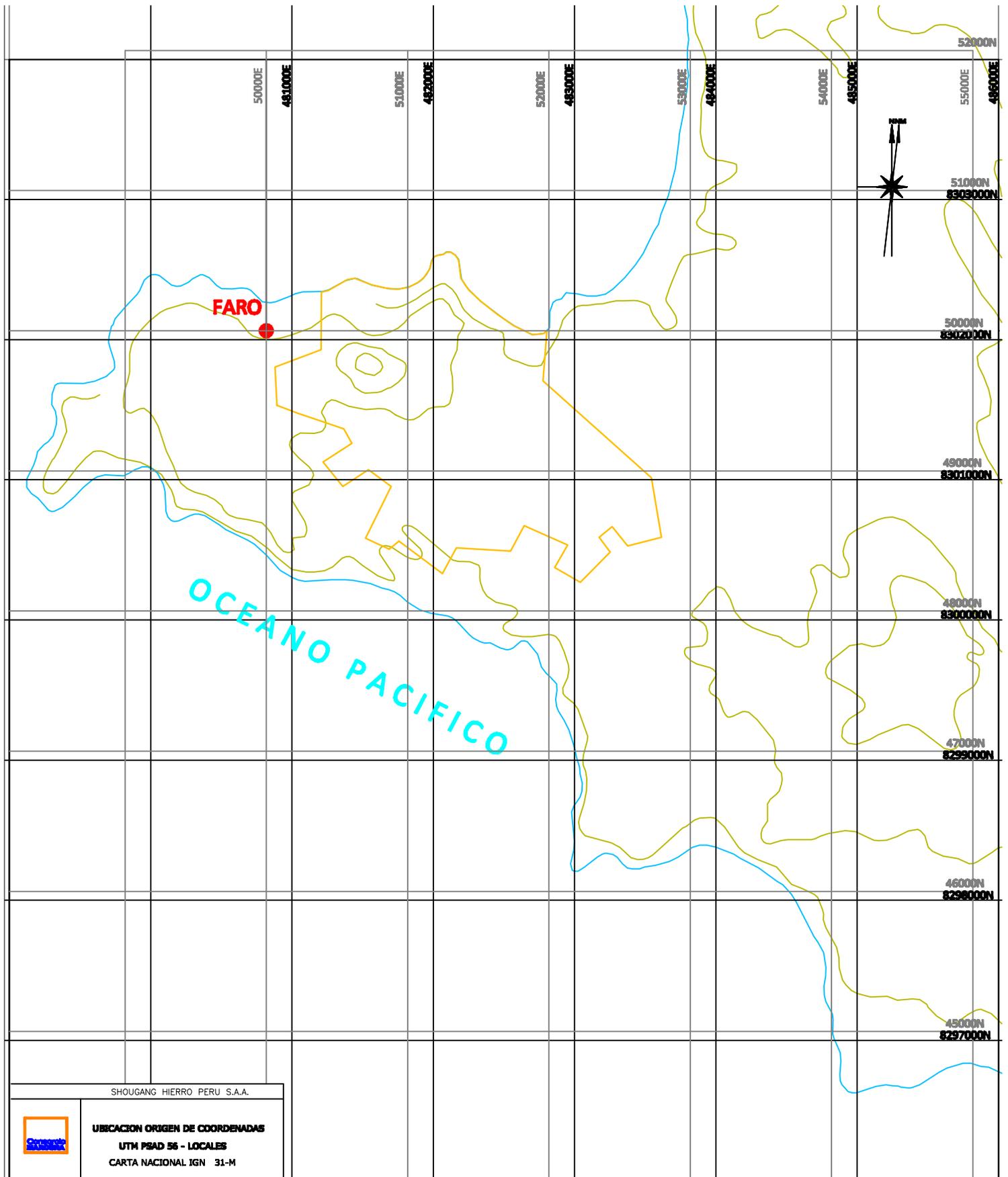
NORTE	ESTE	NOMBRE
8319463.671	492282.245	GM1
8319342.390	491234.431	GM2
8319236.272	491170.578	10R

En Shougang se trabaja con coordenadas locales, en toda la mina y los datos son proporcionados por la misma Empresa Minera.



Contratista:	SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.		
Proyecto:	DESARROLLO DE MINA 16-18		
Titulo:	PLANO TOPOGRAFICO		
Topografia:	Mario Turpo C.	Codigo	Revision
Revisado:	R. Espinoza H.	Fecha	Diciembre 2010
Aprobado:	J. Bombilla D.	Escala	INDICADA
			PT-01





SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.



UBICACION ORIGEN DE COORDENADAS
 UTM PSAD 56 - LOCALES
 CARTA NACIONAL IGN 31-M



PERFORADORA DM45



PERFORADORA SKSS13 TEREX



PALA O&K RH-90 TEREX



CARGADOR FRONTAL 988F



EXCA 365 VADORA CAT



EXCAVADORA CAT 385



CAMIONES KOMATZU HD 785



CAMIONES CAT 773D



VOLQUETES ACTROS 3343



VOLQUETES ACTROS 4143



TRACTOR D8T



MOTONIVELADORA



OPERACION DE CARGUIO



OPERACION DE CARGUIO





DESQUINCHÉ DE TALUD









VISTA PANORAMICA MINA 16-18



VISTA PANORAMICA MINA 16-18





VISTA PANORAMICA CANCHA 60



VISTA PANORAMICA CANCHA 60





PERSONAL DE CONSORCIO MARCONA



TALLERES DE MANTENIMIENTO



ESTACION TOTAL 3600DR TRIMBLE



