Universidad Mayor De San Andrés
Facultad De Tecnología
Carrera De Topografía Y Geodesia

EXAMEN DE GRADO
NIVEL LICENCIATURA

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO GEOREFERENCIADO PARA EL DISEÑO FINAL DE UN PROYECTO DE RIEGO

POSTULANTE: HENRY CONDORI QUELCA

La Paz - Bolivia
2015

AGRADECIMIENTOS

A nuestro creador todo poderoso por darnos el don de la vida y por velar por nosotros todos los días.

A mi familia ya que gracias a sus consejos, rezos y esfuerzos para ser de mi un hombre responsable capaz de obtener un título profesional, me ha motivado para terminar mi carrera, con toda la ética moral que una madre puede brindar.

Y un agradecimiento especial a los docentes de la carrera de Topografía y Geodesia por el apoyo constante que nos brindan a los estudiantes y nos incentivan a ser cada día mejores profesionales.

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las ciencias que más está evolucionando es la Topografía, esto con ayuda del avance electrónico, informático y satelital. Donde lo que se consigue es la elaboración más rápida de resultados.

Siendo la Topografía como una de las ciencias que estudia e interpreta la superficie terrestre con fines métricos y descriptivos, además de ser la base e inicio de cualquier proyecto u obra civil, aporta también en el diseño de distintos proyectos como en el caso de "Sistema de riego", estos que sirven para el desarrollo agrícola, vivencial y económico de las áreas rurales.

El riego es una de las labores agronómicas de gran importancia que permite conseguir potencialmente el desarrollo de cultivos agrícolas y la producción de pasturas incrementando sus rendimientos. El recurso hídrico es cada día más escaso, por lo que es necesario implementar sistemas de riego que optimicen el uso del agua en cultivos, para obtener una mayor productividad.

El presente proyecto denominado LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO GEOREFERENCIADO PARA EL DISEÑO FINAL DE UN PROYECTO DE RIEGO DE ACUERDO A NORMAS VIGENTES, permite obtener la forma de la superficie terrestre del tramo en el que se pretende extender una red de tubería desde la toma de agua hasta el tanque de almacenamiento para establecer un diseño de riego para la comunidad de Pequeri.

1.2. JUSTIFICACION

El Proyecto de riego con fines agrícolas, se justifica plenamente con el aprovechamiento del recurso hídrico captada de aguas subterráneas (vertientes), con su aplicación eficiente y por consiguiente la mejora de la producción agrícola. Con la ejecución del proyecto se aportara a la solución del problema de la escasez de agua que viene siendo un problema mundial en la producción.

La producción de cultivos como la papa, aba y cultivos forrajeros como la alfalfa, cebada y avena, es bajo el sistema tradicional a secano dependiente de la precipitación pluvial temporal de la época, lo que limita su productividad por la escasez de agua y por ende la alimentación de los animales, disminuyendo sus rendimientos de transformación de productos (carne, leche, etc.), afectando los ingresos económicos y calidad de vida de las familias.

1.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA

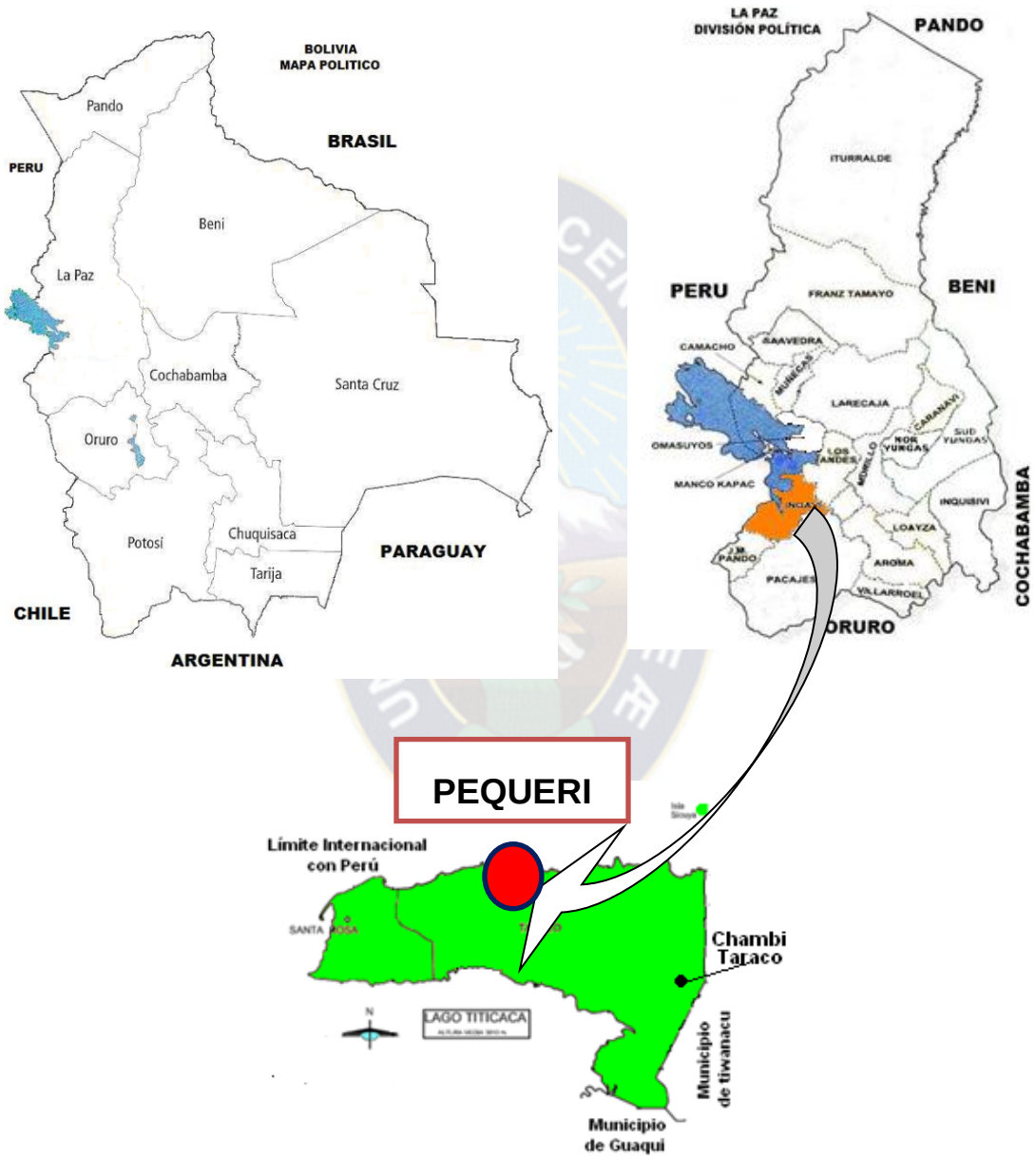


Figura 1: Ubicación Geográfica país, departamento, municipio

Fuente: Extracción Software Arc Gis 9.2

UBICACIÓN GENERAL	
Departamento:	La Paz
Provincia:	Ingavi
Municipio:	Taraco
Sección:	Séptima
Comunidad:	Pequeri

Tabla1: Ubicación General

Fuente: adquisición propia

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento topográfico georreferenciado para el diseño final del sistema de riego de la comunidad de Pequeri

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Establecer puntos de control de la poligonal
- ✓ Realizar el levantamiento topográfico de la faja donde se emplazara la línea de conducción de riego
- ✓ Georeferenciar el proyecto a un sistema de referencia WGS-84
- ✓ Elaborar planos del lugar para el diseño de riego
- ✓ Ajustar y compensar la poligonal del levantamiento topográfico
- ✓ Realizar el diseño de riego

2. TOPOGRAFIA

La topografía tiene por objeto medir extensiones de tierra, tomando los datos necesarios para poder representar sobre un plano, a escala, su forma y accidentes.

Es el arte de medir las distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medir ángulos entre rectas terrestres y localizar puntos por medio de distancias y ángulos previamente determinados.

2.1. ETAPAS DE UN TRABAJO TOPOGRAFICO

Para el procedimiento de un levantamiento topográfico se muestra en la siguiente figura

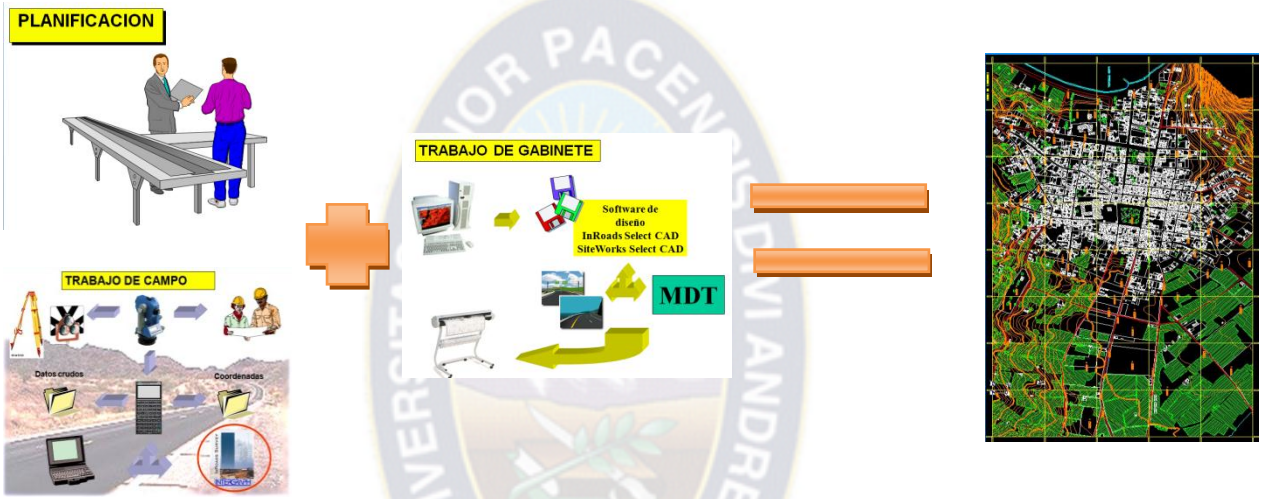


Figura 2: Trabajo de topografía

Fuente: Presentación Introducción Geodesia y GPS –UMSA-2004

2.1.1.TRABAJO DE CAMPO

Es la etapa donde se realiza la compilación de datos o la localización de puntos.

2.1.2.TRABAJO DE GABINETE

Comprende el cálculo y el dibujo de planos.

2.2. DIVISION BASICA DE TOPOGRAFIA

2.2.1. PLANIMETRIA

Esta consiste en el estudio de métodos y procedimientos para la proyección o representación de cada punto del terreno sobre un plano horizontal, tomando como referencia, donde no se toma en cuenta desniveles ni alturas.

2.2.1. ALTIMETRÍA

La altimetría es el estudio de métodos y procedimientos para la representación de la superficie terrestre en tres dimensiones, con la determinación de las alturas, elevaciones o cotas de los de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación, el cual, aunque puede ser tomado a una altura arbitraria, en general se relaciona con el plano horizontal teórico formado por el nivel medio del mar.

2.3. CLASIFICACION DE TRABAJOS TOPOGRAFICOS

2.3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Es el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que conforman una extensión de tierra.

2.3.1.1. ETAPAS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

2.3.1.1.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Esta etapa es donde se visita el lugar en el que se ejecutara el trabajo con el fin de investigar el área y evaluar una metodología óptima que se empleara en el trabajo de campo.

2.3.1.1.2. TRABAJO DE CAMPO

Consiste en ejecutar las mediciones insitu de acuerdo al plan y estrategia establecido en el reconocimiento de terreno

2.3.1.1.2. TRABAJO DE GABINETE

Son todos los cálculos matemáticos y elaboración de planos.

2.3.2. REPLANTEO TOPOGRAFICO

Es la operación y medición que tiene por objetivo plasmar o trasladar al terreno las dimensiones y formas indicadas en los planos

2.4. GEODESIA

Es la ciencia que se estudia la forma y dimensiones de la Tierra, y su campo de gravitatorio externo. La geodesia se divide en las siguientes ramas:

2.4.1. GEODESIA GEOMÉTRICA

Es aquella rama de la geodesia en la que los datos de observación están constituidos por las medidas de ángulos y distancias en la superficie terrestre. Estos datos son referidos a un elipsoide.

2.4.2. GEODESIA FÍSICA

Estudia el campo gravitatorio de la Tierra, partiendo de mediciones del mismo (mediante estaciones gravimétricas). Estudio de los problemas de reducción y de desviación de la vertical.

2.4.3. GEODÉSICA ASTRONÓMICA

Estudia los métodos astronómicos que permiten determinar las coordenadas geográficas sobre la superficie terrestre de una serie de puntos fundamentales conocidos con el nombre de “Datum” o “Puntos astronómicos fundamentales” sobre los cuales se basará el cálculo de las posteriores redes geodésicas.

2.4.4. GEODESIA SATELITAL

Utiliza satélites artificiales para la determinación de posiciones. Esto se consigue mediante el establecimiento de una red de puntos distribuidos por la superficie terrestre, de los cuales se determinan sus coordenadas.

2.5. PROYECCIÓN TRANSVERSAL MERCATOR

Proyección es el proceso de transformar las coordenadas sobre una superficie a las coordenadas sobre otra. La proyección conforme Transversal de Mercator, esta proyección es conforme porque en cada punto de la proyección la escala es la misma en cualquier dirección y además conserva las relaciones angulares.

La Transversa Mercator es una Proyección Cilíndrica conforme y puede ser visualizada como un cilindro envuelto alrededor de la tierra orientada de tal forma que su eje esté en el plano del ecuador. El radio tiene generalmente un radio poco menor que el de la tierra y la intercepta a lo largo de dos elipses paralelas a un meridiano central de longitud e igualmente espaciadas de él

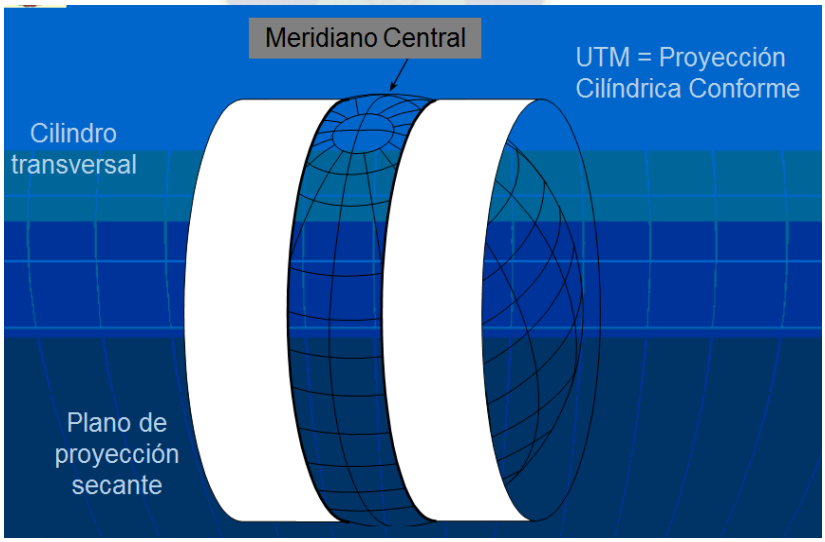


Figura 3: Zonas UTM

Fuente: Presentación CARTORGAFIA DIGITAL adquisición personal

2.6. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (G.P.S.)

El Sistema de Posicionamiento Global por satélite o GPS se basa en la medición de distancias a partir de señales de radio transmitidas por un grupo de satélites artificiales cuya órbita se conoce con precisión captada y decodificadas por receptores ubicados en los puntos cuya posición se desea determinar.

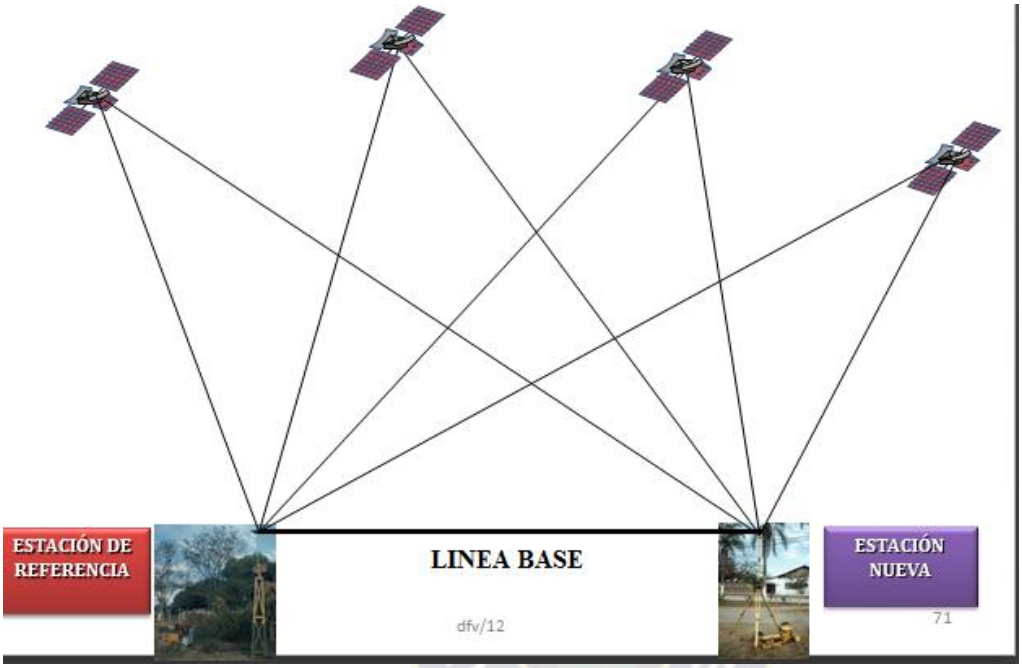


Figura 4: Zonas UTM

Fuente: Presentación CARTORGAFIA DIGITAL

2.7. SISTEMA DE RIEGO

Se denomina sistema de riego al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, aunque no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, ya que el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial (principalmente en su variante de riego por inundación), por aspersión, o por goteo.

2.7.1. TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO

2.7.1.1. RIEGO POR GOTEO

Es el sistema de riego localizado más popular. El agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota.

2.7.1.2. RIEGO POR TUBERÍAS EMISORAS

Se caracteriza por la instalación de tuberías de conducción sobre la superficie del suelo creando una banda continua de suelo humedecido y no en puntos localizados como en el riego por goteo. Su uso más frecuente es en cultivos en línea con muy poca distancia entre plantas. Las más utilizadas son las tuberías goteadoras y las tuberías exudantes.

2.7.1.3. RIEGO POR MICROASPERSIÓN Y MICRODIFUSIÓN

En el riego por micro aspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Este indicado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos de distinto marco de plantación.

2.7.2. DISEÑO DE RIEGO

2.7.2.1 CONSIDERACIONES

2.7.2.2 CÁMARA ROMPE-PRESIÓN

Al existir fuerte desnivel entre la captación o algunos puntos a lo largo de la línea de aducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

2.7.2.3 VENTOSAS

Las ventosas deben ser instaladas en todos los puntos donde haya la posibilidad de acumulación de aire en la tubería, es decir, donde no sea posible su remoción hidráulica.

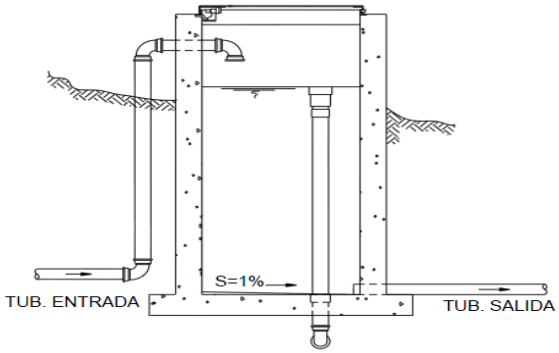


Figura 5: Ventosas
Fuente: Guía Técnica de Diseño de Proyectos de Agua

2.7.2.4. CÁMARA DE VÁLVULA DE PURGA

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de aducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

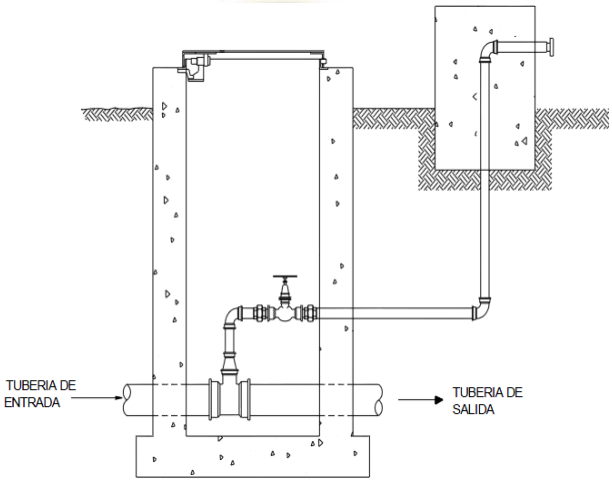


Figura 6: cámara de válvula
Fuente: Guía Técnica de Diseño de Proyectos de Agua

2.7.2.5 PRESIÓN

En la línea de aducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$\boxed{P = J_f - PE}$$

P = Presión dinámica

j_F = Perdida de carga acumulada

Z_p = Presión estática

3.1. PERSONAL, INSTRUMENTOS, MATERIALES Y TRANSPORTE

3.1.1. PERSONAL

- ✓ Un Operador.
- ✓ Un record.
- ✓ Tres alarifes.

3.1.2. INSTRUMENTOS

- ✓ Un Estación Total marca SOKKIA modelo SET-500
- ✓ GPS Geodésico de Simple Frecuencia
- ✓ Un trípode de aluminio SOKKIA.
- ✓ Tres jalones.
- ✓ Tres Prismas
- ✓ Un GPS Navegadores modelo Etrex.
- ✓ Cuatro Handys, alcance de 37 km (Marca Motorola)
- ✓ Un flexómetro.

3.1.3. MATERIALES

3.1.3.1. MATERIAL DE CAMPO

- ✓ Tablero, papel , lápiz, borrador y regla
- ✓ Teléfonos celulares.
- ✓ Una cámara fotográfica.

3.1.3.2. MATERIAL DE GABINETE

- ✓ Un computador de escritorio.
- ✓ Una impresora.
- ✓ Calculadora CASIO modelo FX- 9860 GII SD.
- ✓ Papel bon tamaño carta.
- ✓ Software empleado (Microsoft office, AutoCAD y Google Earth)

3.2. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

- ✓ Imagen del sector en interés descargada mediante el software Google Earth, para la ubicación de los puntos geodésicos en las distintas zonas, para el respectivo croquis del lugar.

3.3. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

En esta etapa se realizó el reconocimiento del área de trabajo y se determinaron los puntos de control horizontal donde posteriormente se sesionara con equipos GPS, y con la ayuda de un georeceptor navegador se ubicó el punto de referencia ubicado en la plaza de la población de Tihuanaco.

3.4. MONUMENTACION DE PUNTOS DE CONTROL HORZONTAL

Con el fin de dar coordenadas absolutas al presente Levantamiento Topográfico para el sistema de riego de la comunidad de Pequeri se establecieron cuatro puntos de control horizontal, siendo dos puntos para dar inicio a la poligonal y dos para el cierre de la misma, cumpliendo la intervisibilidad entre los dos primeros y los dos últimos.
Los puntos de control se materializaron con mojones de Ho Co y descripción en pintura

Fotografía 1: Punto de control
Fuente: Adquisición propia

3.5. ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE LA POLIGONAL

Se determinaron cuatro puntos para la poligonal principal que cubre todo el área donde se efectuara el levantamiento topográfico y se materializo con estacas de madera que sea intervisible entre los puntos

3.6. GEORREFERECIACION DE LOS PUNTOS DE CONTROL

La georreferenciación del trabajo se ejecutó utilizando equipos GPS de simple frecuencia L1.

Fotografía 2: Georreferenciacion de Punto de control
Fuente: Adquisición propia

3.6.1 METODO DE POSICIONAMIENTO

Según al sistema de referencia se empleó el método relativo en el cual se utilizaron dos equipos GPS, uno de ellos estacionado en el punto base (CM06) y otro que cubrirá los cuatro puntos de control horizontal determinados en el área del Levantamiento Topográfico

Según al movimiento del receptor se aplicó el método estático en el que el receptor no tiene desplazamiento mayor al de su precisión en el periodo de sesión

3.6.2. SESION DE LOS PUNTOS DE CONTROL

La sesión de los cuatro puntos fue realizada de la siguiente manera

PRIMERA Y SEGUNDA SESION						
FECHA	ESTACION	HORA DE ENCENDIDO	HORA APAGADO	DIA JULIAN	PUNTO	DESCRIPCION
10/11/2014	Base	0852	14:25	314	CM-06	TIHUANACO
10/11/2014	Móvil	09:01	10:03	314	PQR1	PEQUERI
10/11/2014	Móvil	10:10	11:15	314	PQR2	PEQUERI
10/11/2014	Móvil	11:57	12:59	314	PQR3	PEQUERI
10/11/2014	Móvil	13:14	14:21	314	PQR4	PEQUERI

Tabla2: Sesión de puntos de control
Fuente: adquisición propia

3.7. MEDICION DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

En esta etapa se miden todos los vértices de la poligonal que se determinó anteriormente partiendo de dos puntos de control (PQ01-PQ02) y otros dos puntos de llegada (PQ03-PQ04)

3.8. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Se hizo el levantamiento topográfico a partir de cada vértice de la poligonal utilizando el método de radiación, cubriendo una faja aproximadamente de 20 metros a cada lado del eje tentativo de donde se emplazara el tendido de tuberías.

Fotografía 3: Levantamiento Topográfico
Fuente: Adquisición propia

3.9. TRABAJO DE GABINETE

3.9.1. REVISIÓN DATOS DE CAMPO

Se realizó la revisión de las planillas de series :(Ángulos horizontales, Ángulos cenitales, toma de fotografías, croquis de cada punto y Altura del equipo, como de los jalones)

3.9.2. PROCESO Y DESCARGADO DE DATOS

Una vez realizadas las sesiones GPS, se utilizó el software SPECTRUM SURVEY para que los datos fueran descargados y procesados

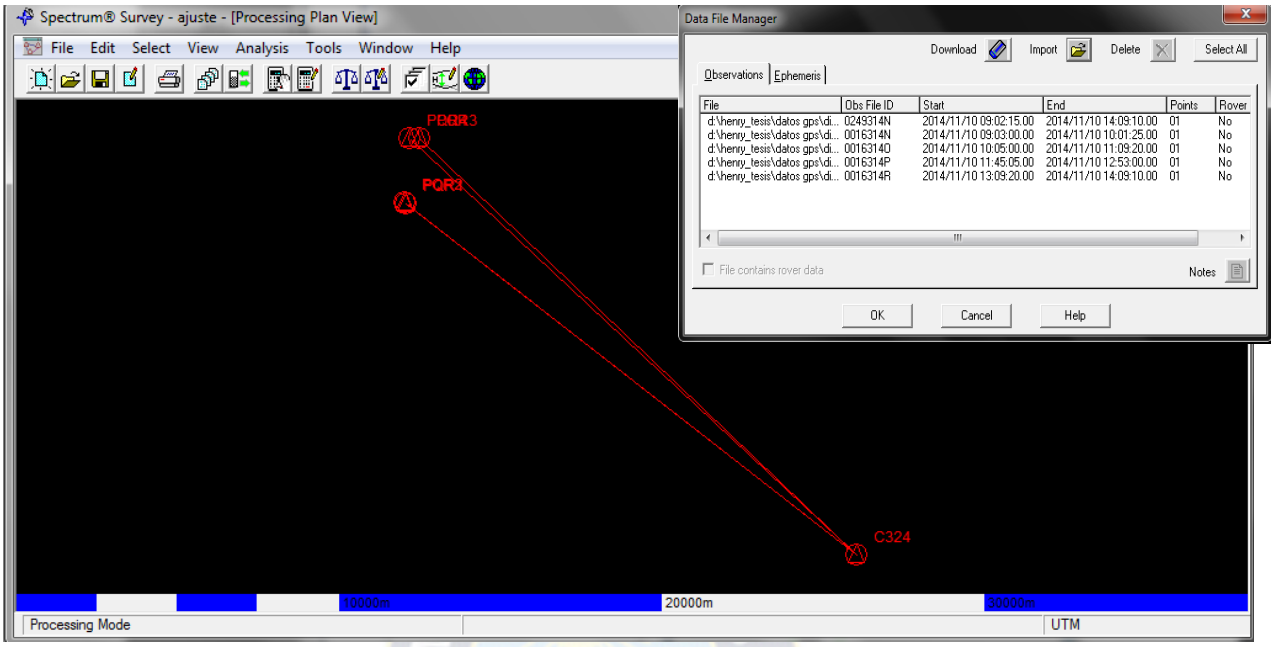


Figura 7: Vista de proceso de líneas bases de los trabajos de campo

Fuente: Extracción Software Spectrum Survey

Una vez descargados e importados los datos de los puntos sesionados se realiza el proceso y ajuste

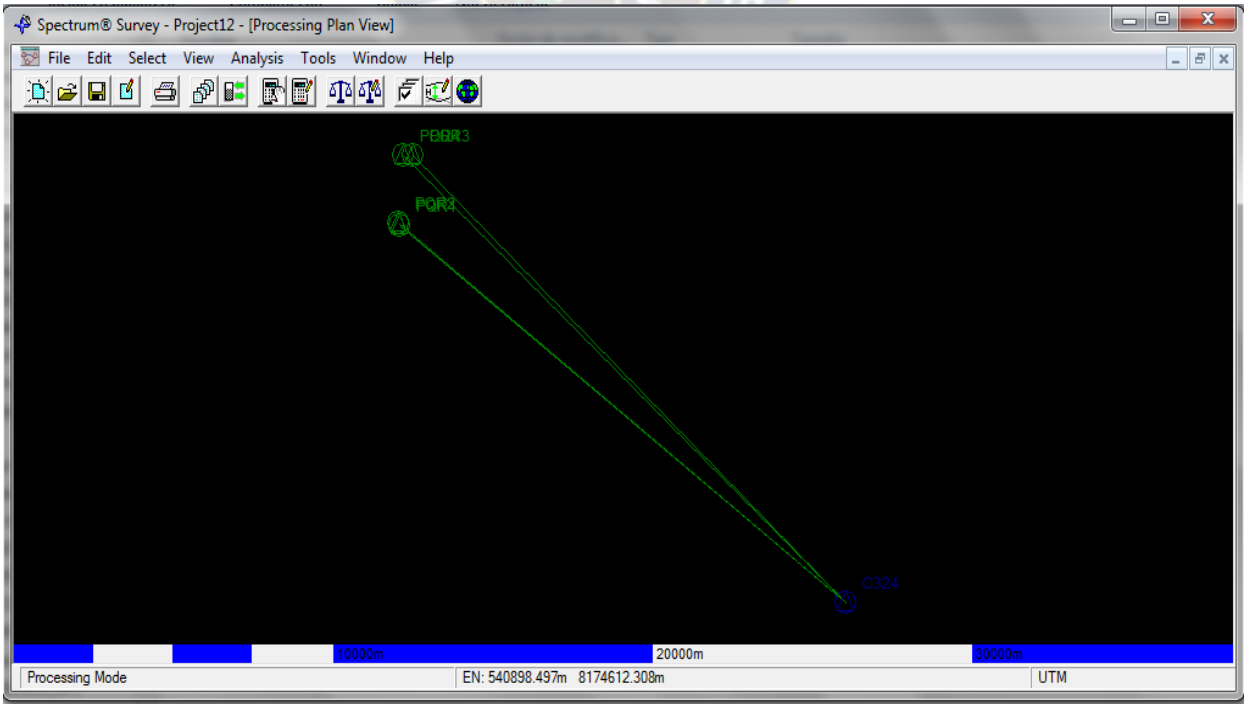


Figura 8: Vista de ajuste de líneas bases de los trabajos de campo

Fuente: Extracción Software Spectrum Survey

Se obtuvieron los siguientes datos

DATUM	**WGS-84**
PROYECCIÓN	UTM
ZONA	19
MC	69º

Nº	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALT. ELIP. (m)
1	PQR1	815469,864	7931964,713	4609,826
2	PQR2	815452,433	7931920,283	4618,817
3	PQR3	816320,039	7930079,454	4297,839
4	PQR4	816229,567	7930655,745	4331,298

Tabla 3: Listado de puntos de control
Fuente: adquisición propia

Para el reporte de ajuste de la poligonal (Ver anexo D).

3.9.3. ELABORACION DE PLANOS

En esta etapa se representa de una manera fidedigna el sector de la superficie terrestre intervenido en el trabajo de campo, con la ayuda del software AUTOCAD obtendremos el plano topográfico (Ver anexo E).

3.9.4. AJUSTE DE POLIGONAL POR EL MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS

Para la solución al ajuste de la poligonal, tomaremos en cuenta los datos tomados en campo que son ángulos horizontales, distancias y precisión de equipo este ultimo para calcular la matriz peso

										COORD	
	HZ			AZIMUNT			DIST	DX	DY	ESTE	NORTE
	G	M	S	G	M	S					
PQR2	186	49	5							520050,494	8180784,328
				35	34	41,85	431,78	-63,237	427,12507		
E1	203	55	3							519987,2563	8181211,453
				15	30	13,85	345,16	92,2628	332,60242		
E2	168	46	1							520079,5192	8181544,055
				4	16	25,85	749,67	55,8681	747,58536		
E3	214	13	15							520135,3873	8182291,641
				38	29	40,85	589,35	366,837	461,26573		
PQR3	50	22	1							520502,2247	8182752,907
				26	51	52,85	304,71	-304,652	-6,037482	520502,334	8182752,817
SUMA	824	6	16								

delta x	delta y
0,10928344	-0,08957328

error angular		
0	0	24,75897608

Precisión angular de instrumento: 8 segundos
Precisión lineal de instrumento: 1 cm

1ra condición azimutal

$\sum_{i=1}^{n}(V_{\infty}) = Azf - (Azi + \sum Hz - n * 180°)$ +180

$V_{\propto 1} + V_{\propto 2} + V_{\propto 3} + V_{\propto 4} + V_{\propto 5} =$ 268^0 52´17.62''-(164^0 45´36.86″-824^0 06´16''-(5*180^0))

$V_{\propto 1} + V_{\propto 2} + V_{\propto 3} + V_{\propto 4} + V_{\propto 5} =$ 0.00012 rad……(1)

2da condición lineal

$$X_n - X'_n = \sum_{i=1}^{n-1}(\mathrm{Y}'n - \mathrm{Y}i)V_{\propto 1} + \sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{X'_{i+1}+X_i}{D_i}\right)V_{\propto 1}$$

-0.109 = -514,968Ve1-422,706Ve2-366,837Ve3+0,989vd1+10,964Vd2+0,997Vd3+0,783Vd4…….(2)

3ra condición lineal

$$Y_n - Y'_n = -\sum_{i=1}^{n-1}(X'n - Xi)V_{\propto i} + \sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{Y'_{i+1}+Y_i}{D_i}\right)V_{\propto 1}$$

-0.896=1541,453Ve1+1208,851Ve2+461,266Ve3-0,146Vd1+0,267Vd2+0,075Vd3+0,622Vd4…….(3)

MATRIZ A

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0{,}09 & 1541{,}454 & 1208{,}851 & 461{,}266 & 0 & -0{,}146 & 0{,}267 & 0{,}075 & 0{,}622 \\ -0{,}109 & -514{,}968 & -422{,}706 & -366{,}837 & 0 & 0{,}989 & 0{,}964 & 0{,}997 & 0{,}783 \end{pmatrix}$$

MATRIZ P

$$\begin{pmatrix} 664768285{,}7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 664768285{,}7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 664768285{,}7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 664768285{,}7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 664768285{,}7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10000 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10000 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10000 \end{pmatrix}$$

MATRIZ B

$$\begin{pmatrix} 0{,}000120035 \\ 0{,}109283441 \\ -0{,}089573283 \end{pmatrix}$$

SOLUCION MATRICIAL

Con las matrices anteriores se realizaran distintas operaciones y calcular el siguiente resultado

$$X_n = P^{-1} * A^T (A * P^{-1} * A^T)^{-1} B$$

P INVERSA

1,50428E-09	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1,50428E-09	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1,50428E-09	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1,50428E-09	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1,50428E-09	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,0001	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0,0001	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001

A TRASPUESTA

1	-0,089573283	-0,109283441
1	1541,453503	-514,9684123
1	1208,851086	-422,7055353
1	461,2657298	-366,8374387
1	0	0
0	-0,146457801	0,989216919
0	0,267303113	0,963612498
0	0,074523586	0,997219251
0	0,622442002	0,782665928

P(INVERSA)*A(TRANSPUESTA)

1,50428E-09	-1,34744E-10	-1,64393E-10
1,50428E-09	2,31878E-06	-7,74659E-07
1,50428E-09	1,81845E-06	-6,35869E-07
1,50428E-09	6,93874E-07	-5,51828E-07
1,50428E-09	0	0
0	-1,46458E-05	9,89217E-05
0	2,67303E-05	9,63612E-05
0	7,45236E-05	9,97219E-05
0	6,22442E-05	7,82666E-05

A*P^-1

1,50428E-09	1,50428E-09	1,50428E-09	1,50428E-09	1,50428E-0	0	0	0	0
-1,34744E-1(	2,31878E-06	1,81845E-06	6,93874E-07	0	-1,46458E-0!	2,67303E-05	7,45236E-06	6,22442E-05
-1,64393E-1(	-7,74659E-07	-6,35869E-07	-5,51828E-07	0	9,89217E-05	9,63612E-05	9,97219E-05	7,82666E-05

A*P^-1*Atrsan

7,52142E-09	4,83098E-06	-1,96252E-06
4,83098E-06	0,006141187	-0,002149892
-1,96252E-06	-0,002149892	0,001221552

(A*P^-1*Atrsan)^-1

280571554,2	-163884,5526	162328,7176
-163884,5526	519,9143996	651,7391149
162328,7176	651,7391149	2226,464193

P^-1*Atrans*(A*P^-1*Atrsan)^-1

0,422054572	-0,000246706	0,000243735
-0,083702888	0,000454165	3,06807E-05
0,020822725	0,000284491	1,3607E-05
0,218766416	-0,000245421	-0,000532211
0,422059175	-0,000246529	0,000244188
18,4580485	0,056856584	0,210700377
11,26151299	0,076699869	0,231966062
14,96640577	0,068867268	0,226884289
2,504052733	0,083371056	0,214824746

P^-1*Atrans*(A*P^-1*Atrsan)^-1*B (RADIAES)

DATOS SOLUCIÓN

$$\begin{pmatrix} 1{,}86829E-06 \\ 3{,}68372E-05 \\ 3{,}23708E-05 \\ 4{,}7111E-05 \\ 1{,}84755E-06 \\ -0{,}010444031 \\ -0{,}011044161 \\ -0{,}011000228 \\ -0{,}009830908 \end{pmatrix}$$

Angulo en grados	**g**	**m**	**s**
0,000107045	0	0	0,385362148
0,002110618	0	0	7,598226445
0,001854711	0	0	6,676960466
0,002699262	0	0	9,717341597
0,000105857	0	0	0,381085428

PLANILLA CORREGIDA

										COORDENADAS TOTALES	
	ANGULO HORIZONTA			AZIMUNT			DISTANCIA	DX	DY	ESTE	NORTE
	G	M	S	G	M	S					
PQR2	186	49	5							520050,49	8180784,3
				351	34	42,242	431,771	-63,235	427,115296		
E1	203	55	40							519987,26	8181211,4
				15	30	21,84	345,151	92,273	332,588246		
E2	168	46	19							520079,53	8181544
				4	16	40,517	749,659	55,92	747,570414		
E3	214	13	25							520135,45	8182291,6
				38	30	5,234	589,342	366,89	461,214547		
PQR3	50	22	12,4							520502,34	8182752,8
				268	52	17,615	304,712	-304,65	-6,0009141	520502,33	8182752,8

3.9.5. DISEÑO DE ADUCCIÓN DE SISTEMA DE RIEGO

3.9.5.1.CALCULO DE CAUDAL

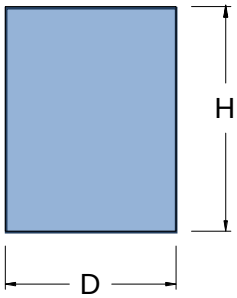
AFORO DE LA VERTIENTE

FUENTE: **VERTIENTE PUCHUNI**

Fec 10/11/2014
Luc PEQUERI
Hc 11:00 am.
Proyec SISTEMA DE AGUA POTABLE PEQUERI

METODO DE AFORO : **VOLUMETRICO**

Cálculo del Volumen constante del Balde Circular de PVC.



$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H$$

l 35,00 cm
l 27,00 cm
20,04 Lt

Muestra	Tiempo (seg)	Volumen (Lt)	Caudal (Lt/seg)
1	3,46	20,04	5,79
2	3,15	20,04	6,36
3	3,12	20,04	6,42
4	3,11	20,04	6,44
5	3,25	20,04	6,17
6	3,55	20,04	5,65
7	3,51	20,04	5,71
8	3,45	20,04	5,81
9	3,21	20,04	6,24
10	3,23	20,04	6,20
MEDIA	**3,30**		**6,08**

Tabla 4: Muestras para cálculo de caudal
Fuente: adquisición propia

Por lo tanto el Caudal de la vertiente es:

Caudal (Ç 6,08 Lt/seg

Debido a que la fecha del aforo se realizó en época de lluvias, según los habitantes del lugar aseguran que la vertiente disminuye su caudal a un 10%, p lo tanto para fines de cálculo el caudal es:

Caudal (Ç 5,47 Lt/seg

3.9.4.2.CALCULO DEL DIAMETRO DE TUBERIA

Se determinó el cálculo del diámetro de tubería en función al caudal y pendiente, tomando muestras cada 20m.(Ver anexo E)

Se utilizó la fórmula de Hazen-Williams:

$$D = \left(\frac{3.587\,Q}{C S_f^{\,0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$S_f = Z1 - Z2$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería

Q = Caudal de diseño (5.47 lt/seg)

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams 150

Z1= Cota anterior a la actual

Z2= Cota actual

S_f = Pendiente cada 20m.

Y haciendo un promedio de cada progresiva +020 de obtuvo un resultado de:

D=0.0647 m.

D=2.54 pulg.

Por tanto se asume un diámetro de **2.5 pulgadas**

3.9.5.3. CALCULO DE PERDIDA DE CARGA

Aplicando la fórmula de Hazen-Williams obtuvimos la perdida de carga unitaria, es decir la perdida en cada tramo de 20m. (Ver anexo F)

, que esto posteriormente necesitaremos para el cálculo de presiones.

$$j = \left[\frac{Q}{0{,}28 * C * D^{2{,}63}} \right]^{1{,}85}$$

Q = Caudal de diseño (5.47 lt/seg)
J = Perdida de carga
C = Coeficiente de Hazen-Williams 150
D = Diámetro de la tubería

3.9.5.4.PERDIDA DE CARGA ACUMULADA

Este es el resultado de la sumatoria de las pérdidas de carga acumuladas hasta la progresiva anterior a la actual, mediante la siguiente formula:

$$\boxed{J_f = Jant - Jact}$$

Resultados (Ver anexo F)

3.9.5.5.CALCULO DE PRESION ESTATICA

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\boxed{PE = Z_t - Z_p}$$

Dónde:
PE= Presión estática
Z_t = Cota de la toma
Z_p = Cota de progresiva actual

3.9.4.6.CALCULO DE PRESION DINAMICA

La presión fue calculada en función a los a los anteriores elementos, está dada por la siguiente formula

$$\boxed{P = J_f - PE}$$

Dónde:
P = Presión dinámica
j_F = Perdida de carga acumulada
Z_p = Presión estática

3.9.5.7.TRAZADO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN

El trazo de la línea de aducción se hizo en base al plano topográfico con curvas de nivel, en el cual se realiza una línea tentativa por donde será el tendido de tuberías.
Esto se determina en base a los siguientes parámetros:

- ✓ En lo posible buscar el menor recorrido siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos.

- ✓ Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.

Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.

- ✓ Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

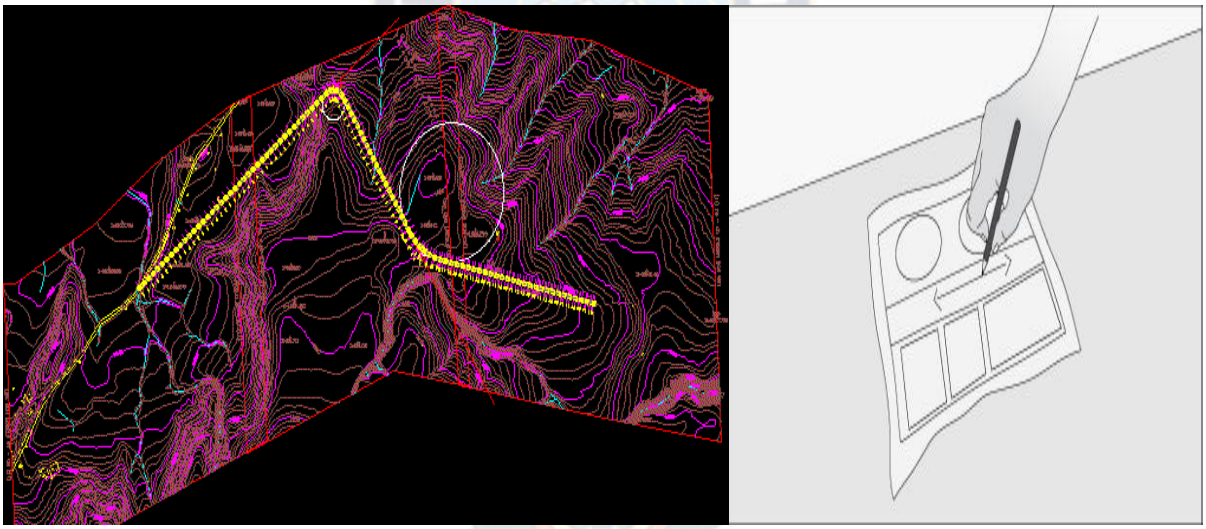


Figura 9: Vista de trazado de línea de aducción

Fuente: Extracción Software Civil 3D

3.9.5.8.TRAZO

Inicialmente se trazó la línea de aducción mediante unas marcas con promontorios de rocas que hicieron los beneficiarios, que estos fueron medidos en el levantamiento topográfico, se hizo el respectivo trazo horizontal de este y luego se elaboró el perfil longitudinal.

Donde obtuvimos las siguientes observaciones en cuanto al perfil.

PROGRESIVA [m]	PRESION DINAMICA [m]
0+080,00	2,57
0+100,00	1,20
0+120,00	1,60
0+140,00	-0,09
0+160,00	-1,57
0+180,00	-1,86
0+200,00	-1,17
0+220,00	-0,10
0+240,00	0,41
0+260,00	1,65
0+280,00	2,45

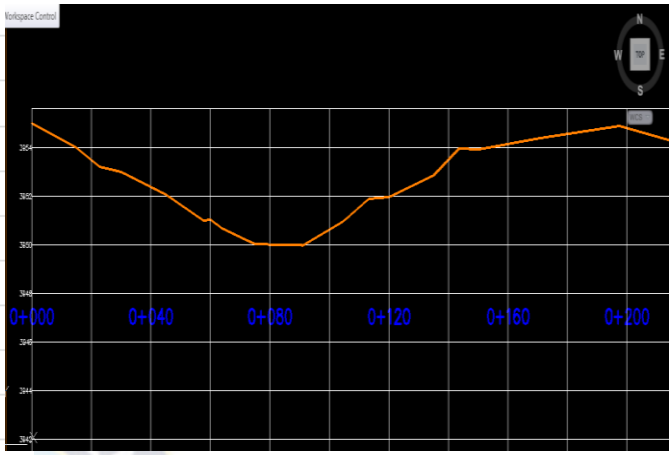


Figura 10: Perfil de terreno

Fuente: Extracción Software Civil 3D

Se observa que existe un cambio de pendientes en la 0+180 lo cual producue que la presión cambie de positivo a negativo, lo cual no es permisible ya que una condición para la aducción por tuberías dice que **la presión dinámica debe ser mayor a 1m y menor al 80% de la constante de tubo.**

En ese sector es imposible hacer una modificación del trazo horizontal ya que al lado izquierdo es inaccesible, y al lado derecho la pendiente tiende a subir más (Ver anexo E).

Por tal motivo la solución fue que en la progresiva 0+200 se hará mayor excavación.

El trazo final se ve en el anexo E

3.9.5.9. CÁMARA DE VÁLVULA DE PURGA

En este trabajo se diseñaron dos sitios para la instalación de cámaras de purga, los cuales están en los sectores donde está la mínima cota de todo el tramo con el fin de limpiar los sedimentos asentados

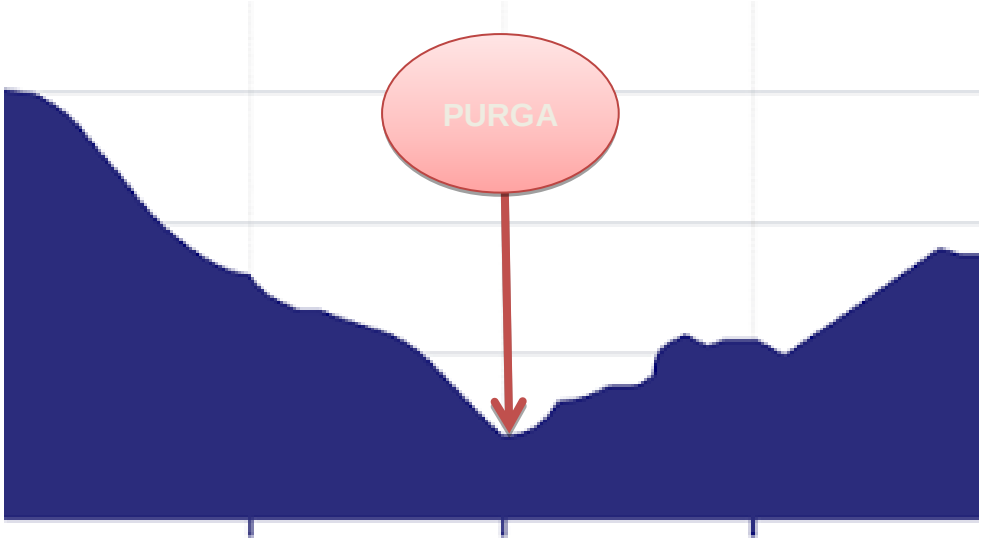


Figura 11: Ubicación de cámara de purga

Fuente: Extracción Software Civil 3D

4. CONCLUSIONES

Se concluyó este trabajo de una manera satisfactoria citando a las siguientes conclusiones que se ha llegado.

- Se ha realizado el levantamiento topográfico de una faja de terreno donde se pretendía realizar el diseño de sistema de riego
- Se georreferenció el levantamiento topográfico a un sistema WGS84
- Se diseñó la aducción de aducción para el sistema de riego de la comunidad de Pequeri
- Se elaboró planos del levantamiento topográfico georeferenciado

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer una revisión y calibración de los equipos topográficos antes de salir a trabajos de campo.

Realizar una buena planificación y coordinación para las observaciones de puntos de control con equipos receptores GPS.

Antes de realizar el levantamiento Topográfico con equipos de precisión para este tipo de trabajo, se recomienda realizar un previo trazo utilizando eclímetro y huincha.

En los trabajos de gabinete realizar siempre el dibujo de croquis en campo detallados para la interpretación correcta de los datos obtenidos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Víctor Hugo R. 1995. Cartografía Y Geodesia. Lima, P. 198 p.
- Atilio F. 2000. Geo Conceptos. Sistema de Posicionamiento Global.
- Leonardo C M. 2002. Sistema de Posicionamiento Global, Fundamentos. 14 p.
- Mc Cormac 2007. Topografía. D.F. México
- Narvaez E D; Llontop L B. Manual de Topografía General, Teoría y Problemas Resueltos de Topografía I y II. Lima. P. 144 p.

ANEXO A

`CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO B

REPORTE DEL PROCESO Y MONOGRAFIA GPS

MONOGRAFÍA DEL PUNTO “PQ01”

SISTEMA WGS-84 ZONA GEOGRÁFICA 19 SUR

DATOS GENERALES

Nombre del Punto: PQ01

Departamento: La Paz

Provincia: Ingavi

Comunidad: Pequeri

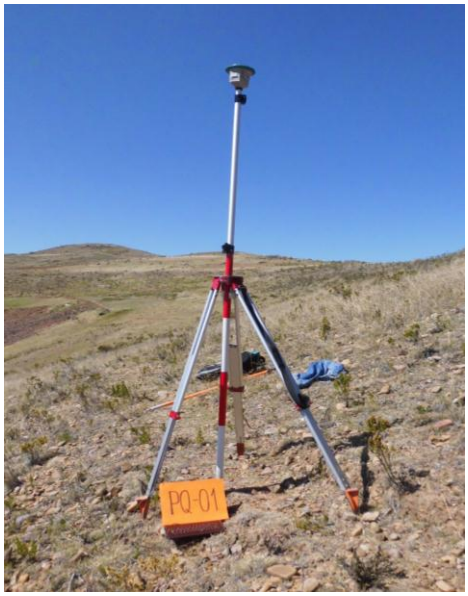
COORDENADAS DEL PUNTO

Este: 520067.783

Norte: 8180720.868

Altura Elipsoidal: 4108.330 m

FOTOGRAFIA DEL PUNTO



Descripción: Para llegar al punto PQ01 se parte de la comunidad de Pequeri a la altura del cementerio con dirección al mismo (sentido opuesto al lago Titicaca), recorriendo aproximadamente 500 m hasta encontrar un camino de tierra en malas condiciones, continuar por el camino con un recorrido de 2,2 Km. y se llega a un cruce de caminos donde se encuentra un sendero al lado al lado izquierdo, avanzar por ahí 50 m y subir una colina al lado derecho 10m. el punto esta materializado por un mojón de cemento.

MONOGRAFÍA “PQ02”

SISTEMA WGS-84 ZONA GEOGRÁFICA 19 SUR

DATOS GENERALES

Nombre del Punto: PQ02

Departamento: La Paz

Provincia: Ingavi

Comunidad: Pequeri

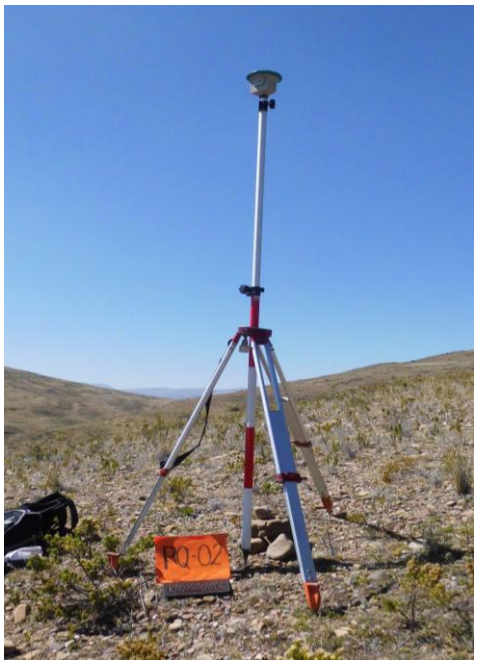
COORDENADAS DEL PUNTO

Este: 520050.494

Norte: 8180784.328

Altura Elipsoidal: 4108.330 m

CROQUIS DEL PUNTO



DESCRIPCION DEL PUNTO

Para llegar al punto PQ02 se parte de la comunidad de Pequeri a la altura del cementerio con dirección al Cementerio (sentido opuesto al lago Titicaca) recorriendo aproximadamente 300 m hasta encontrar un camino de tierra en malas condiciones, continua por el camino con un recorrido de 2,2 Km. y se llega a un cruce de caminos donde se encuentra un sendero al lado al lado izquierdo, continuar por ahí 30 m y subir una colina al lado derecho 100m. El punto esta materializado por un mojón de cemento..

MONOGRAFÍA DEL PUNTO “PQ03”

SISTEMA WGS-84 ZONA GEOGRÁFICA 19 SUR

DATOS GENERALES

Nombre del Punto: PQ03

Departamento: La Paz

Provincia: Ingavi

Comunidad: Pequeri

COORDENADAS DEL PUNTO

Este: 520502.334

Norte: 8182752.817

Altura Elipsoidal: 4108.330 m

FOTOGRAFIA DEL PUNTO

DESCRIPCION DEL PUNTO

El punto P-28 se encuentra en la comunidad de Pequeri, para ocupar este punto se debe llegar primero al camino La Paz Taraco a la altura de la tienda “PACEÑA”, y dirigirse en dirección de la misma hacia el sur en sentido opuesto al lago Titicaca aproximadamente una distancia de 350 m. hasta encontrar una zona elevada que pertenece al señor Vicente Quelca. El punto esta materializado con un mojón de cemento.

MONOGRAFÍA DEL PUNTO “PQ04”

SISTEMA WGS-84 ZONA GEOGRÁFICA 19 SUR

DATOS GENERALES

Nombre del Punto: PQ04

Departamento: La Paz

Provincia: Ingavi

Comunidad: Pequeri

COORDENADAS DEL PUNTO

Este: 520050.494

Norte: 8180784.328

Altura Elipsoidal: 4108.330 m

FOTOGRAFIA

DESCRIPCION DEL PUNTO

Para llegar al punto PQ04 se parte de la comunidad de Pequeri a la altura del cementerio Y y se avanza con dirección al mismo (sentido opuesto al lago Titicaca) recorriendo aproximadamente 200 m hasta encontrar una caseta de bombeo, a partir de ahí continuar al lado izquierdo una distancia de 20 m. el punto esta materializado por un mojón de cemento.

ANEXO C

PLANILLA DE ÁNGULOS Y DISTANCIAS

Spectrum® Survey 3.24 Network Adjustment Report

Project: C:\Sokkia\Common\Spectrum Projects\Project11.spr

Input Coordinates and Corrections

Point	Input Coordinates	Corrections	Horizontal	
		Seconds	m	Vector
PQR4	P - 16 26 12.18633	- 0.00000	0.000	0.000 m
	L - 68 48 38.89875	0.00000	0.000	155 deg
	H 3878.914 m		0.000	

Adjusted Coordinates and Standard Deviations

Point	Adjusted Coordinates	Std Dev	95% Ellipse	
		(0.001sec)	(mm)	
base	P - 16 33 11.14465	0.00000	0.0	major 0.0 mm
FIXED 3-D	L - 68 40 52.13553	0.00000	0.0	azm. 0 deg
	H 3862.391 m			minor 0.0 mm
PQR1	P - 16 27 18.12346	0.00000	0.0	major 0.0 mm
	L - 68 48 43.21716	0.00000	0.0	azm. 0 deg
	H 3954.519 m			minor 0.0 mm

PQR2 P - 16 27 16.05875 0.00000 0.0 major 0.0 mm

L - 68 48 43.80222 0.00000 0.0 azm. 0 deg

H 3958.238 m minor 0.0 mm

PQR3 P - 16 26 11.98256 0.00000 0.0 major 0.0 mm

L - 68 48 28.62709 0.00000 0.0 azm. 0 deg

H 3866.128 m minor 0.0 mm

PQR4 P - 16 26 12.18633 0.00000 0.0 major 0.0 mm

L - 68 48 38.89875 0.00000 0.0 azm. 0 deg

H 3878.914 m minor 0.0 mm

Transformation into Map Coordinates (meters)

Point	Geodetic Coordinate	Map Coordinate	Conv./Scale
base	P - 16 33 11.14465	N 8169855.700	- 0 05 27.03406
FIXED 3-D	L - 68 40 52.13553	E 534019.117	0.99961431
	H 3862.391		
PQR1	P - 16 27 18.12346	N 8180720.868	- 0 03 11.70803
	L - 68 48 43.21716	E 520067.783	0.99960498
	H 3954.519		
PQR2	P - 16 27 16.05875	N 8180784.328	- 0 03 11.53581

L - 68 48 43.80222 E 520050.494 0.99960497

H 3958.238

PQR3 P - 16 26 11.98256 N 8182752.817 - 0 03 15.62827

L - 68 48 28.62709 E 520502.334 0.99960520

H 3866.128

PQR4 P - 16 26 12.18633 N 8182746.842 - 0 03 12.72247

L - 68 48 38.89875 E 520197.726 0.99960504

H 3878.914

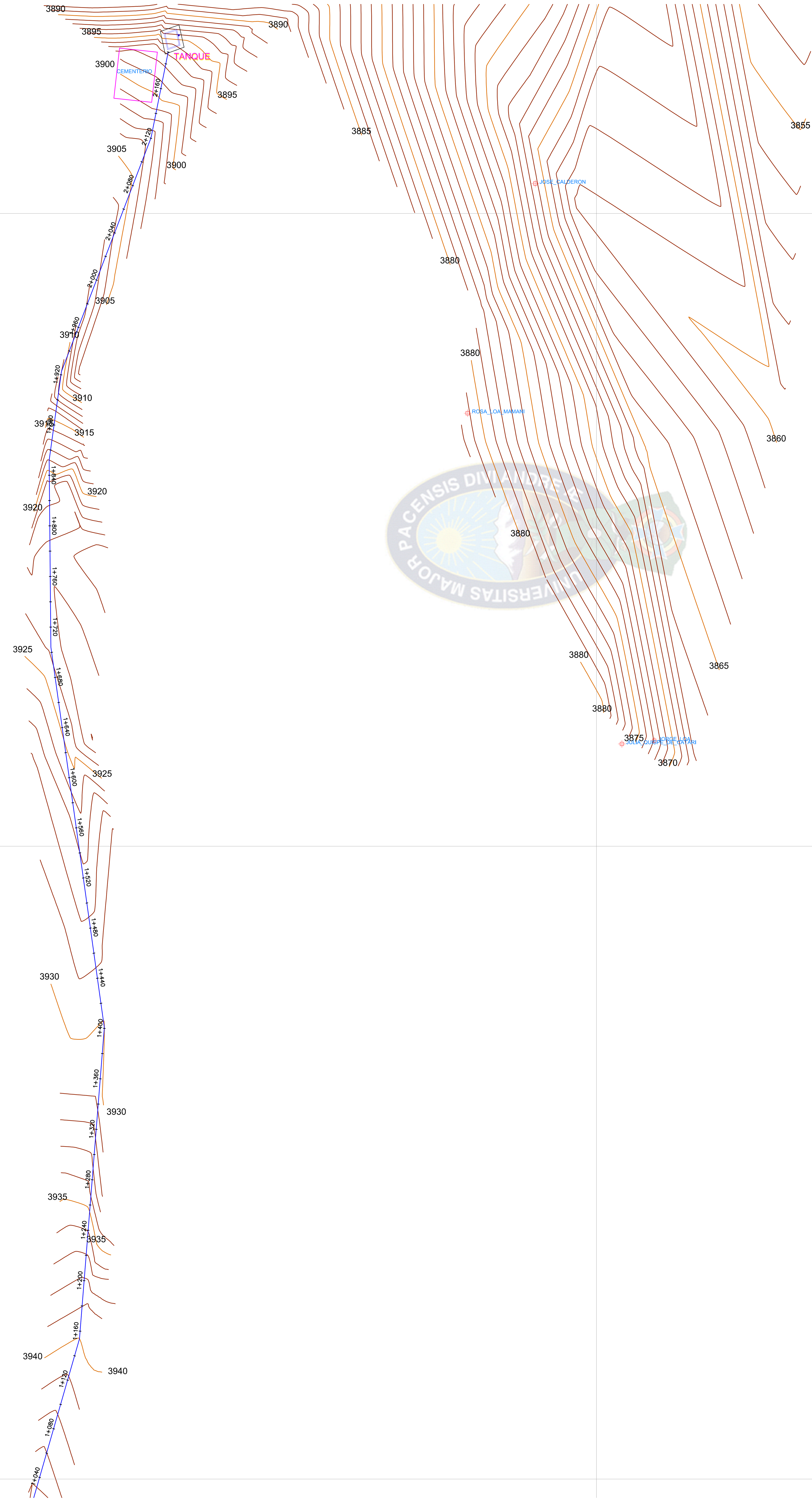
VECTORS [4 total]

ALL VECTORS ARE FIXED

Vector/Occ.	Solution	Length	Used	Ratio	RMS	SD
base-PQR1						
01	Fixed (L1)	17701.097	92.25%	2.0	0.037	0.011
base-PQR2						
01	Fixed (L1)	17753.851	89.22%	3.0	0.022	0.011
base-PQR3						
01	Fixed (L1)	18701.235	97.16%	2.0	0.022	0.006
base-PQR4						
01	Fixed (L1)	18918.955	96.60%	2.0	0.028	0.00

ANEXO D

PLANOS

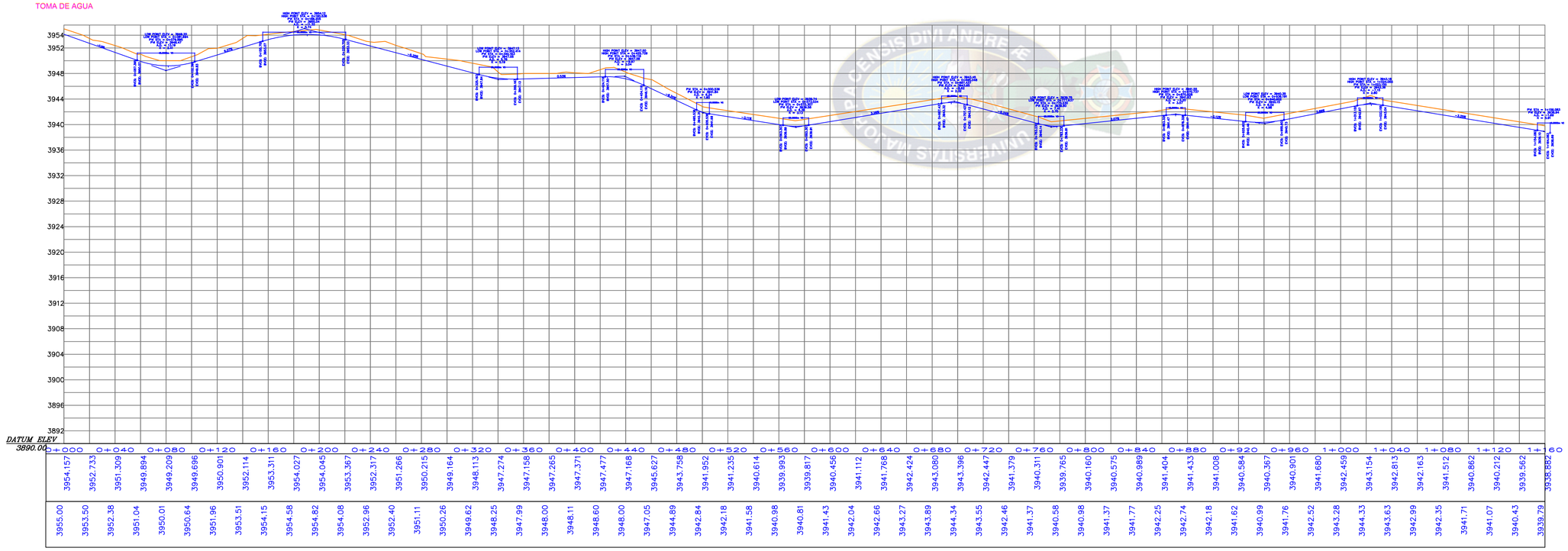


3890
3895
3900
TANQUE
CEMENTERIO
3895
3890
3885
3855
3905
3900
JOSE_CALDERON
3880
3905
3910
3880
3910
ROSA_LOA MAMANI
3915
3860
3920
3920
3880
3925
3880
3865
3880
3875
3870
3925
3930
3930
3935
3935
3940
3940
2+160
2+120
2+080
2+040
2+000
1+960
1+920
1+880
1+840
1+800
1+760
1+720
1+680
1+640
1+600
1+560
1+520
1+480
1+440
1+400
1+360
1+320
1+280
1+240
1+200
1+160
1+120
1+080
1+040

ANEXO E

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

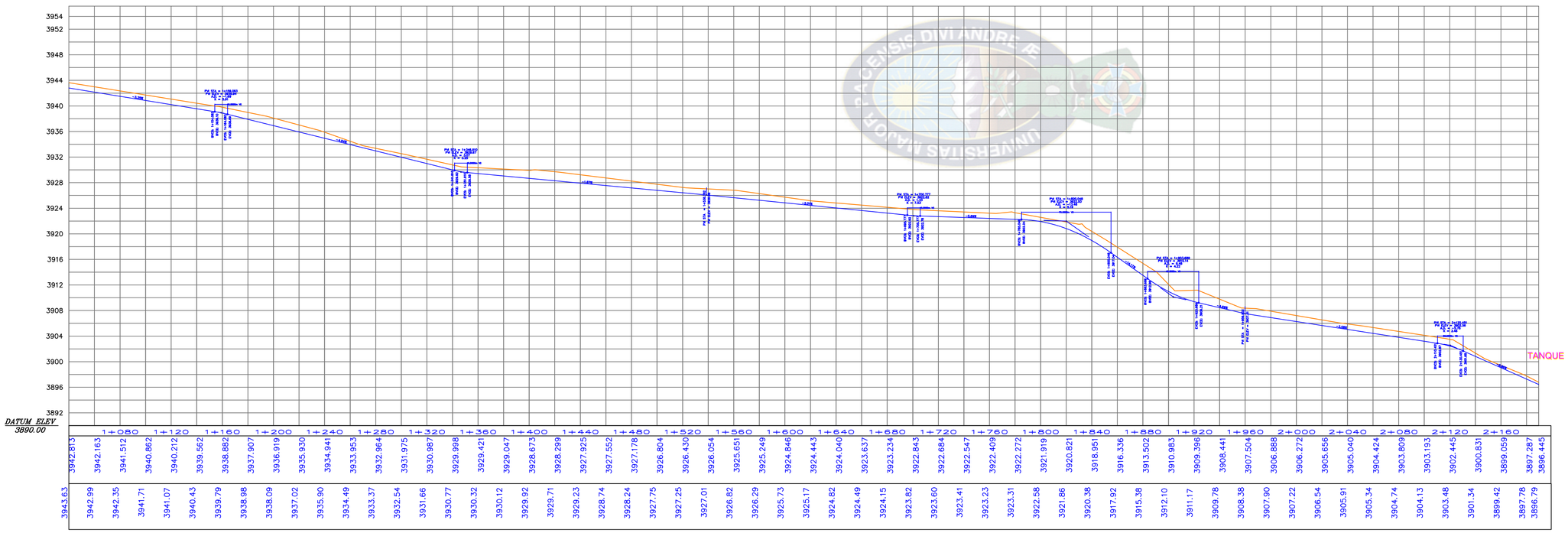
TOMA DE AGUA



R E F E R E N C I A S

———	Tuberia de Aduccion de PVC SDR-21, Ø variable
———	PERFIL TERRENO NATURAL

PROYECTO:			ELABORADO POR:	PLANO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO GEOREFERENCIADO PARA EL DISEÑO FINAL DE UN SISTEMA DE RIEGO	COMUNITAD: PEQUERI MUNICIPIO: TARACO PROVINCIA: INGAVI LA PAZ - BOLIVIA	PERFIL LONGITUDINAL ESCALA: 1:2100 — 2014	HENRY CONDORI QUELCA	2/3



R E F E R E N C I A S

———	Tuberia de Aduccion de PVC SDR-21, Ø variable
———	PERFIL TERRENO NATURAL

PROYECTO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO GEOREFERENCIADO PARA EL DISEÑO FINAL DE UN SISTEMA DE RIEGO	COMUNITAD: PEQUERI MUNICIPIO: TARACO PROVINCIA: INGAVI LA PAZ - BOLIVIA	PERFIL LONGITUDINAL ESCALA: 1:2100 / 2014	HENRY CONDORI QUELCA	PLANO: 3/3