

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



INFORME DE TRABAJO DIRIGIDO
"READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL
DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA Y
AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO
VIAL MATARAL - VALLEGRANDE"

POSTULANTE:

Lucio Alberto Mamani Yujra

TUTOR:

Ing. Carlos Méndez Cárdenas

LA PAZ BOLIVIA

2014



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



DEDICATORIA

Este trabajo que representa la culminación del esfuerzo conjunto de los seres queridos va dedicado a mis Padres, mi Amada Esposa y mis Hijas.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestro Creador por permitir haber concluido una etapa más de mi vida, transmitiendo a través de Él las bendiciones para mis Formadores en la vida



INDICE

RESUMEN	1
CAPITULO I	4
ASPECTOS GENERALES	4
1. ANTECEDENTES	4
1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.2.2.1. EN LO ACADÉMICO	5
1.3. DATOS RESALTANTES DEL PROYECTO.....	6
1.3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	6
1.4. CONTRATO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA.....	6
1.4.1.1. LICITACIÓN DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA	6
1.4.1.2. MODIFICACIONES DEL CONTRATO	7
1.5. ORGANIZACIÓN DEL CONSULTOR	8
1.5.1. PERSONAL DEL SUPERVISOR ASIGNADO AL PROYECTO.....	8
1.6. INFORMACIÓN REFERENTE AL CONTRATISTA	9
1.6.1. CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN	9
1.6.1.1. MODIFICACIONES DEL CONTRATO	10
1.7. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	11
CAPITULO II	12
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
2.1. GENERALIDADES.....	12
2.1.1. ACTIVIDADES DE LA SUPERVISIÓN.....	12
2.1.2. LOCALIZACIÓN	13
2.1.3. DISEÑO FINAL DE LA CARRETERA	15
2.1.4. GEOMETRÍA DE LA VÍA.....	15
2.1.5. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	19
2.1.6. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA	20
2.1.6.1. GEOLOGÍA.....	20



2.1.6.2.	CARACTERISTICAS DE LA REGION DE ESTUDIO	22
2.1.7.	OROGRAFIA E HIDROGRAFIA	22
2.1.8.	ESTUDIO HIDROLOGICO	24
2.1.9.	GEOMORFOLOGÍA.....	24
2.2.	EQUIPO ASIGNADO A LAS TAREAS DE SUPERVISIÓN.....	25
2.2.1.	EQUIPO TOPOGRÁFICO	25
2.2.2.	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN.....	26
2.2.3.	PERSONAL DE LAS BRIGADAS DE TOPOGRAFIA.....	26
CAPITULO III.....		28
MARCO TEÓRICO		28
3.	CONCEPTOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA	28
3.1.	CONSIDERACIONES BÁSICAS EN TOPOGRAFÍA	29
3.2.	TIPOS DE LEVANTAMIENTO DE MANERA GENERAL	30
3.3.	TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	32
3.4.	RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS	35
3.5.	DIVISIÓN OPERACIONAL DE LA TOPOGRAFÍA.....	36
3.6.	SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN TOPOGRAFÍA.....	37
3.7.	PROYECCIÓN U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR)	37
3.7.1.	HUSOS DE PROYECCIÓN.....	38
3.8.	CURVAS DE NIVEL.....	38
3.9.	EQUIDISTANCIA	39
3.10.	ESCALA.....	39
3.11.	PRINCIPIOS DE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA.....	40
3.11.1.	INTRODUCCIÓN	40
3.11.2.	MEDICIÓN DE ÁNGULOS.....	41
3.11.2.1.	MÉTODO DE REPETICIÓN.....	41
3.11.2.2.	ÁNGULOS VERTICALES.....	43
3.11.2.3.	RUMBOS Y AZIMUT	43
3.12.	NIVELACIÓN.....	46
3.12.1.	TIPOS DE NIVELACIÓN	46
3.12.1.1.	NIVELACIÓN POR PENDIENTES O TRIGONOMÉTRICA.....	46
3.12.1.2.	NIVELACIÓN POR ALTURAS O GEOMÉTRICA.....	46
3.12.1.3.	NIVEL DE LÍNEA.....	49



3.13.	CLASIFICACIÓN DE NIVELES	50
3.14.	ACCESORIOS.....	51
3.15.	SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	54
CAPITULO IV		58
4.	DESARROLLO DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE SUPERVISIÓN ..	58
FASE I: READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL		58
4.1.	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	58
4.1.1.	REVISIÓN DEL PROYECTO	58
4.1.2.	TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE.....	58
4.1.3.	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	59
4.1.4.	REFERENCIACIÓN RED GEODÉSICA	60
4.1.5.	AMOJONAMIENTO DE PUNTOS GPS	61
4.1.6.	POLIGONAL RED GEODÉSICA	62
4.1.7.	RED POLIGONAL BASE TOPOGRÁFICA	65
4.2.	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA POLIGONAL BASE Y BMs.	70
4.2.1.	CALCULO DE PLANILLAS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	72
4.3.	READECUACIÓN DE LA CARRETERA.....	74
4.3.1.	VARIANTE INICIO DEL PROYECTO – MATARAL	75
4.3.2.	ESTACIÓN DE PEAJE	76
4.3.3.	PROPIEDADES, CRUCES, Y OTROS	77
4.4.	INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CARRETA	78
4.4.1.	MODELO DIGITAL DEL TRAMO	78
4.4.2.	DISEÑO GEOMETRICO	80
4.4.3.	REPLANTEO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO	81
4.5.	RESUMEN DE TRABAJOS EJECUTADOS EN CAMPO.....	82
FASE II: SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL		82
4.6.	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA	82
4.7.	CONTROLES GEOMÉTRICOS POR LA SUPERVISIÓN.....	83
4.8.	CONTROLES GEOMÉTRICOS HORIZONTAL Y VERTICAL	89
4.8.1.	CORTES DE TALUD	90
4.8.2.	CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN	91
4.8.3.	SUB RASANTE MEJORADA.....	92
4.8.4.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	93



4.8.4.1.	CAPA SUB BASE.....	93
4.8.4.2.	CAPA BASE	94
4.9.	ALCANTARILLAS Y OTRAS ESTRUCTURAS	95
4.10.	ESTACIÓN DE PESAJE.....	102
CAPITULO V	104
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1.	EXPERIENCIA TÉCNICA.....	104
5.1.1.	EN CAMPO.....	104
5.1.2.	EN GABINETE	105
5.2.	CONCLUSIONES.....	105
5.3.	RECOMENDACIONES.....	106
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	108



INDICE DE ANEXOS

ANEXO A1.-	ELEMENTOS GEOMÉTRICOS
ANEXO A2.-	SECCIÓN TÍPICA DE DISEÑO
ANEXO A3.-	COORDENADAS DE LEVANTAMIENTO EN BASE A COORDENADAS RELATIVAS
ANEXO A3.1.-	COORDENADAS PARCIALES POR TRAMOS
ANEXO A3.2.-	PLANILLA DE CALCULO
ANEXO A3.3.-	COORDENADAS COMPENSADAS
ANEXO A4.-	PLANILLA DE NIVELACIÓN
ANEXO A4.1.-	PLANILLA RESUMEN
ANEXO A5.-	MONOGRAFÍA DE PUNTOS
ANEXO A6.-	PLANOS DE ACCESOS
ANEXO A7.-	SECCIONES TRANSVERSALES FINALES
ANEXO A8.-	PLANILLAS DE LIBERACIÓN CONTROL GEOMÉTRICO
ANEXO A9.-	PLANOS PLANTA PERFIL
ANEXO A9.1.--	PLANOS ESTACIÓN DE PESAJE
ANEXO A9.2.--	PLANOS RETEN DE PEAJE
ANEXO A10.-	PLANOS PUENTE HOYADA
ANEXO A11.-	OBRAS DE DRENAJE
ANEXO A12.-	INFORME FOTOGRÁFICO
ANEXO A13.-	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS TOPOGRAFIA
ANEXO A14.-	DOCUMENTOS DE RESPALDO



RESUMEN

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al IX Congreso de Universidades, predispone a reglamentar la Titulación a Nivel de Licenciatura con prácticas profesionales en entidades públicas y privadas Enmarcado en un convenio UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS - FACULTAD de TECNOLOGÍA - CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA y la Empresa Consultora INGENIERIA POLITECNICA AMERICANA S.A. CONSULTORES INTERNACIONALES, se realizó el Trabajo Dirigido en el Proyecto: Estudio y construcción de la carretera, READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO VIAL MATARAL – VALLEGRANDE.

La Carretera forma parte Red Fundamental de Bolivia, de la Ruta F22 que vincula las poblaciones de Mataral e Ipitá con las capitales de Santa Cruz y Cochabamba (Ruta F07). El trazado de la carretera atraviesa zonas montañosas sumamente abruptas, con desnivel de 649 m en 50,038 km, de una altitud de 1420 msnm en la localidad de Mataral, a una altitud de 2069 msnm en Vallegrande.

Las actividades relativas al Proyecto se dividieron en dos fases:

FASE I: READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL

Las tareas concernientes al levantamiento topográfico realizado, fueron planificadas y verificadas en campo, a partir de un reconocimiento de toda la zona de Proyecto.

En el reconocimiento de campo se llegó a la conclusión que el proyecto no contaba con una red de poligonal base. Georeferenciada, y se realizaron las siguientes actividades:

Referenciación de una RED GEODÉSICA (Puntos GPS), con el objeto de contar con coordenadas precisas para la densificación y ajuste de una Red Auxiliar de Puntos de Control Geométrico (Poligonal Base Topográfica).



Los puntos de la red geodésica fueron ubicados en lugares estratégicos según la topografía de todo el tramo, se materializaron 7 puntos distribuidos en 3 pares y 1 de llegada, a 19 Km aproximadamente entre cada par de puntos

La densificación de puntos GPS se realizó por el Método de Posicionamiento de Precisión Diferencial Estático,

La RED POLIGONAL BASE TOPOGRÁFICA Se realizó un levantamiento topográfico de 134 puntos (PB-Nº.) de la Poligonal Base y BMs, del inicio al final del Proyecto, en lugares estratégicos a lo largo del tramo Mataral - Vallegrande, mismos que eran visibles uno del otro entre si, en distancias mayores a 150 m y menores a 500 m dependiendo de las condiciones de visibilidad y refracción;

Se realizó una NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA POLIGONAL BASE Y BMs. en concordancia con los vértices de la Poligonal Base, y en tramos largos se materializaron puntos intermedios mediante mojones de hormigón.

La nivelación geométrica se realizó mediante el método ARRASTRE DE COTA (Triple Lectura HS = hilo superior, HM = hilo medio HI = hilo inferior) ida y vuelta, permitiendo el control de desniveles verificando la tolerancia de cierre establecido. (Nivelación de primer orden $4mm \times \sqrt{K}$, donde K es la distancia expresada en km)

el resumen en general de los trabajos topográficos en la Fase I, son los siguientes

- Levantamiento Topográfico de la variante al inicio del Proyecto
- Levantamiento Topográfico de la carretera
- Levantamiento de Alcantarillas y Quebradas
- Levantamiento de Bancos de Préstamos y Yacimientos
- Levantamiento de Ríos Aguas Abajo y Aguas Arriba
- Levantamiento y Nivelación de Puentes Existentes
- Levantamiento de Buzones
- Levantamiento de accesos a poblaciones aledañas.
- Levantamiento de Expropiaciones y otras zonas de interés.



FASE II: SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL

Una vez revisado y complementado el Diseño Final, el Consultor inicio la Supervisión Técnica de la Obra. Los trabajos topográficos se centraban más en los controles geométricos de los trabajos, el personal de Supervisión acompañó y controló permanentemente los trabajos ejecutados por el Contratista, verificando que éstos guarden conformidad con los planos y las especificaciones técnicas

CONTROLES GEOMÉTRICOS HORIZONTAL Y VERTICAL

Los ítems donde las Brigadas de Topografía atendieron con mayor atención y control son las siguientes:

- Cortes de talud
- Conformación del terraplén
- Sub rasante mejorada
- Estructura del pavimento (Capa sub base, Capa base)
- Alcantarillas y otras estructuras de Drenaje.
- Muros de contención Muro de gaviones:
- Construcción de Puente

La posibilidad de realizar el “Trabajo Dirigido” definitivamente abre muchas posibilidades de superación, complementando la formación académica realizado durante 5 años.

Se evidencia que la Topografía en todo proyecto es importante, consecuentemente un Topógrafo tiene que tener formación teórica y práctica, capaz de dar soluciones a problemas que se presentan en el campo, sin buscar excusas o cargar el problema a terceros.

La experiencia técnicas obtenida, enfrentando problemas que se presentaron durante la ejecución del proyecto como *SUPERVISOR TOPÓGRAFO*. Tomar decisiones para solucionar problemas que se presentan en campo, acompañados en el cumplimiento de las especificaciones técnicas.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

La formación Académica en las Universidades Públicas y Autónomas conlleva un contexto necesario de interacción y retribución Universidad-Sociedad, factor que de acuerdo al IX Congreso de Universidades predispone a reglamentar la Titulación a Nivel de Licenciatura con prácticas profesionales en entidades públicas y privadas de acuerdo a necesidades y convenios contractuales que así requieran y sea en beneficio de un sector de la sociedad civil. Enmarcado en el convenio UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS - FACULTAD de TECNOLOGÍA - CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA y la Empresa Consultora INGENIERIA POLITECNICA AMERICANA S.A. CONSULTORES INTERNACIONALES, se realizó el Trabajo Dirigido en Proyectos de estudio a diseño final, trabajos de supervisión, control de calidad de obras físicas, que benefician a diferentes municipios dentro el País.

La Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) y el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, canalizaron recursos económicos para la ejecución del estudio y construcción de la carretera, READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO VIAL MATARAL – VALLEGRANDE.

1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

En síntesis el presente informe presenta el resumen de actividades realizados por el postulante, que permita la Titulación mediante la modalidad de Trabajo Dirigido a nivel de Licenciatura.



1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Readecuación, Complementación del Diseño Final, para luego realizar la Supervisión Técnica - Ambiental de la Construcción del Tramo Carretero Mataral – Vallegrande.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantamientos Topográficos con equipos de última generación para realizar la readecuación del diseño de acuerdo a problemas planteados en el terreno y no contemplados en el diseño original.
- Replantear para el control geométrico (horizontal y vertical), utilizando equipos Topográficos de acuerdo con las especificaciones técnicas y parámetros de tolerancias planteadas.
- Levantamientos Topográficos de Secciones Transversales para el cálculo de volúmenes de avance en las obras físicas ejecutadas por la Empresa Contratista.
- Seguimiento en los levantamientos Topográficos del contratista para elaborar el certificado de pago de acuerdo al porcentaje de avance de obra.
- Densificación los puntos de control geométrico, según las necesidades del Contratista y control de la Supervisión.
- El aprendizaje del manejo equipos topográficos analógicos y digitales de última generación dispuestos por la Empresa Consultora.
- Ampliar criterios Topográficos para la solución de problemas de diseño y replanteos.

1.2.2.1. EN LO ACADÉMICO

- Consolidar la interacción Universidad – Sociedad, reforzando y aplicando conocimiento técnicos adquiridos en la construcción de carreteras.
- Elevar el nivel de pericias técnicas en trabajos de campo y gabinete referido al área de Topografía con actividades ejecutadas durante el periodo de Trabajo Dirigido.



- Elaboración el Informe de trabajo dirigido y la defensa del mismo para la obtención del Título de Licenciatura en Topografía y Geodesia.

1.3. DATOS RESULTANTES DEL PROYECTO

1.3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Los Plazos de Contrato Inicial y Final del Contratista y el Supervisor, se describen de manera general en el **Cuadro N^o 1**:

Cuadro N^o 1. Plazo del Contrato

DESCRIPCIÓN	FECHAS		PLAZO [Días Calendario]		
	INICIO	FIN	INICIAL	AMPLIACIÓN	FINAL
Contratista	31/agosto/07	31/julio/10	540	526	1.066
Supervisión	22/mayo/07	29/octubre/10	750	506	1.256

1.4. CONTRATO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA

1.4.1.1. LICITACIÓN DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA

La Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), mediante Concurso de Propuestas N^o 015/2006, convocó a Empresas Consultoras de Servicios de Supervisión Técnica interesadas en el Estudio de Readequación y Complementación del Diseño Final y Supervisión Técnica Ambiental de la Construcción del Tramo Mataral – Vallegrande, que presenten documentos administrativos legales y propuestas técnica y económica para su evaluación, bajo las Normas y regulaciones de contratación estipuladas en Texto Ordenado del Decreto Supremo N^o 27328 – Procesos de Contratación de Bienes, Obras, Servicios Generales y Servicios de Consultoría y su Reglamento.

La Comisión de Calificación del Contratante, luego de efectuar la apertura de propuestas presentadas, realizó el análisis y la evaluación tanto del Sobre “A” como del Sobre “B”, habiendo emitido el Informe de Calificación Final de Calificación y Recomendación a la Autoridad Competente de la Entidad, el mismo que fue aprobado y en base al cual se pronunció la Resolución Administrativa de Adjudicación N^o ARPC N^o 006/2006 de fecha 11 de diciembre de 2006, resolviendo adjudicar la prestación del



servicio a la empresa INGENIERÍA POLITÉCNICA AMERICANA – IPA S.A., por haber sido calificada en primer lugar.

El Contrato ABC N° 191/07 GCT-SER-CAF, fue firmado en fecha 22 de Enero de 2007 por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) representada por la Lic. Patricia Ballivián Estenssoro, Presidenta Ejecutiva a.i.; el Ing. Fernando Arana, Gerente de Construcciones a.i.; Ing. Roberto Arauz Nuñez, Gerente Administrativo Financiero y la Empresa Ingeniería Politécnica Americana IPA S.A., legalmente representada por el Lic. Luís Alcalá Calvo. La Orden de Proceder fue emitida el 22 de mayo de 2007.

Los datos iniciales del Contrato se describen en el **Cuadro N° 2:**

Cuadro N° 2. Resumen de Datos Iniciales del Contrato

Contratista:	Ingeniería Politécnica Americana IPA SA
Contrato N° :	ABC N° 191/07 –GCT-SER-CAF
Fecha de Suscripción Contrato :	22 de enero de 2007
Monto Contractual:	Bs. 4.147.640,51
Plazo:	25 meses calendario
Inicio Plazo Contractual (Orden de Proceder):	22 de mayo de 2007

1.4.1.2. MODIFICACIONES DEL CONTRATO

Durante la ejecución de la obra, se introdujeron modificaciones en el costo y en el plazo de los servicios de consultor, mediante los mecanismos establecidos para este cometido, como: Contratos Modificatorios, Órdenes de Cambio, Contrato Ampliatorio y Ordenes de Trabajo, son descritos de manera general cuadro **Cuadro N°3:**

Cuadro N° 3: Contratos Modificatorios del Consultor

MECANISMO	OBJETIVO	DÍA CALENDARIO
CONTRATO MODIFICATORIO N° 1	• Ampliar plazo de presentación del Informe Final	2 meses y ocho días
CONTRATO MODIFICATORIO N° 2	La Ampliación de Plazo	260 días
ORDEN DE CAMBIO N° 1	Ampliar el Plazo de los Servicios del Supervisor	90 días
ORDEN DE CAMBIO N° 2	Ampliar el Plazo de los Servicios del Supervisor,	hasta el 31 de julio
CONTRATO AMPLIATORIO	Ampliatorio de la Supervisión	90 días



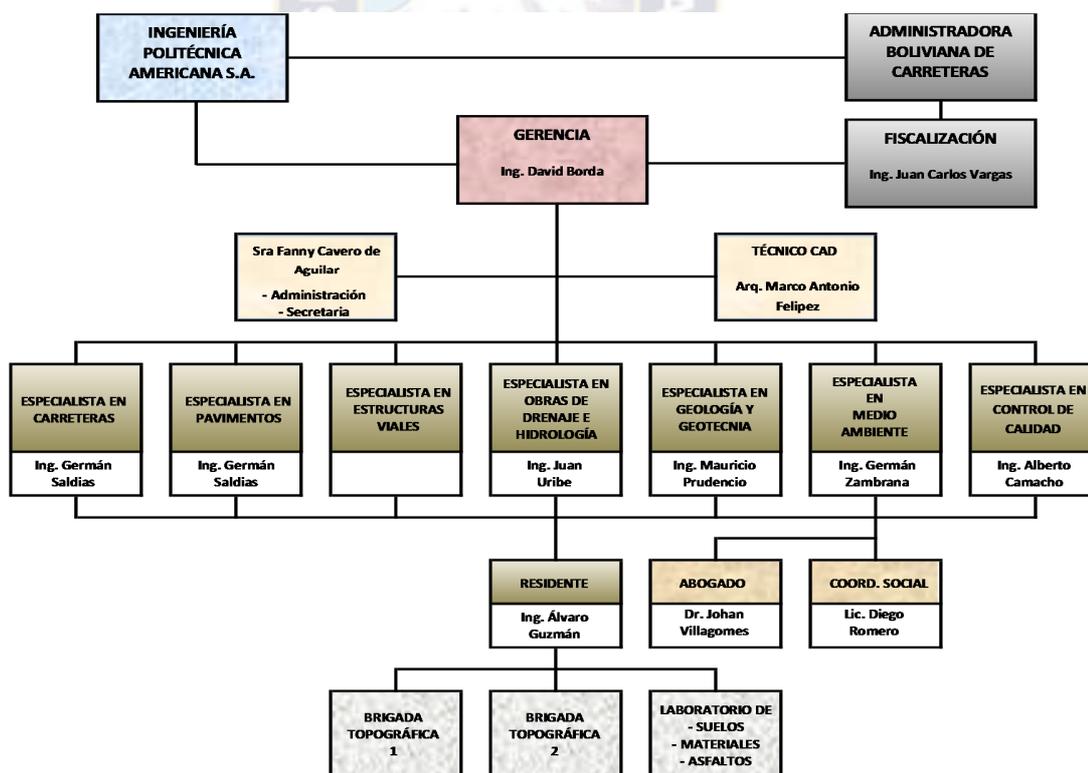
ORDEN DE TRABAJO Nº 1	redistribuyendo las cantidades Hombre-Mes	
ORDEN DE TRABAJO Nº 2	redistribuyendo las cantidades Hombre-Mes	
ORDEN DE TRABAJO Nº 3	redistribuyendo las cantidades Hombre-Mes	
ORDEN DE TRABAJO Nº 4	redistribuyendo las cantidades Hombre-Mes	Noviembre/09 y Diciembre/09
ORDEN DE TRABAJO Nº 5	redistribuyendo las cantidades Hombre-Mes	
ORDEN DE TRABAJO Nº 6	cancelar los honorarios del personal que viene prestando servicios	
ORDEN DE TRABAJO Nº 7	cancelar los honorarios del personal que viene prestando servicios	

1.5. ORGANIZACIÓN DEL CONSULTOR

1.5.1. PERSONAL DEL SUPERVISOR ASIGNADO AL PROYECTO

En el **Cuadro N^o 4** se muestra la cantidad máxima del personal y en el **Gráfico N^o 1** se muestra el Organigrama de la Supervisión que trabajó en la etapa de mayor actividad.

Gráfico N^o 1: Organigrama del Personal encargado de la Supervisión





Cuadro N° 4: Personal de Supervisión que Permaneció en el Proyecto

Personal	N° de Personas
Profesionales	6
Técnicos	6
Administrativos	1
Auxiliares y de apoyo	12
TOTAL	25

1.6. INFORMACIÓN REFERENTE AL CONTRATISTA

1.6.1. CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN

Mediante Licitación Pública Internacional LPI N° 06/2006, Construcción y Pavimentación del Tramo Vial Mataral – Vallegrande, se convocó a Empresas Constructoras interesadas a presentar documentos Administrativos, Legales, Propuesta Técnica y Económica, de acuerdo con los Términos del Pliego de Condiciones aprobado mediante Resolución Administrativa ARPC N° 04/2007 de 15 de enero de 2007, bajo las Normas y Regulaciones del D.S. N° 27328 de 31 de enero de 2004 y su reglamento.

La Comisión de Calificación de la Administradora Boliviana de Carreteras, se pronuncia a través de la Resolución Administrativa de Adjudicación ARPC N° 053/2007, de fecha 24 de marzo de 2007, adjudicando la ejecución de la Obra a la Sociedad Accidental CRUCEÑA LTDA. Y ASOCIADOS, por haber calificado en primer lugar.

El Contrato de Construcción ABC N° 357/07 GCT-OBR-CAF-AL, fue firmado en fecha 06 de julio de 2007 por la Administradora Boliviana de Carreteras representada por la Lic. Patricia Ballivián Presidenta Ejecutiva a.i., Ing. Carlos Méndez Cárdenas Gerente de Construcciones, Lic. José Luís Zúñiga Tarifa Gerente Administrativo Financiero y la Empresa Constructora Asociación Accidental Cruceña Ltda. y Asociados legalmente representada por el Ing. Mariano Egüez Castedo. La Orden de Proceder fue emitida el 31 de agosto de 2007.



1.6.1.1. MODIFICACIONES DEL CONTRATO

Durante la ejecución de la obra, se introdujeron modificaciones al Contrato de Construcción, modificando el monto y/o plazo del Contrato mediante los mecanismos establecidos para este propósito, como ser: Contratos Modificatorios, Ordenes de Cambio y Ordenes de Trabajo, enmarcados en el Pliego de Especificaciones Técnicas, que son descritos de manera general en el **Cuadro N° 5**:

Cuadro N° 5. Contratos Modificatorios del Contratista

MECANISMO	OBJETIVO	FECHA
CONTRATO MODIFICATORIO N° 1	Reajuste de precios de materiales	17-dic-08
CONTRATO MODIFICATORIO N° 2	Reajuste cemento asfáltico	31-dic-08
CONTRATO MODIFICATORIO N° 3	Variación de precios de materiales	31-dic-08
CONTRATO MODIFICATORIO N° 4	Anticipos especiales para la adquisición de materiales	31-dic-08
ORDEN DE CAMBIO N° 1	Modificaciones de cantidades de obra	27-mar-09
CONTRATO AMPLIATORIO	Recorte del paquete estructural y el tratamiento superficial doble en 14 Km. De longitud	13-oct-09
ORDEN DE CAMBIO N° 2	Ampliar el Plazo de Ejecución de Obras del Contratista	23-oct-09
ORDEN DE CAMBIO N° 3	Consolidar el Presupuesto de la Obra, en base al Monto Aprobado en el Contrato Ampliatorio	20-nov-09
ORDEN DE CAMBIO N° 4	Ampliar el Plazo de Ejecución de Obras	25-mar-10
ORDEN DE TRABAJO N° 1	Excavación de Corte, reasignación de cantidades	05-may-08
ORDEN DE TRABAJO N° 2	Excavación de Corte, reasignación de cantidades	30-jun-08
ORDEN DE TRABAJO N° 3	Excavación de Corte, reasignación de cantidades	05-ago-08
ORDEN DE TRABAJO N° 4	Reasignación de cantidades	30-oct-08
ORDEN DE TRABAJO N° 5	Reasignación de cantidades	10-mar-09
ORDEN DE TRABAJO N° 6	Reasignación de cantidades	16-abr-09
ORDEN DE TRABAJO N° 7	Reasignación de cantidad	29-jun-09
ORDEN DE TRABAJO N° 8	Reasignación de cantidades	28-ago-09
ORDEN DE TRABAJO N° 9	Reasignación de cantidades	30-ene-10
ORDEN DE TRABAJO N° 10	Reasignación de cantidades	01-jun-10
ORDEN DE TRABAJO N° 11	Reasignación de cantidades	31-jul-10
ORDEN DE TRABAJO N° 12	Reasignación de cantidades	06-dic-10

INVERSIÓN ECONÓMICA

Los Montos de Contrato Inicial y Final del Contratista y de Supervisión, se muestran en el **Cuadro N° 6**:



Cuadro N^o 6. Contrato Inicial y Final del Contratista y Supervisión

DESCRIPCIÓN	MONTO				
	CONTRATO	INCREMENTO	FINAL	EJECUTADO	(+) INCREMENTO (-) REDUCCIÓN
Contratista (\$US)	9.393.004,71	4.223.894,59	13.616.899,30	13.610.667,01	+ 6.232,29
Supervisión (Bs)	4.147.640,51	1.201.040,48	5.348.680,99	5.348.622,65	- 58,34

La construcción del Retén de Peaje y la Estación de Pesaje ha representado el 4.40% del monto total de la obra, como se muestran en el **Cuadro N^o 7:**

Cuadro N^o 7. Construcción Reten de Peaje y Estación de Pesaje

N ^o	DESCRIPCIÓN DE ÍTEMS	UNIDAD	CANTIDAD FINAL	PRECIO UNITARIO [\$us]	MONTO FINAL EN [\$us]	%
1	Acceso, plataforma, área de estibaje, iluminación, residencia y oficina de control de pesaje, equipos de pesaje e instalaciones de peaje	GLB	1,07	557.851,39	598.847,78	4,40 %

1.7. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

La Construcción y Pavimentación del Tramo Vial Mataral – Vallegrande, ha sido financiada por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), a través del Crédito CAF 3299, concedido por la Corporación Andina de Fomento – CAF a la República de Bolivia y contraparte de la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, en los siguientes porcentajes como se muestra **Cuadro N^o 8:**

Cuadro N^o 8. Financiamiento en Porcentaje

FINANCIAMIENTO	PORCENTAJE
<ul style="list-style-type: none">Gobierno de la República de BoliviaCorporación Andina de Fomento (CAF)	70 %
<ul style="list-style-type: none">Prefectura del Departamento de Santa Cruz	30 %



CAPITULO II

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Carretera Mataral – Vallegrande, forma parte de la Ruta F22 que vincula las poblaciones de Mataral e Ipitá con las capitales de Santa Cruz y Cochabamba, formando así parte de la Red Fundamental de Bolivia, integrando las llanuras del oriente boliviano con el occidente del país.

El proyecto involucró la ejecución de todas las obras requeridas para lograr una carretera terminada con Tratamiento Superficial Doble, ajustada a las condiciones topográficas y acorde a las Normas de Diseño establecidas para este tipo de vía, con el objetivo de brindar comodidad, confort y seguridad a los usuarios.

El trazado de la carretera atraviesa zonas montañosas sumamente abruptas, especialmente en los sectores Arrayanal y Quina Quina, salvando un desnivel de 649 m en 50,038 km, vale decir que, de una altitud de 1420 msnm en la localidad de Mataral, se pasa a una altitud de 2069 msnm en Vallegrande. Estos desniveles se presentan en distancias cortas, que han originado notables ascensos y un trazado muy sinuoso, con cortes altos en laderas.

El ancho de la plataforma en los tramos en tangente y a nivel de subrasante es de 11,10 m, de modo que la rasante tiene un ancho de 9.00 m., de estos, 7,00 m corresponden a la calzada y bermas de 1,00 m a cada lado del eje.

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. ACTIVIDADES DE LA SUPERVISIÓN

El presente Informe describe las actividades desarrolladas por el postulante en la Supervisión, en cumplimiento del Contrato firmado con la Administradora Boliviana de Carreteras para la Readequación y Complementación del Diseño Final y Supervisión Técnica y Ambiental de la Construcción del Tramo Vial Mataral – Vallegrande.



Las actividades relativas al Contrato se dividieron en dos fases:

FASE I: Readecuación y Complementación Del Diseño Final

FASE II: Supervisión Técnica y Ambiental

FASE I: READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL

En cumplimiento de los Términos de Contrato, el Consultor en la fecha establecida, procedió a la entrega del Estudio de Readecuación y Complementación del Diseño Final, a la Gerencia de Planificación y Desarrollo Tecnológico de la Administradora Boliviana de Carreteras, el mismo que posteriormente mereció su aprobación.

FASE II: SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL

Una vez revisado y complementado el Diseño Final, el Consultor inicio la Supervisión Técnica de la Obra.

2.1.2. LOCALIZACIÓN

El Tramo Vial “Mataral – Vallegrande”, forma parte de la Ruta F22 de la Red Vial Fundamental, tiene una longitud de 50.038 Km y está ubicado en las provincias Vallegrande y Florida del Departamento de Santa Cruz. Se inicia en el Km 188+000 de la antigua carretera Santa Cruz – Cochabamba (Ruta F07), en la localidad de Mataral (Progresiva Km 0+000), jurisdicción del Municipio de Pampa Grande, Segunda Sección de la Provincia Florida, luego atraviesa las poblaciones de Cochabambita, Lagunillas y El Trigal pertenecientes al Municipio de El Trigal, Segunda Sección de la Provincia Vallegrande, para concluir en el ingreso a la localidad de Vallegrande (Progresiva Km 50+038), Primera Sección Municipal y Capital de la Provincia Vallegrande. Como se muestra en el **Plano N^o 1**.

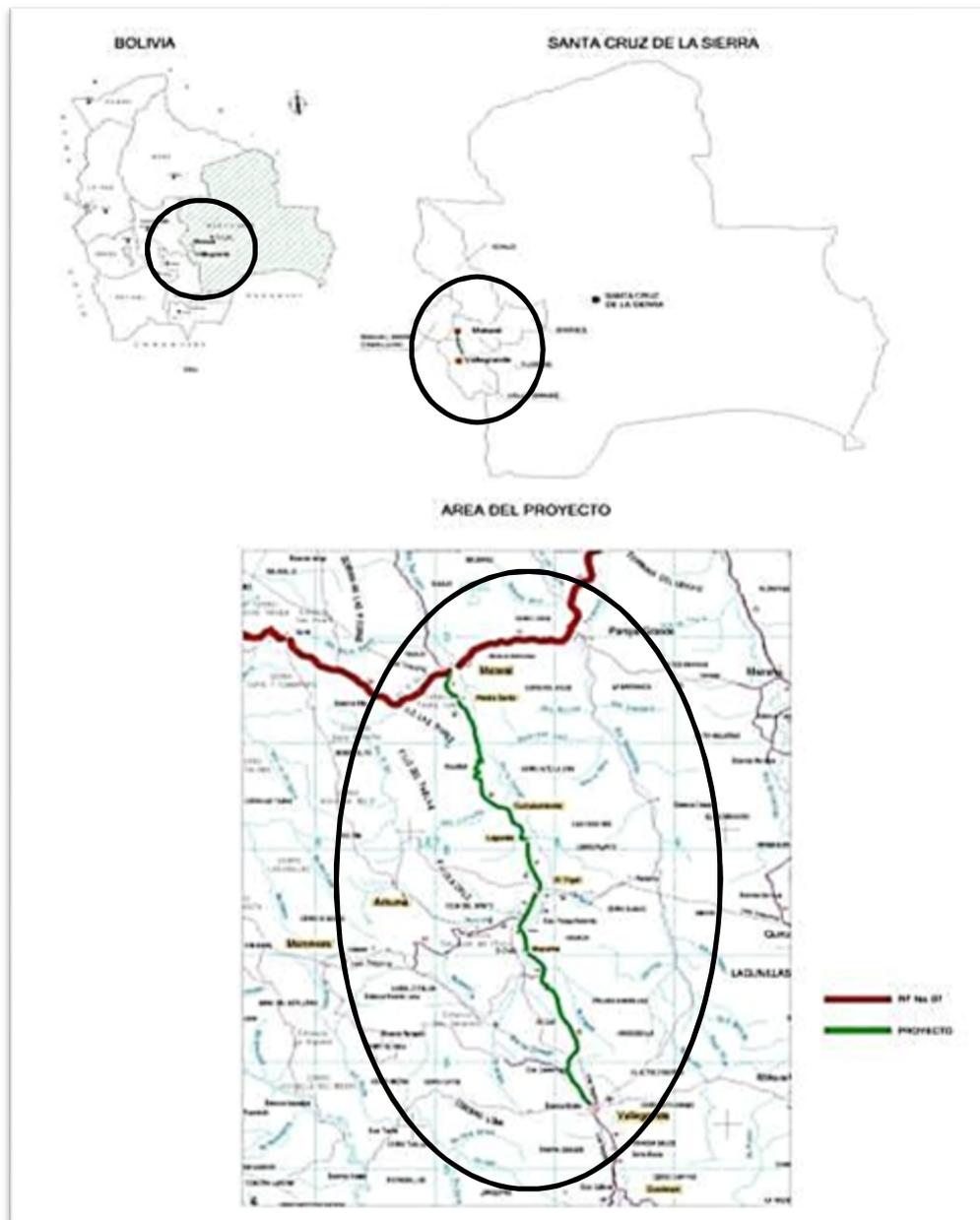
Geográficamente se ubica entre las coordenadas 18° 07' 012" y 18° 28' 456" de Latitud Sur y 64° 12' 592", 64° 06' 456" de Longitud Oeste.

El tramo construido se desarrolla entre cadenas montañosas que ingresan por el Noreste, predominantes en la mayoría de la superficie (70%), configurando en



dirección Norte a Sur varios pisos ecológicos de acuerdo a clima, altura y vegetación, salvando alturas entre los 1400 a 2200 msnm. (Valles Interandinos). Las empinadas montañas han determinado una geometría sinuosa.

Plano N°1 Ubicación del Proyecto





2.1.3. DISEÑO FINAL DE LA CARRETERA

La Construcción y Pavimentación del Tramo Vial Mataral – Vallegrande, fue licitada en base al proyecto elaborado por la Empresa CIMAT, por encargo de la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, habiéndose establecido claramente en el proceso de licitación en nota inserta en el Pliego de Condiciones: *“que, en virtud del Estudio de Readecuación y Complementación a ser efectuado por la Supervisión, existe la posibilidad de que las cantidades puedan sufrir modificaciones (incrementos o decrementos) y que inclusive se incorporen nuevas actividades, que necesariamente deberán regularizarse a través de un Contrato Modificador”*.

La Empresa Ingeniería Politécnica Americana – IPA SA, en su condición de Supervisor del Proyecto, fue la encargada de la elaboración del Estudio de Readecuación y Complementación del Diseño Final de la Carretera Mataral – Vallegrande.

2.1.4. GEOMETRÍA DE LA VÍA

Las distancias de la carretera, han sido referenciadas en kilómetros (Km) y progresivas (Prog.), coincidiendo la Prog. Km 0+000, con el punto de inicio de la vía en la localidad de Mataral, para concluir la obra en la Prog. Km 50+038 al ingreso de la población de Vallegrande.

La topografía es montañosa, sumada a las condiciones geológico-geotécnicas desfavorables, han impuesto que el trazo en la etapa de ejecución sea modificado, adecuando la planta y perfil a las condiciones observadas en campo, que han inducido a un trazo sinuoso con numerosas curvas de radios mínimos y pendientes máximas en algunos tramos. El eje adecuado a las condiciones topográficas y geológicas del terreno, mantuvo en lo posible, los parámetros considerados en el Diseño Original.

En el diseño de la carretera, se han asumido diferentes velocidades directrices, como se muestra en el: **Cuadro N^o 9:**



Cuadro N° 9. Velocidades Directrices de Diseño

TRAMO	PROGRESIVA		TOPOGRAFIA	VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	ECUACIÓN		DIFERENCIA (m)
	DE (km)	A (km)			ATRAS (km)	ADELANTE (km)	
I	0+000	5+600	Llana	80.00	00+211.348	00+413.444	202.096
II	5+600	18+000	Montañosa	40.00	11+687.365	11+699.480	12.115
					12+730.875	12+752.255	21.380
III	18+000	32+500	Llana	80.00	22+349.435	22+347.605	1.830
IV	32+500	35+600	Ondulada	60.00	33+618.180	33+624.105	5.925
					34+408.402	34+400.000	8.402
V	35+600	50+411	Montañosa, ondulada	40.00	36+997.304	36+998.385	1.081
					37+953.031	37+962.842	9.811
					38+939.240	39+146.434	207.194
					44+371.320	44+293.687	77.633

Considerando las ecuaciones introducidas en determinadas progresivas, la carretera alcanza una extensión real y total de 50,038 km (50.038,268 m).

Las ecuaciones introducidas han permitido mantener las progresivas del diseño original, evitando alterar la ubicación de las obras de drenaje construidas.

- **Normas Adoptadas:** El diseño se basó en las Normas de la AASHTO y en el Manual de Normas y Diseño Geométrico y Seguridad para las Carreteras del S.N.C., editado en 1984, el cual categoriza la carretera:
 - Morfológicamente: Categoría Montañosa.
 - Según Condiciones de Tránsito: Categoría III

Los principales parámetros geométricos adoptados en el diseño se muestran en los Cuadros N° 10, N° 11, N° 12, N° 13, N° 14, N° 15, N° 16:

Cuadro N° 10. Parámetros Topográficos

PARÁMETROS	TOPOGRAFÍA		
	Llana	Ondulada	Montaña
VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	110	80	60
PERALTE MÁXIMO (%)	6	8	10
RADIO MÍNIMO ABSOLUTO (m)	530	229	113
RADIO MÍNIMO DESEABLE (m)	794	336	162
PENDIENTE MÁXIMA (%)	5	6	8
<i>DISTANCIAS MÍNIMAS DE VISIBILIDAD</i>			
DE FRENADO (m)	255	140	85
DE PASO (m)	700	510	350



VALORES DE "K" PARA CURVAS VERTICALES			
CURVAS CONVEXAS (m)	134	40	15
CURVAS CÓNCAVAS (m)	64	32	17

Cuadro N^o 11. Sección Transversal Adoptada

SUPERFICIE DE RODADURA (m)	7.0
ANCHO DE BERMAS (m)	1.0
GALIBO VERTICAL (m)	5.5
DERECHO DE VÍA (m)	100

Cuadro N^o 12. Coeficientes de Rozamiento de Acuerdo a la Velocidad Directriz

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO
110	0.119
80	0.140
60	0.154

Cuadro N^o 13. Radios necesarios para diferentes Peraltes y Velocidades Directrices

V (km/h)	60		80		110	
	Deseable	Absoluto	Deseable	Absoluto	Deseable	Absoluto
10	162	113				
9	237	165				
8	293	204	336	229		
7	358	250	520	354		
6	441	307	672	458	794	530
5	553	386	867	591	1342	896
4	719	501	1147	782	1879	1255
3	992	692	1604	1093	2711	1810
2.5	1209	843	1967	1340	3361	2245

Cuadro N^o 14. Longitud mínima de Transición en curvas Horizontales (Le)

CRITERIOS ANALIZADOS	VELOCIDADES DIRECTRICES (Km/h)		
	60	80	110
Comodidad dinámica	50.00	70.00	100.00
Apariencia general	33.33	44.44	61.11
Apariencia de borde	60.75	61.60	60.23
Le mínimo adoptado(m)	60.00	70.00	100.00

Cuadro N^o 15. Alineamiento Vertical Pendiente Longitudinal Máxima

Tipo de Terreno	Pendiente Longitudinal Máxima
Llano	5.0%
Ondulado	6.0%
Montaña	8.0%



Cuadro N^o 16. Distancia De Visibilidad de Sobrepasso

Velocidad directriz (Km/h)	Distancia de visibilidad de sobrepasso (m)
60.0	350.0
80.0	510.0
110.0	700.0

CURVAS VERTICALES

Para el alineamiento vertical fueron previstas curvas verticales parabólicas de segundo grado tomando en cuenta criterios de seguridad para el tráfico vehicular, comodidad para los usuarios, variación máxima de la aceleración radial y criterios de visibilidad para sobrepasso.

La expresión utilizada para las curvas verticales es: $L = K \times A$

Donde: L = Longitud de la curva vertical
K = Parámetro de la parábola en metros
A = Diferencia algebraica de pendientes en m/m

En función a todos estos criterios fueron adoptados valores de "K" mínimos para las curvas verticales (cóncavas y convexas). como se muestra en el **Cuadro N^o 17:**

Cuadro N^o 17. Parámetros curvas verticales (Cóncavas y Convexas).

V (Km/h)	CURVAS CONVEXAS			CURVAS CONCAVAS		
	60	80	110	60	80	110
K min *	15	40	134	17	32	64
K min (en metros)	1500	4000	13400	1700	3200	6400

Fuente: Manual de Diseño geométrico ABC

- **Características del Eje de la Carretera en Planta:** Los datos del alineamiento horizontal, incluyendo las coordenadas de los puntos notables y los parámetros principales de las 260 curvas. **Véase ANEXO A1 Elementos Geométricos.**

SECCIONES TRANSVERSALES

- **Sección Tipo 1:** Esta sección fue diseñada para tramos con roca muy alterada (meteorizada y/o descompuesta), generalmente cubierta por material detrítico, con



pendiente en los taludes de 1H:1½V, altura máxima establecida de 25 m y excepcionalmente de 30 m y banquetas cada 9 m de 2.5 m de ancho.

- **Sección Tipo 2:** Esta sección fue diseñada para roca fracturada y meteorizada, con altura de corte establecida en 30 m y excepcionalmente 36 m. Los taludes inferiores tienen pendientes de corte 1H:3V, con banquetas horizontales de 2.5 m cada 9 m.
- **Sección Tipo 3:** Esta sección fue diseñada para suelos de malas condiciones geomecánicas (materiales susceptibles de derrumbe sin cohesión), con pendiente en taludes de corte de 1H:1V.
- **Sección Tipo 4:** Esta sección fue diseñada para ser adoptada en tramos que el alineamiento vertical exigía elevar los terraplenes. **Véase ANEXO A2 Sección Típica de Diseño.**

2.1.5. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

En función de los distintos parámetros de diseño a ser tomados en cuenta, como ser, estudios de tráfico, de suelos, además de considerar la funcionalidad y servicialidad esperadas. El cálculo de espesores se realizó en base a las recomendaciones contenidas en el Diseño de Estructuras de Pavimento, de la guía AASHTO. La superficie de rodadura elegida fue Tratamiento Superficial Doble, por el bajo nivel de solicitaciones del tráfico proyectado para una vida útil de 20 años.

El diseño inicial con los parámetros de diseño adoptados, dio como resultado los siguientes espesores de la estructura del pavimento como muestra el **Cuadro N^{ro} 18:** (Manual de diseño Geométrico).

Cuadro N^{ro} 18. Paquete Estructural Inicial

Nº	Material	Espesor [cm]
1	Tratamiento Superficial	2
2	Base Granular	20
3	Sub-base Granular	28
TOTAL		50.0



Por la limitante de recursos en el proyecto, se planteó la alternativa de optimizar estos espesores de la estructura de pavimento, de manera que se baje el costo total de la obra. Por las características del material disponible en la zona y ensayos efectuados en laboratorio, se pudo establecer, que el CBR para la Sub-base Granular alcanzaba valores de 50% o superior al 97% de la densidad máxima de compactación, habiéndose efectuado una revisión del paquete estructural, el **Cuadro N^{ro} 19**, muestra los resultados finales:

Cuadro N^{ro} 19. Paquete Estructural Ejecutado

N ^o	Material	Espesor [cm]
1	Tratamiento Superficial	1.2
2	Base Granular	20
3	Sub-base Granular	25
TOTAL		46.2

2.1.6. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA

2.1.6.1. GEOLOGÍA

Con la finalidad de facilitar la descripción de la geología y el trazado de la carretera, el tramo se ha subdividido en segmentos o sub-tramos, con características geológicas y/o topográficas afines.

Sub-Tramo km 0+000 al km 6+500. El camino se desarrolla sobre un Depósito Cuaternario conformado por material fino, proveniente de la deposición lacustre o probablemente originado por llanuras de inundación, debido a la topografía que aproximadamente en la Prog. Km 6+500 encuentra un cambio geomorfológico y un cambio en el tipo de formación. En este tramo la topografía presenta una baja pendiente (del orden de 1%), característica de deposiciones lacustres.

Sub-Tramo km 6+500 al km 9+540. Este tramo se desarrolla sobre un Sistema Carbonífero conformado por afloramientos rocosos y depósitos granulares. En este tramo la topografía presenta un ligero incremento en pendiente (hasta 2.5%), dando inicio a un desarrollo del camino en sector montañoso.



Sub-Tramo km 9+540 al km 14+900. El camino en este sector, se desarrolla sobre un Sistema Devónico compuesto por areniscas que llevan pocas intercalaciones arcillosas de grano fino a grueso y micáceas, de color amarillento a gris verdoso. En este tramo la pendiente del terreno se incrementa al 7% debido posiblemente a los procesos Orogénicos sufridos por el sector y que dieron lugar a la primera serranía entre las Localidades de Mataral y Vallegrande, conocida como el Abra del Arrayanal.

Sub-Tramo km 14+900 al km 16+800. El camino tiene su desarrollo sobre un Sistema Carbonífero conformado por afloramientos rocosos y depósitos granulares. En este tramo se presenta una topografía montañosa con una pendiente del orden de 6%.

Sub-Tramo km 16+800 al km 33+750. En este tramo, el camino se desarrolla sobre un Depósito Cuaternario conformado por material arenoso a fino proveniente de la deposición lacustre. La topografía presenta una baja pendiente (del orden de 1%), característica de este tipo de deposiciones.

Sub-Tramo km 33+750 al km 38+360. El camino tiene su desarrollo sobre un Sistema Carbonífero conformado por afloramientos rocosos y depósitos granulares. En este tramo el perfil topográfico presenta pendientes del orden de 6%, ya que en este sector se empieza a remontar la Serranía Quina Quina, que asciende entre las Localidades de Muyurina y Vallegrande.

Sub-Tramo km 38+360 al km 42+200. En este tramo el camino se desarrolla sobre un afloramiento del Sistema Devónico, compuesto por areniscas con pocas intercalaciones arcillosas de grano fino a grueso y micáceas de color amarillento a gris verdoso. El material que se encuentra en el sector es consistente y con bastante presencia de partículas granulares gruesas.

Sub-Tramo km 42+200 al km 45+050. En este tramo el trazado del camino alcanza topográficamente su cota más alta en la confluencia del Sistema Devónico y el Sistema Carbonífero. La conformación del Sistema Carbonífero está compuesta por afloramientos rocosos de estratificación horizontal sobre los cuales yacen formaciones de arenas y limos arcillosos.



Sub-Tramo km 45+050 al km 50+038. El camino en este sector se desarrolla sobre un Sistema Cuaternario compuesto por materiales arenosos, limosos y arcillosos, provenientes posiblemente de la inundación de la meseta sobre la cual se encuentra la localidad de Vallegrande.

En la Prog. Km 47+200 se ubica el Puente de La Hoyada, dentro de un Sistema Cuaternario, compuesto por materiales aluviales (gravas y piedras).

2.1.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA REGION DE ESTUDIO

De acuerdo a sus características fisiográficas, geomorfológicos, ecoregionales, suelos, y drenaje se diferencian dos zonas principales, con características específicas: Serranía Arrayanal – Cochabambita y Serranía Tucumancillo – Vallegrande, el **Cuadro N^o 20** muestra la caracterización de las zonas:

Cuadro N^o 20. Zonificación del Tramo Mataral-Vallegrande

Fuente: Elaboración Consultora IPA

Nº	Progresiva	Características	Observaciones
1	Km 0+000 al Km 1+000	Zona de Planicie Mataral e Ingreso a la Población	Distribuidor de tráfico, se incluyó drenaje pluvial.
2	Km 1+000 al Km 6+800	Zona de Planicie Mataral	Área semiurbana, no incluye áreas de aporte (drenaje), diámetros pequeños d= 600 mm
3	Km 6+800 al Km 17+500	Serranía Arrayanal-Cochabambita	Se implementó obras de drenaje (zanjas, cunetas, bajantes, revestidas). Bordillos
4	Km 17+500 al Km 27+500	Zona de Semiplanicie	Se implementó alcantarillas de alivio en curvas verticales
5	Km 27+500 al 29+000	Zona de Semiplanicie	Uso del agua con fines de riego
6	Km 29+000 al Km 33+200	Zona de Semiplanicie	Presentan incongruencias geológicas, a considerar en ubicación y diseño de obras de arte
7	Km 33+200 al Km 40+000	Serranía entre El Trigal y Vallegrande	Se implementó obras de drenaje (zanjas, cunetas, bajantes, revestidas). Bordillos
8	Km 40+000 al Km 50+000	Serranía	Alcantarillas de diámetros pequeños d= 600 mm.
9	Km 50+000 al Km 50+620	Ingreso a Población Vallegrande	Distribuidor de tráfico, se incluyó drenaje pluvial.

2.1.7. OROGRAFIA E HIDROGRAFIA

Las serranías de esta unidad fisiográfica, tiene un rumbo general NO-SE, encontrándose formada por serranías paralelas entre sí que coincide con grandes alineamientos anticlinales, alargados dando lugar a una morfología de “cuestas bajas”.

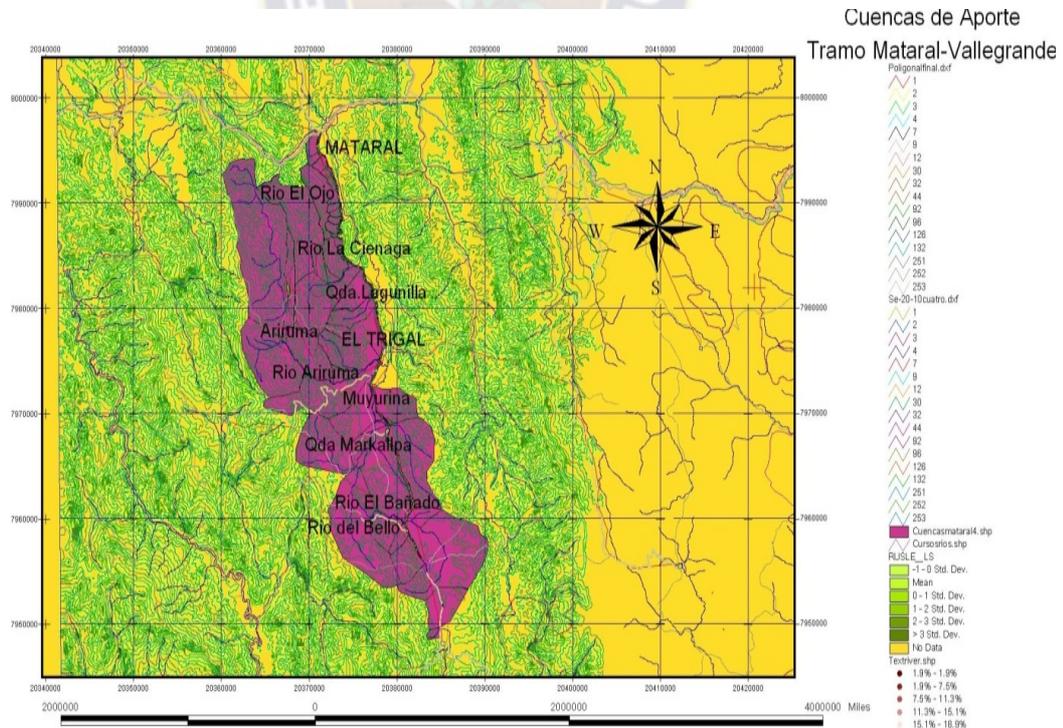


El paisaje de colinas presenta una red de drenaje dendrítico con difusa divisoria de aguas, característico de un paisaje maduro, cuyas laderas tienen cimas cóncavas hacia los pies de ladera, prevaleciendo en el área laderas dispersoras de escurrimientos hacia el río La Ciénaga. En el fondo de dichas colinas forman pequeñas terrazas fluviales dispuestas en diferentes niveles dando lugar a cursos superficiales temporales como ser la Quebrada “El Chaco”.

Las pendientes en el área del proyecto, son suaves y moderadas (0% al 12%), y que se encuentran en todas direcciones, por donde surcan pequeños cauces de drenaje permanentes y algunos estacionales, desembocando en el río La Ciénaga, la zona de estudio corresponde a la Sub-cuenca del Río Yapacaní del cual éste último forma parte de la cuenca del Río Grande o Mamoré.

Está conformada por numerosos ríos de aguas permanentes y temporales; y en lo que concierne a esta provincia se tienen los siguientes ríos: Río La Ciénaga, Río Ariruma, Río El Ojo, Río Tabacal, Río El Bañado, como se muestra en el **Plano N°2**:

Plano N°2. Cuencas de Aporte Tramo Mataral –Vallegrande





2.1.8. ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico realizó el análisis detallado de las características climáticas de la región, el régimen pluvial y las características físicas de las cuencas, para estimar las descargas pico (caudales) en ciertos periodos de recurrencia, considerando el comportamiento de los cursos actuales de los ríos, que permitirán realizar el diseño de las obras hidráulicas de drenaje y de control del Proyecto.

Para el análisis hidrológico se utilizó la información de Precipitaciones Máximas en 24 horas de dos estaciones pluviométricas, como se muestra en **Cuadro N^o21:**

Cuadro N^o21. Ubicación de Estaciones Pluviométricas.

Estación	Latitud S	Longitud W	Altura msnm
Mataral	18°07"	64° 13"	1.400
Vallegrande	18°28"	63° 07"	2.030

El **Cuadro N^o22**, muestra los caudales obtenidos para las cuencas mayores:

Cuadro N^o22. Caudales de las Cuencas Mayores

CUENCA	CAUDALES (m ³ /s)		
	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Qda. Llullucha	72.76	82.05	90.32
Río Ariruma	192.30	213.92	233.09
Río Markallpa-Río Ciénega	266.06	293.68	314.73
Río Ciénega	94.98	107.90	122.65

Por la influencia de cobertura y orográfica, la información de la estación Mataral son más representativos de la semiplanicie Mataral (Prog. Km 0+000 al. Km 6+800) y parte de zona de la serranía Arrayanal – Cochabambita (Prog. Km 6+800 al Km 14+000). Los datos de la estación Vallegrande son muy representativos del área limitada por Serranía Trigal y Vallegrande, corresponde al tramo Prog. Km 14+000 al Km. 50+410.

2.1.9. GEOMORFOLOGÍA

El tramo estudiado se encuentra ubicado en el sistema sub-andino con una geomorfología conformada por serranías cuyo relieve se caracteriza por presentar



topografía variada y una forestación de altura mediana y poco densa. El tramo vial presenta dos serranías bien definidas las cuales se denominan:

Abra del Arrayanal que es un tramo carretero de mayor altitud, comprendido entre las planicies de las poblaciones de Mataral y Cochabambita.

Serranía existente entre la planicie de El Trigal y la Ciudad de Vallegrande, más propiamente ubicada entre Tucumancillo y Vallegrande .

2.2. EQUIPO ASIGNADO A LAS TAREAS DE SUPERVISIÓN

2.2.1. EQUIPO TOPOGRÁFICO

Para el replanteo del eje de la carretera, levantamientos de detalles, control geométrico de las diferentes capas que componen el paquete estructural (sub rasante, sub-base y base), como también, para un control de niveles de las estructuras y obras de arte, Supervisión dispuso en obra de los equipos que se describen a continuación:

EQUIPOS TOPOGRÁFICOS DE PRECISIÓN

<u>CANT.</u>	<u>UNID.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
1	Equipo	Estación total SOKKIA SET 510 serie (145583)
1	Equipo	Estación Total SOKKIA SET 530RK serie (144907)
1	Equipo	Nivel Marca SOKKIA C320 Serie 445689
1	Equipo	Nivel Marca SOKKIA C320 Serie 445693

OTROS ACCESORIOS DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

<u>CANT.</u>	<u>UNID.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
4	Pza	Trípode de aluminio Marca Sokkia
4	Pza	mira plegable de madera NEDO de 4m. X 10cm IPA-TOP-MR/02
1	Pza	mira plegable de madera NEDO de 4m. X 5cm
6	Pza	Jalón porta prisma Sokkia LEICA
6	Pza	Prismas Sokkia LEICA
8	Pza	Radio MOTOROLA KEM-P15373 con batería de cuatro pilas mas CARGADOR
2	Pza	plomada de albañil grade
4	Pza	plomada de albañil pequeña



HERRAMIENTAS EN GENERAL DE TOPOGRAFÍA

Picotas, palas pequeñas, hacha, Josa, machetes, Barreno grande, martillos de carpintero, combos de 3 lbs., combos de 6 lbs., punta metálica, sapito metálico, pato y barilejo de Albañil, bidón plástico de 20 Litros para transporte de agua, llaves alliem de 10 piezas, ponchos de agua, Huinchas de 50 m, sogu gruesa 50 m, Chalecos reflectivos, conos de seguridad.

2.2.2. EQUIPOS DE COMPUTACIÓN

Para el trabajo de los profesionales Ingenieros y Técnicos, se dispuso de los siguientes equipos, como muestra el **Cuadro N°23**:

Cuadro N°23. Equipos de computación (Hardware y Software)

N _o	Cantidad	Tipo de Equipo	Marca
1	5	Computadoras Pentium Corel Duo	
2	1	Computadora Pentium IV	Dell
3	5	Impresoras y accesorios	Canon
4	3	Impresoras y accesorios	Epson

N _o	Cantidad	Tipo de Software	Aplicación
1	1	Auto Cad 2008	Graficador
2	1	Auto Cad Land 2006	Diseño de Carreteras
3	1	Eagle Point	Diseño de Carreteras
4	1	Cartomap	Diseño de Carreteras
5	1	Hec – 1	Cálculo de Hidrogramas
6	1	Hec – 2	Cálculo de Perfiles Hidráulicos
7	1	Scs	Calculo de Hidrogramas
8	1	Vert.	Cálculo de Intensidad-Duración-Frecuencia
9	1	Robot	Cálculo de Estructuras
10	1	Quark	Análisis de Precios Unitarios y Seguimiento de la Obra

2.2.3. PERSONAL DE LAS BRIGADAS DE TOPOGRAFIA

Para los Levantamientos Topográficos y Control Geométrico se dispuso del siguiente Personal: Un encargado de Topografía, Una brigada Topográfica para el sub tramo Mataral – El Trigal y Otra brigada Topográfica para el sub tramo El Trigal – Vallegrande, como muestra el **Grafico N° 2**:



Grafico N^o 2: Organigrama Personal, Brigadas Topográficas





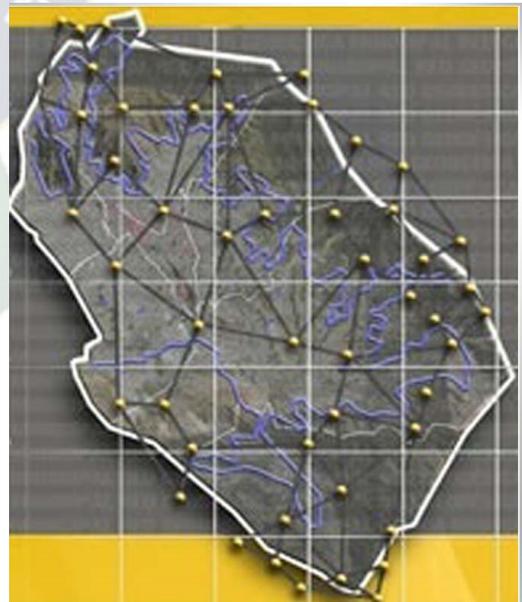
CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3. CONCEPTOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

Proveniente del griego “Topos” (lugar) y “–grafía” (descripción, escritura), la Topografía puede definirse como el conjunto de métodos y procedimientos para determinar la posición, relativa o absoluta, de los puntos de la superficie terrestre, así como su representación gráfica o convencional a una determinada escala, en una porción limitada de superficie terrestre.

También de origen griego, Geodesia significa literalmente “División de la Tierra”, y puede definirse como la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la tierra, su campo de gravedad y sus variaciones temporales. Uno de los objetivos de la Geodesia es la de proporcionar una infraestructura geométrica precisa para el apoyo de los trabajos topográficos, ya que estos son solamente aplicables a porciones pequeñas de la superficie terrestre, sin tener en cuenta su forma y asumiéndola “plana” (Servicio Nacional de Aero Fotogrametría BOLIVIA www.snabol.com.bo).





3.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS EN TOPOGRAFÍA

Los levantamientos topográficos se realizan en áreas relativamente específicos de la superficie de la tierra.

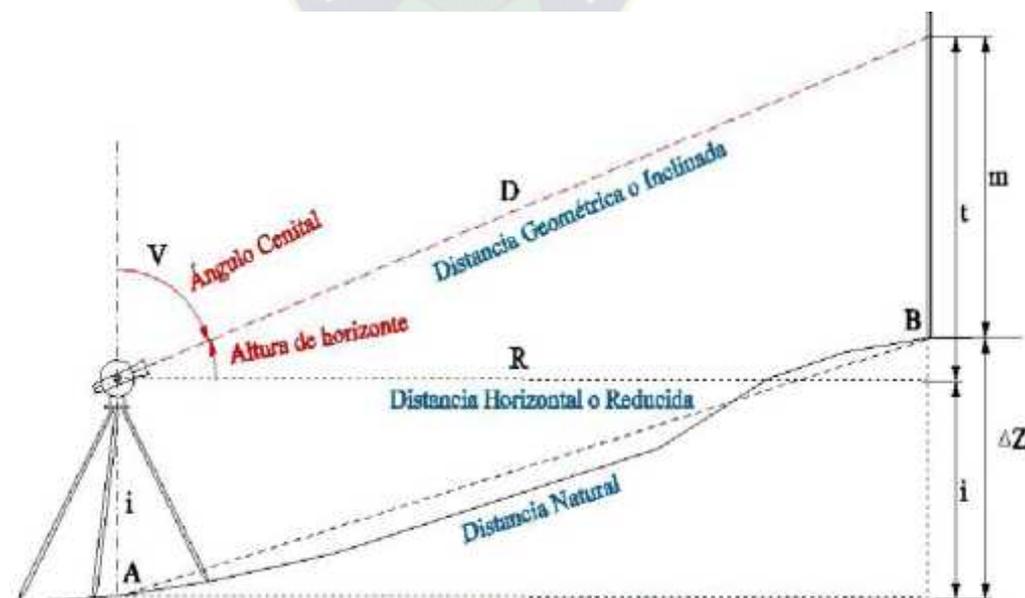
En topografía no se considera la verdadera forma de la superficie de la tierra, sino se supone como una *superficie plana*.

La dirección de la plomada, se considera que es la misma dentro de los límites del levantamiento, todos los ángulos medidos en topografía se consideran planos.

Se considera recta a toda línea que une 2 puntos sobre la superficie de la tierra.

DISTANCIA: Es la separación que existe entre dos puntos sobre la superficie terrestre. En la topografía, distancia entre dos puntos se entiende que es la distancia horizontal aunque en frecuencia se miden inclinadas, se reducen a su equivalente en su proyección horizontal antes de usarse, por medio de datos auxiliares como lo son la pendiente o los ángulos verticales. (MANUAL DE TOPOGRAFIA – PLANIMETRIA, 2008

En Topografía existen tres tipos de distancias:





- Distancia natural AB: es la distancia entre dos puntos siguiendo el relieve del terreno.
- Distancia geométrica: D: longitud del segmento de recta que une los dos puntos
- Distancia reducida R: es la proyección sobre el plano horizontal de la distancia geométrica.

Desnivel ΔZ : Diferencia de cota entre dos puntos del terreno (MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA).

LEVANTAMIENTO: Es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos.

Los levantamientos topográficos tienen por objeto tomar suficientes datos de campo para confeccionar planos y mapas en la que figura el relieve y la localización de puntos o detalles naturales o artificiales y tiene como finalidad:

- La determinación y fijación linderos de terrenos
- Servir de base para ciertos proyectos en la ejecución de obras públicas o privadas.
- Servir para la determinación de las figuras de terrenos y masas de agua.

NOTAS DE CAMPO: Siempre deben tomarse en libretas especiales de registro, y con toda claridad para no tener que pasarlas posteriormente, es decir, se tornan en limpio; deben incluirse la mayor cantidad de datos complementarios posibles para evitar malas interpretaciones ya que es muy común que los dibujos los hagan diferentes personas encargadas del trabajo de campo.

3.2. TIPOS DE LEVANTAMIENTO DE MANERA GENERAL

Topográficos: Estos producen mapas y planos de las características naturales y hechas por el hombre. No existe una diferencia clara entre mapa y plano, pero se acepta generalmente que en los planos, los detalles se grafican y dibujan a escala exacta, mientras que en los mapas muchos de los rasgos son representados por



símbolos convencionales o por contornos, los cuales dan menos detalles, pero más visión del área representada.

Geodésicos: Los levantamientos Geodésicos se distinguen por la Técnica y el uso que se les da. En los levantamientos Geodésicos de grandes áreas de la superficie terrestre se debe tomar en cuenta la curvatura de la misma. La red de mediciones entre puntos de este mismo sistema, es necesarios para controlar todo el levantamiento y así determinar el lugar de grandes áreas, debiendo tomar estas medidas con la calidad más alta posible.

Así las técnicas de medición de alta precisión están asociados con los levantamientos Geodésicos, y como ya se mencionó, sobre estas grandes áreas se debe considerar la curvatura de la superficie terrestre.

En la Ingeniería, estos abarcan todos los trabajos topográficos requeridos antes, durante y después de cualquier trabajo de Ingeniería. Antes de comenzar cualquier trabajo se requiere un mapa topográfico a gran escala o plano que sirva como base al diseño.

La posición propuesta de cualquier nuevo tipo de construcción debe marcarse en el terreno, en planta y elevación, operación conocida como replanteo y finalmente es por lo que se requiere hacer el levantamiento. Especialmente para el diseño y construcción de nuevas rutas, caminos, ferrocarriles, y en muchos aspectos de los levantamientos, siempre se requiere calcular áreas y volúmenes de movimiento de tierra, y los datos para trazar las curvas sobre el alineamiento de la ruta.

Diferencia entre Levantamientos geodésicos y topográficos:

Geodésicos	Topográficos.
1. Considera la verdadera configuración de la superficie de la tierra.	1. Considera la superficie de la tierra como plana.
2. Se realizan en grandes extensiones de la superficie de la tierra.	2. Se realiza en pequeñas extensiones de la superficie.
3. Se realizan con técnicas e instrumentos especiales.	3. Se realiza con instrumentos y técnicas sencillas.
4. Tienen mayor precisión.	4. Tiene menor precisión.
5. Están a cargo de instituciones especializadas	5. Puede ser realizado por personal no especificado.



3.3. TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

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 o de planos.
- Soporte de las actas de los deslindes practicados.

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, 20 metros.
- Nivelación del eje estacado, 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 cambio de pendiente 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 subrogante 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.

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.
- Levantamientos subterráneos necesarios 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.

Levantamientos hidrográficos: Estos levantamientos se refieren a los trabajos necesarios para la obtención de los planos de masas de aguas, líneas de litorales o Cusieras, 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).

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. Este trabajo debe ser hecho con extrema precisión y se basa en puntos de posición conocida, fijados previamente con procedimientos geodésicos y que se toman como señales permanentes de referencia. 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.).

Levantamientos aéreos o fotogramétricos: Se hacen por fotogrametría. Generalmente desde aviones y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamientos. Se realizan por medio de fotografías aéreas tomadas con cámaras especiales ya sea desde un avión, o desde estaciones de la tierra.

Subterráneos: se utiliza para determinación de masas de agua subterránea.

3.4. RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS

Geología: En los trabajos de ingeniería es indispensable tener conocimiento de las condiciones en las que se va a construir una presa, un túnel, etc. Los levantamientos geológicos le dan datos al ingeniero sobre la calidad del terreno para los diferentes usos.

Física: La construcción y perfeccionamiento que han experimentado los diferentes aparatos usados en topografía se deben principalmente a los progresos de la óptica.

Astronomía: Para la determinación de puntos sobre la superficie de la tierra se tiene que hacer en base a las coordenadas geográficas, latitud (Norte, sur) longitud (Este, Oeste).

Matemática: Para el cálculo de distancia, áreas, ángulos / volúmenes se auxilian de la geometría y la trigonometría.



3.5. DIVISIÓN OPERACIONAL DE LA TOPOGRAFÍA

Para su estudio la topografía se ha estudiado en las siguientes ramas:

Planimetría: Representación horizontal de los datos de un terrenos que tiene por objeto determinar las dimensiones de este. Se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Dicho de otro manera estamos representando el terreno visto desde arriba o de planta.

Para la planimetría podemos usar la cinta o el teodolito como instrumento universal. Las distancias con que se trabaja y que se marcan en planos en planos, siempre son horizontales. Por tanto, las distancias siempre que se puede se miden horizontales o se convierten a horizontales con datos auxiliares (ángulo vertical o pendiente). La cinta determina las distancias con mayor exactitud, con teodolito tiene menor precisión en las distancias.

Altimetría: tiene como objeto principal determinar la diferencia de alturas entre puntos situados en el terreno. (Usamos el nivel, teodolito, cinta) (MANUAL DE TOPOGRAFIA – PLANIMETRIA, 2008)

Planimetría y Altimetría

La superficie terrestre no es plana y su representación exige determinar, no sólo la proyección horizontal de los diversos puntos, sino también las alturas de cada uno de éstos sobre el plano de proyección, medidas sobre las líneas proyectantes perpendiculares a él, que cuando se refieren al plano horizontal de cota cero toman el nombre de altitudes o cotas. La superficie de cota cero es la de los mares tranquilos que se supone prolongada, idealmente, a través de los continentes.

Recibe el nombre de Planimetría la parte de la Topografía, que se ocupa de la determinación de la proyección horizontal de los puntos, mientras que la Altimetría comprende los métodos, que proporcionan sus cotas o altitudes. Algunas veces, en el levantamiento de planos, sólo se necesitan los datos planimétricos; por ejemplo, en



terrenos muy llanos, o cuando se mide la superficie o se deslinda una finca. Asimismo, pueden realizarse operaciones altimétricas aisladas, como cuando quiere hallarse la altura de un salto de agua; pero, casi siempre, el levantamiento de un plano, que haya de ser utilizado por el técnico, abarca las dos clases de operaciones, planimétricas y altimétricas, y los procedimientos topográficos comprenden unas y otras, que se realizan simultáneamente.

3.6. SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN TOPOGRAFÍA

La topografía pretende la representación en el plano de una serie de elementos espaciales. Y debe cumplir, entre otras, la condición fundamental de dar al que lo utiliza, idea clara de la forma, dimensiones y detalles del terreno representado. El sistema que cumple mejor esta condición, es el conocido con el nombre de «Planos acotados», que se reduce a representar cada punto por su proyección horizontal, con un número que indica su altura sobre la superficie de referencia.

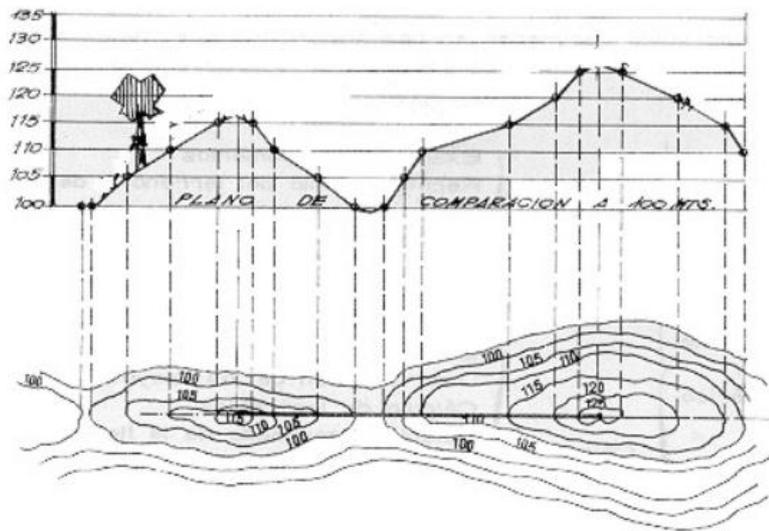
3.7. PROYECCIÓN U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR)

Es una representación de la Tierra que facilita la resolución de problemas geodésicos sobre el plano. Se define como un sistema cilíndrico, transverso y tangente al elipsoide (superficie matemática que se utiliza en geodesia, como representación de la superficie terrestre), a lo largo de un meridiano central del huso que se toma como meridiano origen.

MERIDIANO CENTRAL N



LINEAS DE INTERSECCIÓN



3.9. EQUIDISTANCIA

Para que las curvas de nivel den idea clara del relieve del terreno, los planos horizontales que las determinan deben estar separados entre si una magnitud constante, que es la diferencia entre las cotas de dos de ellos contiguos y que recibe el nombre de equidistancia.

La equidistancia suele elegirse, en función de la escala del plano, de modo que las curvas de nivel no resulten demasiado juntas, ni excesivamente separadas, pues en ambos casos no darían idea suficientemente clara del terreno.

3.10. ESCALA

Escala es la relación constante que existe entre las líneas plano y sus homologas en el terreno. En Topografía su valor es siempre menor que la unidad, por la necesidad de reducir el tamaño de las líneas del terreno, para que puedan representarse en el papel, y se indica generalmente por una fracción cuyo numerador es la unidad y que tiene por denominador un múltiplo de diez, lo que facilita las operaciones de multiplicación o división necesarias para pasar de las magnitudes del plano a las del terreno o viceversa.



Las escalas varían según el objeto del plano; así, para representaciones de edificios y pequeñas parcelas de terreno de gran valor, se usan escalas grandes, 1/50, 1/100, 1/200, y 1/500.

Para mayores extensiones, otras menores, 1/1.000, 1/2.000, 1/5.000 y 1/10.000, son las más frecuentes. El mapa topográfico nacional, que ejecuta el Instituto Geográfico Militar (I.G.M), se publica en escala 1/50.000. En trabajos geodésicos se emplean escalas menores, por ejemplo las de 1/400.000, 1/500.000, 1/1.000.000, etc.

Además de estas escalas numéricas, se suelen dibujar en los planos las escalas gráficas, que evitan las operaciones aritméticas de multiplicación o división. Se reducen a una línea recta dividida en partes iguales y numerada de modo que las cifras indiquen directamente las magnitudes del terreno a que corresponden los segmentos de la escala.

La menor magnitud que podemos apreciar en el plano es de 0,2 mm., grueso de la punta de un lápiz bien afilado, que se denomina error gráfico.

Si designamos la escala por 1/M una longitud cualquiera del terreno L, se representa por otra que mide $L \times 1/M$, y, por lo tanto, la menor magnitud de aquel que tiene representación en el plano estará dada por la fórmula

$$L = M \times 0,0002 \text{ metros}$$

Así, por ejemplo, en la escala 1/5.000, las magnitudes inferiores a 1.00 m no pueden representarse en el plano, salvo que se adopten signos convencionales para ello. (CONCEPTOS TOPOGRÁFICOS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Www.Upm.Es).

3.11. PRINCIPIOS DE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA

3.11.1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales tareas de la topografía es hacer planos (levantamientos), otra es llevar sobre el terreno proyectos de obras (replanteos). Los instrumentos y métodos



utilizados son muchos. En este curso veremos algunos de ellos, los más útiles para vuestra profesión.

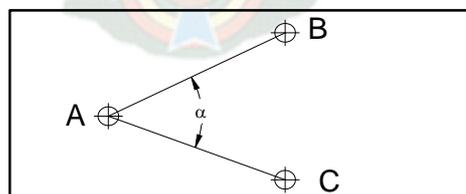
La posición de los elementos se define por un sistema de coordenadas cartesianas planas, definido en un determinado sistema de referencia, pero en campo muchos trabajos se realizan sobre coordenadas polares: ángulos y distancias, por lo que vamos a ver algunos conceptos relacionados con estos tipos de datos.

Uno de los instrumentos más utilizado es el TAQUIMETRO, que aunque actualmente constituyen equipos muy sofisticados, en realidad se reducen a un sistema de medida de ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias (PRINCIPIOS DE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA www.topocat.com).



3.11.2. MEDICIÓN DE ÁNGULOS

3.11.2.1. MÉTODO DE REPETICIÓN



En la aplicación de este método se utiliza teodolitos repetidores, o de doble eje, en los cuales el círculo horizontal puede girar alrededor del eje vertical junto con la alidada.



Esta característica hace posible sumar las “n” mediciones de un ángulo con el mismo aparato, tomando como valor probable la enésima parte de la suma.

La siguiente ecuación representa la fórmula general para la determinación de un ángulo por el método de repetición.

$$\alpha = \frac{L_f + n(360^\circ) - L_i}{N}$$

Siendo:

L_f = lectura final al círculo horizontal (a la derecha)

L_i = lectura inicial al círculo horizontal (a la izquierda)

n = número de veces que el índice de lectura ha pasado por el cero de la graduación

N = número de repeticiones ($N = nS$)

Generalmente en la práctica operativa, se impone una lectura inicial (L_i) igual a cero (MEDICIÓN DE ANGULOS).

Ángulos de deflexión: Son los ángulos medidos a partir de la prolongación de alineación anterior con la siguiente, se pueden medir a la izquierda o a la derecha y el sentido de giro se define colocando una D (derecha) o una I (izquierda) al valor del ángulo. Su magnitud varía entre 0 y 180°. Este tipo de ángulos por lo general se mide en las poligonales abiertas.

En las poligonales cerradas la suma de los ángulos de deflexión es igual a 360°.

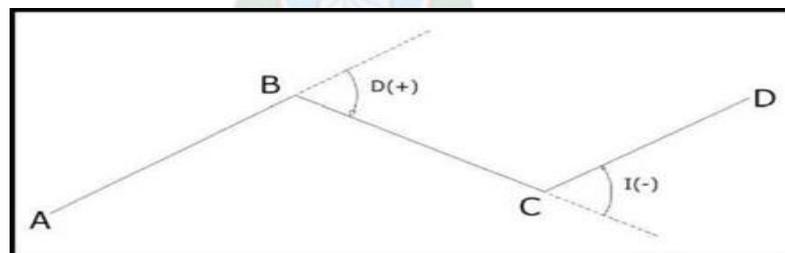
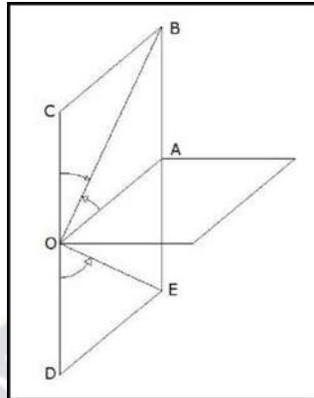


Figura Ángulos de deflexión a la derecha (D) y a la izquierda (I).



3.11.2.2. ÁNGULOS VERTICALES



Clases de ángulos verticales: Ángulo de pendiente positivo (AOB), ángulo cenital (BOC), ángulo nadiral (EOD)

Un ángulo vertical está contenido dentro de un plano vertical, este plano es perpendicular a un plano horizontal, y sirve para definir la inclinación de una línea sobre el terreno. Existen algunas clases de ángulos verticales:

Ángulo de pendiente: Cuando se toma como línea de referencia la línea horizontal, el cual puede ser positivo o de elevación o negativo o de depresión. "Este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo como en porcentaje.

Ángulo cenital: Cuando se toma como línea de referencia el extremo superior de la línea vertical. El cénit es perpendicular a la superficie de la tierra.

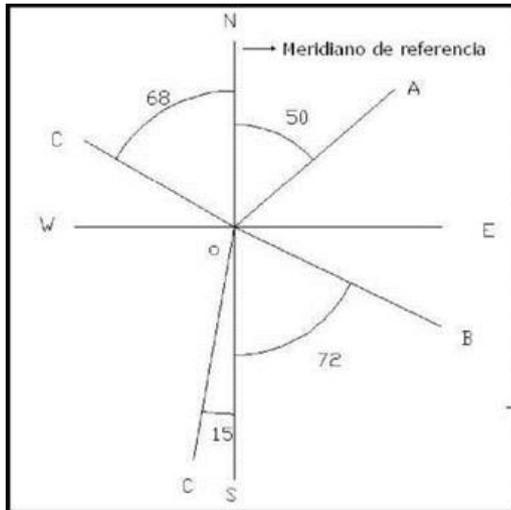
Ángulo nadiral: Cuando se escoge como línea de referencia el extremo inferior de la línea vertical. El nadir es el punto opuesto al cenit.

3.11.2.3. RUMBOS Y AZIMUT

Rumbos: Es el ángulo agudo horizontal medido desde una línea de referencia, se lo mide desde el norte o desde el sur hacia el este o el oeste, su valor varía entre 0 y 90°. Se lo representa por dos letras y un valor numérico entre las dos.

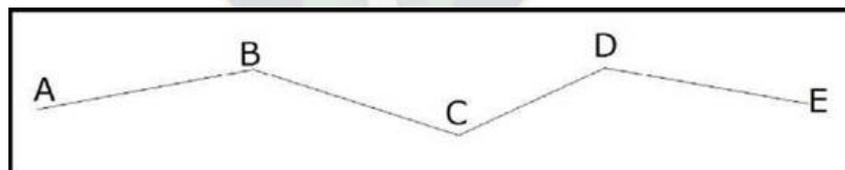


Los rumbos pueden ser verdaderos, magnéticos o arbitrarios dependiendo desde que meridiano de referencia se lo mida ya sea este el verdadero, magnético o una recta cualquiera escogida árbtramente como meridiano.



LINEA	RUMBO
OA	N 50° E
OB	S 72° E
OC	S 15° W
OD	N 68° W

Los rumbos también pueden ser directos e inversos, los rumbos directos son los que se miden hacia adelante y los inversos hacia atrás, los dos tipos de rumbo en el mismo valor pero corresponden a cuadrantes opuestos. Por ejemplo si el rumbo de AB es N 75° E, el de BA es S 75° W.

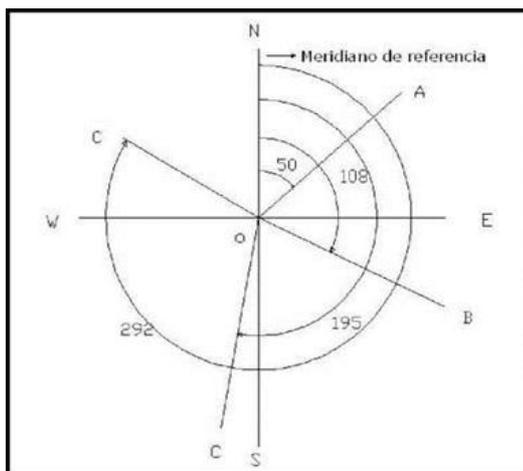


En la figura los rumbos AB, BC, CD Y DE son rumbos directos y BA, CB, DC, y ED son inversos.

Azimut: Es el ángulo horizontal medido desde una línea de referencia, generalmente desde el norte, en el sentido de las manecillas del reloj. Su valor varía entre 0 y 360°. El azimut también puede ser verdadero, magnético o arbitrario según el meridiano desde el cual se mida.



Al igual que los rumbos también pueden ser directos e inversos, y para transformar un azimut de inverso a directo o viceversa se resta o se suma 180° dependiendo en que cuadrante este, si está en el primero o en el segundo se suma 180° y si está en el tercero o en el cuarto se resta 180° . Por ejemplo en la figura el azimut OA es 50° y el azimut AO es $50^\circ + 180^\circ = 230^\circ$. (TOPOGRAFIA ELEMENTAL)



LÍNEA	AZIMUT
OA	50°
OB	108°
OC	195°
OD	292°

Comparaciones entre rumbos y azimut

RUMBOS	AZIMUT
<ul style="list-style-type: none"> Su valor varía entre 0° y 90°. 	<ul style="list-style-type: none"> Su valor varía entre 0° y 360°.
<ul style="list-style-type: none"> Se miden desde el norte o desde el sur. 	<ul style="list-style-type: none"> Se miden desde el norte.
<ul style="list-style-type: none"> Se miden en los dos sentidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se miden en el sentido de las manecillas del reloj.
<ul style="list-style-type: none"> Su valor se indica entre dos letras. 	<ul style="list-style-type: none"> Solo se indica su valor numérico.

Equivocaciones al trabajar con rumbos y azimut:

- Confundir ángulos positivos y negativos.
- Intercambiar rumbos y acimut.
- Excluir el cambio de las letras de rumbo al usar el rumbo inverso de una línea.
- Excluir el ajuste de los ángulos de una poligonal antes de calcular rumbos o azimut.



3.12. NIVELACIÓN

Llamamos NIVELACIÓN a la determinación de altitudes de puntos y de desniveles entre puntos. Se podría decir que hay tantos métodos de nivelación como métodos de determinación de Z's y, por lo tanto podríamos hablar, por ejemplo, de nivelación fotogramétrica; No obstante, actualmente, al hablar de nivelación nos solemos referir a algún método/instrumento que nos proporcione los niveles de manera rápida, y con frecuencia directamente en el campo.

3.12.1. TIPOS DE NIVELACIÓN

3.12.1.1. NIVELACIÓN POR PENDIENTES O TRIGONOMÉTRICA

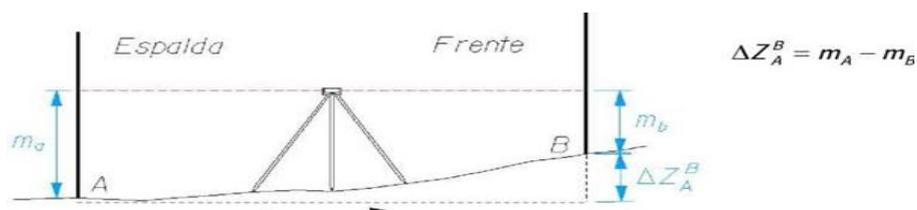
En la nivelación trigonométrica, las visuales pueden tener cualquier pendiente y se pueden utilizar los aparatos capaces de medir ángulos de inclinación en esas visuales. Se utilizan taquímetros o estaciones totales. Es un método preciso, sobre todo si la distancia se mide con distanciómetro, en cuyo caso podemos hablar de pocos centímetros por kilómetro. La precisión de este tipo de nivelación viene limitada por:

- La precisión angular del aparato.
- La medida de altura de mira, pero sobre todo de la altura de instrumento

El efecto de la esfericidad, y sobre todo de la refracción. Por ello se utilizaron métodos especiales de observación, como el de "Nivelación Trigonométrica por observaciones recíprocas y simultáneas"

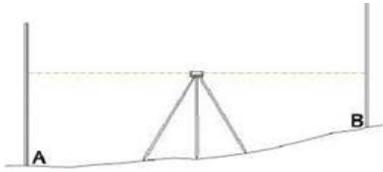
3.12.1.2. NIVELACIÓN POR ALTURAS O GEOMÉTRICA

La nivelación geométrica se caracteriza porque las visuales son siempre horizontales. Es el método más exacto para calcular las diferencias de alturas o cotas.





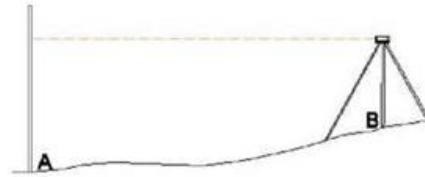
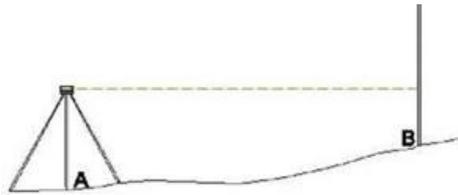
NIVELACIÓN SIMPLE



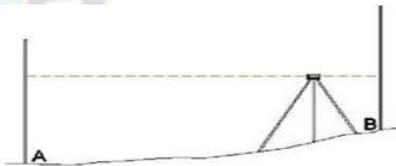
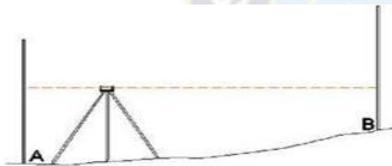
El punto medio



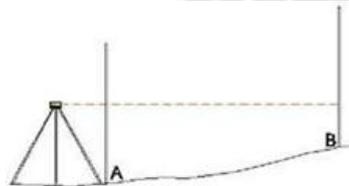
El punto extremo



Estaciones recíprocas



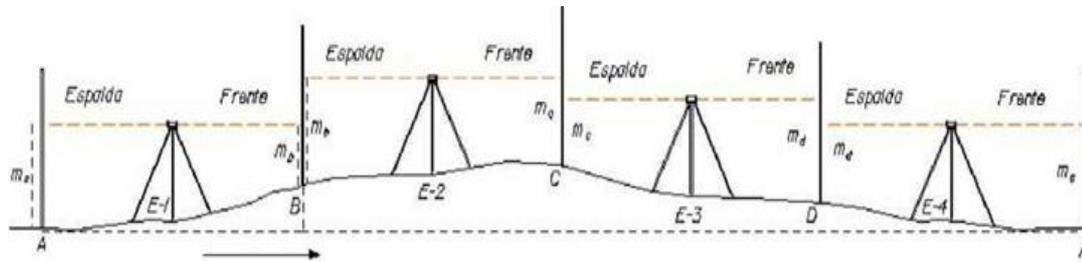
Estaciones equidistantes



Estaciones exteriores

NIVELACION COMPUESTA

Si los puntos cuyo desnivel se quiere determinar están muy separados entre sí, o la diferencia de nivel es mayor que la que se puede medir de una vez, se hace necesario calcularlo realizando varias estaciones sucesivas, es decir, efectuando una nivelación compuesta.



Partiendo del punto A de cota conocida, se quiere dar cota a los puntos B, C y D.

- Se coloca la mira en el punto A y B, y estacionamos en el punto medio E-1, se hacen las medidas necesarias.
- A continuación, la mira B, sin moverla de su sitio, gira sobre la vertical y se queda mirando a C, donde se instala la mira que estaba en A. El aparato (nivel) se sitúa equidistante de B y C en el punto de estación E-2. Se hacen las medidas correspondientes.
- Después estacionaremos en E-3 y E-4 para terminar el itinerario altimétrico.
- Cada desnivel entre puntos donde ponemos la mira (entre A y B, B-C, C-D, D-A) es la diferencia entre la lectura de mira de espalda y la de frente realizadas desde cada estación.
- El desnivel total es el resultado de restar de la suma de todas las miras de espalda la de todas las miras de frente.

En este caso como el punto de salida y de llegada es el mismo el desnivel debería ser igual a cero. La diferencia resultante será el error de cierre altimétrico que se compensará.

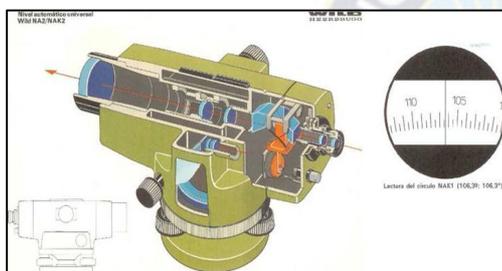
Las lecturas sobre la mira pueden hacerse anotando la correspondiente al hilo central horizontal del retículo, pero si además tiene otros dos hilos equidistantes del central, es muy conveniente tomar las tres lecturas y tomar como altura de mira el promedio de las extremas, ya que la media es de más precisión que una lectura simple. Además se obtiene comprobación, pues si designamos por c la altura leída con el central y por a y b las de los extremos, habrá de verificarse (MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA).



3.12.1.3. NIVEL DE LÍNEA

La nivelación GEOMÉTRICA se realiza con el Nivel de Alturas o equialtimétrico.

Actualmente casi todos los niveles son del tipo AUTOMÁTICO, es decir que una vez nivelado el nivel esférico (con una precisión de unos 2') un sistema de flejes, imanes, acaba de nivelar el Nivel con una gran precisión. En realidad lo que hace es nivelar la visual no el instrumento. Estos niveles suelen auto-bloquear el mecanismo de nivelación automática por lo que suelen llevar un botón para el desbloqueo, que debe pulsar el operador una vez nivelado.



También existen niveles del tipo MANUAL, que llevan un tornillo que ajusta un segundo nivel tubular, que debe calarse en cada visual y no sólo al estacionar. Para mayor precisión, a veces el nivel tubular se observa a través de un ocular mediante una imagen

partida cuyos extremos de burbuja debemos alinear.



Cada vez más se utilizan niveles automáticos y de LECTURA AUTOMÁTICA. Con ellos en vez de utilizar una mira dividida en milímetros o dobles milímetros, se utiliza una con una especie de código de barras, que es capaz de interpretar el sensor de imagen

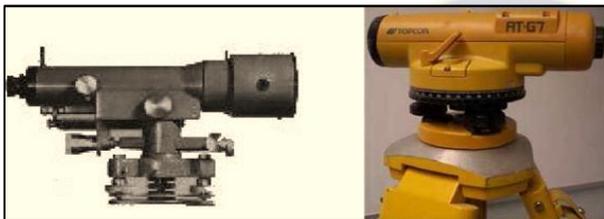
incorporado en el nivel, y por tanto realizar una lectura automática (almacenarla en tarjeta,) con lo que se evitan errores y se aumenta la productividad.



También existen los NIVELES LASER. Suelen ser niveles automáticos, pero el operador no mira a través de ellos, sino que estos emiten un rayo láser visible o no. Los de rayo visible se suelen utilizar para marcar niveles sobre una pared, muro, a



distancias que pueden llegar a los 800 m. El rayo láser se emite horizontal o verticalmente (incluso en escuadra) y suele ir montado en un dispositivo giratorio que define un plano horizontal o vertical, respectivamente. También es posible nivelar si el operador (un único operador) lleva una mira con un sensor láser que detecta, dentro de un margen, la altura de la señal y avisa si se debe subir o bajar el nivel. Este tipo de niveles se puede acoplar a vehículos o máquinas de nivelación para un guiado automático.



precisión posible.

Los niveles son instrumentos dedicados a la medida directa de diferencias de altura entre puntos o desniveles. Su misión es lanzar visuales horizontales con la mayor

3.13. CLASIFICACIÓN DE NIVELES

Niveles de plano. Estacionado el aparato, su eje de colimación describe un plano horizontal en su giro alrededor del eje principal.

- **Niveles de línea.** En cada nivelada hay que nivelar el aparato.
- **Niveles automáticos.** Niveles de línea de horizontal automática.
- **Otra clasificación.** Según la precisión:

Niveles de construcción y pequeña precisión, son utilizados en obras públicas, hidráulicas y agrícolas.

Niveles de mediana precisión, utilizados en ingeniería civil incluso de precisión y en itinerarios de nivelación topográfica.

Niveles de alta precisión, utilizados en nivelaciones topográficas e itinerarios geodésicos, en nivelaciones de alta precisión.(NIVELACIÓN GEOMÉTRICA)



3.14. ACCESORIOS



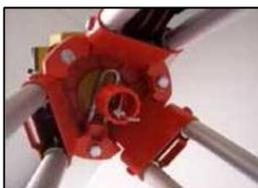
Con los niveles ópticos se lee sobre una mira que puede llegar a los 4m de altura y suele estar dividida en doble milímetros o en milímetros. Sólo para trabajos muy poco precisos se puede tolerar miras de 1m. Aunque el ocular suele mostrar hilos estadimétricos, para nivelar sólo leemos el hilo central.

Basada de mira, Sapo, o plataforma de giro que sirve para apoyar la mira en los puntos intermedios de un itinerario donde se va a girar la mira para pasar de espalda a frente. No llevan plomada óptica, ya que no se estaciona sobre un punto (no medimos, y de ahí parte de la precisión). A veces llevan una plomada de gravedad para trabajos muy expeditos Raca o Rano Paralela (caso del parque de las estaciones) y miras INVAR

TRÍPODES

Para manejar cómodamente los instrumentos durante un trabajo, han de situarse a la altura del operador y además han de quedar fijamente unidos al terreno. Esto normalmente se consigue con los trípodes.

Los trípodes pueden ser de madera o metálicos, de patas telescópicas, terminadas en regatones de hierro para su fijación en el terreno, consiguiendo mayor estabilidad.



Los trípodes llevan una guía metálica sujeta a la parte inferior de la plataforma por uno de sus extremos, alrededor del cual puede girar, de modo que pase a través del orificio circular de la



plataforma, un tornillo de unión que puede deslizarse en la guía a modo de carril; los dos movimientos, el giratorio del carril y el deslizamiento del tornillo de unión, permiten a éste ocupar cualquier posición en la abertura circular, facilitando pequeños desplazamientos del aparato. *(No es necesaria utilizando la plomada óptica del aparato.)*

Todos los trípodes llevan colgada del elemento de unión una plomada que ha de coincidir con la señal marcada en el terreno.

JALONES

Son bastones metálicos, pintados cada 30 cm de colores rojo y blanco. Sirven para visualizar puntos en el terreno y hacer bien las punterías. También sirven de soporte a los prismas en la medición electromagnética de distancias. Suelen llevar adosado un pequeño nivel esférico, para controlar su verticalidad.



PRISMAS

Son espejos formando un triedro que reflejan la señal emitida por el distanciómetro. Se montan sobre los jalones y pueden llevar asociada una señal de puntería.





SEÑALES

Materializan en el suelo un punto geométrico del levantamiento. Normalmente definen el punto sobre el cual es necesario estacionar. Pueden ser:



Estacas, clavos, marcas grabadas



Permanentes (vértices geodésicos)



Señales en el terreno

CINTAS MÉTRICAS

Se utilizan para la medida directa de distancias. Son útiles para distancias cortas y en terrenos llanos. Es conveniente recordar que en Topografía, lo que interesa es la distancia horizontal o reducida entre los puntos, que es precisamente la que viene reflejada en el plano. Con el uso simple de una cinta métrica no se garantiza que la distancia entre puntos sea la distancia horizontal (MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA).





3.15. SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El sistema de posicionamiento global GPS (Global Positioning System), a nivel topográfico tiene importantes aplicaciones. Este sistema basado en el uso de satélites artificiales y receptores específicos, se puso en funcionamiento en el año 1973 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, lanzándose el primer satélite en febrero de 1978. Se halla totalmente operativo desde 1994. Se habla de tres Segmentos fundamentales del sistema GPS:

Segmento Espacial: formado por la constelación de satélites NAVSTAR (Navigation System with Time And Ranking), organizado por 24 satélites distribuidos en seis órbitas casi circulares con cuatro satélites cada una. La altitud de los satélites es de unos 20.200 Km. Toda esta constelación está pensada para que exista cobertura a cualquier hora del día y en cualquier lugar del mundo. Los satélites transmiten señal de tiempos sincronizados, los parámetros de posición y la información de su estado.

La señal emitida por los satélites la emiten a través de antenas emisoras que funcionan en la banda L del espectro y éstas son las que recibimos en nuestros receptores. Una cuestión importante en este sistema es la medida precisa del tiempo. Los satélites llevan varios osciladores de alta precisión, que dan medidas del tiempo del orden de 10^{-14} .



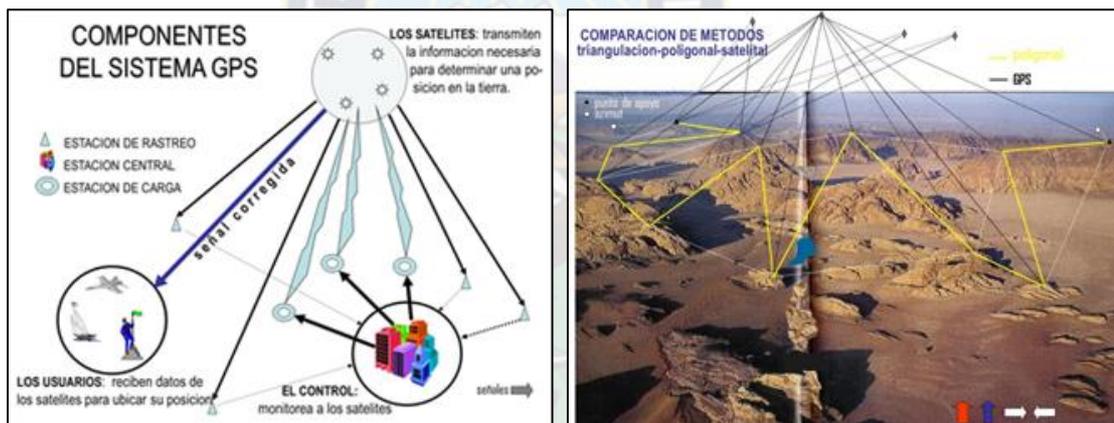
Segmento Usuario: compuesto por un conjunto de aparatos que sirven para recibir y almacenar la señal emitida por los satélites y calcular en base a estos datos la posición en la que nos encontramos. Se compone de varios elementos, entre los que destacan la antena, el receptor y el terminal o unidad de control. A través de la antena se reciben



y amplifican las señales de los satélites. El receptor recibe la señal y la decodifica, transformándola en información legible. La unidad de control manejada por el usuario muestra la información calculada y almacena todos los datos para posteriores aplicaciones.

Segmento de Control: formado por cinco estaciones de seguimiento en Colorado Springs, Ascensión, Diego García, Kwajalein y Hawai. La principal misión de estas estaciones es la sincronización del tiempo de los satélites. Además realizan el seguimiento continuo de los satélites, calculan su posición precisa, corrigen las órbitas si es necesario.

Para localizar la posición de un receptor, el sistema debe calcular al menos tres distancias a tres satélites. Estas distancias pueden medirse por pseudodistancias o por medidas de fase.



El primer método utiliza la diferencia de tiempos entre la emisión de la señal por el satélite y la recepción de la misma en el receptor. Esta diferencia de tiempo multiplicada por la velocidad de propagación de la señal nos permite calcular la distancia. Aquí la sincronización de los relojes es fundamental.

En el segundo método se utiliza el desfase de la onda portadora respecto de una señal de referencia generada por el receptor. Este método obtiene una mayor precisión que el de la medida de la pseudodistancia.



Pero, además es importante tener en cuenta que todas las observaciones con GPS están sometidas a diversas fuentes de error, unos provenientes de los satélites (variaciones orbitales, errores del oscilador de los relojes), otros cuyo origen es el propio receptor (errores del oscilador, errores en coordenadas) y errores derivados de la observación (retrasos ionosféricos y troposféricos, ondas reflejadas...). Estos errores se intentan minimizar utilizando equipos de altas prestaciones y métodos de observación adecuados.

En cuanto al tipo de posicionamiento en el sistema GPS, se habla de dos grandes modalidades: el posicionamiento absoluto y el posicionamiento diferencial. En el primero se calcula la posición de un punto usando las medidas de pseudodistancia, llegando a precisiones que en topografía pueden considerarse mediocres (de 3 a 5 metros). En el segundo, intervienen dos o más instrumentos GPS, existiendo un equipo de referencia fijo y uno o varios equipos móviles.



Con el método diferencial se eliminan muchos de los errores propios de la observación GPS (retardo ionosférica, retardo troposférico, error en efemérides, error del reloj del satélite).



Además, dentro de este tipo de posicionamiento existen diversos métodos de trabajo: estático, estático rápido, cinemática, stop and go. Para determinar el uso apropiado de cada uno de ellos, se remite a la bibliografía especializada.

Además de contar con un buen equipo GPS, es recomendable tener un buen sistema de planificación de las observaciones y disponer del software necesario para el tratamiento de los datos, tanto en tiempo real o en postproceso.

Es conveniente también tener en cuenta que la constelación de satélites NAVSTAR no es la única que existe. El Gobierno ruso implantó en 1993 el programa GLONASS, también formado por 24 satélites, pero en tres planos orbitales. El sistema GLONASS ha presentado y presenta muchas deficiencias, y nadie confía en que a medio plazo pueda mejorar significativamente. Pero actualmente hay receptores GPS que se alimentan de señales de ambos sistemas, lo que da, en principio, mayor solidez a las observaciones.

Actualmente, por iniciativa europea, se está desarrollando el sistema GALILEO, que pretende satisfacer las necesidades de la comunidad civil mundial. Desde 1999 el sistema está liderado por la Unión Europea y por la Agencia Espacial Europea y se pretende que esté totalmente operativo en el año 2008. Se presenta como un sistema independiente del sistema GPS y GLONASS, pero a la vez complementario, ya que los futuros receptores y aplicaciones con toda probabilidad se beneficiarán de la posibilidad de utilizar todos los sistemas de navegación disponibles (MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA).





CAPITULO IV

4. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE SUPERVISIÓN

FASE I: READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL

4.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

4.1.1. REVISIÓN DEL PROYECTO

Se procedió a la recepción, revisión y estudio de la documentación referente al Diseño Geométrico del Tramo “Mataral – Vallegrande”. Las tareas concernientes a la restitución y verificación del levantamiento topográfico realizado, fueron planificadas y verificadas en campo, a partir de un reconocimiento de toda la zona de Proyecto con el fin de ubicar y replantear el trazado del eje de la ruta propuesta, tratando de restituir y ubicar puntos de control geométrico referencias, Poligonal Base, BM's y puntos Geodésicos, para posteriormente en trabajo de gabinete analizarlas en detalle, identificar y ubicar los puntos críticos tales como: cursos de agua, serranías y otros accidentes geográficos importantes, readecuando el trazado a las condiciones topográficas actuales del terreno, superficie de rodadura y a parámetros técnicos de diseño tales como: anchos, alineamientos y pendientes.

4.1.2. TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE

Según la especificación técnica contractual que a la letra dice: *“La Administradora Boliviana de Carreteras a través de SUPERVISIÓN entregó también al CONTRATISTA, el documento relativo a las monografías descriptivas de los puntos topográficos de la carretera, con el detalle de la ubicación de los monumentos de hormigón en el terreno y la documentación de las coordenadas y cotas de los puntos de control horizontal y vertical respectivamente.”*

Para cumplir con este acápite se procedió a revisar y complementar la información se siguió el siguiente orden de trabajos topográficos:



4.1.3. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

El reconocimiento de campo fue efectuado con el apoyo de cartas geográficas y GPS navegador, datos extraídos de los planos de diseño final, como referencias, BM's. Se evidencio durante el reconocimiento que la poligonal base topográfica plasmada en los planos y varios de los BMs no existían en el terreno, se llegó a la conclusión de que el proyecto no contaba con una poligonal base. No quedaba de acuerdo a la ubicación con coordenadas presentadas a lo largo del proyecto del diseño final.

Entre la Prog Km 1+000 al Prog. Km. a 5+000 se ubicaron dos puntos pertenecientes a la lista de BMs, (**Cuadro N^o 23**) presentados en el informe de Diseño Final, para realizar el replanteo se procedió a abrir una senda para que sea visible uno del otro.

Cuadro N^o 23. COORDENADAS DISEÑO FINAL (Coordenadas de Partida)

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
BM7	7993657.086	371983.661	1450.38	Punto Estación
BM8	7993247.437	372295.217	1451.279	Punto Orientación

Se siguió la siguiente metodología de verificación:

- Se realizó el estacionamiento y orientación por el método de replanteo.
- Se tomó como punto de estación el punto BM7 y punto de orientación BM8.
- Se replanteo el mismo punto de orientación Se evidencia una diferencia de 14.97m en comparación de coordenadas y distancias como se muestra en el **Cuadro N^o 24:**

Cuadro N^o 24. Lectura con la Estación Total al PUNTO BM8

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
BM8o	7993259.354	372286.149	1451.322	Punto Observado

Con esa diferencia se procedió a replantear el eje con dirección a la Prog. Km 0+000 cada 20 m, se llega con una diferencia de 15 m en el inicio del proyecto

Analizando las dificultades para continuar con el replanteo y al no contar con pares de puntos georeferenciados (puntos GPS), y una poligonal base en todo el proyecto de



diseño final, se decidió realizar la monumentación y posterior levantamiento de una Poligonal Base con el propósito de referenciar los planos de diseño final.

La readecuación del trazo obligó a complementar la información Topográfica, efectuar la monumentación para una red geodésica, una red de poligonal base en función a la red geodésica, realizar la nivelación geométrica de todos los puntos BM's, levantamientos adicionales, monografías, restitución de la poligonal:

4.1.4. REFERENCIACIÓN RED GEODÉSICA

La colocación de Puntos GPS, tiene el objeto de contar con coordenadas precisas para la densificación y ajuste de una Red Auxiliar de Puntos de Control Geométrico (Poligonal Base Topográfica).

La Empresa Mertind Ltda. fue quien se encargó de la densificación de la red Geodésica para el control horizontal enlazada a la Red Geodésica del I.G.M. (**Imagen N^{ro} 1**), referencias que permitieron el levantamiento topográfico a través de una red auxiliar de puntos de control horizontal.

Imagen N^{ro} 1. Ubicación del Punto IGM de la red Geodesica



El punto de la Red Geodésica del I.G.M se encuentra en el Municipio de Vallegrande específicamente en el lado SE del Estadium de Vallegrande, a lado de la pista de salto



largo. al lado derecho del arco sur. Esta materializado en un mojón de hormigón y una placa que identifica al punto como; VALLE GRANDE G.P.S. I.G.M. 1998 BOLIVIA, como se muestra en la (Imagen N° 2):

Imagen N° 2. Punto de la red Geodésica Principal IGM



4.1.5. AMOJONAMIENTO DE PUNTOS GPS

La materialización con Hormigonado de los puntos GPS fue realizada en dos tipos:

- a) Pirámide truncada de 0.6 m de altura x 0.40 m en la base y con su respectiva plaqueta de identificación como se muestra en el **Grafico N° 3**:

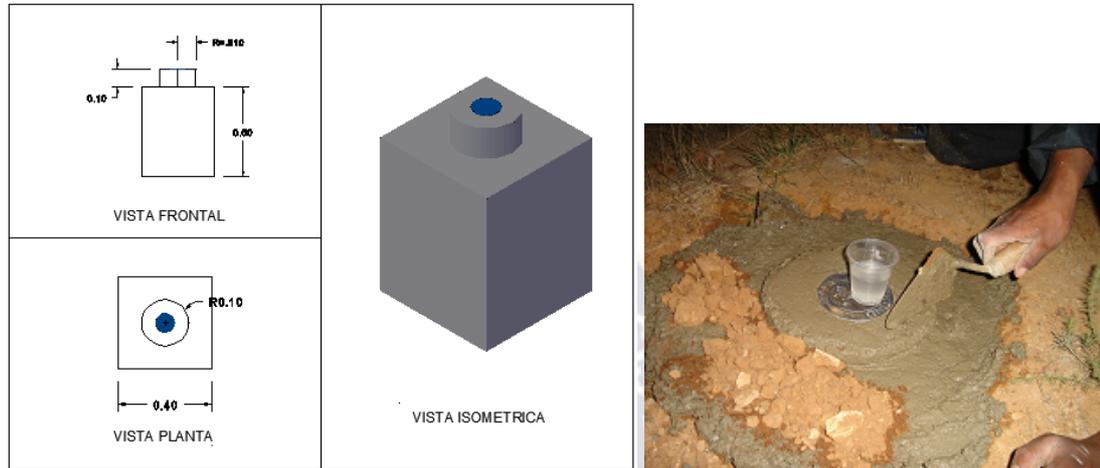
Grafico N° 3. Mojón Tipo Pirámide Truncada





- b) Prisma rectangular de 0.6m de altura x 0.40m en la base y con su respectiva plaqueta de identificación como se muestra en el **Grafico N^{ro} 4**:

Grafico N^{ro} 4. Mojón Tipo Prisma Rectangular.



4.1.6. POLIGONAL RED GEODÉSICA

El procesamiento de la información para establecer las coordenadas finales de la Poligonal Geodésica fue realizada por la Empresa encargada de la densificación; quienes entregaron una tabla resumen (**Cuadro N^{ro} 27**) en un informe impreso.

Se realizó el seguimiento a este trabajo, estacionando otros dos equipos bajo la siguiente metodología:

- Los puntos fueron ubicados en lugares estratégicos según la topografía de todo el tramo. Para la red Geodésica se materializaron 7 puntos distribuidos en 3 pares y 1 de llegada, a 19 Km aproximadamente entre cada par de puntos, como se muestra en el **Cuadro N^{ro} 26**:



Cuadro N° 26. Lista de Puntos de la red Geodésica Primario

PUNTOS	DESCRIPCIÓN
Primer Par (inicio)	Prog. Km 0+000 Intersección camino antiguo a STC – VG
	Prog. Km 0+240 Lado izquierdo del camino lado escuela de Mataral
Segundo Par (intermedio)	Prog. Km 19+120 Salida población Cochabambita
	Prog. Km 19+150 Lado izquierdo del camino
Tercer Par (intermedio)	Prog. Km 38+940 Cima de la loma a 3 m. del PB 102
	Prog. Km 40+010 Lado cementerio
Punto de llegada	Prog. Km 50+610 Lado derecho del camino entrada a Vallegrande

- Se utilizaron tres equipos G.P.S. de doble frecuencia más sus accesorios: trípodes, bípodes y radios de comunicación de largo alcance, que sirvieron de estaciones móviles y uno de estación base (**Imagen N° 3**) que estuvo encendido todo el día.

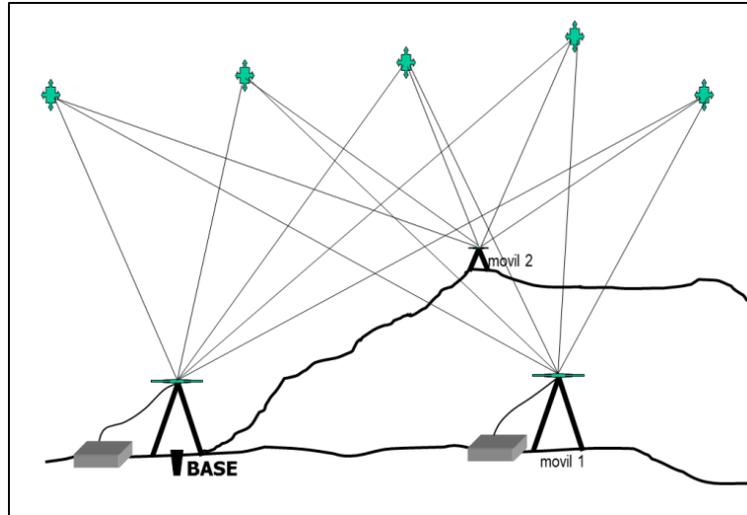
Imagen N° 3. Receptor Punto Base



- La densificación de puntos GPS se realizó por el Método de Posicionamiento de Precisión Diferencial Estático, como se muestra en el **Grafico N° 5**:



Gráfico N° 5 Método de Posicionamiento de Precisión Diferencial Estático



- Se instaló 1 receptor en un punto conocido (**base Imagen N° 3**) y los otros tres en los puntos a posicionar (**móviles**), como se muestra en la **Imagen N° 4** que corresponden a los puntos GPS 104, GPS 104 y GPS T1 respectivamente.

Imagen N° 4. Receptores Puntos Móviles





- Como las distancias eran superiores a los 15 km de la base, se observaron 60 min en la primera estación (GPS 102) y 45 min, en las otras estaciones móviles
- Se calculó la posición del punto en un post-proceso de datos con el software que cuenta el equipo, fue encargando esta labor a la Empresa Mertind Ltda, habiéndose obtenido una precisión de $5\text{mm} + 1\text{ppm} = 5\text{mm} + 1\text{mm por km}$ de la distancia observada, Elipsoide de Referencia: WGS-84, Sistema de Proyección: U. T. M. Zona: 20.
- Al finalizar se calcularon las coordenadas UTM, como se muestra en el **Cuadro N° 27:**

Cuadro N° 27. Coordenadas UTM de la red Geodésica Primario

Nº	PTO GPS.	DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ALT.URA ELIPSOIDAL
1	Pto. Base	Stadium Vallegrande atrás del arco de la cancha	383497.77	7955869.027	2043.897
2	T1	Prog. Km 38+940 Cima de la loma a 3 m. del PB 102	379568.737	7966137.872	1924.133
3	102	Prog. Km 0+000 Intersección camino antiguo a SC – VG	371305.234	7996473.664	1415.132
4	103	Prog. Km 0+240 Lado izquierdo del camino	371270.565	7996260.359	1415.571
5	104	Prog. Km 19+120 Salida población Cochabambita	376096.118	7982760.366	1607.672
6	105	Prog. Km 19+150 Lado izquierdo del camino	376180.984	7982713.274	1607.408
7	106	Prog. Km 40 + 010 Lado cementerio	379934.710	7965355.880	1990.197
8	107	Prog. Km 50 + 610 Lado derecho del camino	382490.013	7956383.797	2066.159

4.1.7. RED POLIGONAL BASE TOPOGRÁFICA

RECOPILACIÓN DE DATOS DE CAMPO Y CALCULO DE COORDENADAS

Se inició la recopilación de datos de campo con un levantamiento de 134 puntos de la Poligonal Base y BMs, desde el inicio hasta el final del Proyecto, con un rendimiento de 8 a 10 Kilómetros día. Se asumió como par base a las coordenadas absolutas los BMs encontrados (BM7, BM8), posteriormente se convertirán en coordenadas relativas.



Las Coordenadas en base a Puntos Relativos de Diseño. Véase **ANEXO A3 coordenadas de levantamiento**.

El levantamiento Topográfico realizado (antes de contar con una Red Geodésica GPS) con coordenadas relativas fue realizado bajo la siguiente metodología:

- Brigada Topográfica de 6 personas: 1 Topógrafo, 4 alarifes y 1 conductor.
- Inicialmente se ubicaron puntos en lugares estratégicos a lo largo del tramo Mataral - Vallegrande, mismos que eran visibles uno del otro entre si, en distancias mayores a 150 m y menores a 500 m dependiendo de las condiciones de visibilidad y refracción; exceptuado el tramo 3 fueron mayores a 500 m por la topografía montañosa del lugar
- Los puntos se materializaron utilizando mojonos de hormigón simple en profundidades de 0.20 a 0.30 m con una base de 0.20 x 0.20 m, con su respectivo clavo de calamina e identificación, pintada de color blanco y un nombre de identificación (PB-N°.), como se muestra en la **Imagen N° 5**

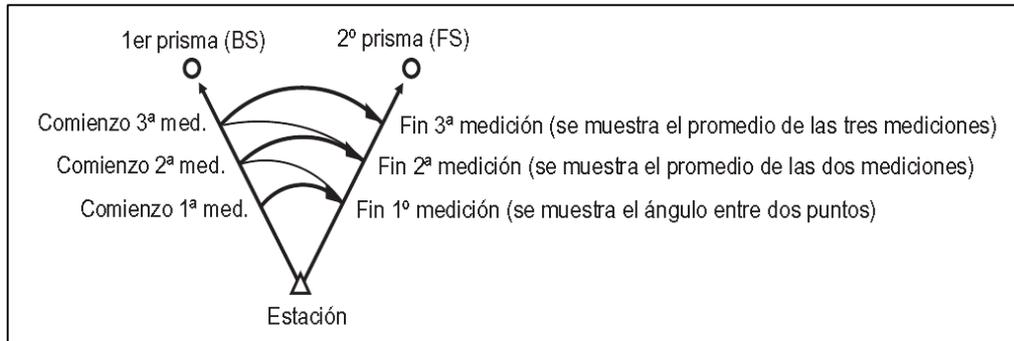
Imagen N° 5. Mojonos de Hormigón de la Poligonal Base.



- Todos los puntos fueron divididos en tres tramos: Tramo I (GPS 103 al GPS 105), Tramo II (GPS 105 al GPS 106) y Tramo III (GPS 103 al GPS 107).
- Posterior a ello se realizó la observación de puntos mediante el uso de la Estación Total, además de la medición de ángulos por el método de repetición como se muestra en el. **Grafico N° 6:**



Gráfico N^o 6. Medición de Ángulos, Método de Repetición con el uso de la Estación Total.



- Toda la información de ángulos y distancias fue registrada en el colector de datos de la Estación Total, permitiendo la transferencia de datos mediante el software Sokkia Link 2.0.
- Se realizó el levantamiento Topografico de los puntos GPS a partir de los puntos de la poligonal base con coordenadas relativas.
- Con la ayuda del programa Auto Cad se realizó la rotación y movimiento de las poligonales por tramos y la obtención de coordenadas topográficas parciales que son las siguientes:

Coordenadas Parciales: Tramo I (GPS 103 al GPS 105), Tramo II (GPS 105 al GPS 106). Tramo III (GPS 103 al GPS 107). **Véase ANEXO A3.1 coordenadas parciales.**

Teniendo la información de los puntos GPS en el sistema de proyección UTM con coordenadas ajustadas, se procedió a la restitución en gabinete

- Para el ajuste se utilizaron planillas electrónicas programadas en Microsoft Excel, en donde se determinó el factor de escala, determinando coordenadas topográficas a coordenadas UTM y el ajuste de coordenadas por el método de coordenadas
- El formato de planillas utilizadas se muestran en el **Gráfico N^o 7, Gráfico N^o 8 y Gráfico N^o 9:**



Gráfico N° 7. Cálculo de Factor de Proyección, Elevación y Combinado.



**READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL
Y SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO VIAL
MATARAL - VALLEGRANDE".**

CALCULO DE FACTOR DE PROYECCION, ELEVACION Y COMBINADO

PUNTO : DE _____ A _____

PROGRESIVA: _____ A _____

TRAMO: _____

ACTIVIDAD: _____

REGISTRO: _____

FECHA: _____

INSTRUMENTO: _____

CALCULADO POR: _____

DATOS: PUNTOS GEODESICOS

PUNTO	ESTE	NORTE	H. Alt. Elp	Distancia (L)

MEDIA M= _____ HM= _____

$Q = (M - 500,000) * 10^{-6}$

Q= _____

Factor de escala de la proyección UTM:

$K = 0.9996 (1 + 0.012371 * Q^2)$

K= _____

Factor de elevación

$$F = \frac{1}{(Dt/E)} = \frac{R * E}{E(R+HM)}$$

Donde:

R = 6,376,000Radio Medio para Bolivia 6376000.0000

E = L/K distancia en el elipsoide E = L/K

Dt = E(6,376,000 + H)/ 6,376,000 Distancia en el terreno

H = Altura promedio de los puntos A y B (HM)

F = _____ $1/(Dt/E) =$ _____

Factor combinado

V = F*K

V= _____



Las planillas de cálculo y ajuste de coordenadas **Véase en ANEXO A3.2 planilla de cálculo.**

El cálculo final de las coordenadas ajustadas y compensadas por tramos se muestra en una planilla resumen. Coordenadas Compensadas: Tramo I (GPS 103 al GPS 105), Tramo II (GPS 105 al GPS 106) y Tramo III (GPS 106 al GPS 107). **Véase ANEXO A3.3 coordenadas parciales.**

4.2. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA POLIGONAL BASE Y BMS.

Para la nivelación geométrica se implantaron Bancos de Nivel (BMs) en concordancia con los vértices de la Poligonal Base, en tramos largos se materializaron puntos intermedios mediante mojones de hormigón.

La nivelación fue realizada a partir de un Banco de Nivel establecido por la Empresa CIMAT Consultores Ltda. PB-01 con cota 1420.971. Punto ubicado en la jardinera central de la población de Mataral, sobre la carretera principal Cochabamba – Santa Cruz, materializado mediante un perno del poste de alumbrado público como muestra en la **Imagen N° 6**

Imagen N° 6 Banco de Nivel de partida





El trabajo de nivelación fue realizado bajo la siguiente metodología:

- Se organizaron tres brigadas de nivelación, cada una conformada por tres personas, un operador y dos alarifes, como se muestra en la **Imagen N^o 7**, con un rendimiento promedio de 1.2 Km a 1.5 Km día.

Imagen N^o 7. Brigada de Nivelación

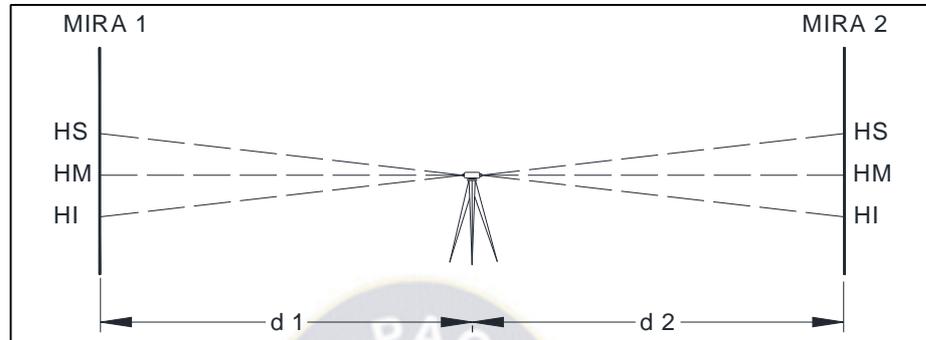


- Se emplearon cuadernillos de bolsillo que servían para registrar los datos obtenidos.

La nivelación geométrica se realizó mediante el método ARRASTRE DE COTA (Triple Lectura HS = hilo superior, HM = hilo medio HI = hilo inferior) ida y vuelta, como se muestra en el **Grafico N^o 10**, permitiendo el control de desniveles habiéndose verificado la tolerancia de cierre establecido. (Nivelación de primer orden $4mm \times \sqrt{K}$, donde K es la distancia expresada en km)



Grafico N° 10. Nivelación Método de Arrastre de Cota triple lectura



Consideraciones importantes que se tomaron para realizar la nivelación:

- No leer distancias mayores a 50 m y menores a 5 m entre mira 1 y mira 2. El Manual del Equipo indicaba la corrección horizontal en una distancia de 50 m entre miras una tolerancia de cierre de 3 mm.
- No leer en la mira por debajo de 0300 y 3500 para evitar errores por refracción y movimiento de la mira.
- La distancia (d 1) y (d 2) debe ser aproximadamente equidistante
- Utilizar sapos de nivelación para evitar errores involuntarios.

4.2.1. CALCULO DE PLANILLAS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

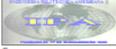
Los datos de las lecturas fueron registrados en los cuadernillos de campo por cada operador donde se registraban las lecturas Atrás y Adelante más la diferencia entre las lecturas de los hilos superior e inferior (HS-HI) que cumplía la diferencia de 0 mm, máximo 1mm, en algún caso excepcional si la diferencia en varios intentos resultaba 2 mm, se anotaba pero en observación con la opción de repetir si no ajustaba según la tolerancia en la planilla de cálculo ($4\text{mm}\sqrt{K}$).

Para el cálculo de la nivelación, toda la información fue transcrita manualmente en hojas electrónicas programadas en Microsoft Excel, verificando que cumpla las tolerancias previstas.



Los puntos de la Poligonal Base fueron descritos adecuadamente elaborando Monografías de cada punto, como se muestra en la siguiente **Imagen N^{ro} 8**.

Imagen N^{ro} 8. Puntos de la Poligonal Base



INGENIERIA POLITECNICA AMERICANA - S.A.T.

READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA AMBIENTAL DEL TRAMO "MATARAL-VALLEGRANDE"

MONOGRAFIA DE PUNTOS-GPS

Nombre del Punto	RUTA FUNDAMENTAL N° 7*	EQUA	1*
ACTIVIDAD	DEFINICIÓN DE PUNTOS GPS*	FECHA	15-JUNIO-2007*
ORGANIZACIÓN	EMPRESA MERTINO INGENIERIAS*	INST.	SOKKIA STRATUS*
TRAMO	MATARAL-VALLEGRANDE*	REGISTRO	*

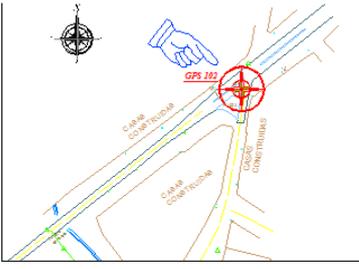
COORDENADAS ESTACION-GPS-102*	
NORTE	7966473.854
ESTE	371305.234
ELEV.	1415.132

DATOS REFERENCIALES*	
SUPUESTO DE REFERENCIA	WGS-84*
SISTEMA DE PROYECCIÓN	U.T.M.*
ZONAL	20*

DESCRIPCIÓN:

El punto GPS-102, se encuentra a lado derecho del Camino, Slog., Km. 0+000, en la intersección camino antiguo a Santa Cruz y el camino a Valle Grande, el punto está ubicado en la esquina del distribuidor de Mataral. La estación está materializada con un mojon emporado en la jardinera, con su respectiva placa circular de form de diámetro que identifica a la empresa (Mertino) y la numeración correspondiente.

CROQUIS:





INGENIERIA POLITECNICA AMERICANA - S.A.T.



Foto 1*

Vista panorámica del Punto GPS-102 ubicado el distribuidor de Mataral

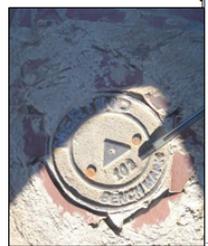



Foto 2* → Placa empotrada con identificación del punto GPS-102* → Foto 3* → Materialización del punto GPS-102 *

La planilla muestra datos de coordenadas en proyección UTM, datos Referenciales del elipsoide, descripción del punto, un croquis en planta, una fotografía panorámica y fotos a través de su materialización. Véase **ANEXO A5 Monografías de Puntos**.

4.3. READECUACIÓN DE LA CARRETERA

LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS COMPLEMENTARIOS

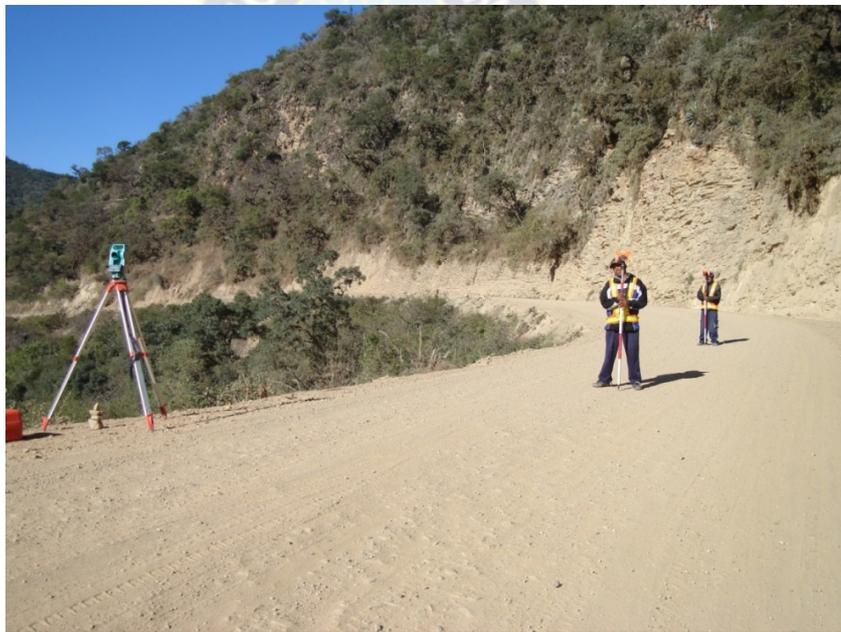
Teniendo una Poligonal Base y Bancos de Niveles ajustados se iniciaron levantamientos topográficos complementarios en base a la información realizada por la Empresa CIMAT, considerando las siguientes antecedentes:



El diseño fue realizado el año 2003, a fin de actualizar la topografía y elaborar el modelo digital se procedió a realizar el Levantamiento Topográfico de la carretera existente en una franja de 15 m a cada lado del eje en toda su longitud partiendo desde el Municipio de Mataral y concluyendo en Municipio de Vallegrande final del proyecto.

El método utilizado fue el de secciones transversales en sectores planos (**Imagen N^o 9**) y radiación en lugares de difícil acceso, imponiendo para cada sección 5 a 10 puntos sobre la carretera existente.

Imagen N^o 9. Método de Secciones Transversales



Paralelamente se realizó el levantamiento de construcciones de obras de arte como alcantarillas, muros de hormigón ciclópeo, líneas de servicio, rotondas, puentes, jardineras y otros dispositivos de la carretera.

4.3.1. VARIANTE INICIO DEL PROYECTO – MATARAL

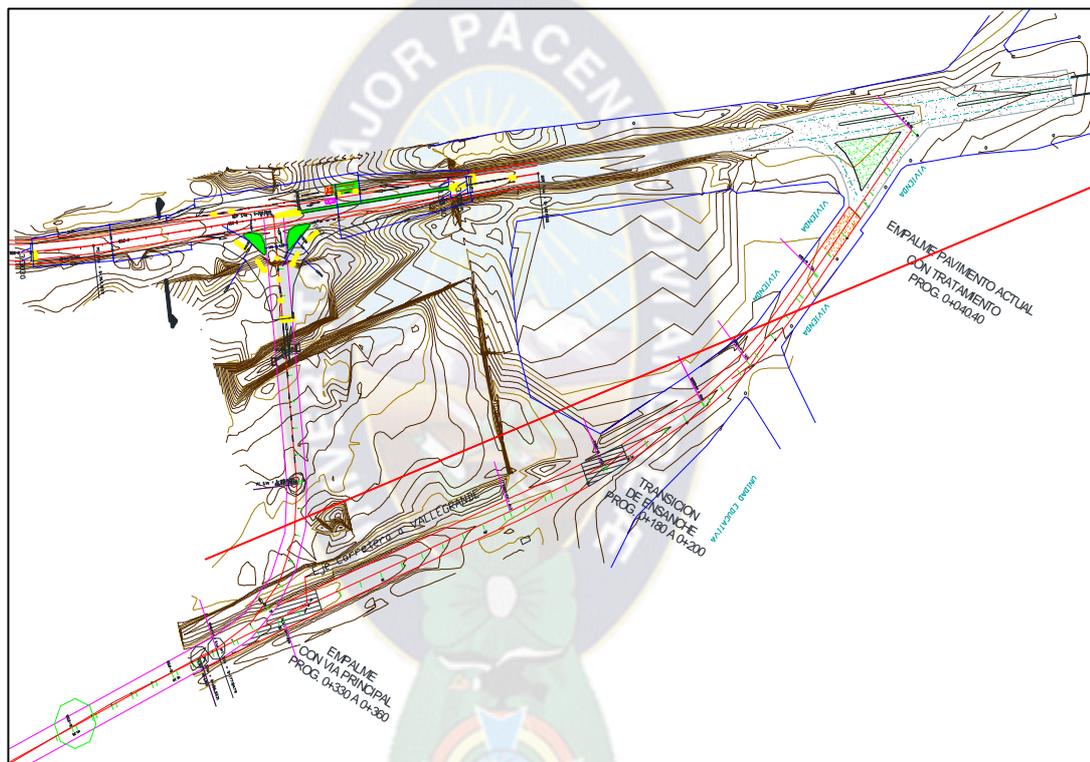
En el inicio del proyecto en la localidad de Mataral, no existía suficiente área para el derecho de vía ni el ancho suficiente para acomodar la plataforma de diseño, se realizó



el levantamiento topográfico para incorporar una variante que permita disponer de una mejor vía de acceso a la carretera sin afectar propiedades aledañas.

Ante la presencia de monte denso que dificultaba la visibilidad para el levantamiento mediante secciones transversales, se determinó el levantamiento topográfico mediante el método de radiación de puntos, como muestra el **Grafico N° 12**.

Grafico N° 12 Método de Radiación de Puntos



4.3.2. ESTACIÓN DE PEAJE

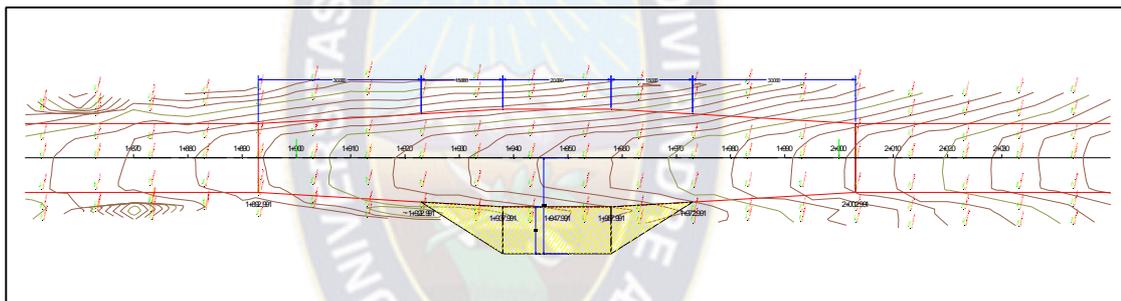
Para la construcción del retén de peaje en la localidad de Mataral (**Imagen N° 10**), se realizó un Levantamiento Topográfico adicional para su emplazamiento, entre las Prog. Km 1+850 al Km 2+050 mediante el método de secciones transversales, como muestra el **Grafico N° 13**, cada 10 m



Imagen N^o 10. Estación de Peaje



Grafico N^o 13 Método de Secciones Transversales



4.3.3. PROPIEDADES, CRUCES, Y OTROS

Se procedió al levantamiento topográfico en detalle de las vías existentes en las cercanías de los centros poblados y de las propiedades adyacentes a lo largo de la vía existente y otros que de acuerdo a características propias fueran necesarias de implementar. Se ha previsto la construcción de nueve accesos o intersecciones que vinculan la carretera con caminos o calles de ingreso a poblaciones menores en las siguientes progresivas:

- Km. 18+613.080 Calle de acceso a la población de Cochabambita
- Km. 26+440.000 Camino de acceso a la población de El Trigal (1)
- Km. 26+848.000 Calle de acceso a la población de El Trigal (2)
- Km. 28+907.000 Camino de acceso a la población de Moro Moro



- Km. 32+320.000 Camino de acceso a la población de La Aguada
- Km. 33+144.000 Camino de acceso a la población de Muyurina
- Km. 35+802.000 Camino de acceso a la población de Tucumancillo
- Km. 46+280.000 Camino de acceso a la población de Quirquincho
- Km. 48+000.000 Camino de acceso a la población de Casas Viejas

Los planos del Diseño Geométrico, fueron elaborados bajo las siguientes escalas:

Planta:	Escala	1:1000
Perfil Longitudinal:	Escala	1:1000 (Horizontal)
	Escala	1:100 (Vertical)
Secciones Transversales:	Escala	1:200 (cada 10 m.)

Véase ANEXO A6 planos accesos

4.4. INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CARRETA

4.4.1. MODELO DIGITAL DEL TRAMO

Inicialmente se organizó la información transferida desde las Estaciones Totales para la introducción de los datos en el programa especializado para elaborar el Modelo Digital del Terreno, utilizando el Programa Autodesk Land Desktop. La información fue codificada por tramos de 5 kilómetros debidamente numeradas y registradas para proceder al cálculo respectivo y al posterior procesamiento.

El procesamiento de los trabajos topográficos en gabinete se realizó en dos etapas.

1. Procesamiento de los registros de campo
2. Procesamiento preliminar de Planos

El procesamiento de los registros de campo se inició introduciendo los datos registrados en el campo al computador, para posteriormente en el programa; plasmar las coordenadas y cotas, superponiendo la poligonal obtenida al diseño realizado por la empresa CIMAT obteniendo una registro tridimensional con coordenadas X, Y y Z, de todos y cada uno de los puntos levantados en el terreno, datos que generan una planimetría y altimetría que permitía la readecuación del diseño geométrico.



La información fue procesada, permitiendo generar el modelo del terreno a partir del conjunto de líneas de planimetría y altimetría. Estas líneas se obtuvieron directamente de los registros de Restitución Digital quedando definida en planta la poligonal base generada por el programa.

Luego de verificados los datos, se procesó la información con bastante precisión. El programa indicado cuenta con diferentes módulos de procesamiento de información, contando con el módulo D.T.M. (Modelo Digital del Terreno) específico para topografía. Este Módulo permitió asignar y restituir las coordenadas: X, Y, Z de todos los puntos levantados por la empresa CIMAT de la franja de la Carretera actual, generando planos con las curvas de nivel correspondientes a la escala requerida por el Proyecto y con el espaciamiento necesario entre curvas de nivel.

La secuencia de tareas preliminares llevadas a cabo en el procesamiento de los planos topográficos del Proyecto, fueron desarrollados con la ayuda del programa Autodesk Land Desktop Civil Design, Survey, Raster Design. Los pasos empleados fueron los siguientes:

- Introducción de Coordenadas de la Poligonal Base de Diseño.
- Creación de archivo de Coordenadas de todos los puntos registrados en Campo.
- Creación de archivos con Coordenadas X, Y y Z, de todos los puntos levantados.
- Creación de la Red de Triangulación
- Interpolación de las Curvas de Nivel del terreno a partir de la Red de Triangulación y de las Coordenadas en cada vértice de la red.
- Dibujo de Curvas de Nivel basándose en la Red de Triangulación en intervalos de un metro.

Los planos obtenidos en esta etapa, reflejan la Planimetría que permitió la readecuación y complementación del DISEÑO GEOMETRICO FINAL.



4.4.2. DISEÑO GEOMETRICO

El trabajo de diseño geométrico de la carretera fue realizada *por el Especialista en Diseño Geométrico*, generando la información de coordenadas para realizar el diseño correspondiente.

El proceso de readecuación del Diseño se inició con el establecimiento y restitución de la Poligonal de Diseño (Eje de la Carretera), que permitió la comparación y verificación de los elementos físicos de la Carretera a través de Parámetros de Diseño establecidos.

La secuencia de actividades correspondientes a la Readecuación del Diseño Geométrico y a la generación de los planos en planta, perfil longitudinal y secciones transversales fue la siguiente:

- Readecuación del Diseño Geométrico de la Carretera
- Proyección del perfil longitudinal del terreno en función del alineamiento horizontal
- Impresión de planos del perfil longitudinal del terreno para el Diseño de la Rasante
- Ajustes (Correcciones finales) al Diseño Geométrico (alineamientos horizontal y vertical).
- Introducción de las secciones transversales típicas de Diseño
- Dibujo de las secciones transversales
- Procesamiento de las secciones transversales finales
- Cálculo de Volúmenes finales
- Impresión de Planos de Secciones Transversales
- Impresión de Planos de Planta y Perfil Longitudinal.
- Elaboración del Diagrama de Masas

El procesamiento de datos levantados en campo, permitió la elaboración de otros planos y detalles, entre estos se cuentan las secciones transversales para el diseño de



alcantarillas, sectores en los que se han introducido muros de contención, rectificaciones de cauces de ríos o quebradas y otros dispositivos.

La Face I concluyo con la desmovilización de las brigadas topográficas quedando una sola brigada más dos ayudantes y un chofer para realizar trabajos de densificación de BMs y otros trabajos.

En oficina central se realizó los trabajos de gabinete en el diseño final y la entrega oficial al Contratista de todo el documento contractual necesario.

4.4.3. REPLANTEO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO

Una vez definida la poligonal de diseño de la carretera y desarrollado sobre ésta la readecuación del Diseño Geométrico de la Carretera mediante la utilización del Programa Autodesk Land Desktop, se procedió a extraer los diferentes reportes de coordenadas, información que fue transferida a la Estación Total para efectuar en campo el correspondiente Replanteo Topográfico del eje de la Carretera del trazado definitivo como muestra la **Imagen N° 11**.

Imagen N° 11. Replanteo Topográfico del eje de la Carretera





Con ayuda de la Estación Total, la planilla resumen de la poligonal base y utilizando factores de escala, se procedió a materializar con la ayuda clavos de calamina el Eje de la carretera cada 20 m. en tramos rectos y cada 10 m. en curvas.

4.5. RESUMEN DE TRABAJOS EJECUTADOS EN CAMPO

El resumen de trabajos realizados en campo es el siguiente:

- Georeferenciación 8 puntos utilizando GPS.
- Levantamiento de la Poligonal Base topográfico (PB)
- Referenciación de la totalidad de BM's
- Replanteo de la Poligonal Base
- Levantamiento Topográfico de la variante al inicio del Proyecto
- Levantamiento Topográfico de la carretera
- Levantamiento de Alcantarillas y Quebradas
- Levantamiento de Bancos de Préstamos y Yacimientos
- Levantamiento de Ríos Aguas Abajo y Aguas Arriba
- Levantamiento y Nivelación de Puentes Existentes
- Levantamiento de Buzones
- Levantamiento de Expropiaciones y otras zonas de interés.

FASE II: SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL

4.6. CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA

Durante la fase II de Supervisión Técnica, los trabajos topográficos se centraban más en los controles geométricos de los trabajos, el personal de Supervisión acompañó y controló permanentemente los trabajos ejecutados por el Contratista, verificando que éstos guarden conformidad con los planos y las especificaciones técnicas

La Especificaciones Técnicas contractuales que norman la ejecución de los trabajos predicen lo siguiente:



“El CONTRATISTA realizará el replanteo del eje del proyecto sobre la base de los documentos y planos que contienen la información relacionada con la ubicación y referencias del proyecto, a partir de los mojones implantados en campo referentes a la poligonal base (PB's) o sus referencias, entregados previamente por el CONTRATANTE o su representante. Asimismo, el CONTRATISTA recibirá los monumentos de hormigón correspondientes a los puntos de control de nivelación (BM's) con espaciamiento aproximado de 500 m”.

“El CONTRATISTA colocará estacas a ambos lados del eje de la carretera, con un espaciamiento máximo de 50 metros, delimitando los extremos para realizar los trabajos de Desbroce y Limpieza que serán aprobados por el SUPERVISOR, colocará marcas o estacas espaciadas cada 100 metros de longitud, visibles a la distancia, que indiquen las progresivas del proyecto”.

“Una vez realizados los trabajos de Desbroce y Limpieza, el CONTRATISTA, en base a los puntos topográficos previamente entregados por el CONTRATANTE o su representante, debe efectuar la implantación del eje de la carretera con estacas ubicadas a cada 20 metros en tangente, 10 metros en curvas y puntos característicos (tangenteespiral, espiral-circular, circular-espiral y espiral-tangente o tangente-curva y curvatangente) en conformidad a los planos de diseño del proyecto. Posteriormente en forma conjunta el SUPERVISOR y el CONTRATISTA, nivelarán cada estaca y levantarán secciones transversales del terreno natural (T.N.) ya desbrozado (denominadas secciones transversales actualización terreno natural) en cada una de las estacas, a objeto de representar el terreno natural para la determinación de los volúmenes de corte y relleno para efectos de pago de los trabajos de movimiento de tierras u otros. Esta actividad deberá ser ejecutada en forma conjunta con la participación del personal de topografía del SUPERVISOR y los resultados, aprobados por el SUPERVISOR, servirán para los fines consiguientes”.

4.7. CONTROLES GEOMÉTRICOS POR LA SUPERVISIÓN

Entre los controles efectuados podemos mencionar:

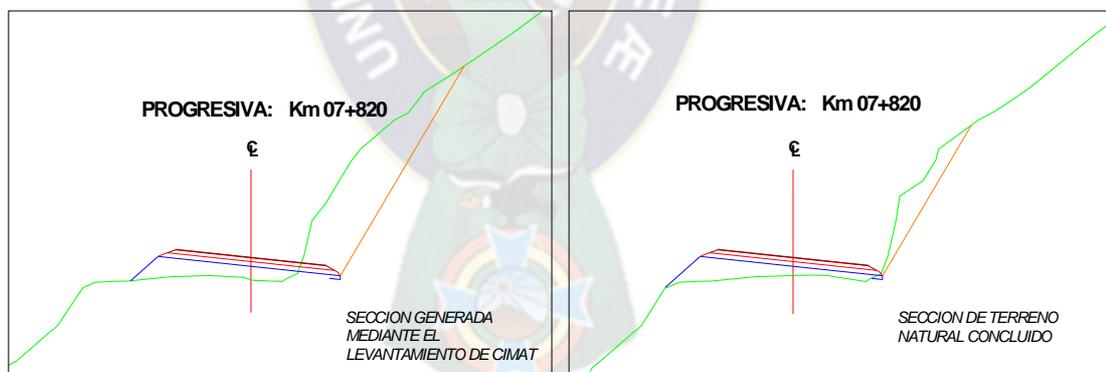


Replanteo de los alineamientos Horizontal y Vertical; control de cotas, dimensiones y pendientes en obras de arte mayor y menor, obras de drenaje, obras complementarias y levantamientos topográficos complementarios para mejorar el Diseño Geométrico.

Se verifico que el levantamiento topográfico ejecutado por la Empresa CIMAT no fue la correcto, por no contar con una poligonal base, se evidenciaron las siguientes diferencias:

- Secciones Transversales generadas en gabinete, una vez replanteadas en campo fueron observados porque no correspondían al Terreno Natural, especialmente en sectores de mayor pendiente y montañoso, Prog. Km 5+000 al Km 17+200 (Quebrada Llullucha), Prog. Km 33+000 al Km 45+500.
- Entre las Prog Km 7+000 al Km 8+000 un sector de varias curvas y pendiente fuerte al lado izquierdo llega a un rio, las secciones se encontraban desplazadas del terreno natural, como se muestra en el siguiente **Grafico N° 14**.

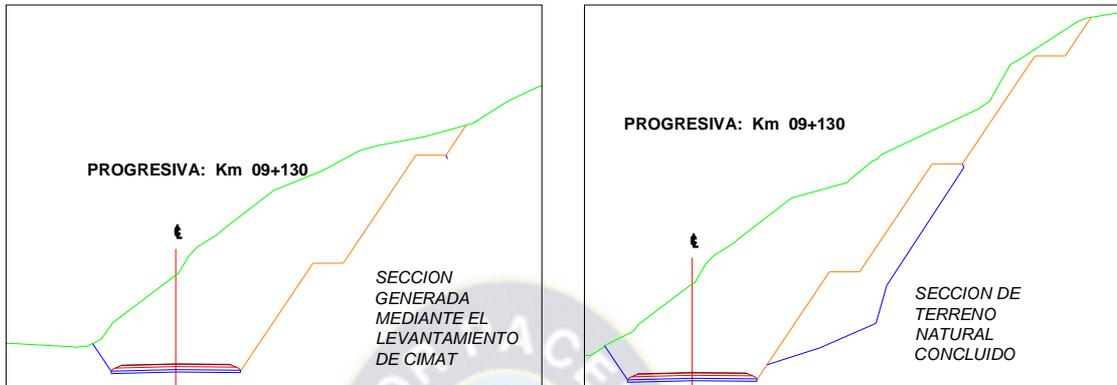
Grafico N° 14. Desplazamiento del Levantamiento Topográfico



- Entre las Prog. Km 9+000 al Km 9+800 en un sector montañoso la sección generada en la readecuación mostraba cerros no muy altos pero cuando se replanteo la cabecera de talud, se comprobó que la pendiente del cerro era más pronunciado, como se muestra en el **Grafico N° 15**.

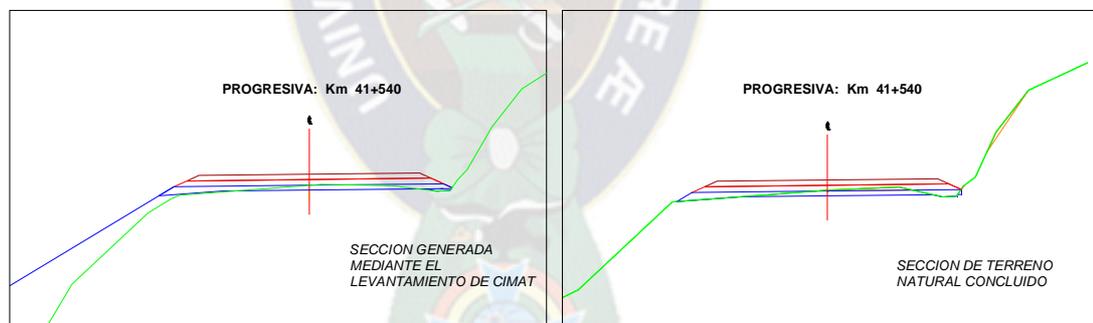


Grafico N^o 15. Falta de ampliación del Levantamiento Topográfico



- Entre las Prog. Km 39+000 al Km 42+000, en un sector montañoso con fuertes pendientes hacia la quebrada, se presenta unos 100 m de relleno de terraplén en forma de lengüetas menores a 2 m. de ancho. Como se muestra en el **Grafico N^o 16:**

Grafico N^o 16. Desplazamiento del eje de Diseño



Estos problemas debidos a una mala información topográfica ocasionaron modificaciones en los cálculos métricos, obligando a realizar mejoras en los alineamientos de la carretera, motivo por el cual se realizaran nuevos levantamientos ampliando la franja de levantamientos a mas de 50 m a cada lado del eje en las progresivas anteriormente mencionadas.



Los levantamientos topográficos fueron realizados por densificación de puntos en forma radial o nube de puntos en lugares ondulados y toma de secciones en lugares menos ondulados, como se muestra en el **Grafico N° 17** y **Grafico N° 18**.

Grafico N° 17. Levantamiento Topográfico por Secciones Transversales

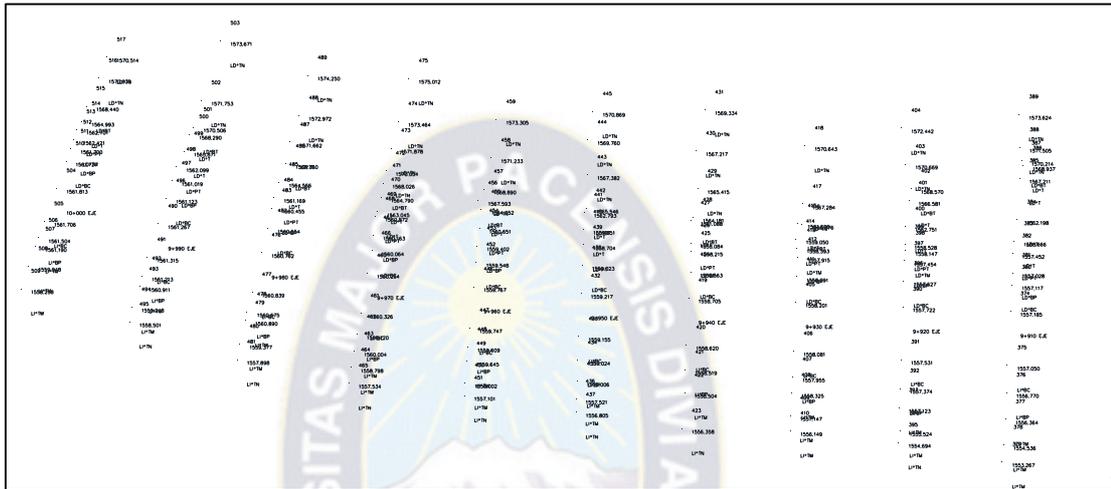
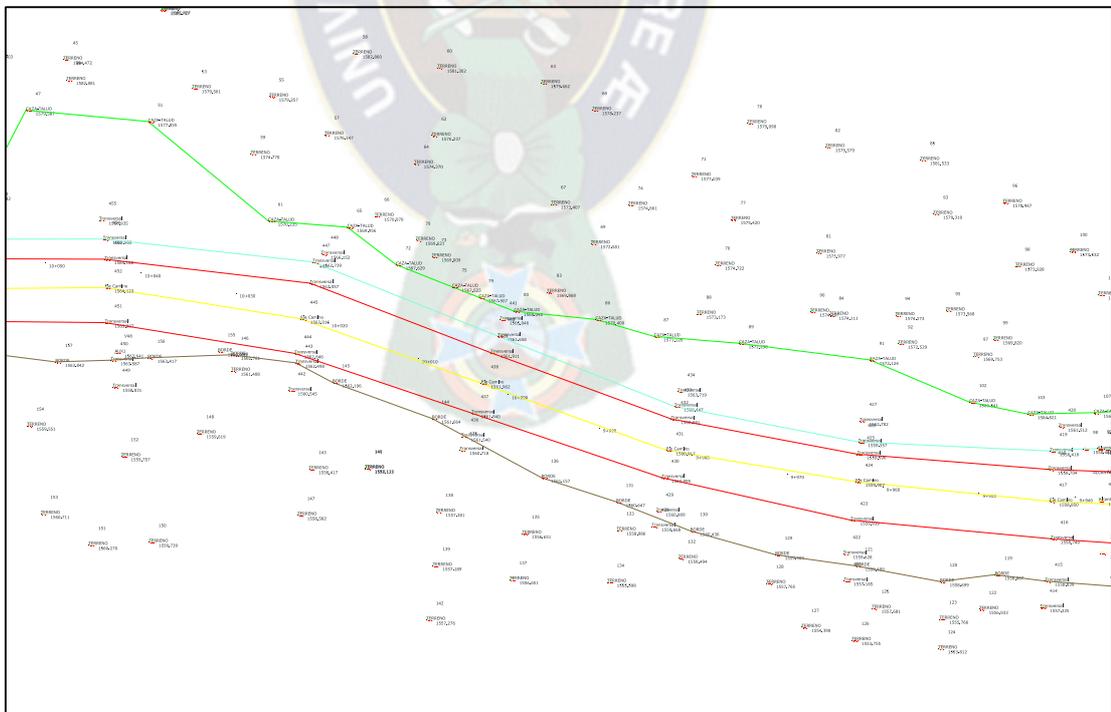


Grafico N° 18 Densificación de Puntos en Forma Radial





El propósito de nuevos levantamientos fue el de mejorar el diseño geométrico, principalmente el perfil longitudinal y los taludes de corte, evitando la conformación de terraplenes constructivamente complicados.

Otro problemas significativo fue entre la Prog. Km 9+100 al Km 9+600, sector que por problemas geológicos encontrado se presentaron deslizamientos y asentamiento de la plataforma. Como se muestra en la siguiente **Imagen N° 12**.

Imagen N° 12. Deslizamiento y Asentamiento de la Plataforma



En este sector se tuvo que realizar un levantamiento a mayor detalle considerando una franja alta que llegaba a una altura de 70 m, la metodología empleada fue por radiación de puntos.

En la Prog. Km 11+620, por las intensas precipitaciones registradas a principios del mes de enero, 2010 generaron derrumbes, así como un asentamiento considerable de la ladera inferior poniendo en riesgo la plataforma de la carretera en el borde de la berma. Como se muestra en la **Imagen N° 13**.



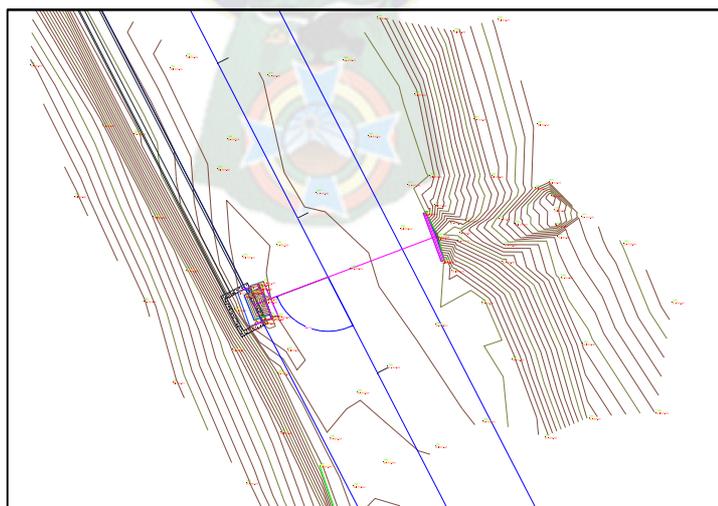
Imagen N^o 13. Derrumbes y Asentamiento de la ladera inferior.



Luego de realizar una evaluación técnico-financiera del acontecimiento, vio por conveniente realizar una variante, desplazando el eje de la carretera hacia la ladera superior, entre las Prog. Km 11+580 al Km 11+700, de tal manera, que se pueda asegurar la estabilidad de la nueva plataforma, alejándose del borde.

Ante la situación presentada se realizaron levantamientos topográficos a mayor detalle, densificando puntos especialmente en alcantarillas y puentes, como se muestra en el **Gráfico N^o 19.**

Gráfico N^o 19 Plano. De la Alcantarilla Prog. Km. 8+924





Entre las Prog. Km 29+950 al Km 30+650, acceso y salida del puente “La Cienaga”, desde el inicio del proyecto se pudo advertir la existencia de cárcavas con profundidades superiores a 3.00 metros como muestra la **Imagen N° 14**, problema que trataron de resolver inicialmente con una modificación del alineamiento vertical (corte) y cambio de material en los sitios puntuales donde había la existencia de cárcavas que pasaban transversalmente la carretera, se realizó levantamiento topográfico complementario utilizando huincha y mira para determinar la máxima profundidad y cuantificar la estabilización del terraplén.

Imagen N° 14. Cárcavas con Profundidades Superiores a 3.00 metros



Se realizaron levantamientos topográficos adicionales en lugares donde se construyeron muros de contención y protección del terraplén, trabajos realizados paralelamente a los controles geométricos propios de la obra.

4.8. CONTROLES GEOMÉTRICOS HORIZONTAL Y VERTICAL

Los trabajos topográficos cumplían las solicitudes de Liberación Topográfico de los diferentes ítems de la obra, haciendo cumplir las Especificaciones Técnicas y autorizar la prosecución de los trabajos hasta su culminación y aprobación.

El **Cuadro N° 28** describe un resumen de las tolerancias del CONTROL GEOMÉTRICO según las Especificaciones Técnicas contractuales que se hizo cumplir estrictamente, correspondiente al terraplén, cortes y el paquete estructural.



Cuadro N^o 28 Resumen de Tolerancias de la Especificación Técnica

	ANCHO	BORDES Y EJE Con Relación a Las Cotas de Diseño	BOMBEO	MEDICIÓN
CORTE	en (+), no admitiéndose en (-)	en (-) no admitiéndose en (+)	(+) 20 % , no admitiéndose (-)	m ³
TERRAPLEN	en (+), no admitiéndose en (-)	en (-)no admitiéndose en (+)	(+) 20 % , no admitiéndose (-)	m ³
SUB RASANTE	en (+), no admitiéndose en (-)	± 2 cm	(+) 20 % , no admitiéndose (-)	m ³
SUB BASE	en (+), no admitiéndose en (-) entre estacas adyacentes (+) 10 cm	± 2 cm	(+) 20 % , no admitiéndose (-)	m ⁴
CAPA BSE	en (+), no admitiéndose en (-) entre estacas adyacentes (+) 10 cm	(+) 1	(+) 10 % , no admitiéndose (-)	m ⁵

Los ítems donde las Brigadas de Topografía atendieron con mayor atención y control son las siguientes:

4.8.1. CORTES DE TALUD

El trabajo comprendía en verificar el replanteo de estacas, ejecutado por el contratista, dimensiones y niveles, para iniciar la excavación, emparejar y despejar la zona donde se encajona la carretera, incluyendo las dimensiones de bermas, empalmes, banquetas y terraplenes. Como muestra la **Imagen N^o 15**.

Imagen N^o 15. Control del replanteo en la cabecera de Talud





La metodología seguida para la medición de secciones transversales fue la siguiente:

- El trabajo se realizó en forma conjunta con la Brigada de Topografía del Contratista según programación, habiendo obtenido un rendimiento promedio de 300 metros día.
- La Brigada Topográfica del Contratista replanteo en terreno las estacas que definen las cabeceras de cortes y pie de terraplenes, las mismas que fueron verificados por el Supervisión antes de iniciar los trabajos de corte o relleno.
- El Contratista presentaba un cronograma de actividades y liberaciones geométricas y tecnológicas 24 horas antes de la prosecución de los trabajos, cumpliendo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas. La anticipación fue simplemente para que la Supervisión planifique el personal el horario para la asistencia y cumplir con la solicitud a fin de no retrasar el cronograma de actividades semanales y mensuales
- Todos los alarifes (ayudantes de topografía) se alineaban uno tras el otro a fin de mejorar la precisión de la sección transversal en base a los dos puntos replanteados.
- Una vez generada la sección se hacía el control del avance mensual y cómputos finales.

Las secciones en los planos finales que se encuentran en **ANEXO A7 planos de secciones finales**

4.8.2. CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN

Los terraplenes son segmentos de la carretera conformados con materiales provenientes de cortes o préstamos, como se muestra en la **Imagen N° 16**, dentro de los límites de las secciones de diseño, que definen el proyecto de la carretera

El Control Geométrico se realizó cada capas de 0.20 m en la construcción del cuerpo del terraplén, hasta llegar al nivel de subrasante mediante replanteo de cotas en función a la altura de relleno con la ayuda de la Estación Total, definiéndose el mismo



como la cota superior de la capa de los terraplenes (sub rasante). Véase ANEXO A8
Planillas de Liberación

Imagen N^o 16. Conformación de Terraplenes



Los terraplenes son segmentos de la carretera conformados con materiales provenientes de cortes o préstamos, como se muestra en la **Imagen N^o 16**, dentro de los límites de las secciones de diseño, que definen el proyecto de la carretera

El Control Geométrico se realizó cada capas de 0.20 m en la construcción del cuerpo del terraplén, hasta llegar al nivel de subrasante mediante replanteo de cotas en función a la altura de relleno con la ayuda de la Estación Total, definiéndose el mismo como la cota superior de la capa de los terraplenes (sub rasante). Véase ANEXO A8
Planillas de Liberación

4.8.3. SUB RASANTE MEJORADA

Esta actividad trata de la ejecución y control de la o las capas de subrasante mejorada que se constituye en la o las últimas capas del terraplén de la carretera hasta llegar al nivel de subrasante. Esta capa fue conformada de acuerdo al diseño, en un espesor máximo compactado de 0.20 m, empleando materiales que cumplan lo indicado en las Especificaciones Especiales, como se muestra en la **Imagen N^o 17**.



Imagen N^{ro} 17. Replanteo Sub Rasante Mejorado.



El control geométrico se realizó con la ayuda del nivel de ingeniero, una planilla de liberación de cotas, realizado en forma conjunta con el Contratista. **Véase ANEXO A8 Planillas de Liberación**

4.8.4. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

4.8.4.1. CAPA SUB BASE

Imagen N^{ro} 18. Conformación de la capa sub base



Esta actividad consistió en la explotación, procesamiento, acarreo, colocación y compactación del material aprobado para la capa sub base, construida sobre el terraplén de la carretera (subrasante), de acuerdo con las especificaciones Técnicas,



alineamiento, cotas, espesor y secciones típicas del diseño, como se muestra en la **Imagen N° 18**,

El control geométrico en esta capa sub base se realizó con la ayuda del nivel de ingeniero y planillas de nivelación, la capa tenía un espesor final de 0.25 m, el tramo fue dividida en dos sub tramos:

Tramo I (Prog. Km 0+000 al Km 26+000) la capas de 0.25 m subdivida constructivamente en capas parciales de 0.15 m y 0.10 m.

Tramo II (Prog. Km 26+000 al Km 50+038) la capas de 0.25 m subdivida constructivamente en capas parciales de 0.125 m. **Véase ANEXO A8 Planillas de Liberación**

4.8.4.2. CAPA BASE

Esta actividad fue ejecutada con material granular triturado, con espesor de 0.20 m constante en toda la sección transversal. Esta capa se colocó debidamente compactada y regularizada, respetando el alineamiento, perfil y secciones transversales indicados en el proyecto, como la muestra **Imagen N° 19**.

Imagen N° 19. Control Capa base



El control geométrico se realizó con la ayuda del nivel de ingeniero y una planilla de liberación de cotas, realizado en forma conjunta con el Contratista.



4.9. ALCANTARILLAS Y OTRAS ESTRUCTURAS

Las estructuras fueron replanteadas por el Contratista, mediante la colocación de estacas ubicadas a distancias apropiadas y fuera del área de construcción a cada lado del emplazamiento cada estructura. En el terreno se replanteo el eje de la carretera y el eje principal de la estructura, referenciándolos convenientemente. Asimismo se realizó todas las mediciones topográficas requeridas para la localización precisa de cada uno de los elementos que componen las estructuras. Esta localización fue aprobada oportunamente por la Supervisión antes de iniciar los trabajos.

ALCANTARILLAS

En estas estructuras los controles geométricos fueron realizados en la excavación del material que permita realizar las fundaciones de las alcantarillas, por otra parte se hizo el control en la ampliación o mejoramiento de los cabezales mediante el control de niveles de acuerdo al diseño y la cuantificación de volúmenes de obra, las siguientes fotografías (**Imagen N^o 20**) muestran dos alcantarillas que fueron complementadas ampliadas en altura y longitud mediante la construcción de muro cabezal y cajón colectora.

Imagen N^o 20 Muro Cabezal y Cajon Colectora



Así mismo en el curso de emplazamiento de nuevas alcantarillas, se realizaban controles desde la excavación como muestra la **Imagen N^o 21**.



Imagen N° 21 Controles de las Alcantarillas



El Control Geométrico se ejecutaba replanteando la ubicación horizontal con la Estación Total del eje de la estructura y el control de las cotas utilizando el nivel de ingeniero, el registro y aprobación en función de la siguiente planilla del **Grafico N° 20**.

Graficoo N° 20 Planilla Liberación de Alcantarillas

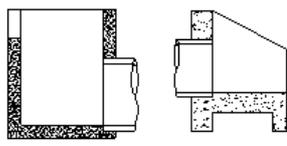


INGENIERIA POLITECNICA AMERICANA S.A.

READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA AMBIENTAL
DEL TRAMO "MATARAL VALLEGRANDE"

PLANILLA LIBERACION DE ALCANTARILLAS

ALCANTARILLA TIPO:	REGISTRO:	
PROYECTO:	FECHA:	
OPERADOR:	INSTRUMENTO:	
ACTIVIDAD:	CALCULADO POR:	

PUNTO OBS.	SECT. ATRAS	SECT. IN MEDIO	SECT. ADELANTE	COTA INSTRUMENTAL	COTA TERRENO	CIRCOS															
						<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th style="width: 50%;">DATOS EMPLAZAMIENTO</th> <th style="width: 25%;">ENTRADA</th> <th style="width: 25%;">SALIDA</th> </tr> <tr> <td>COTA PROYECTO</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>COTA CONCLUIDA</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>LONGITUD</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>LONGITUD TOTAL</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DATOS EMPLAZAMIENTO	ENTRADA	SALIDA	COTA PROYECTO			COTA CONCLUIDA			LONGITUD			LONGITUD TOTAL		
DATOS EMPLAZAMIENTO	ENTRADA	SALIDA																			
COTA PROYECTO																					
COTA CONCLUIDA																					
LONGITUD																					
LONGITUD TOTAL																					

TOPOGRAFO SUPERVISION

TOPOGRAFO CONSTRUCTORA

V°B°. ING. RESIDENTE



MUROS DE CONTENCIÓN

En la etapa de construcción, en base al replanteo topográfico efectuado, se pudo establecer que en varios sectores, las secciones transversales del terreno no proporcionaban el ancho suficiente para la ubicación de plataforma determinándose la necesidad de implementar muros de contención laterales.

En el siguiente **Cuadro N° 29** se presenta la relación de Muros de Contención de Hormigón Ciclópeo (H° C°) ejecutados previa liberación topográfica:

Cuadro N° 29 Muros de Contención de Hormigón Ciclópeo (H° C°)

PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN	LADO	LONGITUD	VOLUMEN EJECUTADO
DE	A				
0+049.200	0+056.200	Zapata y Cuerpo de murestes de apoyo	Derecho	7.000	0.80
4+507.317	4+513.317	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	6.000	10.07
9+289.769	9+303.213	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	13.444	25.06
12+415.000		Complemento muro Aleros	Derecho	6.270	8.53
13+591.449		Complemento muro Colector	Derecho	5.100	0.96
14+832.925	14+836.925	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	4.000	3.79
23+084.933	23+104.915	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	19.982	21.56
27+810.000		Zapata y Cuerpo de muro defensivos Puente Chaco	Mataral	18.500	73.97
27+810.000		Zapata y Cuerpo de muro defensivos Puente Chaco	Vallegrande	22.500	90.37
34+940.000		Zapata y Cuerpo de muro	Derecho		23.80
34+940.000		Zapata y Cuerpo de muro lado Vallegrande	Derecho		18.09
34+940.000		Zapata y Cuerpo de muro lado Mataral	Derecho		19.02
34+940.000		elevación Cuerpo de muro	Derecho		2.02
37+905.000	37+939.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	34.000	96.19
38+814.000	38+910.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	96.000	136.45
40+060.000	40+100.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	40.000	58.50
42+372.564	42+445.085	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	72.521	100.22
42+506.243	42+540.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	33.757	44.10
44+307.000	44+322.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	15.000	20.87
44+752.000	44+767.000	Zapata y Cuerpo de muro	Derecho	15.000	5.96
5+904.139	5+908.870		Izquierdo	4.731	11.80
6+330.000	6+348.500	Zapata y Cuerpo de muro mas reposición	Izquierdo	18.500	87.88
6+383.055	6+406.987	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	23.932	40.94



6+428.545	6+443.045	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	14.500	24.14
6+797.000	6+815.000	Ampliación Coronamiento	Izquierdo	18.000	21.91
7+064.760	7+079.760	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	15.000	18.36
8+041.285		Complemento muro Aleros	Izquierdo	6.000	4.72
11+511.867	11+517.967	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	6.100	21.72
12+415.518		Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	6.270	1.76
12+641.650	12+654.331	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	12.681	11.18
13+287.319	13+302.133	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	14.814	26.40
23+085.578	23+101.881	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	16.303	10.90
23+167.000		Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	2.500	1.00
27+810.000		Muro y Dentellón	Izquierdo - Derecho	2.700	2.87
36+642.000	36+684.000	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	42.000	69.93
38+548.000	38+578.000	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	30.000	63.14
38+806.000	38+814.000	Zapata y Cuerpo de muro	Izquierdo	8.000	4.92

Las fotografías siguientes de la **Imagen N^o 22** muestran la construcción de muros de contención:

Imagen N^o 22 Construcción de Muros de Contención.





MURO DE GAVIONES:

Se construyeron muros de gaviones, para la protección de alcantarillas, en estribos de los puentes y sostén de la plataforma, en las siguientes progresivas que muestra el Cuadro N° 30. e Imagen N° 23.

Cuadro N° 30 Muro de Gaviones.

DE (Km)	A (Km)	LADO	LONGITUD (m)	VOLUMEN EJECUTADO (m ³)
9+619	9+635.728	Izquierdo	16.73	80.00
9+690	9+700.673	Izquierdo	10.67	48.00
27+810		Aguas Abajo Puente Chaco	22.00	208.00
27+810		Vallegrande Puente Chaco	2.00	21.00
27+810		Mataral Puente Chaco	2.00	21.00
27+820		Mataral Puente Chaco	8.00	38.02
27+820		Vallegrande Puente Chaco	6.00	47.19
33+491	33+501	Izquierdo	10.00	18.00
34+590	34+606	Derecho	16.00	39.70
34+940		Derecho para protección en alcantarilla cajón el Bañado	14.00	28.00

Imagen N° 23 Muro de Gaviones



El Control Geométrico consistió en replantear la ubicación, realizar las mediciones del terreno para cualquier intervención.



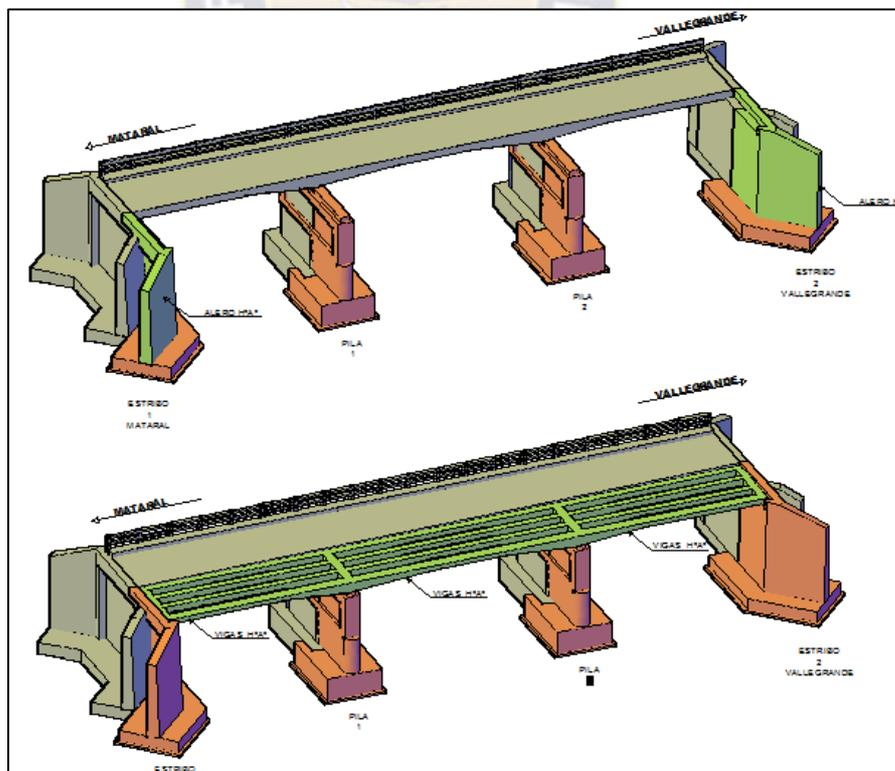
General para todas las Obras el Contratista comunicaba al Supervisor, para el control de la excavación, replanteo de la sección transversal, volúmenes de relleno y la verificación de volúmenes de Obra Finales.

PUENTE

El Control Geométrico en la ampliación de una vía del puente de “La Hoyada” ubicado en la Prog. Km 42+730. Esta ampliación coincide con la estructura anterior, un pórtico de tres tramos con luces de 12.15 m, 15.00 m y 12.15 m, con una longitud total de 39.30m. El ancho de la losa de la cubierta tenía 4.0 m, con una acera para la circulación peatonal de 85 cm de ancho.

La acera del puente ampliado tiene 0.85 m de ancho y una losa de 0.15 m de espesor, incrementando la acera del puente antiguo en 18 cm de ancho y 18 cm de espesor, como se muestra en el esquema siguiente del **Gráfico N° 21**.

Gráfico N° 21 Construcción de Puente





Antes realizar la ampliación del puente se realizó el replanteo topográfico a detalle Realizando el Levantamiento Topográfico por el método de Secciones Transversales en correspondencia a los estribos y pilas intermedias como muestra la **Imagen N° 24**.

La metodología que se empleo fue la siguiente:

- El Contratista materializo mojones para densificar puntos auxiliares de control horizontal y vertical mediante puntos laterales al rio.
- Se procedió a referenciar los mojones mediante lecturas directas con estación total y las cotas mediante nivelación simple.
- Posteriormente se realizó el replanteo de los vértices de fundación de los estribos y pilas con un sobre ancho de 0.50 m en su perímetro Indicando la profundidad de corte que debería realizar hasta llegar a la cota de fundación.
- Una vez realizada la excavación se verificaron los niveles para posteriormente liberar el vaciado de la losa de regularización cuyo espesor es de 0.05 m por debajo del nivel de fundación.

Imagen N° 24 Ampliación y Replanteo Topográfico del Puente



- Posteriormente se liberó el inicio del vaciado de la zapata. Supervisión procedió con el control de la verticalidad de las pilas a partir sus fundaciones, como muestra la **Imagen N° 25**.



Imagen N° 25 Vaciado de la Zapata



- Los niveles para el encofrado se controlaron con nivel de ingeniero permitiendo hacer coincidir el nivel de acuerdo con el antiguo puente, como muestra la **Imagen N° 26**.

Imagen N° 26 Control de Niveles



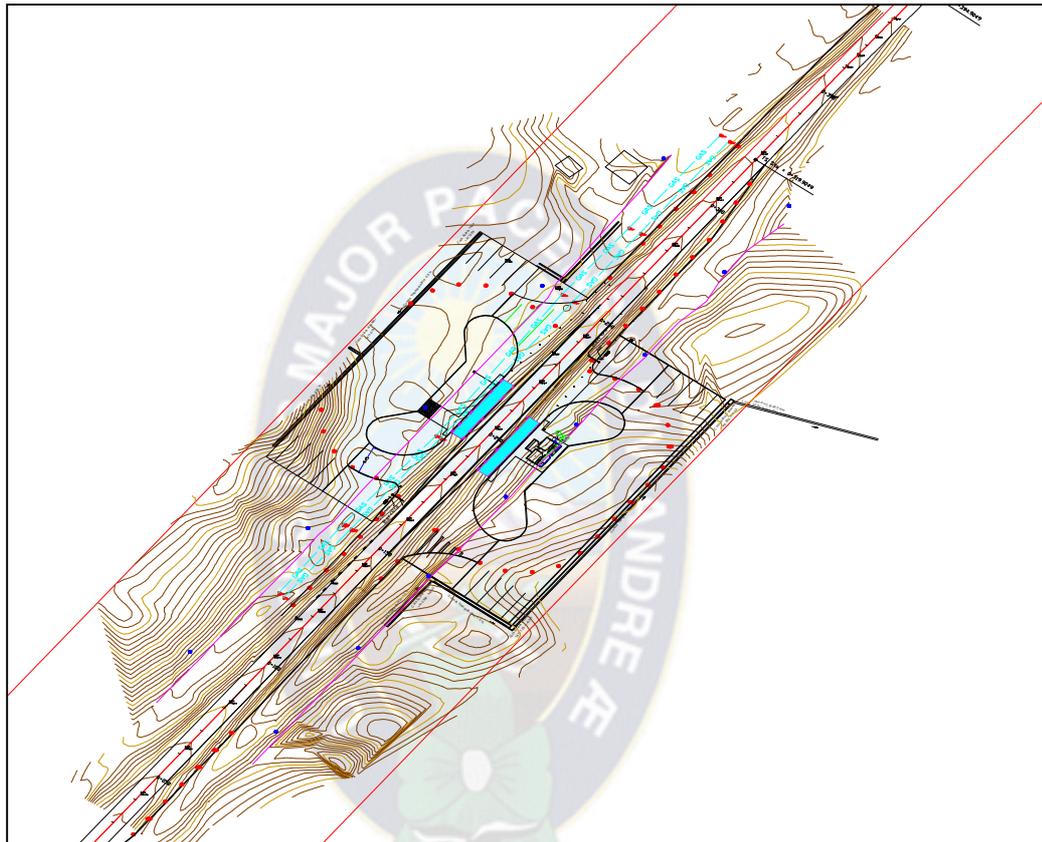
4.10. ESTACIÓN DE PESAJE

El control geométrico en la estación de pesaje fue de mucho esfuerzo porque al mismo tiempo de controlar dimensiones y niveles se realizaba el replanteo de los detalles que



presentaba el diseño, exigiendo tolerancias indicadas en las Especificaciones Técnicas, como muestra el **Grafico N° 22**.

Grafico N° 22 Control Geométrico en la Estación de Pesaje.





CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. EXPERIENCIA TÉCNICA

La experiencia técnicas obtenida enfrentando problemas que se presentaron durante la ejecución del proyecto como *SUPERVISOR TOPÓGRAFO*. Fueron muchos citando las siguientes:

5.1.1. EN CAMPO

- Tomar decisiones para solucionar problemas que se presentan en campo, acompañados en el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- Mejorar y adecuar las metodologías de Levantamientos Topográficos
- Solucionar problemas de ajustes de poligonal, en base a puntos georeferenciados que fueron densificados con la utilización de equipos GPS.
- Hacer cumplir las Especificaciones Técnicas Especiales y Generales.
- Trabajar en equipo con personal superior y sub alterno
- Apoyar al Especialista en Carreteras para solucionar problemas de Diseño.
- Organizar Brigadas de trabajo de acuerdo al requerimiento de la obra.
- Realizar Controles Geométricos:
 - Controles en el Replanteo de cortes de talud (cabecera de talud)
 - Controles en el Replanteo de terraplenes (pie de talud)
 - Controles en la conformación de las capas que conforma la Estructura del Pavimento (Subrasante, Sub Base, Capa Base y capa de rodadura).
 - Controles en la construcción de alcantarillas.
 - Controles en la construcción de Muros de Gaviones y Hormigón Ciclópeo.
 - Controles en la construcción de cunetas.
 - Controles en la construcción de puentes.
- Replanteos del Diseño Geométrico.



5.1.2. EN GABINETE

- Almacenamiento de información topográfica en formato físico (archivadores) y archivos magnéticos.
- Manejar Software para realizar la Modelación del Terreno y el Diseño Geométrico (TopoGrap. Eagle Point, AutoCAD Civil 3D, Land Desktop y Auto Cady otros).
- Manejar bases de datos en Microsoft Excel.
- Dibujar planos de construcción:
 - Muros de Hormigón Ciclópeo.
 - Muros de Gaviones.
 - Muros de Protección de terraplenes.
 - Alcantarillas.
 - Cunetas Triangulares y Trapezoidales.
 - Disipadores de Energía.
- Diseño Geométrico de otras carreteras, generado todas las planillas necesarias para el replanteo, ejecución y el control de las obras.

5.2. CONCLUSIONES

La posibilidad de realizar el “Trabajo Dirigido” definitivamente abre muchas posibilidades de superación, complementando la formación académica realizado durante 5 años.

Se evidencia que la Topografía en todo proyecto es importante, consecuentemente un Topógrafo tiene que tener formación teórica y práctica, capaz de dar soluciones a problemas que se presentan en el campo, sin buscar excusas o cargar el problema a terceros.

El Proyecto READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL Y SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO VIAL MATARAL – VALLEGRANDE fue significativo en la posibilidad de reforzar el



conocimiento teórico y práctico adquirido en la Universidad. Demostrando en campo soluciones prácticos a fin de no retrasar la construcción de la carretera.

Un buen levantamiento topográfico georeferenciado definitivamente disminuyen los costos, evitando trabajos adicionales y complementarios.

En el presente proyecto se evidencio que no existió una planificación ideal para realizar el Diseño Final solo se tenía información que no representaba el terreno real .razón para la modificación y readecuación del Diseño.

Para este propósito en la Primera Fase se realizó Levantamientos Topográfico con equipos de última generación, la implementación de una red Geodésica, una red de poligonal Base y bancos de Nivel para realizar la readecuación del diseño, ampliando la faja de levantamiento de acuerdo a la necesidad o la complejidad de trazado de la vía

En la Fase II se realizó Replanteos Topográficos para realizar El control Geométrico de todas las capas en el Paquete estructural de la Carretera, alcantarillas, muros, puentes, cunetas, Bordillos.

El avance de la tecnología y la evolución de los equipos topográficos, mejoran la precisión en la representación al Modelo Digital del terreno.

Para un buen trabajo topográfico siempre se debe estar pendiente de la configuración y estado de los equipos. Es necesario realizar revisiones constantes de los ángulos de cierre en las estaciones totales, la verticalidad de los jalones, la corrección de cierre en los niveles de ingeniero.

5.3. RECOMENDACIONES

En la formación académica deben implementarse prácticas de campo que permitan al estudiante formarse sobre los alcances de la Topografía en un Proyecto.

Un proyecto de esta característica, requiere de una adecuada planificación para la realización de los diversos trabajos topográficos.



El Topógrafo debe mejorar la calidad de sus trabajos, mejorando la precisión en los levantamientos y replanteos. Tener siempre en cuenta las tolerancias y trabajar dentro de ese parámetro

Gestionar Convenios con Empresas Privadas y Públicas donde se puedan realizar prácticas de campo, para que en el aula pueda despejar las dudas con ayuda del docente.

Actualizar la instrucción del manejo de equipos topográficos actuales.





6. BIBLIOGRAFÍA

JACINTO SANTAMARÍA PEÑA, TEÓFILO SANZ MÉNDEZ. Manual de prácticas de topografía y cartografía. Universidad de La Rioja. Servicio de Publicaciones. Impreso en España.

NADIA CHACÓN MEJIDA. Escuela de Ingeniería Civil Universidad Técnica Particular de Loja –UTPL. Topografía Elemental, Medición de ángulos

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de San Juan Argentina

Administradora Boliviana de Caminos. Pliego de Especificaciones Técnicas Mataral Vallegrande

FACULTAD DE INGENIERÍA. Universidad politécnica de Madrid, Tema 2 Conceptos Topográficos.

TOPOCAT. Empresa dedicada a la topografía Principios de la Topografía Clásica

Curso Topografía (2001) Universidad autónoma Gabriel Rene Moreno. Facultad Politécnica. Carrera Agrimensura

ING. ARACELY LÓPEZ TERRAZAS. Manual de Prácticas de Geodesia I Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ingeniería.

ING. SERGIO JUNIOR NAVARRO HUDIEL (2008). Manual de Topografía / Planimetría – Introducción

WEIKKO A. HEISKANEN Y HELMUT MORITZ (1985). Geodesia Física. Instituto de Astronomía y Geodesia. Madrid España.

ALFONSO NÚÑEZ-GARCÍA DEL POZO (1992). GPS La Nueva Era de la Topografía. Ediciones de Ciencias Sociales. Madrid España.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



Leonardo Casanova M. (1991). Universidad de los Andes, Venezuela, Medición de
Ángulos





INDICE

RESUMEN.....	1
CAPITULO I.....	4
ASPECTOS GENERALES.....	4
1. ANTECEDENTES	4
1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO.....	4
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.2.2.1. EN LO ACADÉMICO.....	5
1.3. DATOS RESALTANTES DEL PROYECTO	6
1.3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	6
1.4. CONTRATO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA	6
1.4.1.1. LICITACIÓN DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA	6
1.4.1.2. MODIFICACIONES DEL CONTRATO	7
1.5. ORGANIZACIÓN DEL CONSULTOR	8
1.5.1. PERSONAL DEL SUPERVISOR ASIGNADO AL PROYECTO.....	8
1.6. INFORMACIÓN REFERENTE AL CONTRATISTA.....	9
1.6.1. CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN	9
1.6.1.1. MODIFICACIONES DEL CONTRATO	10
1.7. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	11
CAPITULO II.....	12
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
2.1. GENERALIDADES.....	12
2.1.1. ACTIVIDADES DE LA SUPERVISIÓN.....	12
2.1.2. LOCALIZACIÓN.....	13
2.1.3. DISEÑO FINAL DE LA CARRETERA	15
2.1.4. GEOMETRÍA DE LA VÍA.....	15
2.1.5. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.....	19
2.1.6. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL ÁREA	20
2.1.6.1. GEOLOGÍA.....	20
2.1.6.2. CARACTERISTICAS DE LA REGION DE ESTUDIO	22



2.1.7.	OROGRAFIA E HIDROGRAFIA.....	22
2.1.8.	ESTUDIO HIDROLOGICO.....	24
2.1.9.	GEOMORFOLOGÍA.....	24
2.2.	EQUIPO ASIGNADO A LAS TAREAS DE SUPERVISIÓN	25
2.2.1.	EQUIPO TOPOGRÁFICO.....	25
2.2.2.	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	26
2.2.3.	PERSONAL DE LAS BRIGADAS DE TOPOGRAFIA.....	26
CAPITULO III.....		28
MARCO TEÓRICO		28
3.	CONCEPTOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA.....	28
3.1.	CONSIDERACIONES BÁSICAS EN TOPOGRAFÍA.....	29
3.2.	TIPOS DE LEVANTAMIENTO DE MANERA GENERAL.....	30
3.3.	TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS.....	32
3.4.	RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS.....	35
3.5.	DIVISIÓN OPERACIONAL DE LA TOPOGRAFÍA	36
3.6.	SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN EN TOPOGRAFÍA	37
3.7.	PROYECCIÓN U.T.M. (UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR).....	37
3.7.1.	HUSOS DE PROYECCIÓN.....	38
3.8.	CURVAS DE NIVEL.....	38
3.9.	EQUIDISTANCIA	39
3.10.	ESCALA.....	39
3.11.	PRINCIPIOS DE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA.....	40
3.11.1.	INTRODUCCIÓN	40
3.11.2.	MEDICIÓN DE ÁNGULOS.....	41
3.11.2.1.	MÉTODO DE REPETICIÓN.....	41
3.11.2.2.	ÁNGULOS VERTICALES	43
3.11.2.3.	RUMBOS Y AZIMUT.....	43
3.12.	NIVELACIÓN	46
3.12.1.	TIPOS DE NIVELACIÓN.....	46
3.12.1.1.	NIVELACIÓN POR PENDIENTES O TRIGONOMÉTRICA	46
3.12.1.2.	NIVELACIÓN POR ALTURAS O GEOMÉTRICA	46
3.12.1.3.	NIVEL DE LÍNEA	49
3.13.	CLASIFICACIÓN DE NIVELES.....	50
3.14.	ACCESORIOS	51



3.15.	SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	54
CAPITULO IV		58
4.	DESARROLLO DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE SUPERVISIÓN 58	
FASE I: READECUACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO FINAL		58
4.1.	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.....	58
4.1.1.	REVISIÓN DEL PROYECTO	58
4.1.2.	TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE	58
4.1.3.	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	59
4.1.4.	REFERENCIACIÓN RED GEODÉSICA.....	60
4.1.5.	AMOJONAMIENTO DE PUNTOS GPS.....	61
4.1.6.	POLIGONAL RED GEODÉSICA.....	62
4.1.7.	RED POLIGONAL BASE TOPOGRÁFICA.....	65
4.2.	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA POLIGONAL BASE Y BMs.	70
4.2.1.	CALCULO DE PLANILLAS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA	72
4.3.	READECUACIÓN DE LA CARRETERA	74
4.3.1.	VARIANTE INICIO DEL PROYECTO – MATARAL	75
4.3.2.	ESTACIÓN DE PEAJE.....	76
4.3.3.	PROPIEDADES, CRUCES, Y OTROS	77
4.4.	INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DE LA CARRETA	78
4.4.1.	MODELO DIGITAL DEL TRAMO	78
4.4.2.	DISEÑO GEOMETRICO	80
4.4.3.	REPLANTEO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO.....	81
4.5.	RESUMEN DE TRABAJOS EJECUTADOS EN CAMPO	82
FASE II: SUPERVISIÓN TÉCNICA Y AMBIENTAL		82
4.6.	CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA.....	82
4.7.	CONTROLES GEOMÉTRICOS POR LA SUPERVISIÓN	83
4.8.	CONTROLES GEOMÉTRICOS HORIZONTAL Y VERTICAL.....	89
4.8.1.	CORTES DE TALUD.....	90
4.8.2.	CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN	91
4.8.3.	SUB RASANTE MEJORADA	92
4.8.4.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	93
4.8.4.1.	CAPA SUB BASE	93
4.8.4.2.	CAPA BASE.....	94



4.9.	ALCANTARILLAS Y OTRAS ESTRUCTURAS	95
4.10.	ESTACIÓN DE PESAJE	102
CAPITULO V		104
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1.	EXPERIENCIA TÉCNICA	104
5.1.1.	EN CAMPO	104
5.1.2.	EN GABINETE	105
5.2.	CONCLUSIONES	105
5.3.	RECOMENDACIONES	106
6.	BIBLIOGRAFÍA	108

