

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**EFFECTOS DEL USO DEL FACTOR DE ESCALA EN LAS**  
**MEDICIONES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA**  
**FAJA MARGINAL DEL RÍO LAMPA TRAMO 0+000 AL**  
**44+704.718**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**HECTOR DURAND CRUZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA**

**EFFECTOS DEL USO DEL FACTOR DE ESCALA EN LAS  
 MEDICIONES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA  
 FAJA MARGINAL DEL RÍO LAMPA TRAMO 0+000 AL  
 44+704.718**

TESIS PRESENTADA POR:

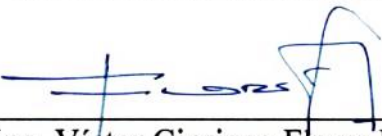
**HECTOR DURAND CRUZ**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE** :   
 M.Sc. Alberto Ramos Vilca

**PRIMER MIEMBRO** :   
 Ing. Víctor Cipriano Flores Flores

**SEGUNDO MIEMBRO** :   
 Ing. Juan Esteban Araoz Barrios

**DIRECTOR / ASESOR** :   
 Ing. William Fredy Condori Canahua

**PUNO – PERÚ**  
**2018**

**Área : Ciencias Naturales**  
**Tema : Topografía, Geodesia, Cartografía y Catastro**

FECHA DE SUSTENTACION 20 DE DICIEMBRE DEL 2018

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre  
Natalio Leonardo que, aunque Dios  
quiso llevárselo antes de que viera  
mis logros, siempre lo tengo  
presente.

A mi querida madre Yolanda,  
por el gran amor que me da y apoyo  
ilimitado e incondicional para con  
mis estudios y en mi vida, por ser la  
mujer que me dio la vida y me  
enseñó a vivirla.

A mis hermanas Lizbeth,  
Milagros y Gretty, por el apoyo,  
entusiasmo y las ganas que me  
dieron para terminar mis estudios.

A mi amor Farrah, por darme  
su apoyo, aliento y motivación para  
que termine la presente Tesis.

**Hector.**

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura y a los docentes que, a lo largo de mi camino por la Escuela profesional, me brindaron su apoyo y la oportunidad de integrar los conocimientos suficientes para poder desempeñarme en mi vida como profesional.
- A los miembros del jurado: M.Sc. Alberto Ramos Vilca, Ing. Víctor Cipriano Flores Flores y Ing. Juan Esteban Araoz Barrios, por haberme orientado con sus conocimientos para la culminación de la presente Tesis.
- A mis amigos y compañeros de la Escuela con los que compartí las faenas del estudio, los problemas cotidianos, como también vivencias estudiantiles.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	11
ABSTRACT.....	12
CAPITULO I .....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. Problema General: .....	15
1.2.2. Problemas Específicos:.....	15
1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO .....	15
1.4. OBJETIVOS. ....	16
1.4.1. Objetivo General. ....	16
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	16
CAPITULO II.....	17
REVISIÓN DE LITERATURA .....	17
2.1. ANTECEDENTES. ....	17
2.2. REFERENCIAS TEORICAS .....	20
2.2.1. Topografía .....	20
2.2.2. Geodesia .....	21
2.2.3. Geoide.....	22
2.2.4. Elipsoide .....	23
2.2.5. Alturas ortométricas y elipsoidales .....	25
2.2.6. La proyección U.T.M. ....	27
2.2.7. Factor de escala .....	39
2.2.8. Clasificación de los puntos geodésicos .....	47
2.2.9. Sistema de posicionamiento global (GPS) .....	48
2.2.10. Procedimientos GPS de campo .....	49
2.2.11. Métodos en las observaciones satelitales .....	49
CAPITULO III.....	54
MATERIALES Y MÉTODOS .....	54
3.1. MATERIALES Y EQUIPOS .....	54
3.1.1. Materiales .....	54
3.1.2. Herramientas.....	54
3.1.3. Equipos e instrumentos.....	54

3.1.4. Software.....	55
3.2. METODOLOGIA DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	55
3.2.1. Población y muestra .....	55
3.2.2. Método de investigación.....	57
3.2.3. Tratamiento de datos .....	69
3.3. METODO ESTADISITICO .....	81
3.3.1. Tipo de investigación .....	81
3.3.2. Tipo de investigación según enfoque .....	81
3.3.3. Nivel de investigación .....	81
3.3.4. Población y muestra .....	82
3.3.5. Prueba de hipótesis .....	82
CAPITULO IV .....	84
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	84
4.1. RECOLECCION DE DATOS DE GPS DIFERENCIAL Y ESTACION TOTAL	84
4.1.1. Datos obtenidos con GPS diferencial .....	84
4.1.2. Datos obtenidos con estación total .....	85
4.1.3. Datos obtenidos por post proceso.....	86
4.1.4. Post proceso de datos en AutoCAD CIVIL 3D 2018.....	90
4.2. TRATAMIENTO ESTADISTICO.....	95
4.2.1. Diseño del tratamiento estadístico.....	95
4.2.2. Prueba T de Student para muestras relacionadas .....	95
4.2.3. Análisis estadístico usando “IBM SPSS STATISTICS”.....	96
4.2.4. Resultados estadísticos obtenidos con “IBM SPSS STATISTICS”.....	100
CONCLUSIONES .....	108
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS.....	110
ANEXOS .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> La superficie nivelada de la tierra sobre una distancia corta. ....	22
<b>Figura 2:</b> La superficie nivelada de la tierra sobre una distancia mayor. ....	22
<b>Figura 3:</b> La tierra es una superficie cerrada. ....	22
<b>Figura 4:</b> Geoide – Superficie Terrestre. ....	23
<b>Figura 5:</b> Elipsoide – Superficie Terrestre.....	24
<b>Figura 6:</b> Elipsoide – Geoide - Superficie Terrestre.....	26
<b>Figura 7:</b> Proyección Plana.....	28
<b>Figura 8:</b> Proyección Mercator.....	30
<b>Figura 9:</b> Globo Terráqueo en Proyección Mercator.....	30
<b>Figura 10:</b> Proyección Transversal Mercator (1).....	31
<b>Figura 11:</b> Proyección Transversal Mercator (2).....	32
<b>Figura 12:</b> Proyección Universal Transversal Mercator.....	32
<b>Figura 13:</b> Distorsión de Escala para cuadrante Sur-Este de un Huso UTM. ....	33
<b>Figura 14:</b> Intersección Geométrica del cilindro con el elipsoide.....	34
<b>Figura 15:</b> Origen de coordenadas UTM hemisferio norte. ....	35
<b>Figura 16:</b> Origen de coordenadas UTM hemisferio sur.....	36
<b>Figura 17:</b> Distancia entre paralelos y meridianos. ....	37
<b>Figura 18:</b> Desarrollo de husos sistema UTM.....	37
<b>Figura 19:</b> Coordenadas Topográficas.....	38
<b>Figura 20:</b> Coordenadas UTM.....	39
<b>Figura 21:</b> Longitud cartográfica y longitud en el elipsoide. ....	39
<b>Figura 22:</b> Radio de Curvatura de un elipsoide.....	40
<b>Figura 23:</b> Radio de Curvatura del meridiano en el punto P. ....	41
<b>Figura 24:</b> Radio de la primera vertical en el punto P.....	41
<b>Figura 25:</b> Distancia de cuadrícula ubicados sobre una superficie elipsoidal. ....	43
<b>Figura 26:</b> Distancia Geodésica entre A y B. ....	43
<b>Figura 27:</b> Factor de escala de elevación.....	45
<b>Figura 28:</b> Método diferencial estático $d < 20\text{km}$ . ....	50
<b>Figura 29:</b> Método diferencial estático $d > 20\text{km}$ . ....	52
<b>Figura 30:</b> Ubicación del proyecto de Investigación.....	56
<b>Figura 31:</b> Localización del proyecto de Investigación.....	57
<b>Figura 32:</b> Plano de Ubicación de los Puntos de Control Primarios. ....	61
<b>Figura 33:</b> Vista de Puntos de control primarios a procesar.....	63
<b>Figura 34:</b> Rastreo de ocupación de satélites en el Punto JCA7 ..... 63	63
<b>Figura 35:</b> Plano de Ubicación de los Puntos de Control Secundarios. ....	65
<b>Figura 36:</b> Pestañas de la hoja de cálculo Excel creada. ....	77
<b>Figura 37:</b> Elección del sistema de proyección UTM, Huso, Hemisferio. Hoja Excel. 77	77
<b>Figura 38:</b> Ingreso de las coordenadas de proyección UTM elegida. Hoja Excel..... 78	78
<b>Figura 39:</b> Resultados Obtenidos de la Hoja Excel..... 78	78

<b>Figura 40:</b> Ingreso de las coordenadas geográficas. Hoja Excel. ....	79
<b>Figura 41:</b> Resultados obtenidos de las coordenadas geográficas. Hoja Excel. ....	79
<b>Figura 42:</b> Conversión de coordenadas topográficas a proyección UTM. Hoja Excel. ....	80
<b>Figura 43:</b> Datos de los Elipsoides para las proyecciones UTM. Hoja Excel. ....	81
<b>Figura 44:</b> Configuración de proyección UTM y zona de Estudio. Autocad civil 3d 2018 .....	90
<b>Figura 45:</b> Importación de Puntos. Autocad civil 3d 2018.....	91
<b>Figura 46:</b> Poligonal formada por los puntos de control y de apoyo. Autocad Civil 3D 2018 .....	92
<b>Figura 47:</b> Superficie creada del río Lampa. AutoCAD Civil 3D 2018.....	93
<b>Figura 48:</b> Comparación entre las progresivas finales de coordenadas UTM y topográficas. Civil 3D 2018.....	93
<b>Figura 49:</b> Poligonal formada por los puntos de control Primarios y Secundarios. Google Earth .....	94
<b>Figura 50:</b> Superficie creada y cargada en Google Earth .....	94
<b>Figura 51:</b> Comparación de las poligonales con puntos topográficos y UTM WGS 84 en Google Earth. ....	95
<b>Figura 52:</b> Pantalla de bienvenida al software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	96
<b>Figura 53:</b> Introducción de los tipos de variables al software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	97
<b>Figura 54:</b> Introducción de datos al software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	97
<b>Figura 55:</b> Ruta para el análisis de la Normalidad en el software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	98
<b>Figura 56:</b> Elección de lista de datos para analizar la normalidad en software “IBM SPSS STATISTICS”.....	98
<b>Figura 57:</b> Ruta para el análisis de la prueba T de Student en el software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	99
<b>Figura 58:</b> Elección de lista de datos para la prueba T de Student en software “IBM SPSS STATISTICS”.....	99
<b>Figura 59:</b> Cuadro de resultados obtenidos con el software “IBM SPSS STATISTICS”. ....	100
<b>Figura 60:</b> Gráfico Q-Q Normal con Factor de escala. ....	103
<b>Figura 61:</b> Gráfico Q-Q Normal sin Tendencia con Factor de escala. ....	104
<b>Figura 62:</b> Gráfico de Caja Y Bigotes con Factor de escala.....	104
<b>Figura 63:</b> Gráfico Q-Q Normal sin Factor de escala.....	105
<b>Figura 64:</b> Gráfico Q-Q Normal Sin Tendencia sin Factor de escala.....	105
<b>Figura 65:</b> Gráfico de Caja y Bigotes sin Factor de escala.....	106



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Diferencia de los Parámetros de los Elipsoides.....	25
<b>Tabla 2:</b> Vías de acceso al ámbito de investigación. ....	57
<b>Tabla 3:</b> Coordenadas UTM y Geográficas del punto de control base JCA7.....	59
<b>Tabla 4:</b> Puntos de Control Primarios Establecidos con GPS. ....	60
<b>Tabla 5:</b> Puntos de control secundarios Establecidos con estación total. ....	64
<b>Tabla 6:</b> Coordenadas UTM WGS84 de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial. ....	84
<b>Tabla 7:</b> Coordenadas Geográficas de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial. ....	84
<b>Tabla 8:</b> Coordenadas Topográficas de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial. ....	85
<b>Tabla 9:</b> Factores de Escala calculadas con GPS Diferencial.....	85
<b>Tabla 10:</b> Coordenadas Topográficas de los Puntos de Control Secundarios, calculadas con Estación Total. ....	86
<b>Tabla 11:</b> Coordenadas UTM WGS 84 de los Puntos de Control Secundarios, calculadas en hoja Excel. ....	87
<b>Tabla 12:</b> Distancias Medidas desde el Punto Base, en hoja Excel. ....	88
<b>Tabla 13:</b> Distancias Medidas por tramo, calculadas hoja Excel. ....	89
<b>Tabla 14:</b> Resumen de procesamiento de casos.....	101
<b>Tabla 15:</b> Datos Descriptivos.....	101
<b>Tabla 16:</b> Pruebas de Normalidad.....	102
<b>Tabla 17:</b> Resultado de la normalidad .....	103
<b>Tabla 18:</b> Estadísticas de muestras emparejadas .....	107
<b>Tabla 19:</b> Correlaciones de muestras emparejadas .....	107
<b>Tabla 20:</b> Prueba de muestras emparejadas .....	107
<b>Tabla 21:</b> Resultado de la prueba T de Student para muestras relacionadas .....	107

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**NAVSTAR:** Navigation System with Time and Ranking (Sistema de navegación en tiempo y distancia)

**REGGEN:** Red Geodésica Geocéntrica Nacional.

**SIRGAS:** Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.

**EGM 2008:** Earth Gravitational Model 2008 (Modelo gravitacional de la Tierra 2008)

**WGS-84:** Sistema Geodésico Mundial de 1984.

**BM:** Bench Mark (banco de nivel).

**IGN:** Instituto geográfico Nacional.

**UTM:** Universal Transversal Mercator

**GPS:** Gravitational Position System (Sistema de Posicionamiento Gravitacional)

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el ámbito de la faja marginal del río Lampa ubicado entre los distritos de Lampa y Juliaca del departamento de Puno, coordenadas UTM WGS84 Inicial: E 352168.899, N 8301198.598 y Final: E 371939.262, N 8291363.832 a una altitud promedio de 3833.000 m.s.n.m. El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar los efectos del uso del factor de escala y de esta manera corregir la deformación en las mediciones del levantamiento de puntos de control topográfico del río Lampa tramo Km. 0+000 al 44+704.718, para lo cual en el trabajo de campo se colocaron 10 puntos de control primarios en coordenadas Topográficas y proyección UTM WGS 84 con GPS diferencial, a partir de un punto de control base de orden “C” certificado por el IGN (JCA7-Juliaca), a lo largo del tramo en estudio y monumentados con concreto, seguidamente en base a los puntos de control primarios puestos, se colocó 28 puntos de control secundarios y se hizo una poligonal de apoyo abierta con Estación Total, para finalmente hacer el levantamiento taquimétrico de la zona en estudio. Para procesar y evaluar los datos obtenidos de campo, se utilizó el software de ingeniería AutoCAD Civil 3D 2018. Para la obtención del factor de escala para cada Punto de Control primario se utilizó el Software Topcon Tools v.7.5.1, y para la obtención del factor de escala en los puntos de control secundarios se utilizó una hoja electrónica Excel creada para el presente estudio, también se usó como apoyo Google Earth. Al procesar los datos con los software mencionados, podemos apreciar que en la poligonal establecida, existe una diferencia de medida entre las distancias topográficas y la proyección UTM WGS 84, siendo esta de 35.284 m., para lo cual se hizo el tratamiento estadístico comparando las medidas obtenidas de ambos sistemas, desde el punto de control base (JCA 7) a los puntos de control primarios y secundarios, utilizando la prueba de T de student, para evaluar si los datos de ambos sistemas de coordenadas difieren de manera significativa respecto a sus medias con un nivel de confianza del 95%, para lo cual se utilizó el software IBM SPSS Statistics v23, dando como resultado un P-Valor de 0.00, menor al nivel de significancia de 0.05, lo cual nos indica que la diferencia de medidas es significativa.

**Palabras Clave:** Factor, Escala, Control, GPS, Topografía.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the area of the marginal strip of the river Lampa located between the districts of Lampa and Juliaca of the department of Puno, UTM WGS84 coordinates Initial: E 352168.899, N 8301198.598 and Final: E 371939.262, N 8291363.832 at an average altitude of 3833,000 meters above sea level. The main objective of the present investigation was to evaluate the effects of the use of the scale factor and in this way correct the deformation in the measurements of the surveying topographic control points of the river Lampa section Km. 0+000 to 44+704.718, for which in the fieldwork were placed 10 primary control points in Topographic coordinates and UTM WGS 84 projection with differential GPS, from a base control point of order "C" certified by the IGN (JCA7-Juliaca), along the stretch under study and monumented with concrete, then based on the primary control points put, was placed 28 secondary control points and an open support polygon was made with Total Station, to finally make the tachymetric survey of the area under study. To process and evaluate the data obtained from the field, the engineering software AutoCAD Civil 3D 2018 was used. To obtain the scale factor for each primary Control Point, the Topcon Tools Software v.7.5.1 was used, and for obtaining of the scale factor in the secondary control points an Excel electronic sheet created for the present study was used, it was also used as support for Google Earth. When processing the data with the aforementioned software, we can see that in the established polygon, there is a difference in measurement between the topographic distances and the UTM WGS 84 projection, which is 35,284 m., For which the statistical treatment was made comparing the measurements obtained from both systems, from the base control point (JCA 7) to the primary and secondary control points, using the Student's T test, to evaluate if the data of both coordinate systems differ significantly with respect to their means with a confidence level of 95%, for which the IBM SPSS Statistics v23 software was used, resulting in a P-Value of 0.00, lower at the level of significance of 0.05, which indicates that the difference in measures is significant.

**Key Words:** Factor, Scale, Control, GPS, Topography.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

Para la medición y estudios topográficos, de la mayoría de los proyectos de ingeniería, se utilizan equipos electrónicos como son: Estación Total, GPS y otros instrumentos, y lo primero que se realiza es la configuración considerando los siguientes aspectos: temperatura, presión atmosférica y factor de escala, a fin de obtener una medición más aproximada, sin embargo en la mayoría de las instituciones ya sean públicas o privadas los operadores de los equipos electrónicos como la Estación Total no consideran el parámetro del Factor de Escala. En la cual, al realizar mediciones de distancias, al factor de escala le dan el valor de 1.00 (la unidad), lo cual nos induce a cometer errores de mediciones, ya que existe una deformación entre las distancias topográficas y la proyección UTM.

En las mediciones topográficas, hace tan sólo un par de décadas en las mediciones clásicas, la diferencia entre el instrumental empleado en los trabajos topográficos difería sustancialmente del empleado para la observación de redes en proyección UTM. Las labores topográficas de relleno estaban limitadas a algunos centenares de metros al emplearse taquímetros óptico mecánicos de 1' y estadías. Para el levantamiento en proyección UTM, por el contrario, se empleaba observación angular de décima de segundo, distancimetría electrónica y mediciones a satélites artificiales. Tales diferencias en el instrumental, en el alcance, en la precisión final de las coordenadas obtenidas y en la capacidad de cálculo, conllevaban, inevitablemente, diferencias notables en lo que a metodología de procesamiento se refiere.

El uso de las nuevas tecnologías no solo nos permite realizar los trabajos de manera más rápida y precisa. Si no además nos obliga a tener mayores responsabilidades en los trabajos a realizar.

En la actualidad, el instrumental para el levantamiento Topográfico en Coordenadas de proyección UTM y coordenadas topográficas, es prácticamente común, ya que se emplea fundamentalmente el GPS Diferencial y en caso de incluirse observación clásica, se emplean estaciones totales que permiten precisiones relativas de menor ppm a distancias de incluso varios kilómetros. Por otra parte, los

ordenadores personales son capaces de realizar millones de operaciones por segundo y superan en varios órdenes la potencia de cálculo de que disponían hace dos décadas.

Todo ello ha supuesto para una parte del colectivo profesional la necesidad de aplicar conocimientos geodésicos, ya que se ha convertido en algo habitual trabajar con mediciones de GPS Diferencial junto con mediciones obtenidas a partir de estaciones totales. Los resultados de las primeras son vectores en el sistema de referencia geodésico WGS84, mientras que las segundas representan vectores en coordenadas Topográficas. Las relaciones entre ambos tipos de vectores implican al campo gravitatorio y es algo estudiado en la literatura geodésica, así como la relación entre diferentes sistemas de referencia geodésicos y la representación de coordenadas en una proyección cartográfica.

A pesar de todo, muchos profesionales de la topografía siguen sin incorporar estas cuestiones en la metodología de procesamiento y no es raro encontrarse con diferentes formas de tratar los equipos topográficos como son las Estaciones Totales y los GPS en este caso diferenciales. Mientras que para el tratamiento del GPS diferencial se dispone software propio de cada firma comercial cargado en la controladora del instrumental que realiza la totalidad de los cálculos de carácter geodésico, para el tratamiento de los observables clásicos normalmente el software de las estaciones totales incorpora herramientas para aplicar correcciones meteorológicas y para resolver problemas de la práctica topográfica en un sistema de referencia local. Saber tratar conjuntamente estos dos tipos de datos es fundamental y hacerlo erróneamente puede conducir a serias equivocaciones que afectarán a las coordenadas finalmente obtenidas.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Al hacer una medición en proyección topográfica o plana, notamos una diferencia con la medición hecha en proyección UTM, en base a esta diferencia nace la problemática o duda de que las mediciones que hacemos con los equipos como estación total, son correctos o no. Por tanto, nos surgen las siguientes interrogantes para la presente investigación:

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema General:

- ¿El uso del factor de escala permite corregir la deformación en las mediciones del levantamiento de control topográficos en la faja marginal del Río Lampa?

### 1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Qué efectos causa el uso del factor de escala en las mediciones del levantamiento de control topográfico en la faja marginal del Río Lampa?
- ¿Con el uso del factor de escala podremos ajustar los resultados obtenidos en el levantamiento de control topográfico de la faja marginal del Río Lampa?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las distancias de terrenos horizontales o topográficas no son directamente compatibles con sus magnitudes proyectadas en el plano con coordenadas UTM lo cual nos lleva a pensar que se debe de hacer una corrección para que sean compatibles. El establecimiento de puntos de control topográficos tiene como uno de sus objetivos principales, proveer puntos de control horizontal y vertical a nivel provincial, regional y nacional, proporcionando, un sistema de georreferenciación preciso y confiable lo cual es importante en la planeación, control y seguimiento, de obras de ingeniería y proyectos de delimitaciones naturales y administrativo-políticos. Además, esto coadyuva a establecer las bases para generar la cartografía correcta, que es indispensable para el desarrollo económico y social de una región.

En la actualidad en nuestro país se vienen estableciendo redes geodésicas utilizando la tecnología GPS, pero en mucho de los casos no es posible obtener al alcance un equipo como un GPS diferencial para establecer varios puntos de control para un proyecto de ingeniería, ya que tiene su costo elevado y no es comercial, raras veces se encuentran en el mercado para su alquiler. Al momento de establecer puntos de control topográficos o levantamientos topográficos con estación total, muchas veces no se considera el factor de escala lo que genera cierto margen de error es por ello la importancia que tiene el mencionado factor de escala para obtener mayor precisión en los levantamientos topográficos georreferenciados.

Con la presente investigación se pretende dar una metodología de trabajo con estación total aplicando los factores de escala mencionadas en el presente trabajo de investigación que permita georreferenciar debidamente los levantamientos topográficos los cuales se hacen erróneamente en la mayoría de los trabajos. También mostrar cómo es la variación que existe entre la distancia topográfica y la distancia obtenidas del plano con coordenadas UTM de proyección para así crear ciertos parámetros de diferencias de acuerdo a la zona geográfica, altitud en la que se realice un trabajo de ingeniería.

#### **1.4. OBJETIVOS.**

Ante tal necesidad, en el presente proyecto se evaluó los efectos que causa el uso del factor de escala, para su determinación se hizo en gabinete utilizando los métodos de geodesia, cartografía y topografía. Por lo que se propuso los siguientes objetivos:

##### **1.4.1. Objetivo General.**

- Evaluar los efectos del uso del factor de escala que permitan corregir la deformación en las mediciones del levantamiento de control topográfico de la faja marginal del Rio Lampa.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar los efectos del factor de escala en las mediciones del levantamiento de control topográfico de la faja marginal del Rio Lampa.
- Comparar y ajustar los resultados del levantamiento de control topográfico obtenido por los efectos del factor de escala.



## CAPITLO II

## REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1. ANTECEDENTES.

(Zepeda Godoy & Ortiz J., 2009) La proyección cartográfica UTM, de aplicación en coberturas cartográficas en escalas pequeñas (1:25.000 y menores), también es usada indiscriminadamente en escalas grandes (1:10.000 y mayores), en que la densidad de información es mayor y la precisión de las coordenadas adquiere más relevancia. Producto de las precisiones exigidas en estas escalas, las distancias de terreno horizontales no son directamente compatibles con sus magnitudes proyectadas en el plano UTM.

**Componente geodésica.**

En la relación superficie terrestre vs. elipsoide, es esencial la altura del relieve terrestre, más específicamente la altura sobre el elipsoide (h), de esa forma la reducción de distancias horizontales (Dhz) al elipsoide (S) se expresa como factor de altura Kh.

$$Kh = \frac{R + h}{R} \quad ; \quad Dhz * S$$

en donde:

R: radio medio

h: altura elipsoidal

Dhz: distancia horizontal (sobre el terreno)

S: distancia geodésica (sobre el elipsoide)

Debido a la fuerte variación del relieve en el territorio chileno, Kh toma desde valores de Kh=1 hasta valores superiores a Kh=1.0010, es decir diferencias mayores a 1 metro por kilómetro. Véase el ejemplo que ilustra la zona central de Chile, a lo ancho de aproximadamente 180 km, donde el relieve varía de cero metros al nivel del mar, a alturas superiores a los 6000 metros en la cordillera de Los Andes.

### Componente cartográfica.

En la reducción de distancias elipsoidales (S) a la proyección (Dp), se considera el factor de escala cartográfico UTM, K. El cilindro de proyección UTM es secante al elipsoide, de esa forma el factor de deformación K, puede variar desde 0,9996 el meridiano central, pasando por deformación nula (K=1), hasta K mayor que 1, y es dado por la expresión:

$$K = K_0 \left( 1 + \frac{X^2}{2R^2} \right) \quad ; D = K * S$$

en que:

X: distancia al meridiano central = E-EF

E: coordenada Este UTM

EF: Este Falso = 500000 m

Ko: factor de escala en el meridiano central = 0,9996

Dp: distancia plana (en la proyección UTM)

Finalmente, la compatibilización, entre distancias horizontales y UTM, es afectada por esos dos factores, que combinados resulta en un factor denotado como factor de escala total Kt. En suma, este factor Kt, permite expresar o relacionar una magnitud lineal horizontal con su proyectada UTM, este factor es dado por:

$$K = \frac{K_h}{K} \quad ; D = K * Dhz$$

Son frecuentes las confusiones entre estas magnitudes, por ejemplo, en obras de ingeniería y cartografía urbana en que, a partir de coordenadas de apoyo y control, determinadas mediante tecnología GPS, se requiere compatibilizar con alta precisión distancias provenientes de mediciones electrónicas con sus proyectadas al plano UTM y viceversa.

Es por ello que los autores tomaron la iniciativa de confeccionar mapas temáticos que representasen el factor Kt, para la zona central de Chile, en unidades de deformación expresadas en metros por kilómetro. En términos prácticos, como

ejemplo la ciudad de Santiago, para cada 1000 metros en distancia de una cobertura cartográfica en coordenadas UTM, representan 1000,20 metros horizontales en terreno.

(Instituto Geografico Nacional, 2011) La determinación absoluta de la posición de puntos y elementos que se definen sobre la tierra y su representación gráfica en forma plana, considerando la curva e irregular superficie terrestre y sus características tridimensionales, constituye una problemática matemático física que ha llevado al desarrollo de diferentes soluciones proyectivas. Por adaptarse a la forma y disposición geográfica, nuestro país ha adoptado oficialmente al Sistema de proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) para el levantamiento de la Cartografía Nacional en sus diferentes escalas.

Es la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Instituto Geográfico Nacional; la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) sustentada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 1994- (International Terrestrial Reference Frame 1994, ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995,4 y relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 – Geodetic Referente System 1980 (GRS80).

La Red Geodésica Geocéntrica Nacional está conformada por los hitos y señales de orden “Cero”, “A”, “B” y “C”, distribuidos dentro del ámbito del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado.

El Sistema de Proyección Cartográfica para la República del Perú, es el Sistema: “Universal Transversal de Mercator” (UTM), que es un sistema cilíndrico transversal conforme, secante al globo terráqueo con las siguientes características técnicas: Zonas de proyección del territorio nacional de 6° de longitud cada una:

- Zonas 17 con Meridiano central (MC) 81° Oeste
- Zonas 18 con Meridiano central (MC) 75° Oeste
- Zonas 19 con Meridiano central (MC) 69° Oeste
- Latitud de origen: 0°

- Unidad de medida: metro
- Falso Norte: 10 000 000 metros
- Falso Este: 500 000 metros
- Factor de escala en el Meridiano Central: 0.9996

(Aduviri Avendaño, 2017), Tesis en la cual el autor llegó a las siguientes conclusiones:

- Se hizo la comparación de medir distancias con Estación Total con y sin Factor de Escala en donde se observó que en la ciudad de Puno en el tramo Km3+000 al 8+000 de la carretera puno Tiquillaca existen diferencias entre la distancia de terreno horizontales (distancia medida con Estación Total) y la distancia de cuadrícula (distancia GPS), esto dependiendo de la altitud (altura elipsoidal) y ubicación geográfica de los puntos ubicados.
- Se obtuvieron diferencias entre la distancia elipsoidal y las distancias de terreno horizontal por kilómetro aproximadamente, esto afectado por el factor de altura (Kh), las diferencias entre la distancia elipsoidal y la distancia de cuadrícula, generado por el factor de Proyección (K), con lo cual el Factor de Escala varía en función a la altitud y ubicación geográfica.
- Con la precisión obtenida con el equipo estación total y haciendo el uso correctamente de los factores escala se podrán ubicar las infraestructuras de obras de arte y otros correctamente en el tramo de la carretera Puno-Tiquillaca km 3+000 al 8+000 guardando los márgenes de error y de esta manera estar bien georreferenciados.

## 2.2. REFERENCIAS TEORICAS

### 2.2.1. Topografía

(Navarro Hudiel, 2008), Estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).

La teoría de la topografía se basa esencialmente en la Geometría Plana y Del Espacio, Trigonometría y Matemáticas en general. Hay que tomar en cuenta las cualidades personales como la iniciativa, habilidad para manejar los aparatos, habilidad para tratar a las personas, confianza en sí mismo y buen criterio general.

La topografía es una de las artes más importantes y antiguas se practique el hombre y que los tiempos más antiguos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos, además juega un papel muy importante en muchas ramas de la ingeniería, se requiere levantamientos topográficos antes durante y después de la planeación y construcción de cualquier obra civil.

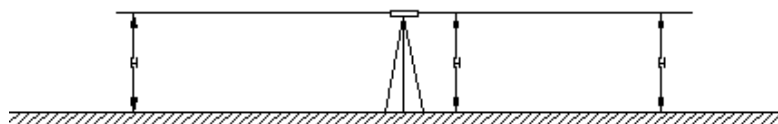
### **Consideraciones básicas en topografía**

- Los levantamientos topográficos se realizan en áreas relativamente específicas 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.

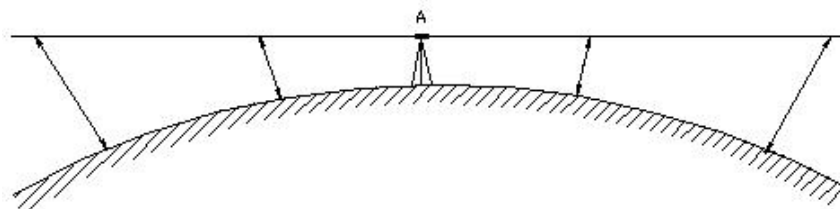
### **2.2.2. Geodesia**

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Es la ciencia que se encarga de estudiar la forma y dimensiones de la superficie terrestre, su objetivo fundamental es ubicar puntos de control en toda la superficie de la tierra y relacionarlos entre sí; para poder ser utilizadas en las demás geociencias, incluyendo las misiones militares y programas espaciales.

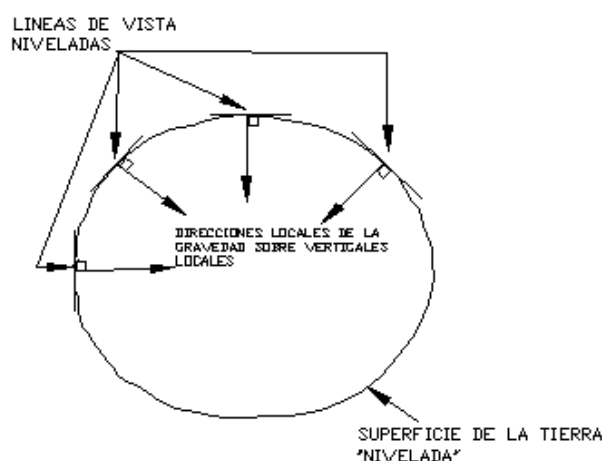
Si se observa la superficie de la tierra la vemos como si fuera plana, sin embargo, a grandes longitudes notamos la curvatura, Fig. 2 por lo tanto podemos decir que la tierra es una superficie cerrada Fig. 3.



**Figura 1:** La superficie nivelada de la tierra sobre una distancia corta.  
 Fuente: (Elaboración Herrera & Mendoza, 2018).



**Figura 2:** La superficie nivelada de la tierra sobre una distancia mayor.  
 Fuente: (Elaboración Herrera & Mendoza, 2018).

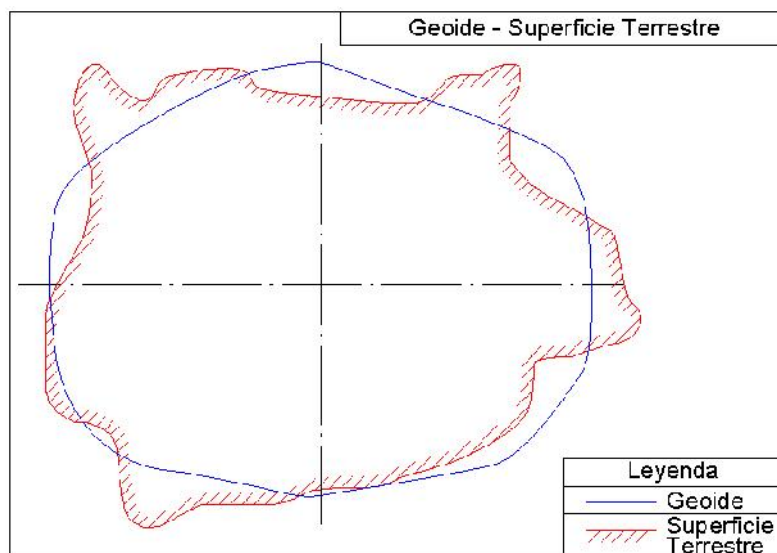


**Figura 3:** La tierra es una superficie cerrada.  
 Fuente: (Elaboración Herrera & Mendoza, 2018)

### 2.2.3. Geoide

(Fernandez Coppel, 2008), Se define como al “Geoide” la superficie teórica de la tierra que une todos los puntos que tienen igual gravedad. La forma así creada supone la continuación por debajo de la superficie de los continentes, de la superficie de los océanos y mares suponiendo la ausencia de mareas, con la superficie de los océanos en calma y sin ninguna perturbación exterior. Como perturbaciones exteriores se encuentra la atracción de la luna, (mareas) y las interacciones de todo el sistema solar.

Lejos de lo que se podría imaginar, esta superficie no es uniforme, sino que presenta una serie de irregularidades, causadas por la distinta composición mineral del interior de la tierra y de sus distintas densidades, lo que implica que para cada punto de la superficie terrestre exista una distancia distinta desde el centro de la tierra al punto del geoide.



*Figura 4: Geoide – Superficie Terrestre.  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)*

#### 2.2.4. Elipsoide

(Fernandez Coppel, 2008), Como sabemos la tierra no es redonda, y su figura se asemeja a una naranja o una “esfera achatada por los polos”, y no existe figura geométrica alguna que la represente, debido fundamentalmente a las irregularidades existentes.

Estas Irregularidades de la tierra son detectables y no extrapolables a todos los puntos, simétricos, de la tierra, ya que no existe un único modelo matemático que represente toda la superficie terrestre, para lo que cada continente, nación, etc. y de hecho emplean un modelo matemático distinto, de forma que se adapte mejor a la forma de la tierra en la zona a cartografiar.

Este elemento de representación de la tierra se le denomina ELIPSOIDE. Este elipsoide es el resultado de revolucionar una elipse sobre su eje.

**Elementos del elipsoide:**

El semieje mayor de un elipsoide es la dimensión longitudinal lineal del radio del círculo ecuatorial.

El semieje menor de un elipsoide se define como la mitad de longitud lineal del eje de revolución de la elipse máxima.

El achatamiento elipsoidal es la relación resultante entre la diferencia de la longitud lineal de los semiejes mayor y menor y la longitud del semieje mayor.

En función de los semiejes se determinan las constantes o parámetros propios de cada elipsoide que interviene en el desarrollo de las formulas:

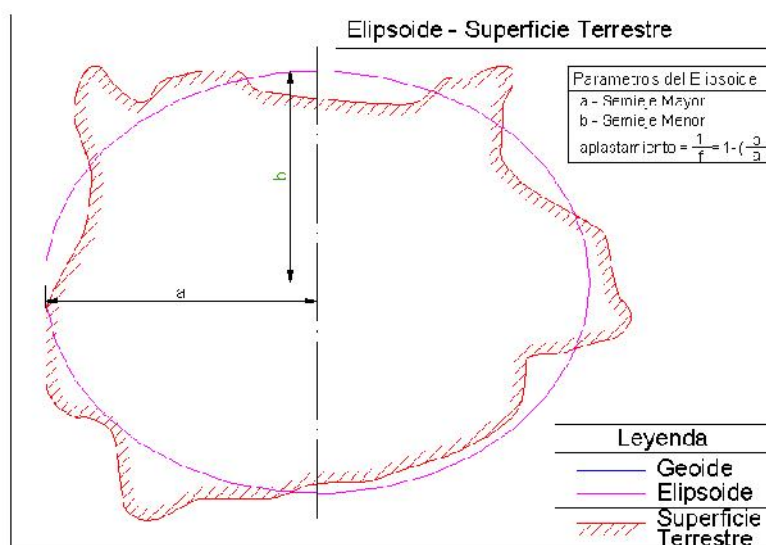
Semieje mayor: a

Semieje menor: b

Achatamiento:  $f = \frac{a-b}{a}$

Cuadrado de la 1ra Excentricidad:  $e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}$

Cuadrado de la 2da Excentricidad:  $e'^2 = \frac{a^2-b^2}{b^2}$



**Figura 5:** Elipsoide – Superficie Terrestre.  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)



La existencia de múltiples elipsoides es un indicativo de que sólo son aproximaciones al geoide y que, por lo tanto, no representan con igual exactitud todos los puntos de la superficie terrestre, en la tabla 1 se puede ver algunos elipsoides con sus parámetros.

*Tabla 1: Diferencia de los Parámetros de los Elipsoides.*

Parámetro	Clark 1866	Internacional (Hayford)	WGS 84
<b>a</b>	6 378 206.4 m	6 378 206.4 m	6 378 137.0
<b>b</b>	6 356 583.8 m	6 356 911.9	6 356 752.3
<b>f</b>	0.003 390 075	0.003 367 003	0.003 352 811
<b>e<sup>2</sup></b>	0.006 768 657	0.006 722 670	0.006 694 381
<b>e'<sup>2</sup></b>	0.006 814 784	0.006 768 170	0.006 739 497

*Fuente: Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015*

### 2.2.5. Alturas ortométricas y elipsoidales

(Muñoz Bollas, 2009), Según lo que hemos expuesto anteriormente, consideramos tres superficies de referencia geodésicas:

- La superficie de la Tierra (superficie topográfica)
- El geoide
- El elipsoide

En general, estas tres superficies no coinciden y podemos calcular tres valores de la altitud de un punto simple sobre la Tierra. Se muestra la relación entre las tres superficies de referencia mencionadas que corresponde a tres tipos de altura (N, H, h):

#### - Ondulación del geoide o altura geoidal (N)

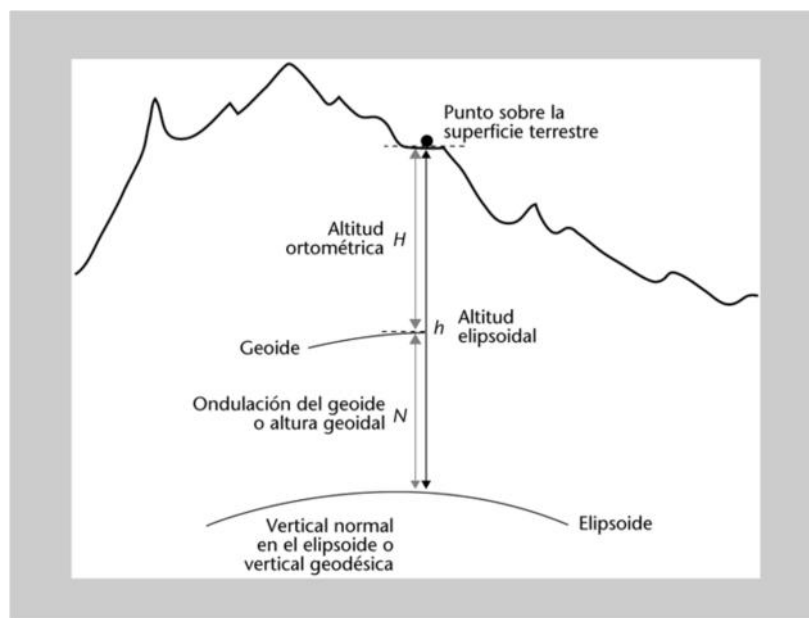
(Muñoz Bollas, 2009), es la distancia entre la superficie del geoide y la del elipsoide. Esta ondulación es muy importante para muchas operaciones cartográficas y geodésicas. Por ejemplo, el origen de las alturas que vemos en los mapas (curvas de nivel, cotas, etc.) se establece normalmente en el geoide.

- **Altura ortométrica (H)**

(Muñoz Bollas, 2009), es la altura medida a partir del geoide. Esta distancia se mide a lo largo de la línea que va en la dirección de la gravedad en cualquier punto. Las alturas ortométricas se consideran alturas sobre el nivel medio del mar.

- **Altura elipsoidal (h)**

(Muñoz Bollas, 2009), es la distancia entre la superficie del elipsoide y la de la Tierra. Las alturas medidas a partir del elipsoide son las que nos dan las mediciones GPS. Estas alturas presentan diferencias notables con respecto a las ortométricas, a causa de la variación de la relación de distancia geoide-elipsoide a lo largo de toda la Tierra, y eso pasa con cualquier elipsoide considerado.



**Figura 6:** Elipsoide – Geoide - Superficie Terrestre.  
Fuente: (Muñoz Bollas, 2009)

La relación entre estas tres superficies se expresa matemáticamente con:

$$h = H + N$$

donde:

$h$ = altura sobre el elipsoide (elipsoidal)

$H$ = altura sobre el geoide (ortométrica)

$N$ = ondulación del geoide

Con la ecuación podemos determinar fácilmente la altura ortométrica de un punto sobre la Tierra, si conocemos su altura elipsoidal y la ondulación del geode en la misma posición.

### **2.2.6. La proyección U.T.M.**

(Fernandez Coppel, 2008), La representación cartográfica del globo terrestre, ya sea considerado esté como una esfera o un elipsoide, supone un problema, ya que no existe modo alguno de representar toda la superficie desarrollada sin deformarla e incluso de llegar a representarla fielmente, ya que la superficie de una esfera no es desarrollable en su conversión a un soporte papel (a una representación plana).

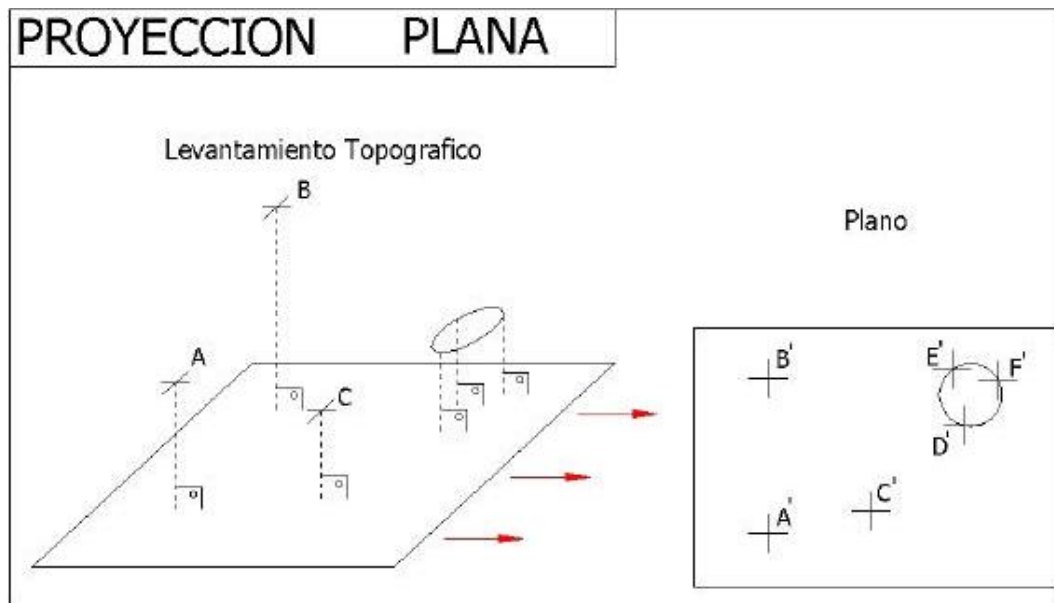
Las proyecciones estudian las distintas formas de desarrollar la superficie terrestre minimizando, en la medida de lo posible, las deformaciones sufridas al representar la superficie terrestre.

En todos los casos conservan o minimizan los errores, dependiendo de la magnitud física que se desea conservar; su superficie, las distancias, los ángulos, etc.

Se recurre a un sistema de proyección cuando la superficie que estemos considerando es tan grande que tiene influencia la esfericidad terrestre en la representación cartográfica. La parte de la tierra entonces representada en papel u otro soporte se denomina “mapa”. Esta representación de la tierra entra dentro del campo de la Geodesia.

#### ***2.2.6.1. Proyecciones planas***

(Fernandez Coppel, 2008), Cuando la superficie a representar es pequeña y por lo tanto la esfericidad terrestre no va a influir en la representación cartográfica, por ejemplo, en pequeños levantamientos topográficos, se recurre a su representación de forma plana, de forma que todos los puntos representados están vistos desde su perpendicular:



**Figura 7: Proyección Plana.**  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

A la representación cartográfica obtenida, ya sea en soporte papel o en soporte magnético, se le denomina “plano”. Esta representación de la superficie, generalmente en el sistema de planos acotados, está dentro del campo de la Topografía, la Agrimensura, etc.

#### 2.2.6.2. Proyecciones geodésicas

(Fernandez Coppel, 2008), Las proyecciones geodésicas son proyecciones en las que la esfericidad terrestre tiene repercusión importante sobre la representación de posiciones geográficas, sus superficies, sus ángulos y sus distancias.

El sistema UTM es un sistema de proyección geodésica ideado en 1569 por Gerhard Kremer, denominado Mercator al latinizar su apellido. Es un sistema en el cual se construye geoméricamente el mapa de manera que los meridianos y paralelos se transformen en una red regular, rectangular, de manera que se conserven los ángulos originales.

- **Proyecciones Conformes:** aquellas en las que los ángulos se conservan, con una relación de semejanza de un valor de “1” en el centro de la proyección hasta un valor máximo de “ $1+\varphi$ ” en los límites del campo de proyección. Esta alteración “ $\varphi$ ” es proporcional al cuadrado de las distancias que une el centro de la proyección con el punto a proyectar. Esta variación en los ángulos se

subsana multiplicando todas las escalas por un factor de  $"1-(2/\phi)"$ . Otro ejemplo de proyección conforme es la proyección Lambert.

- **Proyecciones Equivalentes:** son aquellas en las que la superficie se conserva después de la proyección. Como ejemplo de las proyecciones equivalentes esta la proyección Bonne, Sinusoidal y la Goode.
- **Proyecciones Afilácticas:** son aquellas en las que no se conservan ni los ángulos ni las distancias. Un ejemplo de este tipo de proyecciones es la “UPS”, “universal polar stereographics”, que como su nombre indica es la más usada en latitudes polares.

Una proyección no puede ser a la vez equivalente y conforme, ni a la inversa. En cartografía se emplean sobre todo las Conformes, ya que interesa la magnitud angular sobre la superficial.

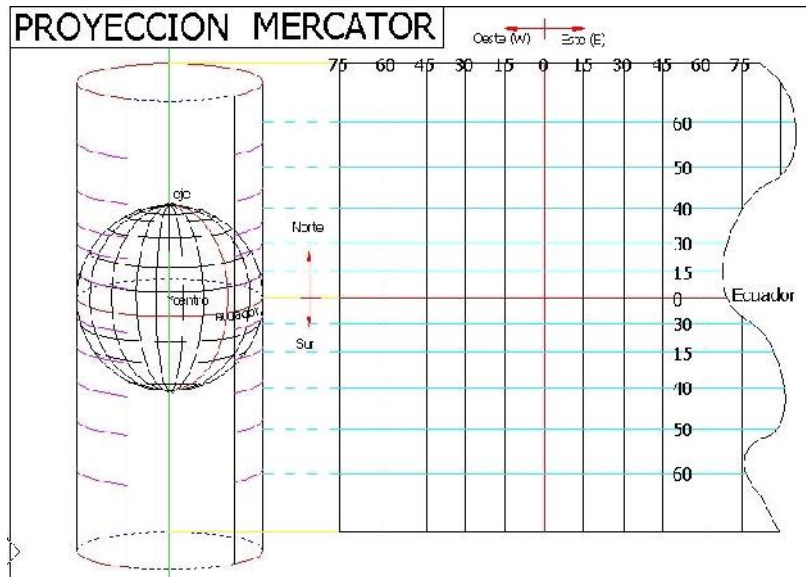
### ***2.2.6.3. La proyección Mercator – Transversal Mercator***

(Fernandez Coppel, 2008), La Proyección UTM conserva, por lo tanto, los ángulos, pero distorsiona todas las superficies sobre los objetos originales, así como las distancias existentes.

La proyección UTM se emplea habitualmente dada gran importancia militar, y, sobre todo, debido a que el Servicio de Defensa de Estados Unidos lo estandariza para su empleo mundial en la década de 1940.

Otra de las formas de clasificar a las proyecciones en función de la figura geométrica empleada al proyectar. La proyección UTM está dentro de las llamadas proyecciones cilíndricas, por emplear un cilindro situado en una determinada posición espacial para proyectar las situaciones geográficas.

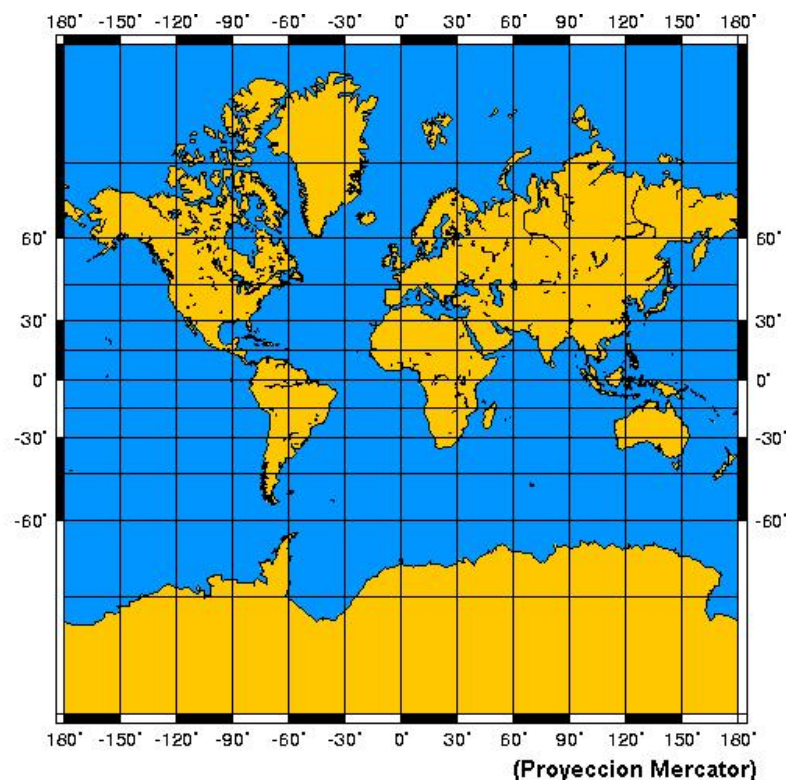
El sistema de proyección UTM toma como base la proyección MERCATOR. Este es un sistema que emplea un cilindro situado de forma tangente al elipsoide en el ecuador:



**Figura 8: Proyección Mercator.**  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

La red creada hace que tanto meridianos como paralelos formen una cuadrícula oblicua, “grid” o rejilla, de manera que una recta oblicua situada entre dos paralelos forma un ángulo constante con los meridianos.

Como ejemplo de esta proyección se muestra el desarrollo de todo el globo terráqueo en la proyección Mercator:



**Figura 9: Globo Terráqueo en Proyección Mercator.**  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

(Fernandez Coppel, 2008), La proyección TRANSVERSAL MERCATOR (UTM), toma como base la proyección Mercator, sin embargo, la posición del cilindro de proyección es transversal respecto del eje de la tierra:



**Figura 10:** Proyección Transversal Mercator (1).

Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

Se define un huso como las posiciones geográficas que ocupan todos los puntos comprendidos entre dos meridianos. Cada huso puede contener 3°, 6° u 8°. El Sistema UTM emplea Husos de 6° de Longitud.

La proyección UTM genera husos comprendidos entre meridianos de 6° de Longitud, generándose en cada huso un meridiano central equidistante 3° de longitud de los extremos de cada huso. Los husos se generan a partir del meridiano = de Greenwich, 0° a 6° E y W, 6° a 12° E y W, 12 a 18° E y W, .... Esta red creada, (“grid”), se forma huso a huso, mediante el empleo de un cilindro distinto para generar cada uno de los husos, siendo cada uno de los cilindros empleados tangente al meridiano central de cada huso, cuya longitud es de 3°, o múltiplo de esta cantidad con 6° de separación.

Sobre esta línea, el módulo de deformación lineal  $K$  es la unidad (1), creciendo linealmente conforme se aumenta la distancia a este meridiano central.

Esta relación entre las distancias reales y las proyectadas presenta un mínimo de 1 y un máximo de 1.01003, (distorsión lineal desde 0 a 1.003%):

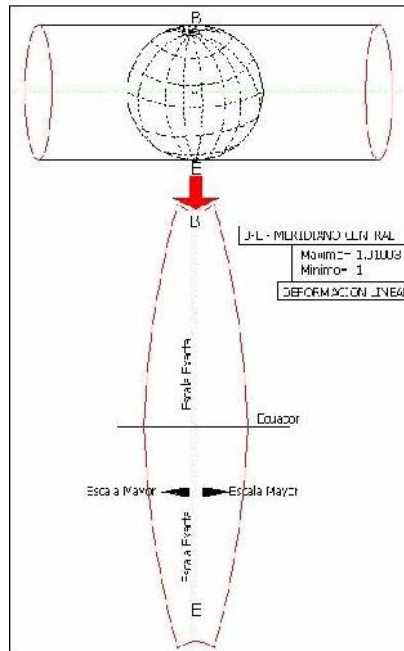


Figura 11: Proyección Transversal Mercator (2).  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

Para evitar que la distorsión de las magnitudes lineales aumente conforme se aumenta la distancia al meridiano central se aplica un factor  $K_c$  a las distancias  $K_c=0.9996$ , de modo que la posición del cilindro de proyección sea secante al elipsoide, creándose dos líneas en las que el módulo de anamorfosis lineal sea la unidad.

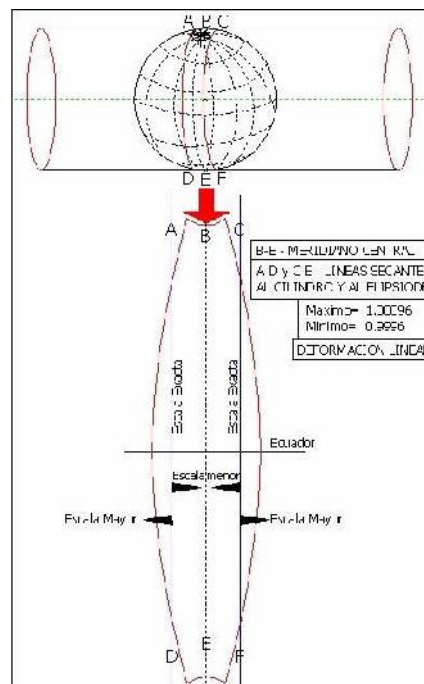


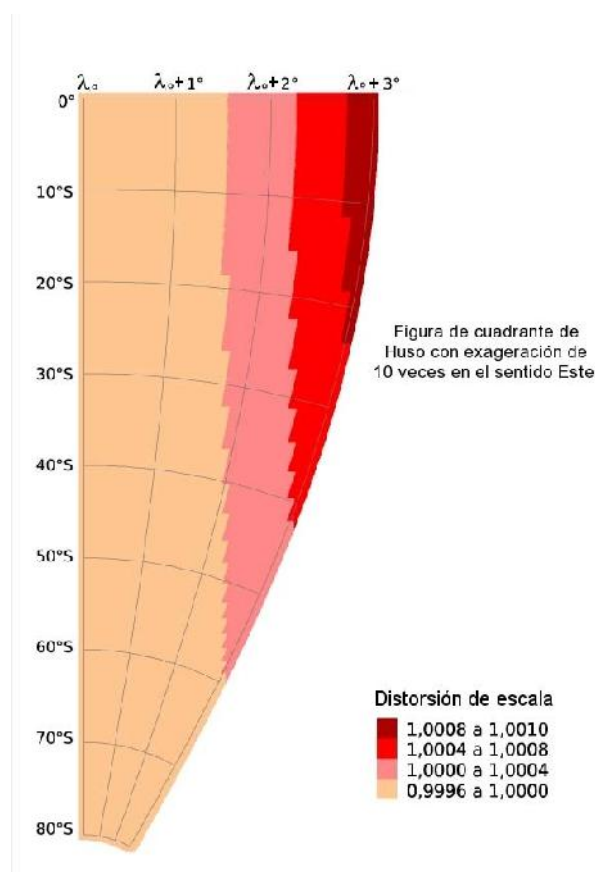
Figura 12: Proyección Universal Transversal Mercator.  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)



La transformación geométrica creada con la proyección hace que únicamente dos líneas se consideren “rectas”, (en la misma dirección de los meridianos y paralelos); el meridiano central del huso y el paralelo 0° (ecuador), en los que ambos coinciden con el meridiano geográfico y el paralelo principal, (ecuador).

El meridiano central, por lo tanto, se encuentra orientado en la dirección del Norte Geográfico, y el paralelo 0° se encuentra orientado en rumbo 90°180°, dirección Este (e) y Oeste (w).

El factor de escala aumenta en mayor magnitud conforme aumenta la distancia al meridiano central:

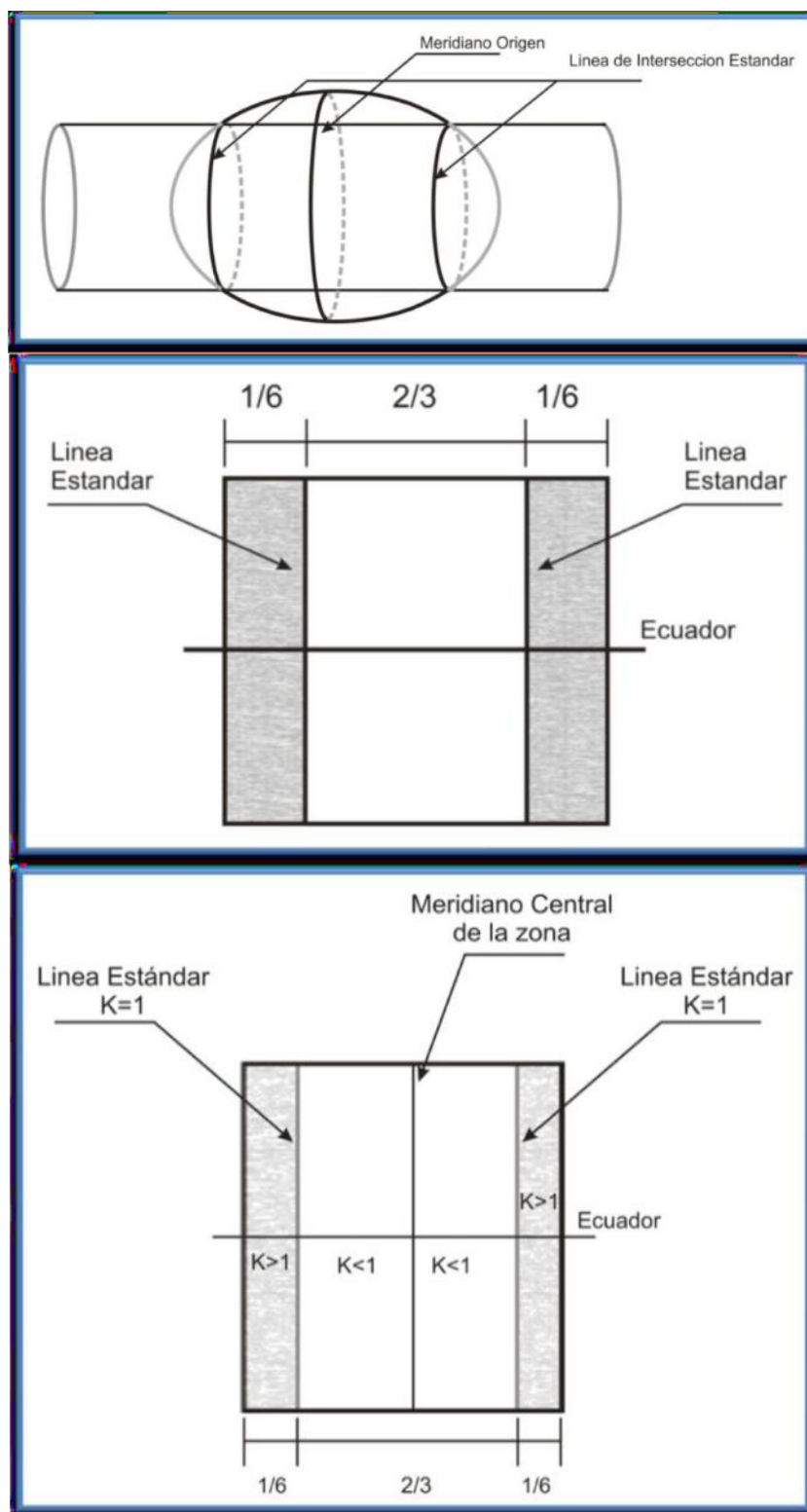


**Figura 13:** Distorsión de Escala para cuadrante Sur-Este de un Huso UTM.  
Fuente: (Mena Frau, Molina Pino, Ormazabal Rojas, & Morales Hernandez, 2012)

#### 2.2.6.4. Proyección Universal Transversal Mercator (U.T.M.)

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Es un sistema similar a la proyección Transversal de Mercator, la diferencia radica en que el cilindro transversal al eje polar de la tierra, corta al elipsoide en dos líneas cerradas (líneas estándar) paralelo al meridiano origen.

Esto se realiza con el fin de reducir la distorsión presentada en la proyección del cilindro transversal tangente al elipsoide.



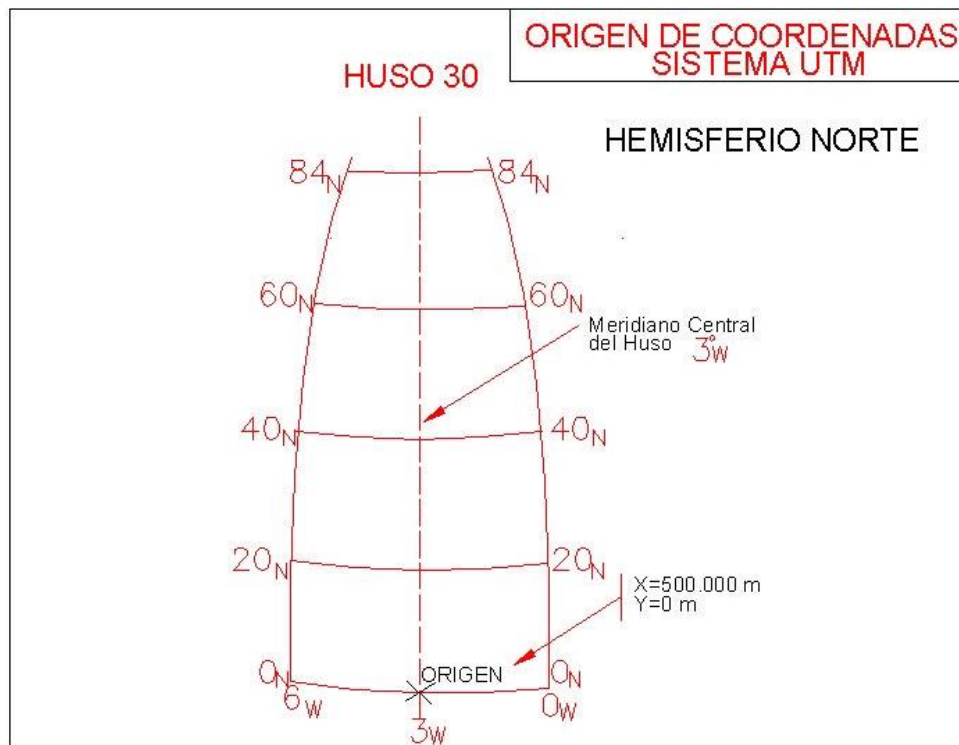
**Figura 14:** Intersección Geométrica del cilindro con el elipsoide.  
 Fuente: ((Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015)

Esta proyección tiene su rango de validez entre la latitud 84° Norte y 80° Sur; en las áreas polares es conveniente el uso de la proyección estereográfica polar.

### 2.2.6.5. Origen de las coordenadas U.T.M.

(Fernandez Coppel, 2008), Para todos los husos el sistema cubre desde los  $80^{\circ}$  S hasta los  $84^{\circ}$  N de latitud.

El Origen de coordenadas del sistema es distinto para cada huso, tomándose como origen el siguiente punto:

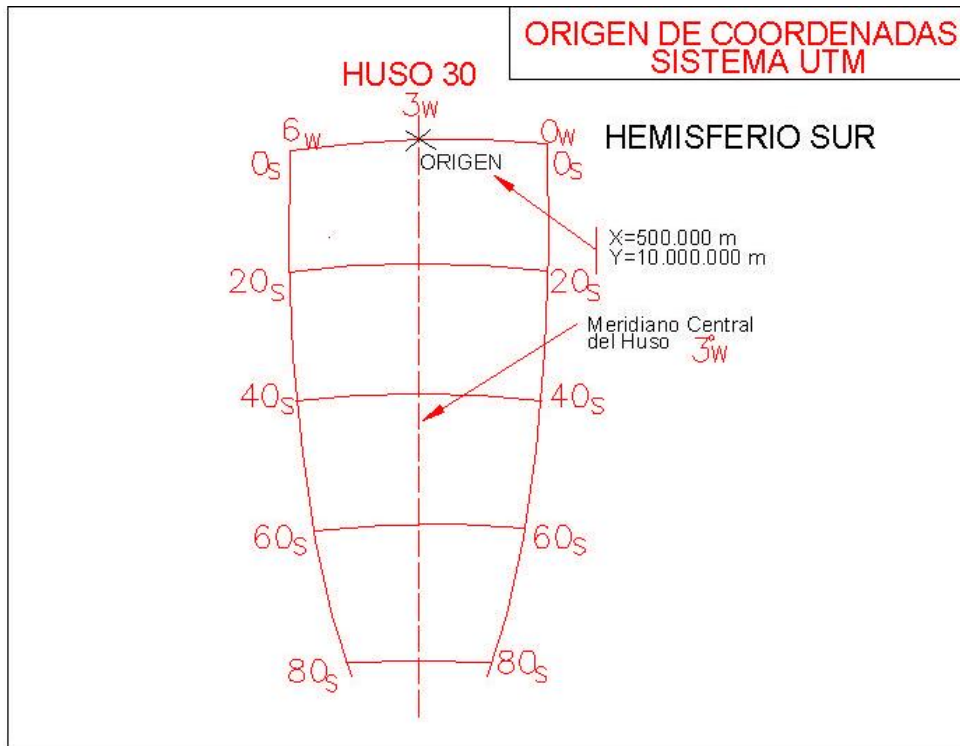


**Figura 15:** Origen de coordenadas UTM hemisferio norte.  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

A la intersección del meridiano central del huso con el ecuador, en el hemisferio norte, toma un valor en X de 500.000 metros e Y 0 metros. De esta manera se evita que el sistema genere, en el hemisferio Norte, coordenadas negativas en el sistema.

En una hoja del mapa que contiene varios husos, habitualmente se representa con el sistema de coordenadas de ambos husos, por lo tanto, con los dos orígenes distintos.

Sobre el hemisferio sur el origen es el mismo, pero con distintas coordenadas de origen:



**Figura 16:** Origen de coordenadas UTM hemisferio sur.  
Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

Obsérvese que la coordenada Y, “Norte”, únicamente coincide en todos los puntos situados sobre el paralelo 0° (ecuador), 0°N 0°W, 0°N 3°W y 0°N 6°W. En todos estos puntos, situados en el ecuador toma el valor de 0.000.00 0 m. Recuérdese que únicamente esta línea está orientada según el paralelo del ecuador.

A su vez únicamente coincide la coordenada x, “Este”, sobre un único meridiano (3°w), el meridiano central del huso 30 norte, en el que toma el valor de 500.000 m. Recuérdese que únicamente esta línea es coincidente con un meridiano y se encuentra orientada al norte geográfico.

#### 2.2.6.6. Distancia entre paralelos y meridianos

(Fernandez Coppel, 2008), Con el origen de coordenadas del sistema UTM y a causa de la proyección efectuada, hace que disminuya las distancias entre meridianos según se avanza en dirección Norte:

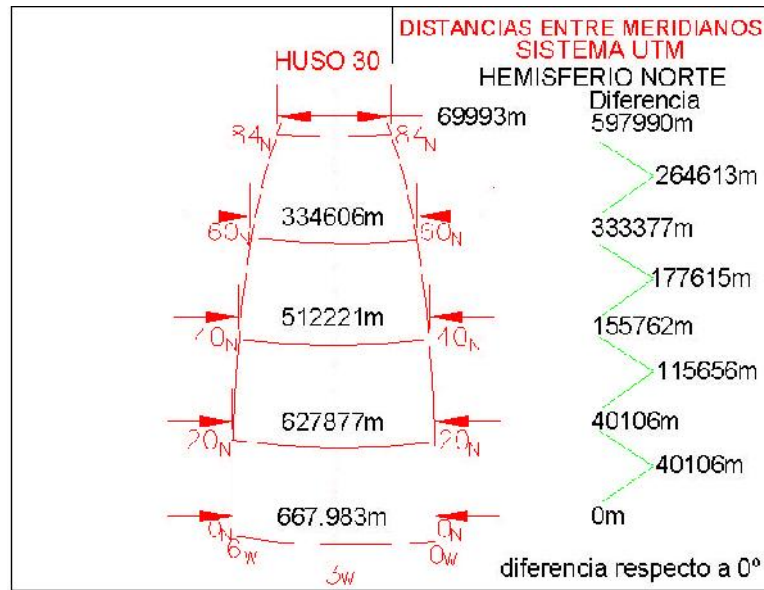


Figura 17: Distancia entre paralelos y meridianos. Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

Esta diferencia va siendo más acusada según aumenta la latitud y nos acercamos a los polos, con un máximo para el sistema en el paralelo 84°N y en el 80° S en el Hemisferio sur.

2.2.6.7. Desarrollo de la proyección U.T.M. en toda la superficie terrestre

(Fernandez Coppel, 2008), El empleo de un cilindro de proyección para cada huso, con una situación distinta del cilindro de proyección, implica que cada zona geográfica comprendida en cada huso quede bajo un sistema coordenado distinto:

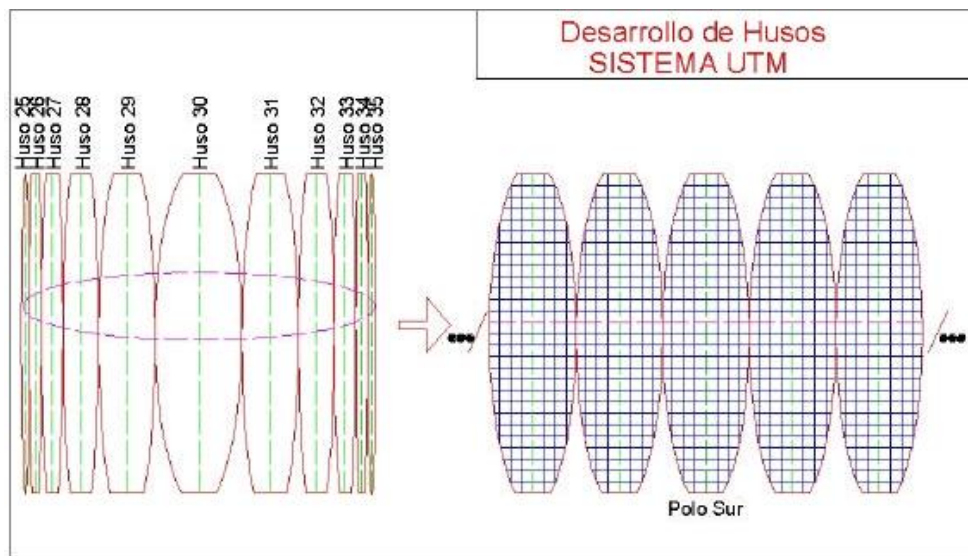


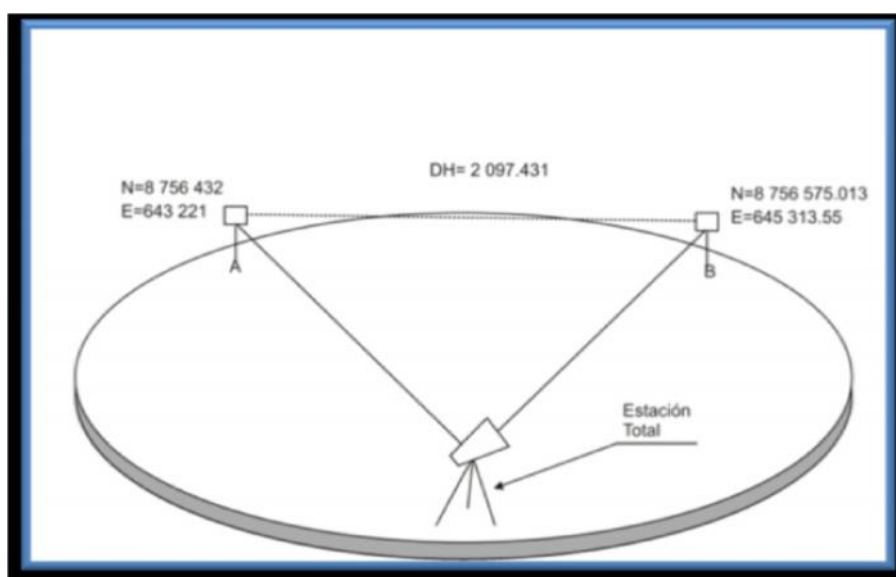
Figura 18: Desarrollo de husos sistema UTM. Fuente: (Fernandez Coppel, 2008)

Esta distribución causa que no exista la misma longitud desde el meridiano central del huso hasta el meridiano, dependiendo de la latitud en la que nos encontremos.

#### 2.2.6.8. Relación entre coordenadas topográficas y U.T.M.

##### Coordenadas topográficas

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Coordenadas obtenidas en el campo (estación total, teodolito, cinta métrica, distanciómetro, etc.), sin ningún tipo de transformación, a la distancia horizontal medida, se le llama distancia topográfica.

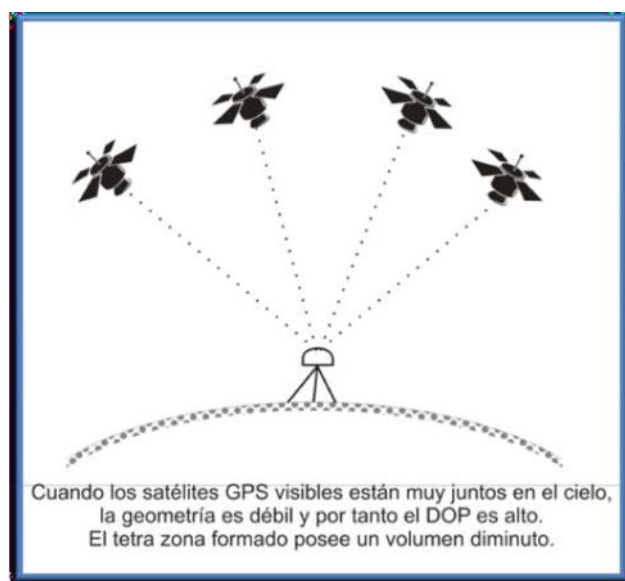


*Figura 19: Coordenadas Topográficas.*

*Fuente: (Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015)*

##### Coordenadas UTM

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Proviene de las coordenadas topográficas reducidas al nivel de la superficie elipsoidal de referencia, las cuales a su vez han sido proyectadas a la superficie interna del Cilindro Transversal de Mercator.



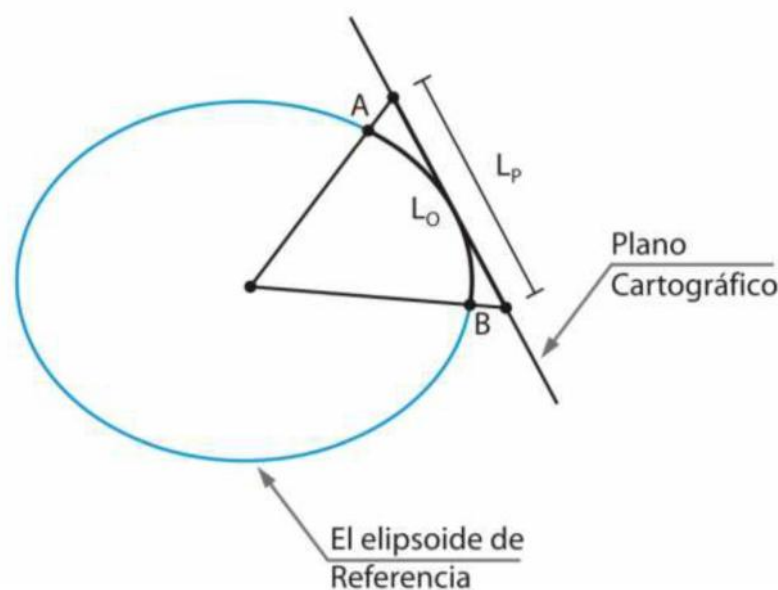
**Figura 20:** Coordenadas UTM.

Fuente: (Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015)

### 2.2.7. Factor de escala

(ApliTop s.l., 2004), Es un coeficiente que se aplica a la distancia reducida antes de calcular, y su valor depende del elipsoide y huso horario especificado en los datos del levantamiento. Cada estación puede tener un valor diferente, y es editable mediante las opciones de modificación de sus datos.

(Mendoza Dueñas, 2012), Es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el elipsoide de referencia sobre el plano cartográfico.



**Figura 21:** Longitud cartográfica y longitud en el elipsoide.

Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)

$$LP = (KESCALA) \cdot Lo$$

Donde:

LP: longitud proyectada al plano cartográfico.

Lo: longitud medida en el elipsoide de referencia.

KESCALA: factor de escala.

### 2.2.7.1. Radios principales de curvatura del elipsoide en un punto "P"

(Mendoza Dueñas, 2012), En la siguiente imagen se muestra un punto "P" ubicado sobre la superficie del elipsoide. El meridiano que pasa por "P" (sección meridiana o elipse meridiana) se confunde con el plano del papel.

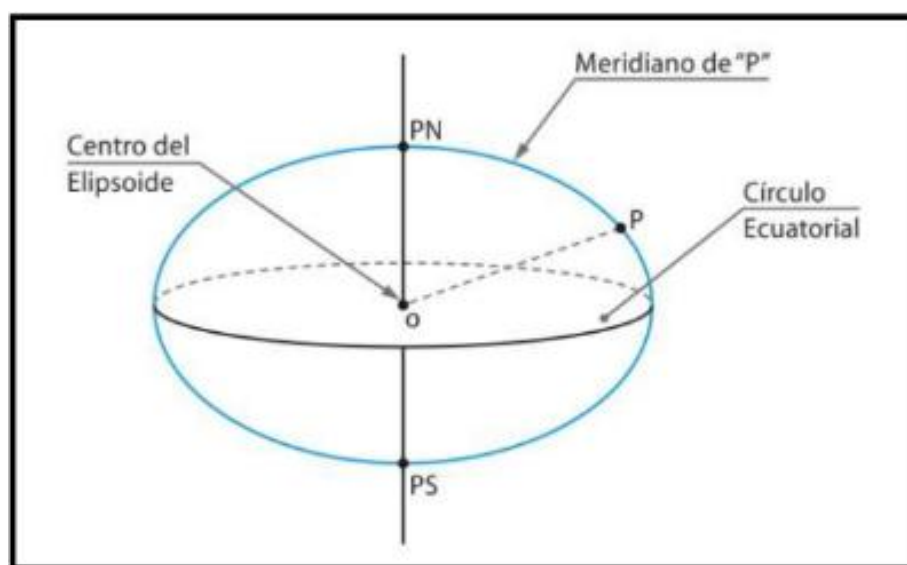


Figura 22: Radio de Curvatura de un elipsoide.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)

### 2.2.7.2. Radio de curvatura del meridiano en el punto "P" (R)

(Mendoza Dueñas, 2012), Es el radio correspondiente al círculo tangente al meridiano que pasa por "P" en dicho punto.



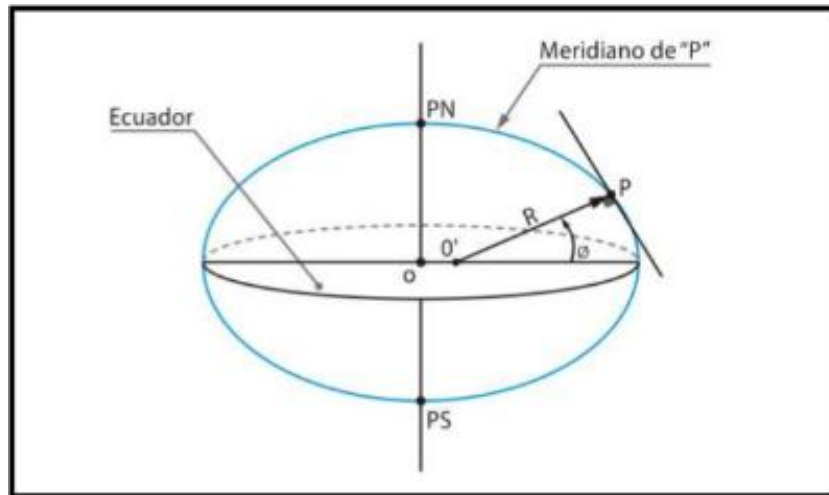


Figura 23: Radio de Curvatura del meridiano en el punto P.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)

$$R = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{3/2}}$$

Así pues, la latitud geodésica  $\varphi$ , es el ángulo limitado por la normal R con el plano ecuatorial.

**2.2.7.3. Radio de curvatura de la primera vertical en el punto “P” (gran normal N)**

(Mendoza Dueñas, 2012), Es el radio correspondiente al círculo tangente al plano perpendicular a la sección meridiana que pasa por “P” en dicho punto.

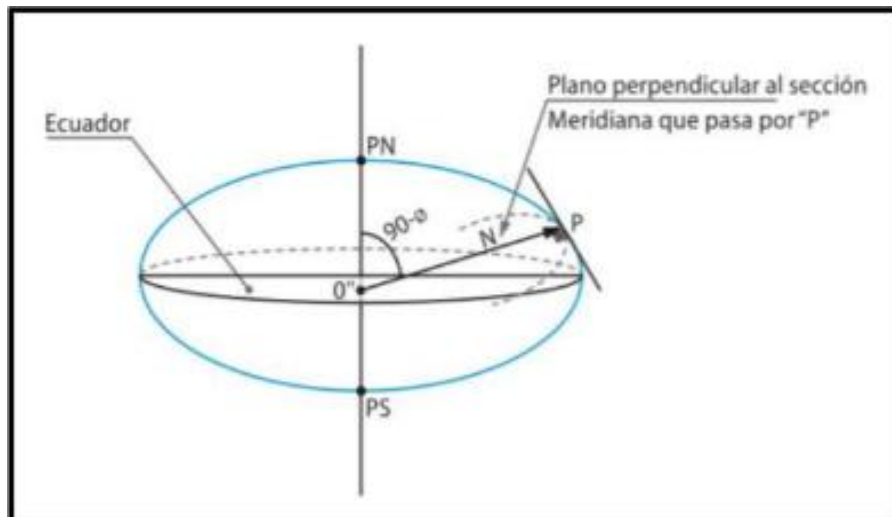


Figura 24: Radio de la primera vertical en el punto P.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}}$$

#### 2.2.7.4. Radio medio de curvatura ( $r$ )

(Mendoza Dueñas, 2012), En cálculos geodésicos, se suele usar el radio medio de curvatura, el cual se define como la media geométrica de  $R$  y  $N$  respecto al punto en mención.

$$r = \sqrt{R \cdot N}$$

#### 2.2.7.5. Factor de escala de proyección ( $K_P$ )

(Aduviri Avendaño, 2017), La reducción de distancias elipsoidales a la proyección, se considera el factor de escala cartográfico UTM,  $K$ . El cilindro de proyección UTM es secante al elipsoide, de esa forma el factor de deformación  $K$ , puede variar desde 0,9996 el meridiano central, pasando por deformación nula ( $K=1$ ), hasta  $K$  mayor que 1.

(Mendoza Dueñas, 2012), Llamado también módulo de anamorfosis lineal puntual, este factor permite proyectar un diferencial de longitud en torno al punto en estudio sobre el plano cartográfico.

En realidad, en un ámbito general, dicho factor depende de la ubicación del mismo y de la dirección en el cual se quiere proyectar; sin embargo, en una proyección conforme, el factor de escala es independiente de la dirección.

$$K_P = K_0 \cdot [1 + P \cdot q^2 + 0.00003 \cdot q^4]$$

Dónde:  $q=0.000001(X)$

$X=I - 500000$  – Este  $I$

$e^2$ =Cuadrado de la segunda excentricidad.

$N$  = Radio de la gran normal

$K_0$ =Factor de escala en el meridiano central (0.9996)

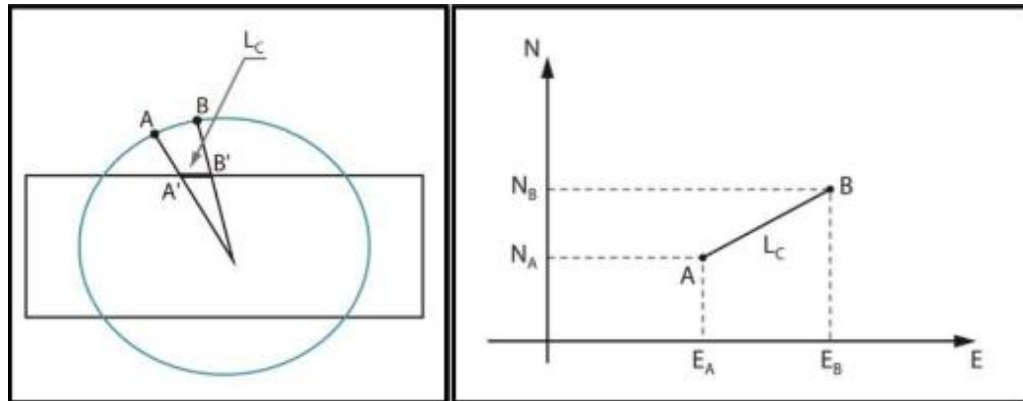
$\varphi$  = Latitud geodésica

$$P = \left( \frac{1 + e'^2 \cdot \cos^2 \varphi}{2N^2 \cdot K_0^2} \right) \cdot 10^1$$

**2.2.7.6. Cálculo de distancia de cuadrícula entre A y B**

(Mendoza Dueñas, 2012), Sean A y B; dos puntos ubicados sobre la superficie elipsoidal; cuando estos puntos se proyectan al plano cartográfico, se generan los puntos A' y B'.

La longitud de la línea recta que une dichas proyecciones, toma el nombre de distancia de cuadrícula (Lc).



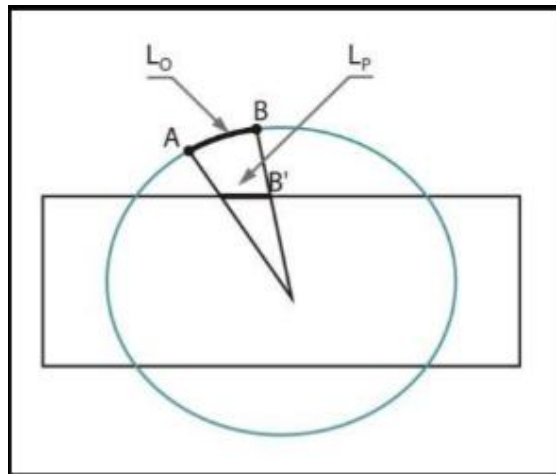
*Figura 25: Distancia de cuadrícula ubicados sobre una superficie elipsoidal.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)*

$$L = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2}$$

**2.2.7.7. Cálculo de distancia geodésica entre A y B**

(Mendoza Dueñas, 2012), Distancia Geodésica, es la longitud entre los puntos A y B medida en la superficie del elipsoidal de referencia (Lo).

La distancia Geodésica, se puede calcular apoyándonos en el factor de escala de los puntos extremos que limita la mencionada línea.



*Figura 26: Distancia Geodésica entre A y B.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)*

$$K_P = \frac{K_A + K_B}{2}$$

$$L_o = \frac{L_c}{K_P}$$

$K_A$  = Factor de escala del punto A

$K_B$  = Factor de escala del punto B

$K_P$  = Factor de escala promedio

$L_o$  = Distancia geodésica

$L_c$  = Distancia de cuadrícula

#### 2.2.7.8. Factor de escala de elevación ( $K_E$ )

(ApliTop s.l., 2004), Es una corrección debido a la altura, la cual afecta en cierto modo a la distancia medida. Esta corrección es pequeña en general, pero no debe despreciarse ya que, para altitudes de 700 metros, alcanza valores de cierta consideración, especialmente dignos de tenerse en cuenta cuando se realizan medidas con aparatos de medición electrónica de distancias, capaces de medir distancias de kilómetros con muy pocos centímetros de error.

(Aduviri Avendaño, 2017), La relación superficie terrestre versus elipsoide, es esencial la altura del relieve terrestre, más específicamente la altura sobre el elipsoide, de esa forma la reducción de distancias horizontales al elipsoide se expresa como factor de escala de elevación.

(Mendoza Dueñas, 2012), Cuando se realiza la medición de distancia entre dos puntos en el terreno, comúnmente se obtiene como resultado, la distancia geométrica (inclinada) entre ambos puntos; no obstante ser la distancia reducida al horizonte (distancia topográfica) la utilizada en los cálculos topográficos. Factor de escala de elevación, es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el terreno (distancia reducida al horizonte) sobre el elipsoide de referencia.

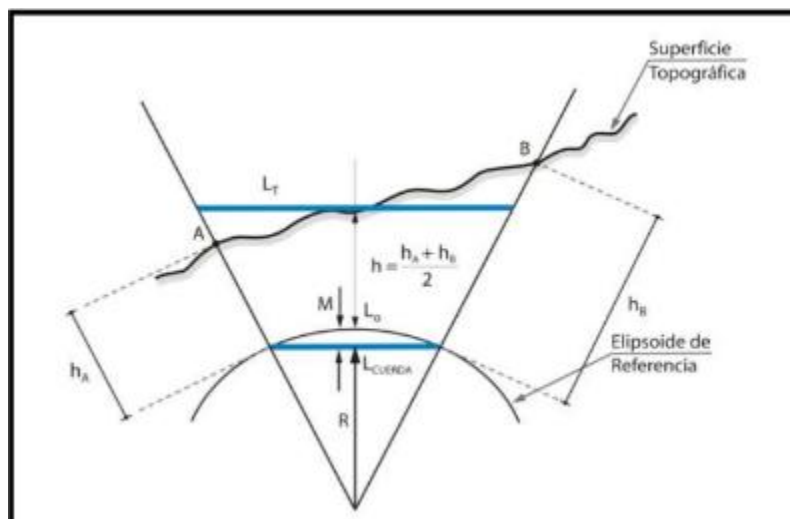


Figura 27: Factor de escala de elevación.  
Fuente: (Mendoza Dueñas, 2012)

$$K_E = \frac{R - M}{R + h}$$

Donde:

$L_T$  : distancia topográfica entre A y B.

$L_O$  : distancia geodésica entre A y B.

$K_E$  : factor de elevación entre A y B.

$h_A$  : altura elipsoidal de "A".

$h_B$  : altura elipsoidal de "B".

$R$  : radio de curvatura del meridiano correspondiente a la latitud. Promedio de A y B

$M$  : flecha central.

**Por semejanza de triángulos:**

$$\frac{L_T}{L_C} = \frac{R + h}{R - M}$$

Donde :

$$M = R \left[ 1 - \cos \left( \frac{\varphi_B - \varphi_A}{2} \right) \right]$$

Luego :

$$L_C = \left( \frac{R - M}{R + h} \right) \cdot L_T$$

Para llevar:  $L_{CUERDA}$  al Elipsoide ( $L_O$ ), es necesario adicionar:

$$\frac{L_C^3}{24R^2} = \Delta S$$

$$L_C \cong 10000m \rightarrow \Delta S \cong 1m$$

$$L_C \cong 5000m \rightarrow \Delta S \cong 0.1m$$

Lo cual conlleva a deducir que para trabajos de ingeniería con distancias menores o igual a 5 km; podemos despreciar S.

Finalmente:

$$L_O = \left( \frac{R - M}{R + H} \right) \cdot L_T$$

#### 2.2.7.9. Factor de escala combinado ( $K_C$ )

(Mendoza Dueñas, 2012), Es el producto proveniente entre el factor de elevación y el factor de escala.

$$K_C = K_E \cdot K_P$$

Donde :

$K_C$  : factor de escala combinado entre A y B.

$K_E$  : factor de escala de elevación entre A y B.

$K_P$  : factor de escala de proyección entre A y B.

El factor combinado  $K_C$ , permite transformar la distancia topográfica existente entre dos puntos a distancia de cuadrícula, directamente:

$$L_C = K_C \cdot L_T$$

(Aduviri Avendaño, 2017), En su Tesis Indica que: finalmente, la compatibilización, entre distancias horizontales y UTM, es afectada por esos dos factores, que combinados resulta en un factor denotado como factor de escala total. En suma, este factor permite expresar o relacionar una magnitud lineal horizontal con su proyectada UTM.

Son frecuentes las confusiones entre estas magnitudes, por ejemplo, en obras de ingeniería y cartografía urbana en que, a partir de coordenadas de apoyo y control, determinadas mediante tecnología GPS, se requiere compatibilizar con alta precisión distancias provenientes de mediciones electrónicas con sus proyectadas al plano UTM y viceversa.

### **2.2.8. Clasificación de los puntos geodésicos**

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Con el objeto de unificar un marco de referencia geodésico, todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Los puntos geodésicos en el territorio nacional se clasifican de la siguiente manera:

#### ***2.2.8.1. Punto geodésico orden “0”***

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Este orden es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, de sus efectos geodinámicos y trabajos en los que se requiera una precisión a un nivel máximo de 4.00 mm; estos puntos servirán para la densificación de la Red Geodésica Nacional.

#### ***2.2.8.2. Punto geodésico orden “A”***

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Este orden debe aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm.

#### ***2.2.8.3. Punto geodésico orden “B”***

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junto con ella.

#### **2.2.8.4. Punto geodésico orden “C”**

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Este orden debe destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm.

#### **2.2.8.5. Puntos de apoyo (PFCH)**

(Instituto Geografico Nacional, 2015), Estos son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos de orden “C”, no son monumentados y se destinarán a los puntos de fotocontrol de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano – rural, los niveles de precisión de estos puntos no serán mayores a 10.00 mm.

Todo punto geodésico a ser establecido, debe estar enlazado a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional.

El enlace debe realizarse con los procedimientos de observación correspondientes al orden de precisión del levantamiento que actualmente se esté efectuando.

Para los puntos geodésicos de orden “O”, “A” o “B”, la correlación se establecerá realizando observaciones dentro de una figura geométrica circunscrita (en lo posible), con un mínimo de ocho lados para el orden “O” y un mínimo de tres lados para los de orden “A” y “B”; para los puntos geodésicos de orden “C” y los puntos de apoyo, la correlación será a través de una línea base; siguiendo los siguientes parámetros:

#### **2.2.9. Sistema de posicionamiento global (GPS)**

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Es un sistema de navegación, basado en un conjunto de satélites que giran en orbitas respecto a la Tierra con el objetivo de determinar la posición de un punto.

El principio matemático que gobierna la ubicación de un punto está basado en el método de resección “Pothenot” y la ley del movimiento rectilíneo uniforme, gracias a los satélites artificiales que circulan nuestra atmósfera. Teniendo puntos sobre la superficie terrestre y determinando sus coordenadas bajo el mismo sistema



referencial, es simple calcular la distancia de cuadrícula entre ellos y por ende la distancia topográfica.

#### **2.2.10. Procedimientos GPS de campo**

(Wolf & Brinker, 1997), La práctica, los procedimientos empleados en levantamientos GPS dependen de la capacidad de los receptores usados y del tipo de levantamiento. Algunos procedimientos específicos de campo actualmente en uso son los métodos: estático, estático rápido, cinemática, pseudocinemático y el cinemático en tiempo real. Estos métodos se describen en las siguientes subsecciones. Cada uno se basa en mediciones de fases de la onda portadora y usan técnicas de posicionamiento relativo, o sea, que dos (o más) receptores ubicados en estaciones diferentes, hacen observaciones simultáneamente de varios satélites. El vector (distancia) entre receptores se llama línea base y sus componentes de diferencias de coordenadas  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  (en un sistema rectangular tridimensional).

Para la aplicación de la tecnología GPS mediante la técnica diferencial, es necesario el establecimiento de una estación base, sobre un punto extendido partiendo de la Red GPS del Instituto Geográfico Nacional, mediante equipamiento geodésico. La estación base debe estar adecuadamente configurada y ser la primera en encenderse y la última en apagarse durante la ejecución del levantamiento catastral.

#### **2.2.11. Métodos en las observaciones satelitales**

##### ***2.2.11.1. Métodos con post proceso***

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Se instala uno o varios receptores (GPS) en puntos específicos para luego realizar las observaciones satelitales, una vez culminado el trabajo de campo, se lleva a cabo la transferencia de información del receptor a la computadora, obteniendo como resultado digital un archivo conteniendo la información, el cual deberá ser procesado por algún software específico para así obtener las coordenadas buscadas.

### - Método autónomo

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Consiste en el uso de un solo receptor, este recibirá las señales de los diversos satélites y los almacenará en su memoria según el intervalo de tiempo configurado.

Finalmente, después del pos proceso se obtendrá el promedio de todas las coordenadas obtenidas provenientes de las observaciones.

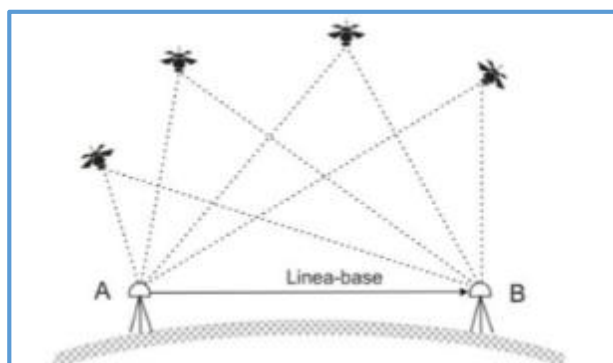
Al valor de las coordenadas obtenidas se les llama autónomas o navegadas, dado que éstos están acompañados de los diversos errores analizados paginas atrás, tales como la falta de sincronización de los relojes, la acción de la ionósfera, las efemérides, la disponibilidad selectiva (si lo hubiese), por tanto, es de esperar que la coordenada encontrada englobe un error de varios metros o incluso decenas de metros.

### - Método o modo diferencial – estático ( $d < 20\text{Km}$ )

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Se basa en el empleo de dos receptores: el receptor BASE (A), ubicado en un punto de coordenadas conocidas, y el receptor ROVER (B), instalado en un punto cuyas coordenadas se requiere conocer.

Es importante que las observaciones se realicen simultáneamente.

El vector desplazamiento entre ambos receptores es conocido como línea base y es recomendable que no supere los 20 km.



*Figura 28: Método diferencial estático  $d < 20\text{km}$ .  
Fuente: (Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015)*

Es recomendable el uso de receptores con rastreo de doble frecuencia (L1 y L2), dado que los satélites emiten en las llamadas frecuencias L1 y L2.

Sabemos que el motivo del uso de las frecuencias es eliminar gran porcentaje del error proveniente por la presencia de la ionósfera.

El principio se fundamenta en la siguiente explicación:

Con el receptor BASE: aplicando el método autónomo, es posible obtener las coordenadas navegadas (en el postproceso), sin embargo, como quiera que dichas coordenadas son conocidas, se hace fácil deducir el error que acompaña a las coordenadas navegadas.

Con el receptor ROVER: considerando que la distancia entre ambos receptores se hace ínfimo en comparación a la existente entre cada receptor y los satélites, se hace lícito adoptar como corrección el error obtenido con el receptor base. Es así que el cálculo de la posición en el receptor ROVER se realiza de forma relativa gracias al conocimiento del incremento de coordenadas de un receptor con respecto a otro tomado como referencia.

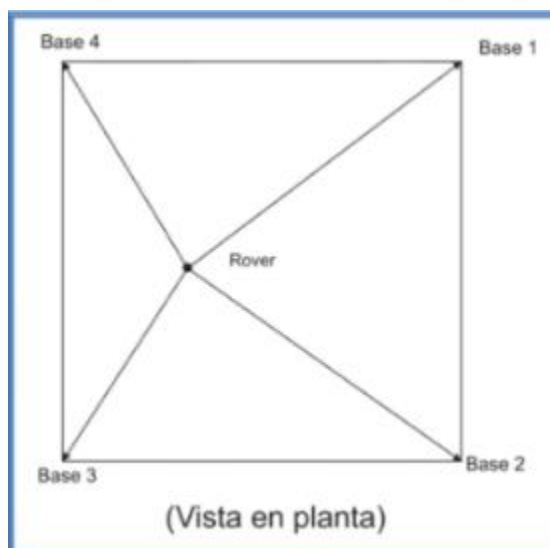
La desviación obtenida puede variar desde (5 mm+1 ppm) hasta (10 mm+1 ppm).

- **Método o modo diferencial – estático ( $d > 20\text{Km}$ )**

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Este método es aplicable para distancias grandes o trabajos de gran precisión y su proceso es similar al anterior.

La diferencia radica en el uso de varios receptores BASE, con sus respectivas coordenadas dato. Esto permite la aparición de una red planimetría sujeta a los ajustes respectivos lo cual genera valores de óptima calidad.

Usando receptores de doble frecuencia, operando entre 50 y 500 km y en iguales condiciones de número de satélites y tiempo de observación pueden alcanzar precisiones del orden de 0,1 mm +1 ppm.



*Figura 29: Método diferencial estático  $d > 20\text{km}$ .  
Fuente: (Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015)*

#### - Método Cinemático

Consiste en el uso de dos receptores GPS tan igual que el método diferencial, uno de ellos Base instalado en un punto de coordenadas conocidas, mientras que el receptor ROVER se ubica en un punto de coordenada por conocer, solo que esta vez el tiempo de permanencia de este último receptor no sobrepasa el minuto.

De este modo es posible obtener las coordenadas de varios puntos en corto tiempo. Obviamente no es de esperar la misma precisión que en el método estático, pero sí de taquimetría se trata, este método resulta ideal.

El requisito fundamental radica en la correcta posición estática del receptor móvil en cada punto a estacionar, para dicho efecto se hace uso de un bastón cuyo extremo superior va montado el receptor GPS.

El principio del método diferencial es el que gobierna el presente método, pues se considera que el desfase entre las coordenadas autónomas y la coordenada real en el punto base, es la misma al método estático.

Sin embargo, una de las grandes ventajas es el uso simultáneo de varios receptores móviles con tan solo una base.

### - **Método dinámico**

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Es muy similar al cinemático, solo que esta vez el receptor móvil se encuentra en constante movimiento y según la configuración establecida, almacenará la información en su memoria de datos.

En realidad, la toma de datos en el receptor móvil puede efectuarse cada cierto tiempo o distancia constante.

Este método es ideal en levantamientos de carreteras, canales e incluso trabajos de batimetría, siempre y cuando entre el cielo y el receptor no exista obstáculos que se interpongan, tales como edificios, árboles, muros, etc.

El post proceso es tan igual que el método estático.

#### ***2.2.11.2. Métodos en tiempo real***

(Herrera Rosado & Mendoza Dueñas, 2015), Aplicables al modo cinemático y dinámico, consiste en la ejecución del ajuste de coordenadas en el receptor móvil en tiempo real, es decir prácticamente en el momento de la observación satelital.

Esto significa, la obtención de las coordenadas en tiempo real.

Dicha virtud, se consigue gracias al uso de antenas de radio, tanto en el receptor base como en el móvil.

El modo cinemático se le llama RTK (tiempo real cinemático).

Este método permite la obtención del plano en el campo, gracias a la ayuda de un controlador o colectora de campo, lo cual nos induce a una eficiente toma de decisiones.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.1.1. Materiales

- Cemento
- Hormigón
- Balde
- Agua
- Estacas de fierro de 3/8"
- Placas de Aluminio
- Pintura Thiner
- Brocha
- Pincel
- Libreta de Campo
- Materiales de escritorio
- Clavos de Acero

##### 3.1.2. Herramientas

- Pico
- Pala
- Badilejo
- Cinta métrica

##### 3.1.3. Equipos e instrumentos

- 01 GPS Diferencial Sokkia Stratus (04 receptores)  
Modo Estático: Precisión Horizontal (1s): 5mm+1ppm  
Precisión vertical (1s): 10mm+2ppm
- 01 Estación Total marca Foif OTS 685L  
Precisión angular: 5''  
Precisión de medida: 1mm+1pmm

- 01 Nivel de Ingeniero marca Topcon AT-G6 con sus respectivos accesorios  
Compensador Automático: rango  $\pm 15'$   
Precisión a 1km doble nivelación:  $\pm 2\text{mm}$ .
- 06 Prismas y porta prisma simple
- 04 radio comunicadores
- Trípode de Aluminio de soporte de la Estación Total.
- Trípode de Aluminio de soporte del Nivel de Ingeniero
- 01 Laptop Core i7
- 01 GPS navegador
- Cámara Fotográfica

#### **3.1.4. Software**

- Autocad 2018
- Autocad Civil 3D 2018
- Microsoft Office 2016
- Google Earth
- Topcon Tools 7.5.1
- IBM SPSS Statistics v23

### **3.2. METODOLOGIA DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **3.2.1. Población y muestra**

##### *3.2.1.1. Descripción del ámbito de la investigación*

- **Ubicación política**

Región	: Puno
Provincia	: Lampa
Distrito	: Lampa



*Figura 30: Ubicación del proyecto de Investigación.  
Fuente: Elaboración Propia*

**- Ubicación geográfica**

El proyecto está en el ámbito del Distrito de Lampa, perteneciente a la provincia de Lampa, de la Región Puno; ocupa parte de la meseta altiplánica de la cuenca del río Lampa. El Proyecto se encuentra ubicado geográficamente, según el siguiente detalle:

Cuenca	: Lampa
Sistema Integral Hídrico	: Lampa
Región Natural	: Sierra (Altiplano de Puno)
Latitud	: 15° 27' 35.16168 S
Longitud	: 70° 18' 32.73561 O
Datum	: WGS 84
Altitud	: 3933.000 m.s.m.
Este	: Inicial 352168.899 – Final 371939.262
Norte	: Inicial 8301198.598 – Final 8291363.832
Zona – Banda – Hemisferio	: 19 – L – Sur



- **Vías de acceso**

Desde la capital de la región se accede por la carretera asfaltada pasando la Ciudad de Juliaca, Puente Unocolla y al ámbito del estudio Lampa; Las accesibilidades a la zona del proyecto, se muestra en el siguiente cuadro:

*Tabla 2: Vías de acceso al ámbito de investigación.*

Nº	De	A	Distancia	Tipo Carretera
1	Puno	Juliaca	52 km	Carretera afirmada
2	Juliaca	Puente Unocolla	9 km	Carretera afirmada
3	Pte.Unocolla	Lampa	25 km	Carretera Afirmada
3	Lampa	Zona de proyecto	variable	Trocha

*Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 31: Localización del proyecto de Investigación.*

*Fuente: Google Earth*

**3.2.2. Método de investigación**

*3.2.2.1. Técnica de recolección de datos*

La Delimitación de la Faja Marginal del río Lampa, por ser de un relieve Llano en la zona del área de trabajo, se definió los puntos de control primarios y secundarios para los levantamientos topográficos en las zonas más elevadas y lomas del ámbito de trabajo y con ello se ha armado esta red de apoyo.

Se realizaron mediciones de ángulos y distancias a puntos cercanos permanentes, para replantear la posición de la estación en el caso de que se destruya. A esta operación se le denomina balizamiento. A la vez que se seleccionan los

puntos estación se realizó un croquis que sirvió para la planificación de las tareas posteriores.

Los puntos de control se señalaron de modo permanente, con el fin de poder utilizar estos puntos en trabajos posteriores. Además de la permanencia se garantizó su inmovilidad. Si se desplazase la señal el resultado sería equivalente a errores de medida, aunque las medidas se hubieran realizado con gran precisión, puesto que las coordenadas absolutas que ocupa en ese momento la señal son distintas a las que tenía cuando se hizo el trabajo primitivo, apreciándose diferencias en orientaciones, desniveles y distancias, entre estaciones consecutivas.

Dentro de lo posible se evitó el situar los puntos de control primarios y secundarios en lugares donde el terreno sea inestable, tal como arenoso o escombreras. Uno de los lugares más apropiados es la roca nativa, tanto por su dureza como por la permanencia.

### ***3.2.2.2. Reconocimiento y demarcación del área de estudio***

A través de un recorrido en campo y utilizando un GPS navegador se localizaron los sitios preliminares de los puntos de control terrestre. Una vez seleccionados los posibles sitios se cargaron sus coordenadas aproximadas a través del uso de la herramienta computacional Google Earth

### ***3.2.2.3. Monumentación de los puntos de control primarios y secundarios***

Visto y definido los lugares donde colocar los puntos de control primarios y secundarios, se monumentaron 38 BMs y Vértices para Control Vertical y Horizontal, cada monumento consiste de un cuerpo cilíndrico de concreto con una varilla de acero de 3/8" ubicada al centro del mismo, empotrándose a una profundidad de 50 a 60 cm. con un diámetro de 20 a 30 cm., éstos llevan nombres codificados tales como V-PCG Y V-L1, L2, L3,.....Ln. Que están marcados en el croquis de la red de apoyo y planos topográficos; además cada uno de ellos tiene una cota y coordenadas UTM bien definidas, estos valores son como resultado de los cálculos topográficos y procesos de gabinete a partir de datos recogidos en campo.

### 3.2.2.4. Determinación de los puntos de control primarios medidos con GPS diferencial

Se establecieron 10 puntos de control para la Red Geodésica, con equipos geodésicos diferenciales de doble frecuencia (GPS), para realizar el control horizontal, a la vez esta información nos sirve como puntos patrón, para realizar las mediciones con Estación Total.

#### - Control horizontal

Para el control Horizontal, se utilizó el método Diferencial o Estático, el cual consiste en colocar un equipo GPS Master (BASE), en el Punto Geodésico con coordenadas conocidas, para este proyecto se utilizó el punto: JCA7, de Orden “C” perteneciente a la Red Geodésica Nacional del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), ubicado en la Plaza de Armas de la ciudad de Juliaca.

Los valores de las coordenadas y elevaciones, proporcionados por el IGN, en el sistema WGS-84 se muestran en el cuadro siguiente:

*Tabla 3: Coordenadas UTM y Geográficas del punto de control base JCA7.*

<b>COORDENADAS UTM WGS 84: ZONA 19 SUR</b>				
<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura Geoidal</b>
1	JCA7	8286813.266	378226.849	3826.1419

<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>				
<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura Elipsoidal</b>
1	JCA7	15°29'35.1017”S	70°08'06.9870”W	3872.3729

*Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)*

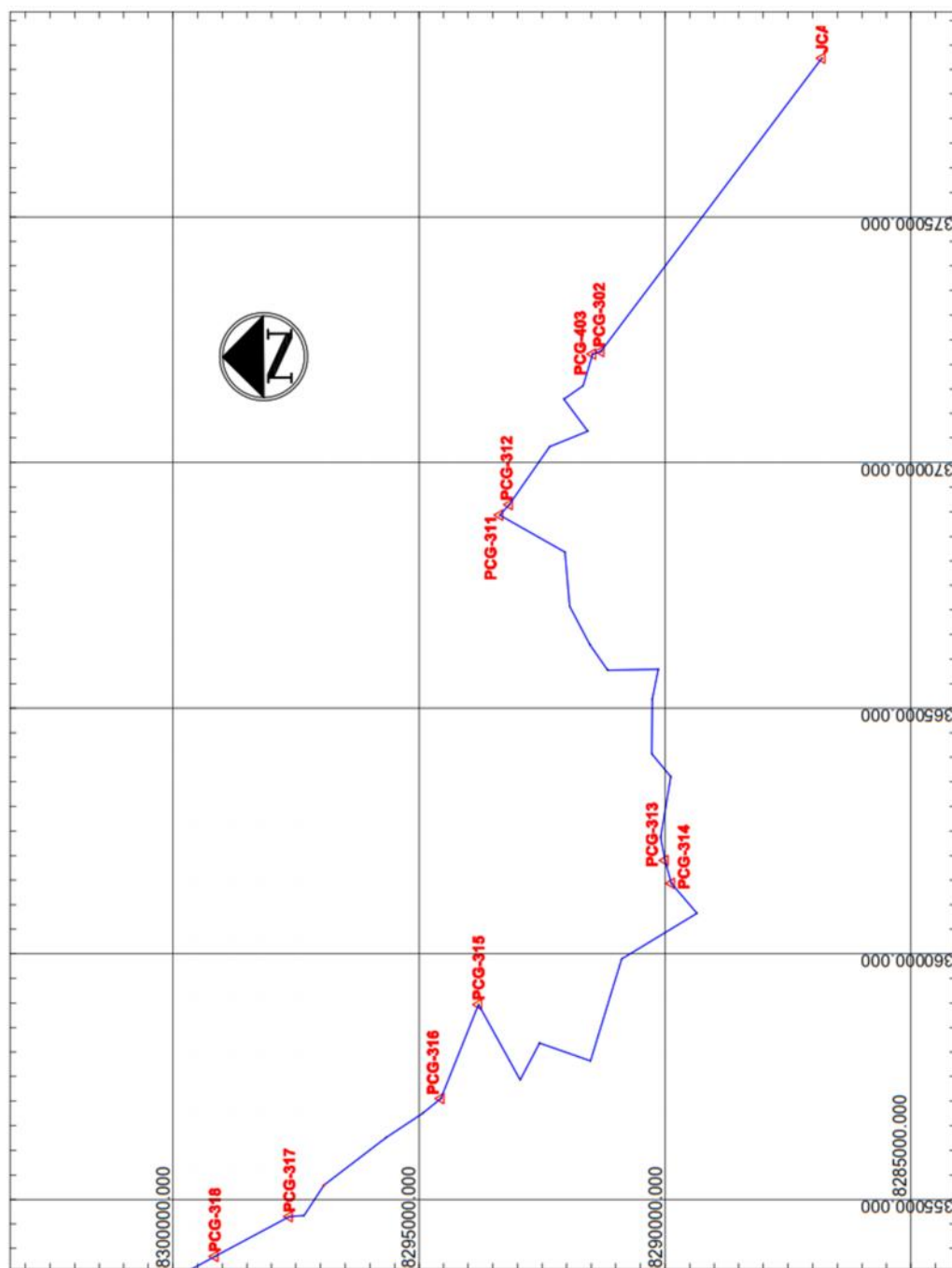
A partir de este punto Base, se enlazaron 10 puntos de control primarios, ubicados estratégicamente en la zona del proyecto, realizándose una triangulación entre las mismas y el punto Base, para asegurar la calidad de los resultados.

*Tabla 4: Puntos de Control Primarios Establecidos con GPS.*

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>
1	PCG-302
2	PCG-403
3	PCG-311
4	PCG-312
5	PCG-313
6	PCG-314
7	PCG-315
8	PCG-316
9	PCG-317
10	PCG-318

*Fuente: Elaboración Propia*

Las Fichas técnicas de los puntos de control se muestran en el Anexo B del presente estudio.



**Figura 32:** Plano de Ubicación de los Puntos de Control Primarios.  
Fuente: Elaboración Propia

En este proyecto, se usaron 04 receptores Diferenciales GPS L1/L2, para tener lecturas simultaneas y optimizar la geometría de la red geodésica.

La información es analizada, luego se realizó el post proceso de las líneas base generadas a través de las estaciones GPS con el método Estático.

Posteriormente el Ajuste de Redes por el método de Mínimos Cuadrados, basado en la teoría de probabilidades, para la determinación de los valores de las coordenadas.

Una vez completado y logrado un ajuste por mínimos cuadrados se procedió a determinar qué:

No existen equivocaciones ni errores sistemáticos en las observaciones y puntos de control.

Cualquier error remanente es, pequeño, aleatorio, y adecuadamente distribuido.

#### - **Control vertical**

Para el control vertical, (elevaciones) se ha utilizado la corrección por el modelo de ondulación, utilizando el EGM2008. Este modelo Geopotencial es uno de los modelos de la Tierra que consta de los coeficientes armónicos esféricos para completar el grado y orden 360. Se trata de una solución compuesta, que consta de:

- (1) Una combinación solución a grado y el orden 70.
- (2) Un bloque diagonal solución de grado 71 a 359.
- (3) La solución de cuadratura en grado 360.

Actualmente es el modelo utilizado por el Instituto Geográfico Nacional de nuestro país.

#### - **Procesamiento de datos**

El procesamiento de datos para la obtención de los puntos de control fue hecho con el software Topcon Tools v.7.5.1.

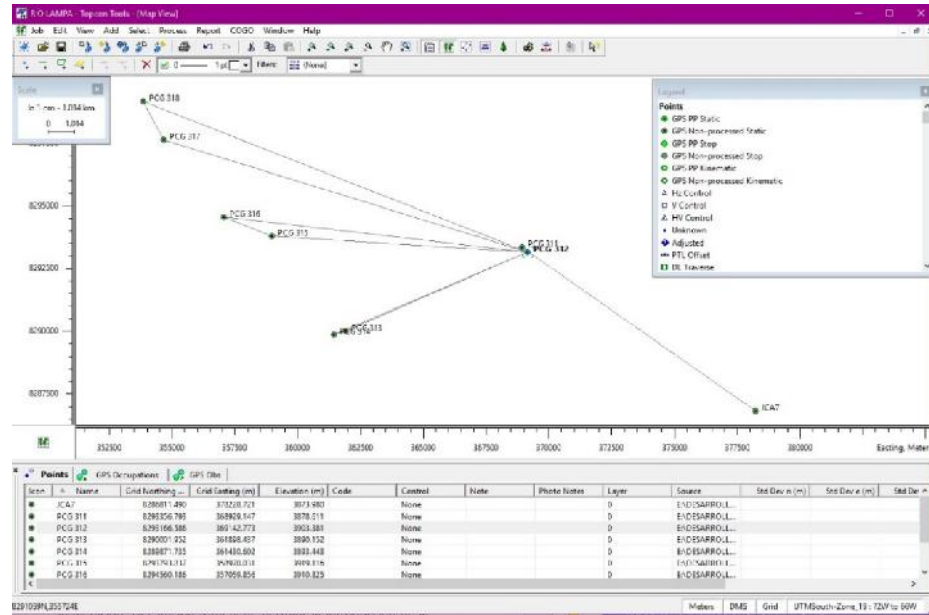


Figura 33: Vista de Puntos de control primarios a procesar.  
Fuente: Topcon Tools 7.5.1

Así mismo se ha verificado el comportamiento de los satélites los cuales fueron óptimos para el trabajo, la misma que nos da la confiabilidad para el cálculo de coordenadas:

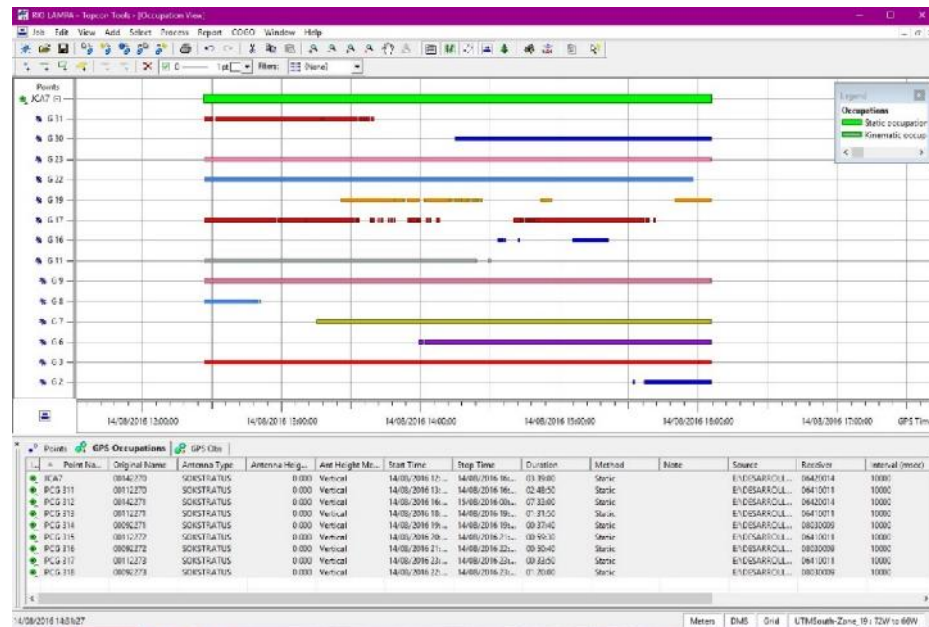


Figura 34: Rastreo de ocupación de satélites en el Punto JCA7  
Fuente: Topcon Tools 7.5.1

Los reportes de cálculo se muestran en el Anexo C del presente estudio.

### 3.2.2.5. Establecimiento de los puntos de control secundarios medidos con de estación total

A partir de los puntos de control primarios tomados con GPS diferencial, se enlazaron 28 puntos de control secundarios tomados con Estación total, ubicado estratégicamente en la zona del proyecto, realizándose una poligonal abierta con base en ambos extremos del polígono formado con los puntos de control primarios y tomados con GPS diferencial, para asegurar la calidad de los resultados.

*Tabla 5: Puntos de control secundarios Establecidos con estación total.*

N°	Nombre	N°	Nombre	N°	Nombre
1	V-L1	11	V-L11	21	V-L26
2	V-L2	12	V-L12	22	V-L27
3	V-L3	13	V-L13	23	V-L28
4	V-L4	14	V-L14	24	V-L29
5	V-L5	15	V-L15	25	V-L30
6	V-L6	16	V-L16	26	V-L31
7	V-L7	17	V-L17	27	V-L32
8	V-L8	18	V-L18	28	V-L33
9	V-L9	19	V-L19		
10	V-L10	20	V-L20		

*Fuente: Elaboración Propia*

Las coordenadas calculadas de los puntos de control secundarios se encuentran en la Tabla 11.



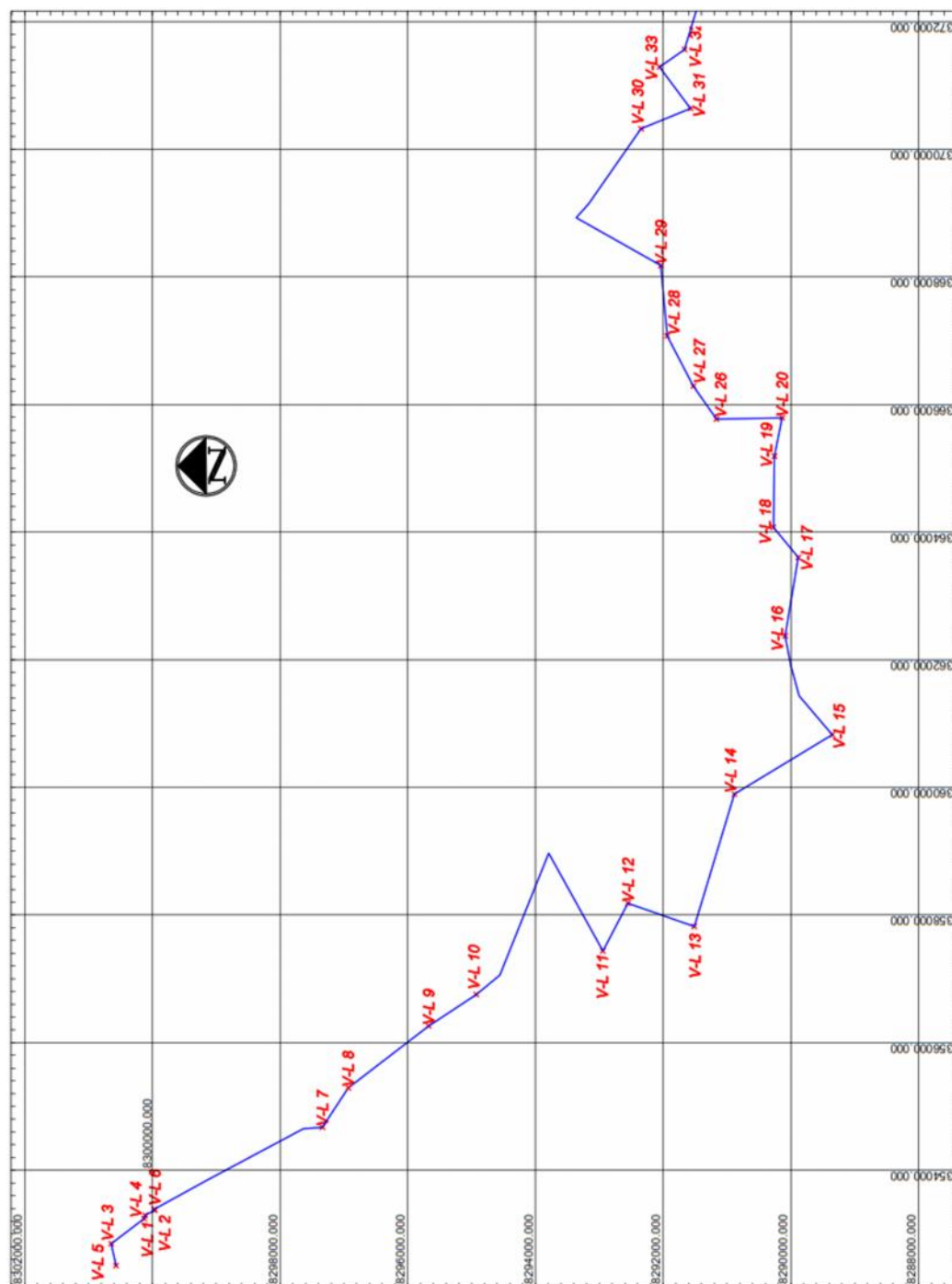


Figura 35: Plano de Ubicación de los Puntos de Control Secundarios.  
Fuente: Elaboración Propia

- **Configuración de la Estación Total a tomar en cuenta**

Todas las Estaciones Totales tienen la posibilidad de introducir configuraciones, las cuales se deben tomar en cuenta porque son necesarias para garantizar una óptima precisión en la medición de distancias en los levantamientos topográficos.

Para el presente estudio, se tomó en cuenta las siguientes configuraciones para la estación total:

**Tiempo de medición:** Es el tiempo que transcurre desde que se inicia la medición hasta que se muestra en pantalla la lectura debida al rayo reflejado, este tiempo depende del modo de medición elegido.

**Corrección de la constante del instrumento e introducción de la constante de prima:** Valores necesarios para realizar, el primero, una correcta calibración del instrumento y el segundo dependiendo del tipo de soporte del prisma y del propio instrumento. En todos los casos los márgenes de modificación que ofrecen los fabricantes para estos valores son suficientes para calibrar y trabajar con prismas y soportes de diferentes constantes.

**Corrección por presión atmosférica y temperatura:** La presión y la temperatura afectan a la velocidad del rayo infrarrojo y por tanto a la medición. La estación total debe permitir la introducción de la presión y temperatura para corregir la medición. La introducción es en mm. de Hg. y en °C.

#### ***3.2.2.6. Levantamiento planimétrico y altimétrico***

Una vez definido los Puntos de Control primarios y Puntos de control secundarios, se procedió a realizar los trabajos de levantamiento planimétrico de la poligonación utilizando una Estación Total FOIF OTS 685L.

El objetivo de este levantamiento fue el de proporcionar un sistema de coordenadas X-Y convenientemente distribuido en la zona de estudio para apoyar la ubicación precisa de los contornos de cada vértice, así como los detalles planimétricos que se consideraron de interés como pueden ser, Caminos, Diques, Obras de arte Hidráulico, entre otros.

Se estableció al primer punto bajo un sistema de coordenadas basadas en la orientación del Norte. Así se obtuvo como el eje Y (ordenadas) en la dirección Norte-Sur, y al eje X (abscisas) en la dirección Este-Oeste.

### **3.2.2.7. Nivelación de la red de BMs**

La nivelación es el conjunto de trabajos a ejecutar, con el fin de conocer las diferencias de altura de puntos del terreno unos respecto de otros. El control de nivelación se hizo a partir de los puntos de control primarios tomados con GPS Diferencial de cota fija y conocida, estos puntos están basados al nivel medio del mar (m.n.m.m). en este caso el nivel de los puntos de control ubicadas a lo largo del tramo en estudio.

Esto se hizo con el afán de hacer una descripción lo más completa posible que pueda ayudar al proyecto de que se trate, además fue necesario obtener datos suficientes y de buena calidad y precisión para poder diseñar de la mejor manera posible la configuración topográfica del área que se estudia.

La libreta de Nivelación Electrónica se muestra en el Anexo D. del presente proyecto.

### **3.2.2.8. Relleno topográfico**

En lo que respecta al área de Levantamiento Topográfico en la zona del río Lampa, el relleno topográfico se hizo taquimétricamente, por método radiación que consistió en el levantamiento topográfico del terreno natural, puntos de relleno para detalles: río, casas, carreteras, canales existentes, riachuelos, quebradas, bofedales y laguna, etc.

El método de radiación es el método comúnmente empleando en levantamientos de superficies de mediana y gran extensión, en zonas de topografía accidentada, con vegetación espesa.

Este método se apoya en una poligonal base previamente levantada a partir de cuyos vértices se hacen radiaciones a fin de determinar la ubicación de los puntos de relleno y de detalles.

Los equipos utilizados para levantamiento por radiación se realizaron con una estación total y prisma.

Cuando se usa estación total con prisma, generalmente los puntos quedan grabados automáticamente por sus coordenadas, en un archivo con formato ASCII en la libreta de campo electrónica.

### **3.2.2.9. Cálculos y compensación de la red de apoyo**

#### **- Calculo planimétrico**

Una de las mayores ventajas al utilizar la Estación Total, es que los cálculos son automáticos, ya que al establecerse un sistema de coordenadas y de origen de estas, todas las lecturas obtenidas, no importa el orden (incluidas las radiaciones) bastara con asignar una nomenclatura adecuada para su diferenciación, todas están referenciadas en base a las introducidas al inicio del trabajo.

El único inconveniente encontrado hasta el momento y sin aun encontrar la manera de contrarrestarlo es precisamente la auto compensación que hace el instrumento, ya que cada poligonal que se levanta el instrumento la cierra automáticamente, con lo que se tuvo que tener mucho cuidado para que las coordenadas de los Puntos de control secundarios envolvente no se vean tan afectadas por los Puntos de control primarios tomados con GPS diferencial.

Y ya que este proceso de cálculo corre a cargo de la estación total, simplemente habrá que descargar la información de la libreta electrónica y dibujarla en un software de ingeniería. Para este estudio se utilizó el software AUTOCAD CIVIL 3D 2018 adecuados para dibujar el plano topográfico.

#### **- Calculo altimétrico**

Inicialmente se calculó la red principal de bancos de nivel. A través de las cotas de los Puntos de control primarios tomados con GPS diferencial, se diseñó una red de bancos cuya suma algebraica de desniveles fue igual a cero.

Con los datos que se encontraron ya asentados en la libreta, se calcularon los desniveles que existen entre los tramos de las nivelaciones que han iniciado y cerrado en bancos de nivel extremos de cota ya conocida. Con ayuda de estas cotas, es posible obtener de manera aproximada la representación de la forma y accidentes (relieves) del terreno, en base a un plano horizontal.

**3.2.2.10. Dibujo y procesamiento del plano topográfico**

Este procedimiento es relativamente sencillo, puesto que en la libreta electrónica se encuentran almacenados los datos de cada uno de los vértices localizados en las poligonales. Y se descargó los datos de la Estación Total a una Computadora, y se almacenó en un archivo designado por el operador.

En este archivo se terminó de detallarse, y en él se cuenta con la descripción de cada uno de los puntos tomados, su nomenclatura y coordenadas calculadas. Puesto que este instrumento calcula y compensa las altitudes de dato tomado.

El proceso final de todo el levantamiento topográfico consiste en dibujar el plano topográfico como resultado de todo lo antes mencionado y para ello nos apoyamos de un ordenador PC, y los softwares AutoCAD 2018, AutoCAD Civil 3D 2018, con curvas de nivel a 0.25 metros en algunos casos a medio metro.

**3.2.3. Tratamiento de datos**

Obtenidos los datos sobre los puntos de control primarios tomados con GPS diferencial, se requirió una forma de cálculo para los puntos de control secundarios que se tomaron con estación total, para lo cual se optó por hacer una hoja de cálculo Excel para el post proceso de los datos, así como también el uso de los softwares de ingeniería que se mencionó anteriormente.

El cálculo de los datos obtenidos mediante la hoja Excel se hizo a través de las fórmulas que se presentan a continuación:

**3.2.3.1. Conversión de coordenadas de proyección UTM WGS 84 a coordenadas geográficas**

- **Cálculos previos:**
  - a) Sobre la geometría del elipsoide:

$$\text{Excentricidad: } e = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{a} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Segunda Excentricidad: } e' = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b} \dots\dots\dots (2)$$

Radio Polar de Curvatura:  $c = \frac{a^2}{b}$ ..... (3)

b) Tratamiento previo de X e Y, y cálculo del meridiano central del huso:

Eliminación del retranqueo en las abscisas:

$$X = X - 500000..... (4)$$

500000 es el retranqueo que se realiza en cada huso sobre el origen de coordenadas en el eje X (meridiano central automecoico del huso) con el objetivo de que no existan coordenadas negativas.

Eliminación del retranqueo en las ordenadas:

Si las coordenadas UTM pertenecen al norte del Ecuador (Hemisferio norte), entonces Y no se modifica.

Si las coordenadas UTM pertenecen al sur del Ecuador (hemisferio sur), entonces:

$$Y = Y - 10000000..... (5)$$

10000000 en el retranqueo que se realiza a las coordenadas UTM del hemisferio sur con el objetivo de que no existan coordenadas negativas.

Calculo del meridiano central del huso en el que caen las coordenadas UTM:

$$\lambda_0 = 6 hu - 183..... (6)$$

El número de huso ha de ser conocido como un valor más de las coordenadas UTM a convertir.

**- Ecuaciones de Cotichia-Surace para el paso de UTM a geográficas**

a) Calculo de Parámetros:

$$\varphi' = \frac{Y}{6 .7 0.9}..... (7)$$

$$v = \frac{c}{(1+e' c^2 \varphi'^2)^{1/2}} 0.9996..... (8)$$

\* 0.9996 es el factor de escala en el meridiano central.

$$a = \frac{X}{v}..... (9)$$

$$A_1 = s_1 (2\varphi') \dots\dots\dots (10)$$

$$A_2 = A_1 c_1^2 \varphi' \dots\dots\dots (11)$$

$$J_2 = \varphi' + \frac{A_1}{2} \dots\dots\dots (12)$$

$$J_4 = \frac{3 J_2 + A_2}{4} \dots\dots\dots (13)$$

$$J_6 = \frac{5 J_4 + A_2 c_1^2 \varphi'}{3} \dots\dots\dots (14)$$

$$\alpha = \frac{3}{4} e'^i \dots\dots\dots (15)$$

$$\beta = \frac{5}{3} \alpha^2 \dots\dots\dots (16)$$

$$\gamma = \frac{3}{2} \alpha^3 \dots\dots\dots (17)$$

$$B = 0.9996 c (\varphi' - \alpha J_2 + \beta J_4 - \gamma J_6) \dots\dots\dots (18)$$

$$b = \frac{Y-B}{v} \dots\dots\dots (19)$$

$$= \frac{e' a^2}{2} c^2 \varphi \dots\dots\dots (20)$$

$$= a \left[ 1 - \frac{\zeta}{3} \right] \dots\dots\dots (21)$$

$$= b (1 - ) + \dots\dots\dots (22)$$

$$s_1 h = \frac{e^{\xi} - e^{-\xi}}{2} \dots\dots\dots (23)$$

\*en este caso  $e$  no es la excentricidad, sino épsilon (2.71828182845905)

$$\lambda = a t_1 \frac{s_1 h \xi}{c \eta} \dots\dots\dots (24)$$

$$\tau = a t_1 (c_1 \lambda t_1 \eta) \dots\dots\dots (25)$$

b) Cálculo final de Coordenadas Geográficas:

Longitud:  $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots_0 \dots\dots\dots (26)$

\*  $\dots\dots\dots$  ha de ser pasada a grados sexagesimales en notación decimal, puesto que el cálculo hasta ahora lo tenemos en radianes. Para ello dividimos por  $\dots\dots\dots$  y multiplicamos por 180.  $\dots\dots\dots_0$  esta ya en grados.

Latitud:

$$\varphi = \varphi' + \left[ 1 + e'^i c_1^2 \varphi' - \frac{3}{2} e'^i s_1 \varphi' c_1 \varphi' (\tau - \varphi) \right] (\tau - \varphi) \dots\dots (27)$$

Paso de radianes a grados sexagesimales en notación decimal, solo para la Latitud, la Longitud ya está en grados:

$$G \quad d\epsilon \quad = \frac{r}{n} \quad 180 \dots \dots \dots (28)$$

Paso de grados sexagesimales en notación decimal a grados, minutos y segundos:

- Grados (°) = entero de [grados decimales]
- Minutos (‘) = entero de [(grados decimales – grados °) \* 60]
- Segundos (‘‘) = [(grados decimales – grados °) \* 60 – minutos’] \* 60

Ecuaciones planteadas por Alberto Coticchia y Luciano Surace en el “*Bolletino di Geodesia e Science Affini*”, Num. 1.

**3.2.3.2. Calculo del factor de escala por proyección cartográfica (K<sub>P</sub>)**

Las coordenadas UTM nacen de una proyección secante es decir el cilindro que se adoptó para convertir a la Tierra en dos dimensiones o sea plana, interseca con la superficie terrestre. En base a eso, se toma las siguientes ecuaciones para el cálculo del factor de escala por proyección cartográfica que se presentan a continuación.

a) Sobre la geometría del elipsoide:

Radio de curvatura de la primera vertical en un punto (gran normal) N:

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}} \dots \dots \dots (29)$$

b) Calculo del factor de escala por proyección cartográfica

$$X = |500000 - ESTE| \dots \dots \dots (30)$$

$$q = 0.000001 * X \dots \dots \dots (31)$$

$$P = \left[ \frac{1 + e^2 \cdot c^2 \varphi}{2N^2 K_0^2} \right] 10^1 \dots \dots \dots (32)$$



$$K_P = K_0 [1 + P q^2 + 0.00003 q^4] \dots \dots \dots (33)$$

\*K<sub>0</sub>=Factor de escala en el meridiano central = 0.9996

**3.2.3.3. Cálculo del factor de escala por elevación (K<sub>E</sub>)**

a) Sobre la geometría del elipsoide:

Radio de curvatura del meridiano en un punto (R):

$$R = \frac{a (1-e^2)}{(1-e^2 \cos^2 \varphi)^{3/2}} \dots \dots \dots (34)$$

b) Calculo del factor de escala por elevación en base a (29) y (34)

$$K_E = \frac{\overline{R N}}{R N+h} \dots \dots \dots (35)$$

\*h = Altura elipsoidal en el punto

**3.2.3.4. Cálculo del factor de escala combinado (K<sub>c</sub>)**

El Factor de Escala Combinado, resulta del producto dado por el factor de escala por proyección cartográfica y el factor de escala por elevación como se muestra a continuación:

$$K_C = K_P K_E \dots \dots \dots (36)$$

**3.2.3.5. Cálculo de distancias en proyección UTM WGS 84 y distancias topográficas o planas**

a) Distancia en proyección UTM:

$$L_P = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2} \dots \dots \dots (37)$$

b) Distancia topográfica o plana:

$$K_P = \frac{K_{C1} + K_{C2}}{2} \dots \dots \dots (38)$$

$$L_T = \frac{L_P}{K_P} \dots \dots \dots (39)$$

**3.2.3.6. Cálculo de coordenadas topográficas**

a) Cálculo de rumbo:

$$R_1 = a \cdot \tan^{-1} \left( \frac{E_A - E_B}{N_A - N_B} \right) \dots\dots\dots (40)$$

b) Cálculo de Azimut:

Si Rumbo es Nor-este: Az = Rumbo

Si Rumbo es Sur-este: Az = 180 – Rumbo

Si Rumbo es Sur-oeste: Az = 180 + Rumbo ..... (41)

Si Rumbo es Nor-oeste: Az = 360 – Rumbo

c) Cálculo de Coordenadas Topográficas:

$$E = E_P + (S \cdot A \cdot L_T) \dots\dots\dots (42)$$

$$N = N_P + (C \cdot A \cdot L_T) \dots\dots\dots (43)$$

**3.2.3.7. Resolución del punto PCG 302 y tramo JCA7-PCG 302**

$$(1) e = \frac{6^2 + 6 \cdot 3^2}{6} = 0.081819191$$

$$(2) e = \frac{6^2 + 6 \cdot 3^2}{6 \cdot 3} = 0.082094438$$

$$(3) c = \frac{6378137^2}{6356752.314} = 6399593.625$$

$$(4) X = 372260.333 - 500000 = -127739.667$$

$$(5) Y = 8291305.548 - 10000000 = -1708694.452$$

Cálculo del meridiano central del Huso:

$$(6) \lambda_0 = 6 \cdot 19 - 183 = -69$$

Ecuaciones de Coticchia-Surace para el paso de UTM A Geográficas:

$$(7) \varphi' = \frac{-1 \cdot 4}{6 \cdot 7 \cdot 0.9} = -0.2685085$$

$$(8) v = \frac{6 \cdot 6}{(1+0.0 \cdot c^2(-0.2))^{1/2}} \cdot 0.9996 = 6377088.22$$

$$(9) a = \frac{-1 \cdot 6}{6 \cdot 2} = -0.020031033$$

$$(10) A_1 = s \cdot (2 \cdot -0.2685085) = -0.511575163$$

$$(11) A_2 = -0.511575163 \cdot c^2(-0.2685085) = -0.475570128$$

$$(12) J_2 = -0.2685085 + \frac{-0.5}{2} = 0.524296082$$

$$(13) J_4 = \frac{3 \cdot 0.5 + (-0.4)}{4} = -0.512114593$$

$$(14) J_6 = \frac{5(-0.5 + (-0.4)) c^2(-0.2)}{3} = -1.00089071$$

$$(15) \alpha = \frac{3}{4} \cdot 0.082094438^2 = 0.005054623$$

$$(16) \beta = \frac{5}{3} \cdot 0.005054623^2 = 4.258 \times 10^{-5}$$

$$(17) \gamma = \frac{3}{2} \cdot 0.005054623^3 = 1.67406 \times 10^{-7}$$

$$(18) B = 0.9996 \cdot 6399593.626 \cdot (-0.2685085) - 0.005054623 \cdot 0.524296082 + (4.25 \times 10^{-5}) \cdot (-0.512114593) - (1.67406 \times 10^{-7}) \cdot (-1700843.477) = -1700843.477$$

$$(19) b = \frac{(-1.7) - (-1.4)}{6 \cdot 2} = -0.001231122$$

$$(20) = \frac{0.0^2 \cdot (-0.0)^2}{2} c^2 \cdot (-0.2685085) = 1.25692 \times 10^{-6}$$

$$(21) = -0.020031033 \left[ 1 - \frac{1.2 \times 10^{-6}}{3} \right] = -0.020031025$$

$$(22) \eta = -0.00123112 \cdot (1 - (1.25692 \times 10^{-6})) + (-0.2685085) = -0.26973962$$

$$(23) s_i \cdot h = \frac{2.7 \cdot (-0.0) - (-2.7) \cdot (-0.0)}{2} = -0.02003236$$

$$(24) \lambda = a \cdot t_i \cdot \frac{s_i \cdot (-0.0)}{c \cdot (-0.2t)} = -0.020780912$$

$$(25) \tau = a \cdot n[c \cdot (-0.020780912) \cdot t_i \cdot (-0.26973962)] = -0.2696842$$

Longitud:

$$(26) \text{ en grados decimales} = \frac{-0.0}{\pi} \cdot 180 = -1.190658552$$

$$= -1.190658552 + (-69) = -70.19065856^\circ = 70^\circ 11' 26.3708026$$

Latitud:

$$(27) \varphi = -0.2685085 + \left[ 1 + 0.082094438^2 \cdot c^2 \cdot (-0.2685085) - \frac{3}{2} \cdot 0.082094438^2 \cdot s_i \cdot (-0.2685085) \cdot \cos(-0.2685085) \cdot (-0.2696842 - (-0.2685085)) \right] \cdot (-0.2696842 - (-0.2685085)) = -0.26969153$$

$$(28) \varphi \text{ en grados decimales} = \frac{-0.2}{\pi} \cdot 180 = -15.45218619$$

$$= 15^\circ 27' 07.8702741$$

Calculo del Factor de escala por proyección Cartográfica:

$$(29) N = \frac{6}{(1-0.0 \frac{2}{6} \frac{2(-1.4)}{.0 \frac{2}{.09} \frac{2}{2}})^{1/2}} = 6379653.033$$

$$(30) X = |500000 - 372260.333| = 127739.667$$

$$(31) q = 0.000001 * 127739.667 = 0.12773967$$

$$(32) P = \left[ \frac{1+0.0 \frac{2}{6} \frac{2(-1.4)}{.0 \frac{2}{.09} \frac{2}{2}}}{2} \right] 10^1 = 0.012371833$$

$$(33) K_F = 0.9996 [1 + 0.12371833 \cdot 0.12773967^2 + 0.00003 \cdot 0.12773967^4] = 0.999801804$$

Calculo del Factor de escala por Elevación:

$$(34) R = \frac{6}{(1-0.0 \frac{2}{6} \frac{2(-1.4)}{.0 \frac{2}{.09} \frac{2}{2}})^{3/2}} = 6339958.054245560$$

$$(35) K_E = \frac{\frac{6}{6} \frac{.0}{.0} \frac{6}{6} \frac{.0}{.0} + 3}{.1} = 0.999391053$$

Calculo del Factor de escala Combinado:

$$(36) K_C = 0.999801804 \cdot 0.999391053 = 0.999192978$$

Calculo de la Distancia en Proyección UTM JCA7-PCG302:

$$(37) L_P = \sqrt{(372260.333 - 378226.850)^2 + (8291305.548 - 8286813.266)^2} = 7468.5958$$

Calculo de la Distancia Topográfica o Plana:

$$(38) K_P = \frac{0.9 \frac{+0.9}{2}}{2} = 0.999212481$$

$$(39) L_T = \frac{7.5}{0.9} = 7474.4821$$

Calculo de Coordenadas Topográficas:

$$(40) R_1 = a \cdot t \left( \frac{3 \frac{.8}{2} \frac{-3}{-8} \frac{.3}{.5}}{8} \right) = -53.0233495$$

$$(41) A = 360 - 53.0233495 = 306.9766505 \dots (a \quad a \quad N \quad )$$

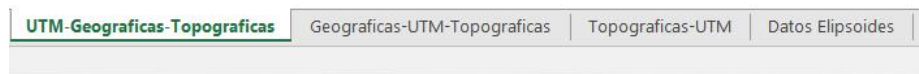
$$(42) E = 378226.850 + (S \quad 306.9766505 \quad 7474.4821) = 372255.631$$

$$(43) N = 8286813.266 + (C \quad 306.9766505 \quad 7474.4821) = 8291309.089$$

### 3.2.3.8. Uso de la hoja de cálculo Excel programada

La hoja Excel programada contiene cuatro pestañas, de las cuales las tres primeras tienen su forma de cálculo individual de acuerdo a los datos que se tienen

y que se desean calcular y el cuarto es una hoja para ingresar datos de elementos de los elipsoides necesarios para el cálculo de datos, las cuales son:



*Figura 36: Pestañas de la hoja de cálculo Excel creada.  
Fuente: Elaboración propia*

#### - UTM-Geográficas-Topográficas

Con esta primera pestaña o primera hoja, se hacen los cálculos con datos de coordenadas de proyección UTM, para transformarlos a coordenadas Geográficas, calcular los Factores de escala y transformación a coordenadas Topográficas.

Los primeros datos que se colocan son: El sistema de proyección UTM (en este caso es el sistema WGS 84), Factor de escala del meridiano central, el Huso y el Hemisferio donde se está haciendo el estudio:

<b>Selección de Elipsoide:</b>	
WGS84	▼
<b>Factor de Escala en el Meridiano central:</b>	0.9996
<b>Huso</b>	19
<b>Merid. central</b>	-69
<b>Hemisferio</b>	S

*Figura 37: Elección del sistema de proyección UTM, Huso, Hemisferio. Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia*

Más abajo se colocan las coordenadas según la proyección UTM elegida, con sus alturas ortométricas y elipsoidales ya obtenidas anteriormente con el GPS diferencial utilizado:

VERT.	COORDENADAS UTM			
	ESTE	NORTE	COTA ORTH.	COTA ELIPS.
JCA7	378226.8497	8286813.2661	3826.142	3872.3729
PCG-302	372260.3330	8291305.5480	3828.683	3875.123
PCG-403	372208.5030	8291471.1440	3829.073	3875.553
PCG-12	369144.0580	8293165.2540	3847.239	3893.674
PCG-11	368928.3700	8293360.4450	3832.759	3879.196
PCG-13	361902.7130	8290000.6670	3833.103	3879.461
PCG-14	361435.3260	8289870.0330	3835.867	3882.223
PCG-15	358970.0770	8293791.2410	3854.529	3901.034
PCG-16	357057.9880	8294556.5260	3849.996	3896.566
PCG-17	354651.3970	8297635.5480	3860.022	3906.718
PCG-18	353843.5560	8299149.2600	3862.617	3909.348

Figura 38: Ingreso de las coordenadas de proyección UTM elegida. Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtiene los resultados requeridos de acuerdo a los datos ingresados anteriormente, obteniendo los Factores de Escala, Coordenadas Geográficas y Coordenadas Topográficas:

FACTORES DE ESCALA			DISTANCIA UTM WGS 84	DISTANCIA GEODESICA	DISTANCIA TOPOGRAFICA	COORD. TOPOGRAFICAS		
PROYECCION KP	ELEVACION KE	COMBINADO KC				ESTE	NORTE	COTA
0.999733351	0.999351487	0.999175009				378226.850	8286813.265	3825.142
0.999801804	0.999351053	0.999192978	7468.5955	7470.1448	7474.4818	372255.631	8251309.089	3823.683
0.999801968	0.999350986	0.999193074	7610.2775	7611.8556	7616.2755	372203.760	8251474.815	3823.073
0.999812470	0.999350413	0.999202997	11083.5398	11085.7799	11052.2752	359136.899	8253170.260	3847.239
0.999811771	0.999388139	0.999200025	11372.2151	11371.5175	11381.1780	358921.041	8253365.605	3832.759
0.999835858	0.999350373	0.999225330	16632.4070	16635.5740	16645.5157	351889.847	8250003.179	3833.103
0.999837457	0.999389939	0.999227495	17067.4864	17070.7226	17080.9380	351422.092	8289872.442	3835.867
0.999845983	0.999386983	0.999233061	20482.0758	20485.8721	20458.2185	358954.900	8253795.741	3854.529
0.999852699	0.999387685	0.999240474	22540.6029	22541.7050	22558.3681	357041.304	8254562.629	3849.995
0.999851281	0.999386089	0.999247455	25940.7740	25945.3836	25961.2189	354632.816	8257644.077	3860.022
0.999854154	0.999385676	0.999249953	27326.2101	27331.0260	27347.7469	353824.339	8259153.982	3862.617

Figura 39: Resultados Obtenidos de la Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia

- Geográficas-UTM-Topográficas

Con esta segunda pestaña o segunda hoja, se hacen los cálculos con datos de coordenadas Geográficas, para transformarlos a coordenadas de proyección UTM, calcular los Factores de escala y transformación a coordenadas Topográficas.

Los datos que se colocan son: El sistema de proyección UTM (en este caso es el sistema WGS 84), Factor de escala del meridiano central, Coordenadas Geográficas y alturas ortométricas y elipsoidales:

VERT.	COORDENADAS GEOGRAFICAS							
	LONGITUD ( $\lambda$ )			LATITUD ( $\varphi$ )		COTA ORTH.	COTA ELIPS.	
JCA7	70°	8'	6.986948" W	15°	29'	35.101989" S	3826.142	3872.3729
PCG-302	70°	11'	26.3708" W	15°	27'	7.8702741" S	3828.683	3875.123
PCG-403	70°	11'	28.07894" W	15°	27'	2.4724318" S	3829.073	3875.553
PCG-12	70°	13'	17.76708" W	15°	26'	0.3963202" S	3847.239	3893.674
PCG-11	70°	13'	10.56851" W	15°	26'	6.7875821" S	3832.759	3879.196
PCG-13	70°	17'	14.1277" W	15°	27'	48.387617" S	3833.103	3879.461
PCG-14	70°	17'	29.83529" W	15°	27'	52.547016" S	3835.867	3882.223
PCG-15	70°	18'	51.74255" W	15°	25'	44.470181" S	3854.529	3901.034
PCG-16	70°	19'	55.72455" W	15°	25'	19.18672" S	3849.996	3896.566
PCG-17	70°	21'	15.80117" W	15°	23'	38.512881" S	3860.022	3906.718
PCG-18	70°	21'	42.57494" W	15°	22'	49.094201" S	3862.617	3909.348

Figura 40: Ingreso de las coordenadas geográficas. Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtiene los resultados requeridos de acuerdo a los datos ingresados anteriormente, obteniendo los Factores de Escala, Coordenadas UTM y Coordenadas Topográficas:

COORDENADAS UTM			FACTORES DE ESCALA			COORD. TOPOGRAFICAS		
ESTE	NORTE	COTA	PROYECCION Kp	ELEVACION Ke	COMBINADO Kc	ESTE	NORTE	COTA
378226.8505	8286813.766	3825.142	0.999783391	0.995391487	0.999175009	378226.851	8286813.766	3825.142
372260.3337	8291305.548	3828.683	0.999801304	0.995391053	0.999192978	372255.631	8291309.088	3828.683
372208.5037	8291471.144	3829.073	0.999801368	0.995390585	0.999193074	372203.760	8291474.815	3829.073
368928.3707	8293360.445	3647.235	0.999812470	0.995388130	0.999200724	368921.042	8293365.605	3647.235
369144.0587	8293165.254	3832.755	0.999811771	0.995390413	0.999202299	369136.900	8293170.260	3832.755
361902.7137	8290000.667	3833.103	0.999835558	0.995390373	0.999226330	361889.848	8290003.179	3833.103
361435.3267	8289870.033	3835.867	0.999837437	0.995389539	0.999227495	361422.093	8289872.442	3835.867
358970.0777	8293791.741	3854.529	0.999845383	0.995386683	0.999233061	358954.901	8293796.740	3854.529
357057.9887	8294556.526	3849.996	0.999852599	0.995387685	0.999240471	357041.305	8294562.629	3849.996
354651.3573	8297635.548	3860.022	0.999861281	0.995386089	0.999247455	354632.817	8297644.077	3860.022
353043.5563	8299149.26	3862.617	0.999864194	0.995385675	0.999249953	353024.339	8299158.982	3862.617

Figura 41: Resultados obtenidos de las coordenadas geográficas. Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia

- Topográficas-U.T.M.

Con esta tercera pestaña o tercera hoja, se hacen los cálculos con datos de coordenadas y distancias de proyección UTM, para transformarlos a coordenadas y distancias Topográficas.

Los datos que se colocan son: Factor de Escala promedio en la zona, Coordenadas del punto de control base y coordenadas topográficas de los puntos a transformar:

FACTOR DE ESCALA		0.999212481		DATOS A INGRESAR		RESULTADOS OBTENIDOS				
COORDENADAS DE PUNTO DE CONTROL BASE										
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBS.						
JCA7	378226.65	8286813.266	3826.142							
COORDENADAS TOPOGRAFICAS				DIST. TOPOGR.	DIST. TOP. POR TRAMO	DIST. UTM POR TRAMO	DIST. UTM	COORDENADAS UTM		
PTO	ESTE	NORTE	COTA					ESTE	NORTE	COTA
PCG 302	372255.624	8291300.093	3828.694	7474.489973	7474.489973	7468.60367	7458.60367	372260.3265	8291305.552	3828.694
PCG 403	372203.753	8291474.82	3829.074	7615.284079	173.655	173.516	7610.28611	372208.4963	8291471.149	3829.074
V-L 32	371557.061	8291660.576	3836.673	8250.428191	675.363	674.831	8243.930822	371562.3336	8291665.752	3836.673
V-L 33	371283.555	8292060.006	3826.288	8702.73351	476.707	476.332	8505.879942	371289.027	8292055.874	3826.288
V-L 31	370632.251	8291574.846	3820.777	8953.848396	812.147	811.507	8055.789195	370638.2315	8291571.056	3820.777
V L 30	370314.52	8292350.707	3843.38	9657.211343	838.244	837.584	9549.606105	370321.1608	8292346.346	3843.38
PCG 312	369136.89	8293170.267	3847.239	11092.28716	1435.081	1433.951	11093.55178	369144.0485	8293165.261	3847.239
PCG 311	368921.031	8293365.612	3832.759	11331.19086	291.127	290.857	11372.22796	368928.3595	8293360.452	3832.759
V L 29	368170.426	8292040.136	3830.864	11333.65932	1523.251	1522.052	11324.73385	368178.3456	8292036.02	3830.864
V L 28	367065.44	8291941.154	3829.132	12233.00894	1109.410	1108.537	12273.33583	367074.2298	8291937.116	3829.132
V L 27	366281.07	8291530.854	3831.539	12343.57023	885.202	884.505	12333.45568	366290.4775	8291527.139	3831.539
V L 26	365762.221	8291169.682	3832.006	13203.98942	632.178	631.681	13193.59102	365772.0371	8291166.251	3832.006
V-L 20	365782.247	8290139.862	3830.361	12331.55211	1030.015	1029.204	12371.40761	365792.0474	8290137.242	3830.361
V-L 19	365177.639	8290260.169	3832.343	13495.77917	616.461	615.976	13486.1502	365187.9155	8290257.454	3832.343
V-L 18	364062.006	8290275.099	3832.899	14531.73835	1115.733	1114.854	14570.25495	364073.1611	8290272.373	3832.899
V-L 17	363592.112	8289885.774	3832.011	14953.99638	609.587	609.107	14942.21982	363603.6371	8289884.354	3832.011
V-L 16	362359.555	8290092.456	3834.778	16202.55746	1249.561	1248.577	15139.79761	362372.0908	8290089.874	3834.778
PCG-313	361889.83	8290003.183	3833.103	16575.53372	478.142	477.796	16532.42505	361902.6957	8290000.671	3833.103
PCG-314	361422.071	8289872.775	3835.867	17030.95643	485.683	485.301	17057.50485	361435.3081	8289870.036	3835.867
V-L 15	360811.545	8289333.757	3834.124	17599.16025	800.980	800.349	17585.30058	360825.6895	8289331.757	3834.124
V-L 14	359879.886	8290887.304	3838.149	18733.85202	1794.847	1793.424	18779.0515	359894.3346	8290884.056	3838.149
V-L 13	357805.526	8291517.009	3840.19	20355.65163	2167.450	2165.742	20339.14866	357822.0075	8291513.305	3840.19
V-L 12	358170.356	8292555.551	3840.322	20452.60468	1101.570	1100.702	20461.7499	358186.1505	8292552.028	3840.322
V-L 11	357421.021	8292943.924	3840.21	21591.67627	845.848	845.182	21574.59367	357437.7406	8292944.052	3840.21
PCG-315	358954.879	8293795.748	3854.529	20498.24107	1752.577	1751.157	20432.09832	358970.056	8293791.248	3854.529
PCG-315	357041.281	8294562.637	3849.996	22558.39278	2061.175	2059.552	22540.62762	357057.965	8294556.534	3849.996
V-L 10	356737.133	8294933.187	3855.574	22977.6153	479.388	479.011	22954.57393	356754.0566	8294926.752	3855.574
V-L 9	356244.139	8295679.109	3856.341	23703.22246	894.116	893.411	23634.55577	356261.4508	8295672.127	3856.341
V-L 8	355273.578	8296939.447	3863.96	25087.69095	1590.736	1589.483	25057.93397	355291.6541	8296931.477	3863.96
V-L 7	354657.157	8297343.387	3876.992	25815.00189	736.992	736.411	25730.67208	354675.2136	8297335.104	3876.992
UTM-Geograficas-topograficas				Geograficas-UTM-Topograficas		Topograficas-UTM		Datos Elipsoides		

Figura 42: Conversión de coordenadas topográficas a proyección UTM. Hoja Excel. Fuente: Elaboración propia

- Datos Elipsoides

En esta cuarta pestaña o cuarta hoja, se colocan los datos de los elipsoides, los cuales son necesarios para los cálculos en proyecciones UTM.



	Elipsoide	Fecha	a (semieje mayor)	b (semieje menor)
1	Airy 1830	1830	6377563.396000	6356256.910000
2	Airy Modificado 1965	1965	6377340.189000	6356034.447900
3	Bessel 1841	1841	6377397.155000	6356078.962840
4	Clarke 1866	1866	6378206.400000	6356583.800000
5	Clarke 1880	1880	6378249.145000	6356514.869550
6	Fischer 1960	1960	6378166.000000	6356784.280000
7	Fischer 1968	1968	6378150.000000	6356768.330000
8	GRS80	1980	6378137.000000	6356752.314140
9	Hayford 1909	1909	6378388.000000	6356911.946130
10	Helmert 1906	1906	6378200.000000	6356818.170000
11	Hough 1960	1960	6378270.000000	6356794.343479
12	Internacional 1909	1909	6378388.000000	6356911.946130
13	Internacional 1924	1924	6378388.000000	6356911.946130
14	Krasovsky 1940	1940	6378245.000000	6356863.018800
15	Mercury 1960	1960	6378166.000000	6356784.283666
16	Mercury Modificado 1968	1968	6378150.000000	6356768.337303
17	Nuevo Internacional 1967	1967	6378157.500000	6356772.200000
18	Sudamericano 1969	1969	6378160.000000	6356774.720000
19	Walbeck 1817	1817	6376896.000000	6355834.846700
20	WGS66	1966	6378145.000000	6356759.769356
21	WGS72	1972	6378135.000000	6356750.519915
22	WGS84	1984	6378137.000000	6356752.314245
23	Definido por el Usuario1	????	6378388.000000	6356911.946130
24	Definido por el Usuario2	????	6378388.000000	6356911.946130

*Figura 43: Datos de los Elipsoides para las proyecciones UTM. Hoja Excel.  
Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. METODO ESTADISTICO

#### 3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es cuantitativo, porque estableceremos relaciones causales que supongan una explicación para los objetivos del presente estudio. Este tipo de investigación se basa sobre muestras grandes y representativas de una población determinada.

#### 3.3.2. Tipo de investigación según enfoque

El tipo de investigación según enfoque es aplicativo, dado que con la presente tesis se busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros.

#### 3.3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Explicativo, porque determinaremos las causas y consecuencias de un fenómeno en concreto relacionaremos las variables de estudio con apoyo de los puntos de control obtenidos mediante GPS Diferencial, tanto en coordenadas WGS 84 como Topográficas.

### 3.3.4. Población y muestra

Se tomó como población el Trabajo de Campo para el Estudio Topográfico y Batimétrico para la delimitación de la faja marginal del Rio Lampa, Provincia de Lampa, Región Puno.

La muestra son dos grupos:

- Los puntos de control medidos aplicando el factor de escala.
- Los puntos de control medidos sin aplicar factor de escala.

Se denotaron por  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  e  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ , estos grupos tienen como patrón a puntos establecidos con GPS Diferencial para la respectiva comparación para ver cuál de las dos se aproximan más a estos puntos patrón y si están o no dentro del margen de aceptación.

### 3.3.5. Prueba de hipótesis

Con una prueba de hipótesis con análisis paramétrico, se aplicó una prueba T de Student, que sirve para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias:

$H_0$ : La determinación y el uso del factor de escala combinado para estación total en los puntos de control no inciden significativamente en la reducción de distancias topográficas a distancias en la proyección UTM, no permite tener mayor precisión y no varía notablemente con los puntos establecidos con GPS.

$H_1$ : La determinación y el uso del factor de escala combinado para estación total en los puntos de control inciden significativamente en la reducción de distancias topográficas a distancias en la proyección UTM, permite tener mayor precisión y varía notablemente con los puntos establecidos con GPS.

La prueba T de Student para dos muestras relacionadas o apareadas se basó en el estadístico:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S / \sqrt{n}}$$

Donde  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  denotan el error medio en cada uno de los grupos:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Con un nivel de confianza al 0.95 ó 95%

## CAPITULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RECOLECCION DE DATOS DE GPS DIFERENCIAL Y ESTACION  
TOTAL

## 4.1.1. Datos obtenidos con GPS diferencial

Las coordenadas de los puntos de control primarios obtenidos con GPS diferencial se muestran en los cuadros siguientes en el sistema WGS 84, los reportes de cálculo se muestran en el anexo C de la presente tesis

## a) Coordenadas UTM WGS 84

*Tabla 6: Coordenadas UTM WGS84 de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial.*

COORDENADAS UTM WGS84: ZONA SUR 19					
NRO.	PTO. CONTROL	ESTE	NORTE	ALTURA ORTOM.	ALTURA ELIPSOIDAL
1	JCA7	378226.850	8286813.266	3826.142	3872.373
2	PCG 302	372260.333	8291305.548	3828.684	3875.123
3	PCG 403	372208.503	8291471.144	3829.074	3875.553
4	PCG 11	368928.370	8293360.445	3832.759	3879.196
5	PCG 12	369144.058	8293165.254	3847.239	3893.674
6	PCG 13	361902.713	8290000.667	3833.103	3879.461
7	PCG 14	361435.326	8289870.033	3835.867	3882.223
8	PCG 15	358970.077	8293791.241	3854.529	3901.034
9	PCG 16	357057.988	8294556.526	3849.996	3896.566
10	PCG 17	354651.397	8297635.548	3860.022	3906.718
11	PCG 18	353843.556	8299149.26	3862.617	3909.348

*Fuente: Elaboración Propia*

## b) Coordenadas geográficas

*Tabla 7: Coordenadas Geográficas de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial.*

COORDENADAS GEOGRAFICAS					
NRO.	PTO. CONTROL	LONGITUD ( )	LATITUD ( )	ALTURA ORTOM.	ALTURA ELIPSOIDAL
1	JCA7	70°08'06.98697"	15°29'35.10170"	3826.142	3872.373
2	PCG 302	70°11'26.37080"	15°27'7.87027"	3828.684	3875.123
3	PCG 403	70°11'28.07894"	15°27'2.47243"	3829.074	3875.553
4	PCG 11	70°13'17.76708"	15°26'0.39602"	3832.759	3879.196
5	PCG 12	70°13'10.56853"	15°26'6.78731"	3847.239	3893.674
6	PCG 13	70°17'14.12766"	15°27'48.38726"	3833.103	3879.461
7	PCG 14	70°17'29.83531"	15°27'52.54675"	3835.867	3882.223
8	PCG 15	70°18'51.74253"	15°25'44.46997"	3854.529	3901.034
9	PCG 16	70°19'55.72458"	15°25'19.18644"	3849.996	3896.566
10	PCG 17	70°21'15.80119"	15°23'38.51276"	3860.022	3906.718
11	PCG 18	70°21'42.57496"	15°22'49.09393"	3862.617	3909.348

*Fuente: Elaboración Propia*

c) **Coordenadas topográficas o planas****Tabla 8:** Coordenadas Topográficas de los Puntos de Control Primarios, calculadas con GPS diferencial.

<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS: ZONA SUR 19</b>					
<b>NRO.</b>	<b>PTO. CONTROL</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA ORTOM.</b>	<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b>
1	JCA7	378226.850	8286813.266	3826.142	3872.373
2	PCG 302	372255.624	8291309.093	3828.684	3875.123
3	PCG 403	372203.753	8291474.820	3829.074	3875.553
4	PCG 11	368921.031	8293365.612	3832.759	3879.196
5	PCG 12	369136.890	8293170.267	3847.239	3893.674
6	PCG 13	361889.830	8290003.183	3833.103	3879.461
7	PCG 14	361422.074	8289872.445	3835.867	3882.223
8	PCG 15	358954.879	8293796.748	3854.529	3901.034
9	PCG 16	357041.281	8294562.637	3849.996	3896.566
10	PCG 17	354632.791	8297644.089	3860.022	3906.718
11	PCG 18	353824.312	8299158.996	3862.617	3909.348

Fuente: Elaboración Propia

d) **Factores de escala o coeficientes de anamorfosis****Tabla 9:** Factores de Escala calculadas con GPS Diferencial

<b>FACTOR DE ESCALA</b>				
<b>NRO.</b>	<b>PTO. CONTROL</b>	<b>POR PROYECCION (K<sub>P</sub>)</b>	<b>POR ELEVACION (K<sub>E</sub>)</b>	<b>COMBINADO (K<sub>C</sub>)</b>
1	JCA7	0.999783391	0.999391487	0.999175009
2	PCG 302	0.999801804	0.999391053	0.999192978
3	PCG 403	0.999801968	0.999390986	0.999193074
4	PCG 11	0.999812470	0.999390413	0.999202997
5	PCG 12	0.999811771	0.999388139	0.999200025
6	PCG 13	0.999835858	0.999390373	0.999226330
7	PCG 14	0.999837457	0.999389939	0.999227495
8	PCG 15	0.999845983	0.999386983	0.999233061
9	PCG 16	0.999852699	0.999387685	0.999240474
10	PCG 17	0.999861281	0.999386089	0.999247455
11	PCG 18	0.999864194	0.999385676	0.999249953
<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO PROMEDIO:</b> (0.999175009+0.999249953)/2 = <b>0.999212481</b>				

Fuente: Elaboración Propia

**4.1.2. Datos obtenidos con estación total**

La obtención de las coordenadas de los puntos de control secundarios con estación total, se hizo mediante una poligonal abierta, enlazado por tramos a los puntos de control tomados con GPS diferencial sin el uso del factor de escala ( $K_c=1.00000$ ), obteniendo como resultado el siguiente cuadro:

**Tabla 10:** Coordenadas Topográficas de los Puntos de Control Secundarios, calculadas con Estación Total.

<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS: ZONA SUR 19</b>				
<b>(Kc=1.000000000)</b>				
<b>NRO.</b>	<b>PTO. CONTROL</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA ORTOMETRICA</b>
1	V-L 1	353275.999	8300119.980	3860.919
2	V-L 2	353356.242	8299972.018	3859.951
3	V-L 3	352830.001	8300653.864	3859.126
4	V-L 4	353225.056	8300137.884	3857.266
5	V-L 5	352487.048	8300578.006	3860.831
6	V-L 6	353370.194	8299978.006	3859.340
7	V-L 7	354657.152	8297343.397	3876.992
8	V-L 8	355273.578	8296939.447	3863.960
9	V-L 9	356244.139	8295679.109	3856.341
10	V-L 10	356737.133	8294933.187	3855.574
11	V-L 11	357421.021	8292948.924	3840.210
12	V-L 12	358170.356	8292556.551	3840.322
13	V-L 13	357805.926	8291517.009	3840.190
14	V-L 14	359879.886	8290887.304	3838.149
15	V-L 15	360811.975	8289353.457	3834.124
16	V-L 16	362359.595	8290092.456	3834.778
17	V-L 17	363592.112	8289886.774	3832.011
18	V-L 18	364062.006	8290275.099	3832.899
19	V-L 19	365177.639	8290260.169	3832.343
20	V-L 20	365782.247	8290139.862	3830.361
21	V-L 26	365762.221	8291169.682	3832.006
22	V-L 27	366281.070	8291530.854	3831.539
23	V-L 28	367065.440	8291941.154	3829.132
24	V-L 29	368170.426	8292040.136	3830.864
25	V-L 30	370314.930	8292350.707	3843.380
26	V-L 31	370632.251	8291574.846	3828.777
27	V-L 32	371557.081	8291669.576	3836.673
28	V-L 33	371283.559	8292060.006	3826.288

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3. Datos obtenidos por post proceso

##### a) Coordenadas en proyección UTM WGS 84 mediante hoja Excel

Con los datos obtenidos en campo con estación total, se procedió a calcular los puntos de control secundario utilizando El factor de Escala promedio de todo el tramo en estudio ( $Kc=0.999212481$ ), para obtener coordenadas en proyección UTM WGS 84 mediante una hoja Excel elaborado para la presente tesis, obteniendo como resultado el siguiente cuadro:

**Tabla 11:** Coordenadas UTM WGS 84 de los Puntos de Control Secundarios, calculadas en hoja Excel.

<b>COORDENADAS UTM WGS 84: ZONA SUR 19</b>				
<b>(Kc=0.999212481)</b>				
<b>NRO.</b>	<b>PTO. CONTROL</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA ORTOMETRICA</b>
1	V-L 1	353295.648	8300109.501	3860.919
2	V-L 2	353375.828	8299961.655	3859.951
3	V-L 3	352850.002	8300642.964	3859.126
4	V-L 4	353244.745	8300127.391	3857.266
5	V-L 5	352507.319	8300567.166	3860.831
6	V-L 6	353389.769	8299967.639	3859.340
7	V-L 7	354675.714	8297335.104	3876.992
8	V-L 8	355291.654	8296931.472	3863.960
9	V-L 9	356261.451	8295672.127	3856.341
10	V-L 10	356754.057	8294926.792	3855.574
11	V-L 11	357437.406	8292944.092	3840.210
12	V-L 12	358186.151	8292552.028	3840.322
13	V-L 13	357822.008	8291513.305	3840.190
14	V-L 14	359894.335	8290884.096	3838.149
15	V-L 15	360825.690	8289351.457	3834.124
16	V-L 16	362372.091	8290089.874	3834.778
17	V-L 17	363603.637	8289884.354	3832.011
18	V-L 18	364073.161	8290272.373	3832.899
19	V-L 19	365187.916	8290257.454	3832.343
20	V-L 20	365792.047	8290137.242	3830.361
21	V-L 26	365772.037	8291166.251	3832.006
22	V-L 27	366290.478	8291527.139	3831.539
23	V-L 28	367074.230	8291937.116	3829.132
24	V-L 29	368178.346	8292036.020	3830.864
25	V-L 30	370321.161	8292346.346	3843.380
26	V-L 31	370638.232	8291571.096	3828.777
27	V-L 32	371562.334	8291665.752	3836.673
28	V-L 33	371289.027	8292055.874	3826.288

Fuente: Elaboración Propia

**b) Distancias desde el punto de control base JCA7 hacia los puntos de control primarios y secundarios obtenidos**

Las distancias obtenidas mostradas en el siguiente cuadro fueron calculadas en hoja Excel en base a los puntos calculados en ambos casos como son: sin aplicar el factor de escala ( $Kc=1.00000000$ ), como también aplicando el factor de escala promedio en el tramo total en estudio ( $Kc=0.999212481$ ).

*Tabla 12: Distancias Medidas desde el Punto Base, en hoja Excel.*

<b>DISTANCIAS CALCULADAS DESDE PUNTO BASE JCA7</b>			
<b>Nro.</b>	<b>TRAMO</b>	<b>DIST. TOPOGR</b>	<b>DIST. UTM</b>
1	JCA7- PCG 302	7474.490	7468.604
2	JCA7- PCG 403	7616.284	7610.286
3	JCA7- V-L 32	8250.428	8243.931
4	JCA7- V-L 33	8702.734	8695.880
5	JCA7- V-L 31	8963.848	8956.789
6	JCA7- V-L 30	9657.211	9649.606
7	JCA7- PCG-312	11092.287	11083.552
8	JCA7- PCG-311	11381.191	11372.228
9	JCA7- V-L 29	11333.659	11324.734
10	JCA7- V-L 28	12283.009	12273.336
11	JCA7- V-L 27	12843.570	12833.456
12	JCA7- V-L 26	13203.989	13193.591
13	JCA7- V-L 20	12881.552	12871.408
14	JCA7- V-L 19	13496.779	13486.150
15	JCA7- V-L 18	14581.738	14570.255
16	JCA7- V-L 17	14953.996	14942.220
17	JCA7- V-L 16	16202.557	16189.798
18	JCA7- PCG-313	16645.534	16632.425
19	JCA7- PCG-314	17080.956	17067.505
20	JCA7- V-L 15	17599.160	17585.301
21	JCA7- V-L 14	18793.852	18779.052
22	JCA7- V-L 13	20955.652	20939.149
23	JCA7- V-L 12	20862.605	20846.175
24	JCA7- V-L 11	21691.676	21674.594
25	JCA7- PCG-315	20498.241	20482.098
26	JCA7- PCG-316	22558.393	22540.628
27	JCA7- V-L 10	22972.615	22954.524
28	JCA7- V-L 9	23703.222	23684.556
29	JCA7- V-L 8	25087.691	25067.934
30	JCA7- V-L 7	25815.002	25794.672
31	JCA7- PCG-317	25961.247	25940.802
32	JCA7- PCG-318	27347.777	27326.240
33	JCA7- V-L 6	28127.633	28105.482
34	JCA7- V-L 2	28137.162	28115.004
35	JCA7- V-L 1	28277.440	28255.171
36	JCA7- V-L 4	28330.816	28308.505
37	JCA7- V-L 3	28923.383	28900.605
38	JCA7- V-L 5	29189.133	29166.146

*Fuente: Elaboración Propia*



c) **Distancias por tramos entre cada punto de control primario y secundario consecutivos en la poligonal abierta formada**

Las distancias obtenidas mostradas en el siguiente cuadro fueron calculadas en hoja Excel en base a los puntos calculados en ambos casos como son: sin aplicar el factor de escala ( $K_c=1.00000000$ ), como también aplicando el factor de escala promedio en el tramo total en estudio ( $K_c=0.999212481$ ).

*Tabla 13: Distancias Medidas por tramo, calculadas hoja Excel.*

<b>DISTANCIAS POR TRAMO</b>			
<b>Nro.</b>	<b>TRAMO</b>	<b>DIST. TOPOGR</b>	<b>DIST. UTM</b>
1	JCA7 - PCG302	7474.490	7468.604
2	PCG 302- PCG403	173.655	173.518
3	PCG 403- V-L 32	675.363	674.831
4	V-L 32 - V-L 33	476.707	476.332
5	V-L 33 - V-L 31	812.147	811.507
6	V-L 31 - V-L 30	838.244	837.584
7	V-L 30 - PCG312	1435.081	1433.951
8	PCG-312- PCG311	291.127	290.897
9	PCG-311- V-L 29	1523.251	1522.052
10	V-L 29 - V-L 28	1109.410	1108.537
11	V-L 28 - V-L 27	885.202	884.505
12	V-L 27 - V-L 26	632.178	631.681
13	V-L 26 - V-L 20	1030.015	1029.204
14	V-L 20 - V-L 19	616.461	615.976
15	V-L 19 - V-L 18	1115.733	1114.854
16	V-L 18 - V-L 17	609.587	609.107
17	V-L 17 - V-L 16	1249.561	1248.577
18	V-L 16- PCG-13	478.172	477.796
19	PCG-313- PCG-14	485.683	485.301
20	PCG-314- V-L 15	800.980	800.349
21	V-L 15 - V-L 14	1794.847	1793.434
22	V-L 14 - V-L 13	2167.450	2165.743
23	V-L 13 - V-L 12	1101.570	1100.703
24	V-L 12 - V-L 11	845.848	845.182
25	V-L 11 - PCG315	1752.577	1751.197
26	PCG-315- PCG-16	2061.175	2059.552
27	PCG-316- V-L 10	479.388	479.011
28	V-L 10 - V-L 9	894.116	893.411
29	V-L 9 - V-L 8	1590.736	1589.483
30	V-L 8 - V-L 7	736.992	736.411
31	V-L 7 - PCG317	301.677	301.440
32	PCG-317- PCG318	1717.143	1715.791

33	PCG-318-	V-L 6	936.483	935.746
34	V-L 6 -	V-L 2	15.183	15.171
35	V-L 2 -	V-L 1	168.320	168.188
36	V-L 1 -	V-L 4	53.998	53.955
37	V-L 4 -	V-L 3	649.849	649.337
38	V-L 3 -	V-L 5	351.242	350.966

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.4. Post proceso de datos en AutoCAD CIVIL 3D 2018

El proceso de datos obtenidos de la hoja Excel y los datos con GPS diferencial se plasmó en el software de ingeniería AutoCAD civil 3d 2018 para obtener los resultados de la poligonal formada por los puntos de control primarios y secundarios, así como también el producto final del levantamiento topográfico del tramo del rio lampa en el presente estudio. El proceso de datos fue de la siguiente manera:

##### a) Configuración inicial de la plataforma AutoCAD CIVIL 3D

Para iniciar con el procesamiento de datos en el software es necesario hacer una configuración inicial en la plataforma, la cual trata de colocar datos de proyección UTM la cual se va usar, el Huso y hemisferio de la zona en estudio para lo cual en la pantalla de inicio del Autocad Civil 3D, en la ventana de “Toolspace” nos vamos a la pestaña “Settings”, clic derecho en el nombre del proyecto y colocar “Edit Drawing Setting”, la ventana que aparece, se configuró de acuerdo a la Figura 45. Mostrado a continuación:

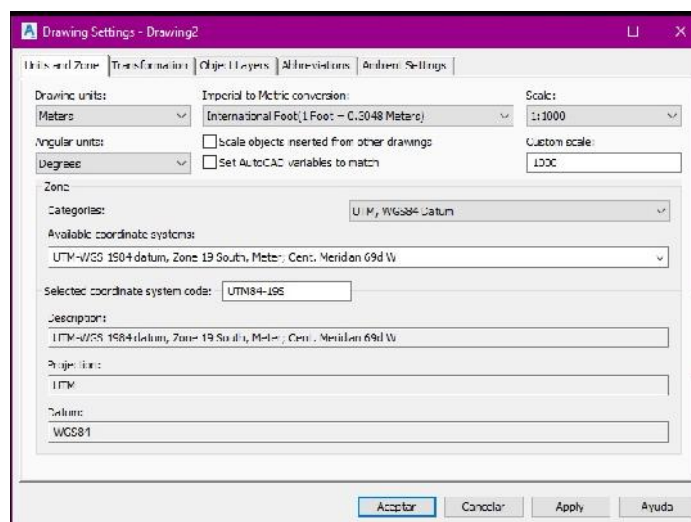


Figura 44: Configuración de proyección UTM y zona de Estudio. Autocad civil 3d 2018

Fuente: Elaboración propia

## b) Importación de puntos

Continuamos ahora con la importación de puntos. En la pestaña “Prospector” hacemos clic derecho en Points y elegimos Create, esto despliega una ventana con diferentes opciones, usamos la del extremo derecho de import points y en el cuadro que sale se colocó el archivo de los puntos de la zona, mostrado en la figura 46 a continuación:

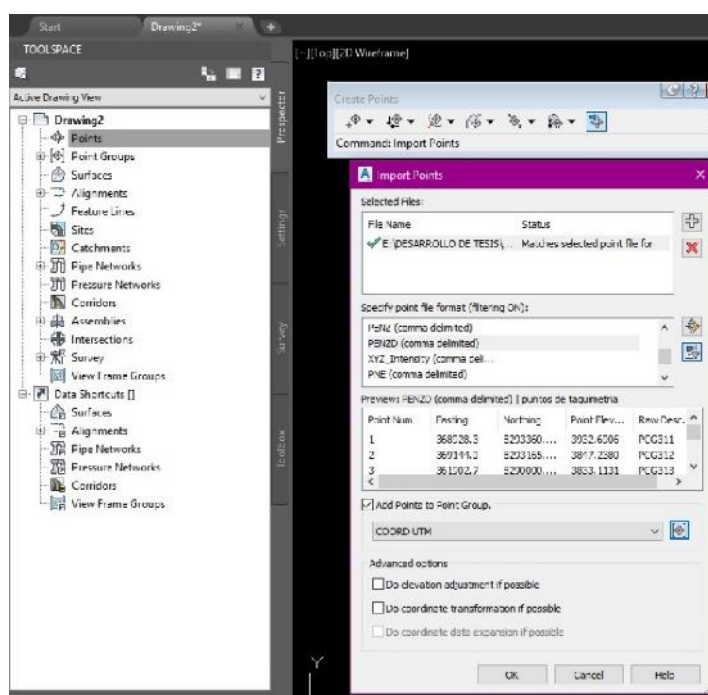
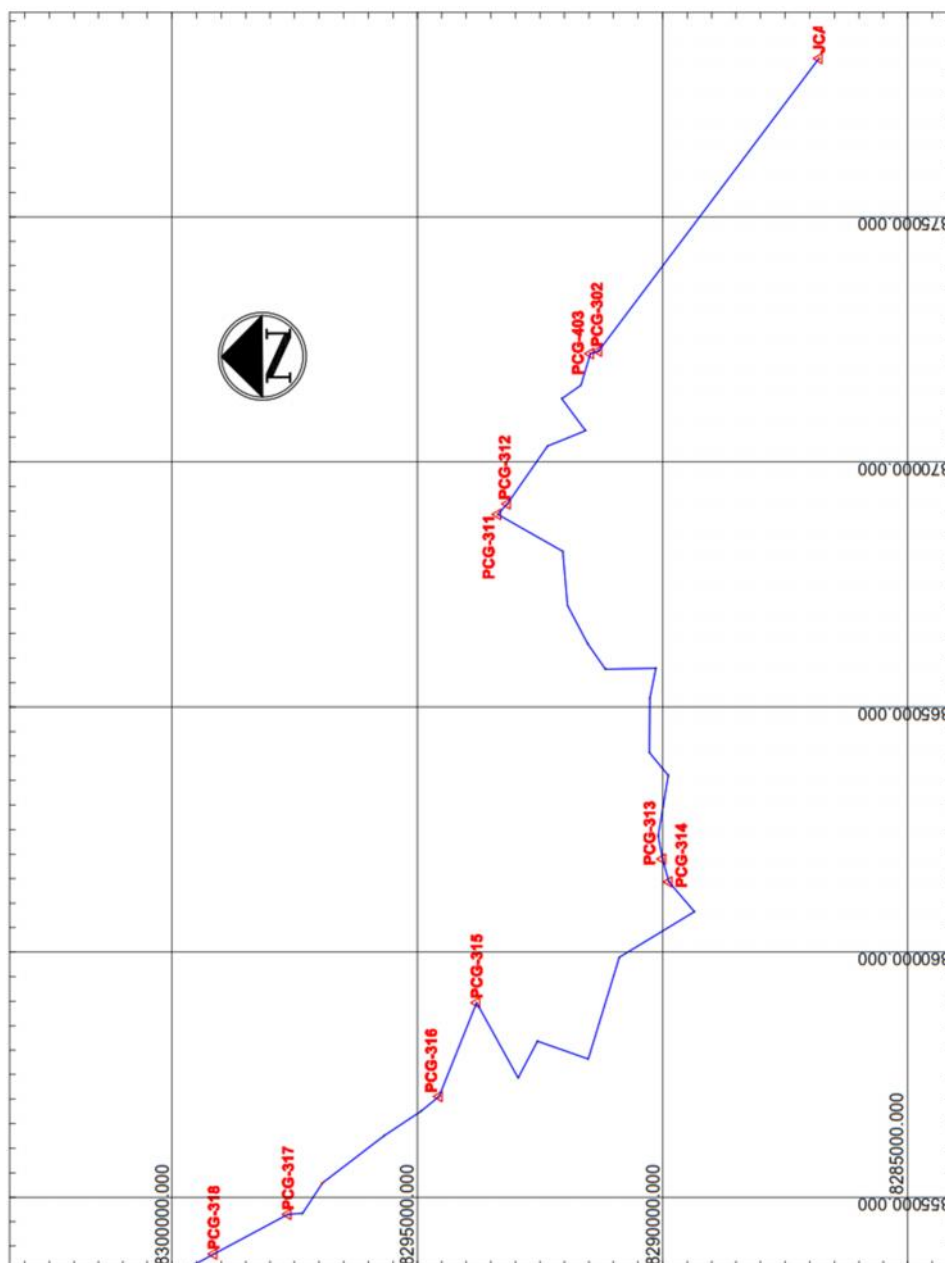


Figura 45: Importación de Puntos. Autocad civil 3d 2018  
Fuente: Elaboración propia

## c) Procesamiento de datos

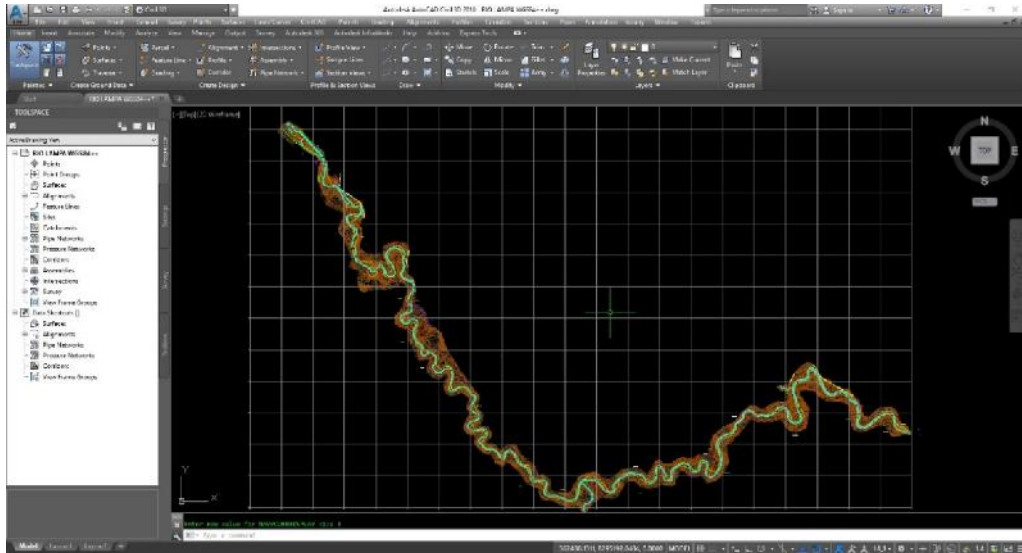
Ya con los puntos importados, se procede al desarrollo de la creación de la superficie del tramo en estudio, el cual es de crear las curvas de nivel, el cauce del río, la poligonal de control para la taquimetría realizada en campo.

Se obtienen como resultado dos poligonales de control, la cuales son con coordenadas en proyección UTM WGS 84 y con coordenadas Topográficas.

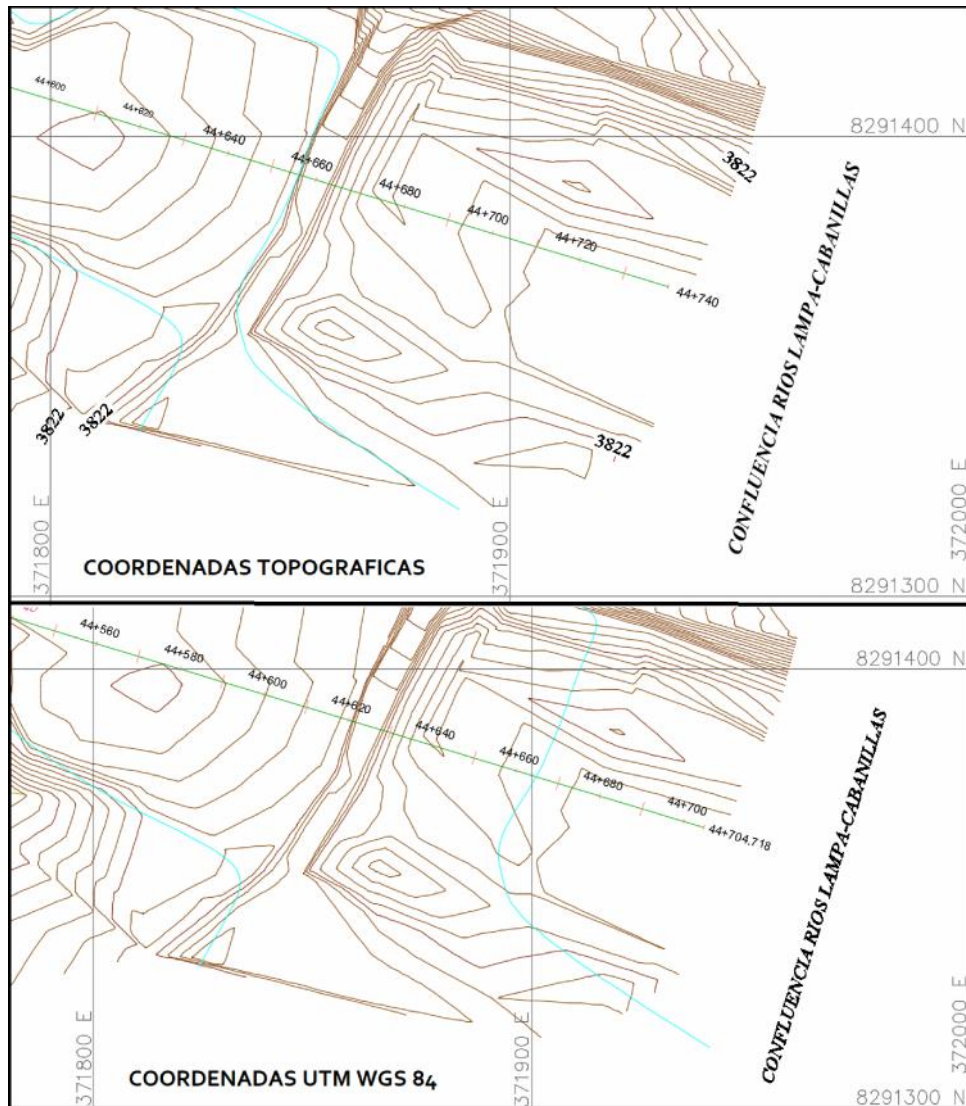


*Figura 46: Poligonal formada por los puntos de control y de apoyo. Autocad Civil 3D 2018  
Fuente: Elaboración propia*

Así mismo también se obtuvo dos superficies, las cuales están hechas también con coordenadas en proyección UTM WGS 84 y con coordenadas Topográficas. Estas superficies fueron comparadas para sacar las conclusiones motivo de la presente tesis.

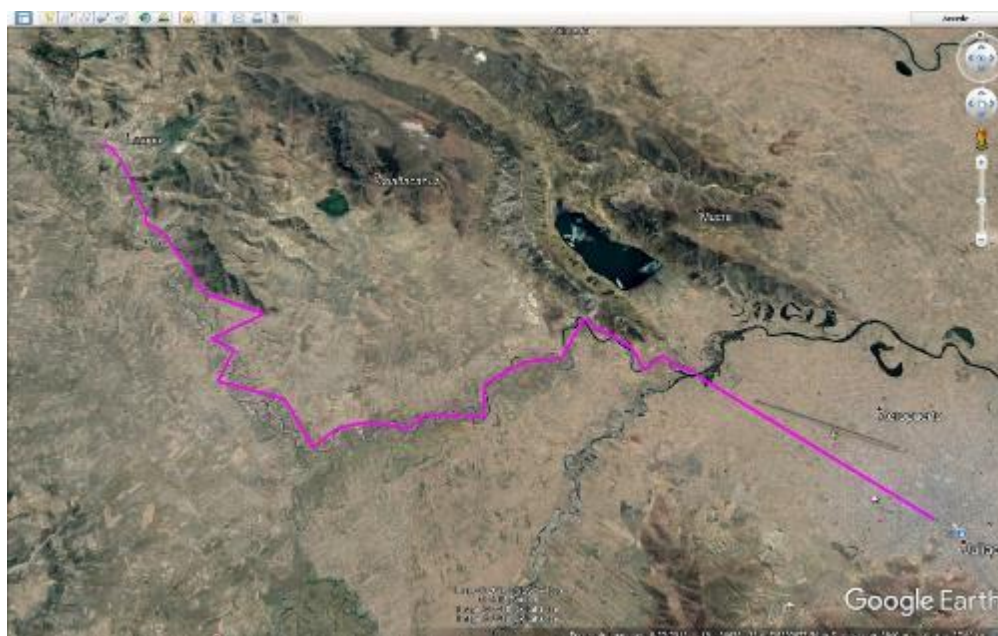


**Figura 47:** Superficie creada del río Lampa. AutoCAD Civil 3D 2018  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 48:** Comparación entre las progresivas finales de coordenadas UTM y topográficas. Civil 3D 2018  
Fuente: Elaboración propia

Como apoyo se utilizó la herramienta Google Earth para plasmar los datos procesados en Autocad Civil 3D, y verificar referencialmente los datos obtenidos y las diferencias que se tienen entre los dos sistemas de coordenadas que se obtuvieron.



**Figura 49:** Poligonal formada por los puntos de control Primarios y Secundarios. Google Earth  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 50:** Superficie creada y cargada en Google Earth  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 51: Comparación de las poligonales con puntos topográficos y UTM WGS 84 en Google Earth.  
Fuente: Elaboración propia*

## 4.2. TRATAMIENTO ESTADISTICO

Para el tratamiento estadístico se compararon las distancias medidas tomadas desde el punto de control base JCA7 ubicado en la Plaza de armas de Juliaca, hacia los distintos puntos de control primarios y secundarios tomados con GPS Diferencial y Estación Total respectivamente (Datos de medidas en la tabla 12).

### 4.2.1. Diseño del tratamiento estadístico

Para el diseño de investigación se determinó a través de la prueba T de Student para muestras relacionadas, para determinar si existe una diferencia significativa entre las variables del sistema.

### 4.2.2. Prueba T de Student para muestras relacionadas

Dicho anteriormente, la prueba T de Student se hizo para muestras relacionadas ya que se está comparando las mismas distancias con factor de escala y sin factor de escala.

#### Planteamiento de la hipótesis:

$$\text{Hipótesis Nula: } H_0: \bar{X} = \bar{Y}$$

$$\text{Hipótesis Nula: } H_1: \bar{X} \neq \bar{Y}$$

$H_0$ : No inciden significativamente en la reducción de distancias topográficas a distancias en la proyección UTM.

$H_1$ : Inciden significativamente en la reducción de distancias topográficas a distancias en la proyección UTM.

#### Nivel de significancia:

El nivel de significancia es el rango de aceptación de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

Para el presente estudio se consideró 95% que equivale a 0.05.

Alpha:  $\alpha = 0.05$

Para realizar esta prueba, también se requiere verificar la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza.

El Desarrollo de la prueba se hizo mediante el Software IBM SPSS Statistics en su Versión 23 (Statistical Package for the Social Science), que es un programa estadístico informático muy usado.

#### 4.2.3. Análisis estadístico usando “IBM SPSS STATISTICS”

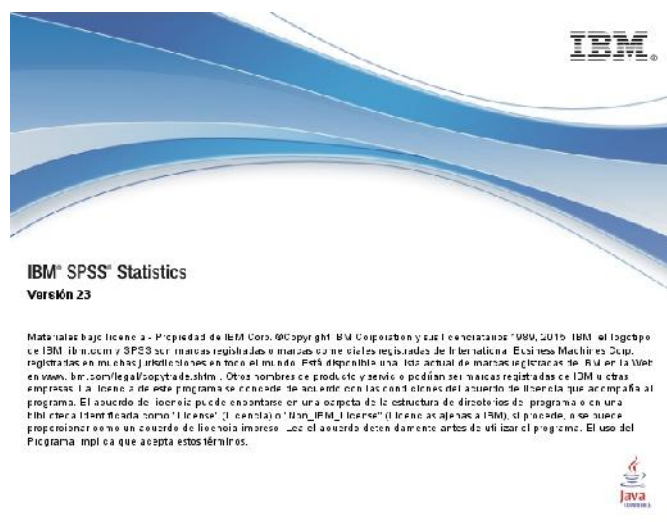


Figura 52: Pantalla de bienvenida al software “IBM SPSS STATISTICS”.

Fuente: Elaboración propia



**a) Introducción de datos**

Para la introducción de datos primero se entra a la pestaña “vista de variables” y se colocan todas las variables que se necesitan para los análisis correspondientes:

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Feridos	Columnas	Alineación	Medida	Ro
1	NRO	Númerico	5	0		Ninguno	Ninguno	5	Centrado	Escala	Entrada
2	TRAMO	Cadena	13	0		Ninguno	Ninguno	13	Izquierda	Nominal	Entrada
3	Con_Factor_de_Escala	Númerico	13	3	con factor de e...	Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
4	Sin_Factor_de_Escala	Númerico	13	3	sin factor de es...	Ninguno	Ninguno	9	Derecha	Escala	Entrada
5											
6											
7											

*Figura 53: Introducción de los tipos de variables al software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia*

Seguidamente se entra a la pestaña “vista de datos” para introducir los datos a analizar:

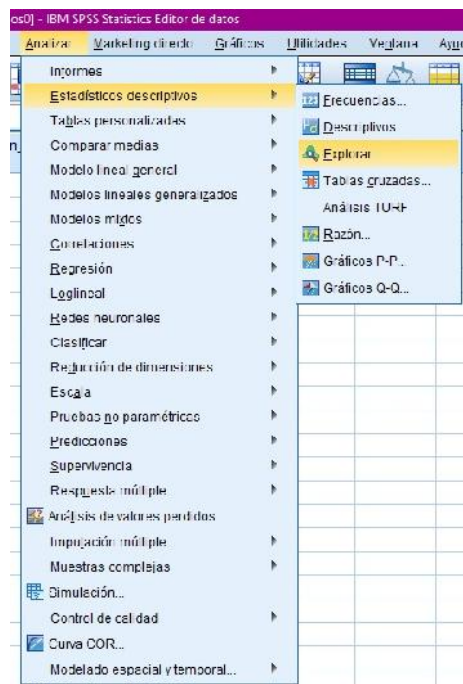
	NRO	TRAMO	Con Factor de Escala	Sin Factor de Escala	VER
1	1	JCA7-FCG302	7468,504	7474,490	
2	2	JCA7-FCG340	7610,286	7616,204	
3	3	JCA7-VL32	8243,531	8250,428	
4	4	JCA7-VL33	8095,180	8102,034	
5	5	JCA7-VL31	8956,789	8953,848	
6	6	JCA7-VL30	9649,506	9657,211	
7	7	JCA7-FCG312	11083,552	11092,287	
8	8	JCA7-FCG311	11372,728	11381,191	
9	9	JCA7-VL29	11329,734	11333,669	
10	10	JCA7-VL28	12273,536	12283,009	
11	11	JCA7-VL27	12833,466	12843,570	
12	12	JCA7-VL26	13193,591	13203,989	
13	13	JCA7-VL20	12871,408	12881,562	
14	14	JCA7-VL19	13486,150	13496,779	
15	15	JCA7-VL18	14570,255	14581,738	
16	16	JCA7-VL17	14942,220	14953,995	
17	17	JCA7-VL16	15189,798	15202,557	
18	18	JCA7-FCG313	15632,425	15645,634	
19	19	JCA7-FCG314	17067,105	17080,956	
20	20	JCA7-VL15	17586,301	17599,160	
21	21	JCA7-VL14	18779,052	18793,852	
22	22	JCA7-VL13	20939,149	20955,652	
23	23	JCA7-VL12	23046,175	23062,609	
24	24	JCA7-VL11	21674,594	21691,675	
25	25	JCA7-FCG315	20482,590	20498,241	
26	26	JCA7-FCG316	22540,528	22558,393	
27	27	JCA7-VL10	22954,124	22972,619	
28	28	JCA7-VL9	23684,556	23703,222	
29	29	JCA7-VL8	25057,034	25077,691	
30	30	JCA7-VL7	25791,572	25815,002	
31	31	JCA7-FCG317	25940,502	25961,247	
32	32	JCA7-FCG318	27326,240	27347,777	
33	33	JCA7-VL6	28105,482	28127,633	
34	34	JCA7-VL2	28115,504	28137,162	
35	35	JCA7-VL1	28255,171	28277,440	
36	36	JCA7-VL4	28308,505	28330,818	
37	37	JCA7-VL3	28900,585	28923,307	

*Figura 54: Introducción de datos al software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia*

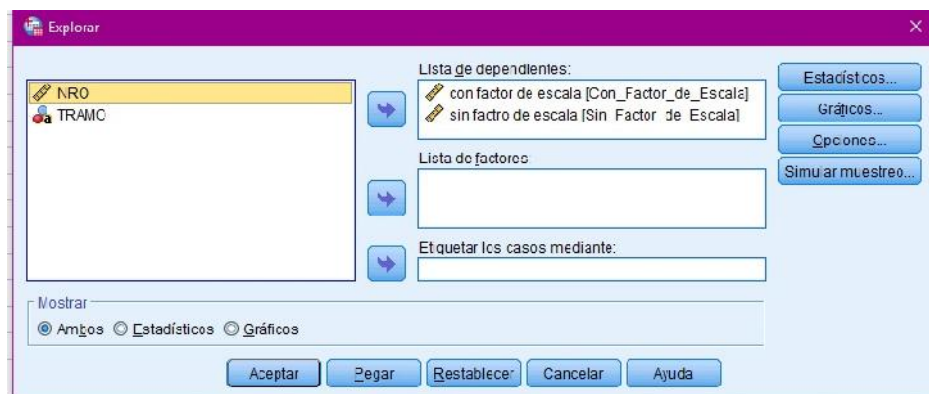
**b) Análisis de los datos introducidos**

Introducido los datos, se procede a analizarlos para obtener los resultados requeridos para el presente estudio, para lo cual primeramente se análisis de la normalidad de los datos.

En el software colocamos en Analizar – Estadísticos Descriptivos – Explorar, en la ventana que aparece colocamos los datos de las mediciones para analizar su normalidad:



**Figura 55:** Ruta para el analisis de la Normalidad en el software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 56:** Elección de lista de datos para analizar la normalidad en software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia

Después de analizar la normalidad, se procede a hacer la prueba T de Student, para lo cual nos vamos a Analizar – Comparar Media – Prueba T para Muestras Relacionadas:

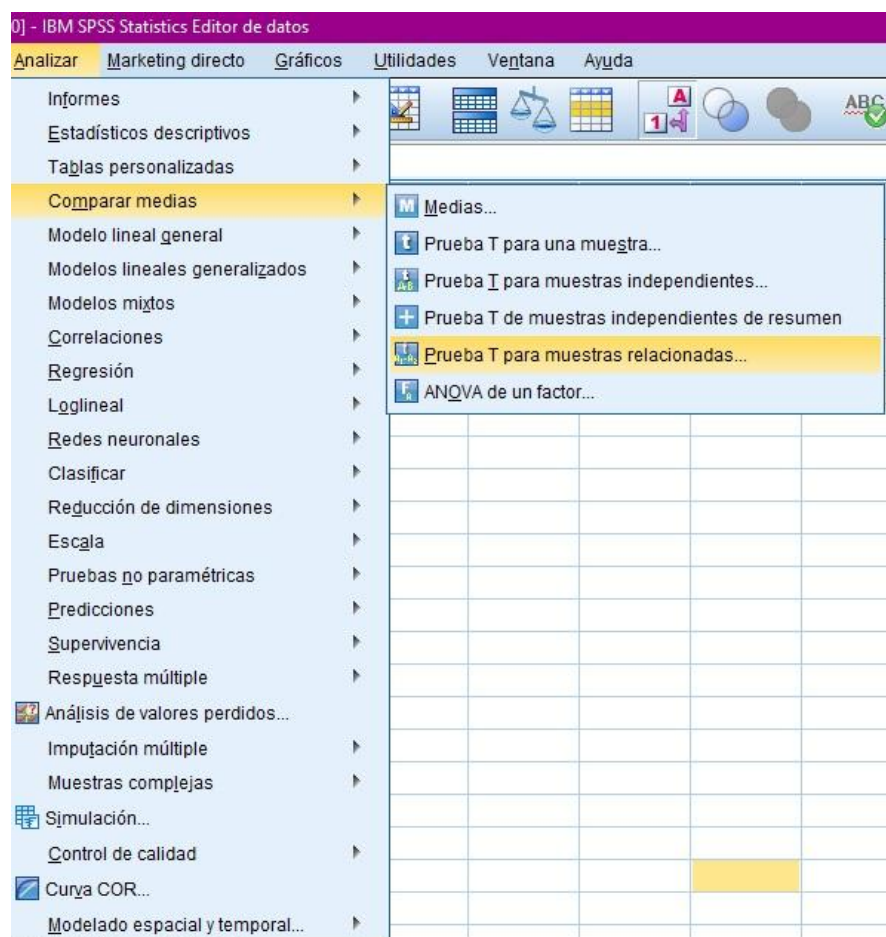


Figura 57: Ruta para el analisis de la prueba T de Student en el software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia

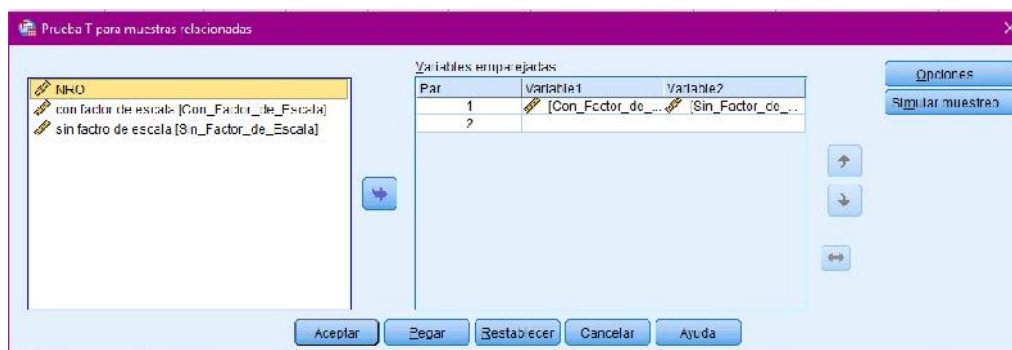


Figura 58: Elección de lista de datos para la prueba T de Student en software “IBM SPSS STATISTICS”.  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente Obtenemos los resultados:

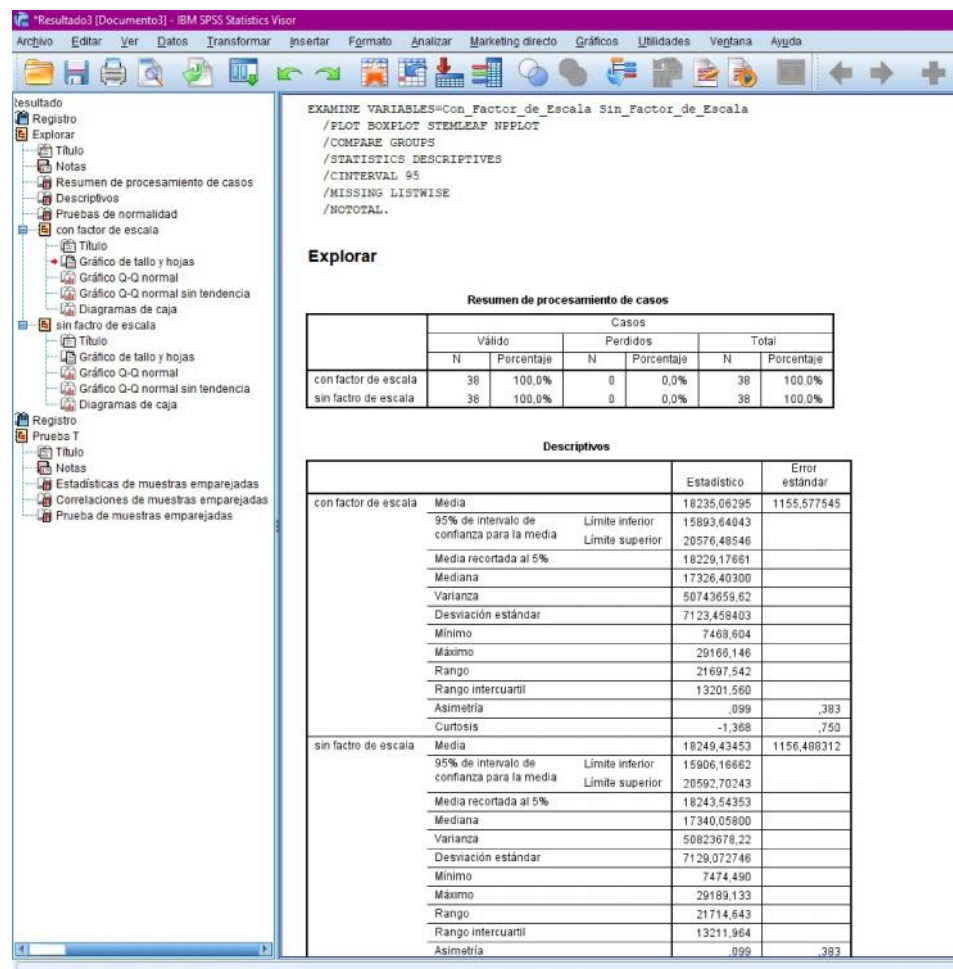


Figura 59: Cuadro de resultados obtenidos con el software “IBM SPSS STATISTICS”.  
 Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Resultados estadísticos obtenidos con “IBM SPSS STATISTICS”

##### 4.2.4.1. Normalidad

El criterio para determinar la Normalidad es la siguiente:

- P-valor Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal
- P-valor < Aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal.

En la Tabla 14 nos muestra el número y porcentaje de los datos validos en cada caso de medición, el cual nos dice que el 100% de los datos introducidos al programa son válidos:

**Tabla 14:** Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
con factor de escala	38	100,0%	0	0,0%	38	100,0%
sin factor de escala	38	100,0%	0	0,0%	38	100,0%

Fuente: Elaboración propia con software “IBM SPSS STATISTICS”

En la Tabla 15 observamos datos descriptivos de los grupos de datos comparados en el cual ya se puede observar que las medias difieren entre ambos grupos de datos.

**Tabla 15:** Datos Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
con factor de escala	Media	18235,06295	1155,577545	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15893,64043	
		Límite superior	20576,48546	
	Media recortada al 5%	18229,17661		
	Mediana	17326,40300		
	Varianza	50743659,619		
	Desviación estándar	7123,458403		
	Mínimo	7468,604		
	Máximo	29166,146		
	Rango	21697,542		
	Rango intercuartil	13201,560		
	Asimetría	,099	,383	
Curtosis	-1,368	,750		
sin factor de escala	Media	18249,43453	1156,488312	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15906,16662	
		Límite superior	20592,70243	
	Media recortada al 5%	18243,54353		
	Mediana	17340,05800		
	Varianza	50823678,224		
	Desviación estándar	7129,072746		

Mínimo	7474,490	
Máximo	29189,133	
Rango	21714,643	
Rango intercuartil	13211,964	
Asimetría	,099	,383
Curtosis	-1,368	,750

Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS"

En la tabla 16 se observa las pruebas de normalidad donde se observa dos sub-tablas:

- **Kolmogorov-Smirnov** – para muestras grandes (> 30 muestras)
- **Shapiro-Wilk** – para muestras pequeñas (< 30 muestras)

**Tabla 16: Pruebas de Normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
con factor de escala	0.116	38	0.200	0.928	38	0.017
sin factor de escala	0.116	38	0.200	0.928	38	0.017

Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS"

De acuerdo a la tabla 16 tomamos los datos de significancia (sig.) que es igual al P-valor de la prueba **Kolmogorov-Smirnov** porque nuestra muestra es mayor a 30 y deducimos que:

Tabla 17: Resultado de la normalidad

NORMALIDAD		
P-valor con Factor de Escala = 0.200	>	= 0.05
P-valor sin Factor de Escala = 0.200	>	= 0.05
<p><b>Conclusion:</b></p> <p>El P-valor es mayor al nivel de significancia de 95% (0.05), por lo tanto, los datos de la medidas obtenidas proviene de una distribución Normal</p>		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.2. Gráficos con prueba de Normalidad

##### - Gráficos con factor de escala

El Grafico Q-Q normal es donde a cada valor observado se le empareja con su valor esperado, procedente este último de una distribución normal. La muestra extraída para el presente estudio es de una población normal ya que ambos valores se encuentran en la misma línea recta:

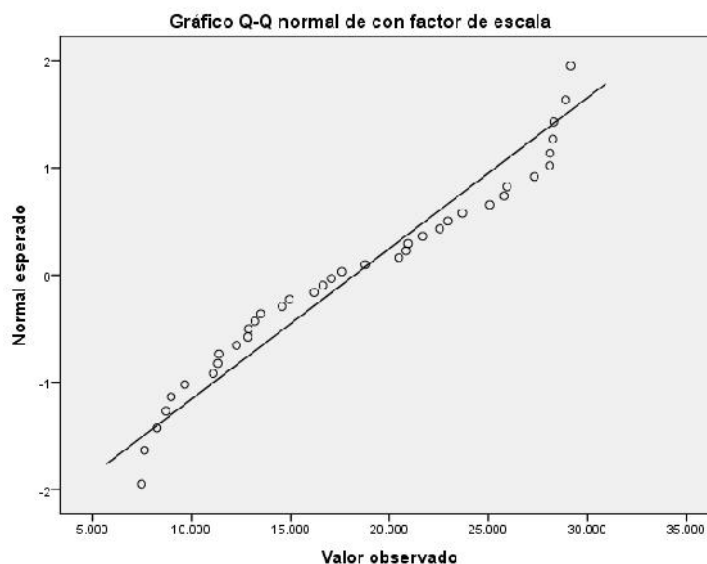
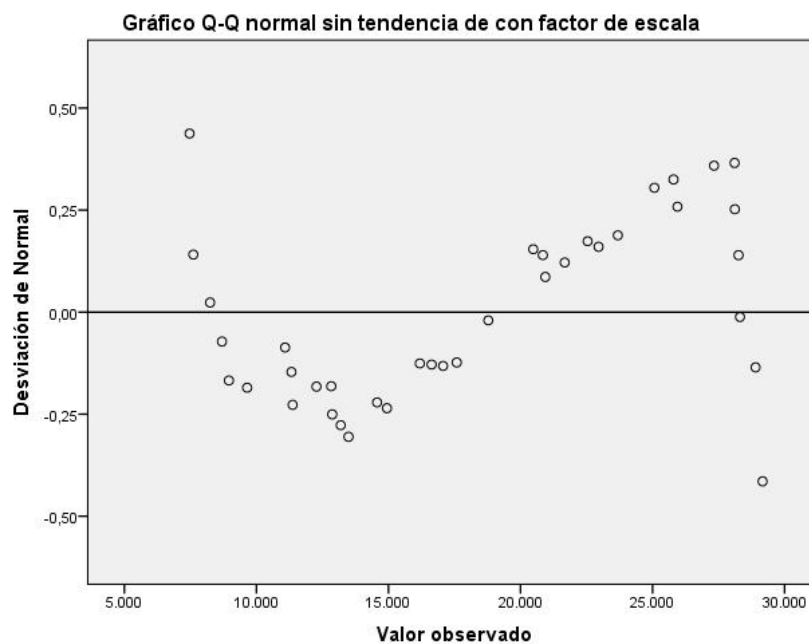


Figura 60: Grafico Q-Q Normal con Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

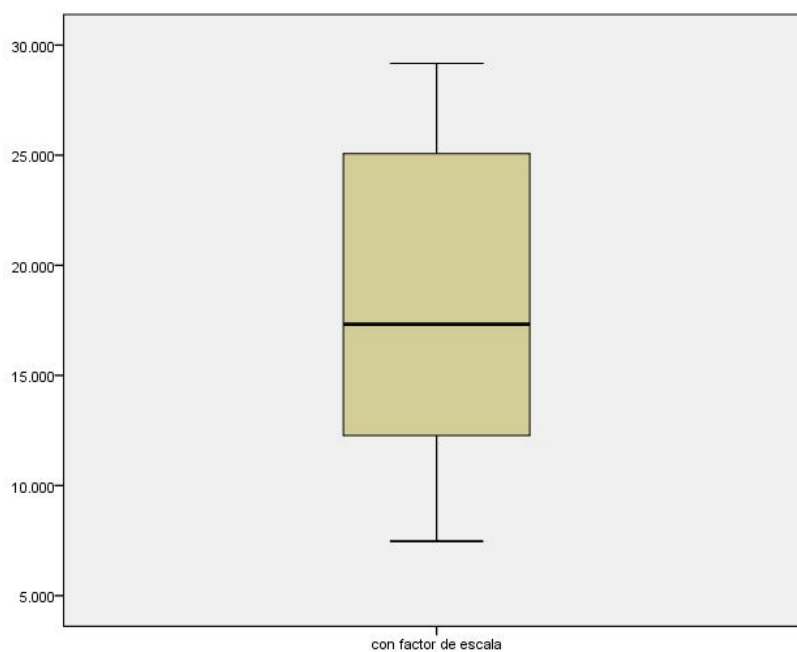
El Grafico Q-Q normal sin tendencia es donde se muestran las desviaciones de los puntos con relación a una muestra. La muestra extraída para el presente

estudio es de una población normal ya que los puntos se encuentran alrededor de una línea horizontal con el origen en el punto 0.00:



**Figura 61:** Grafico Q-Q Normal sin Tendencia con Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software “IBM SPSS STATISTICS”.

El grafico de Caja y Bigotes se ve la Asimetría positiva, porque la mediana está más cerca a la parte inferior de la caja. Los bigotes y la caja no son muy largos, lo que significa que no tiene mucha variabilidad los datos.

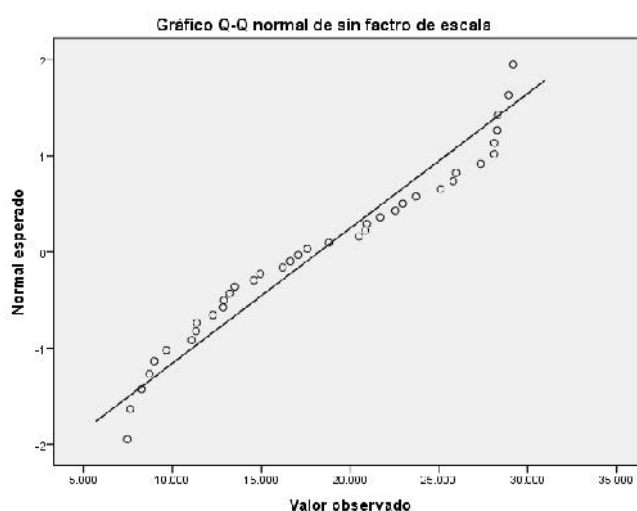


**Figura 62:** Grafico de Caja y Bigotes con Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software “IBM SPSS STATISTICS”.



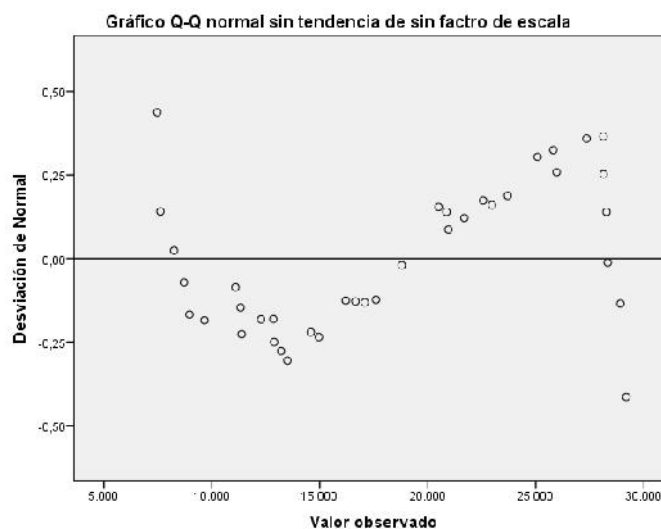
### - Gráficos sin factor de escala

El Grafico Q-Q normal es donde a cada valor observado se le empareja con su valor esperado, procedente este último de una distribución normal. La muestra extraída para el presente estudio es de una población normal ya que ambos valores se encuentran en la misma línea recta:



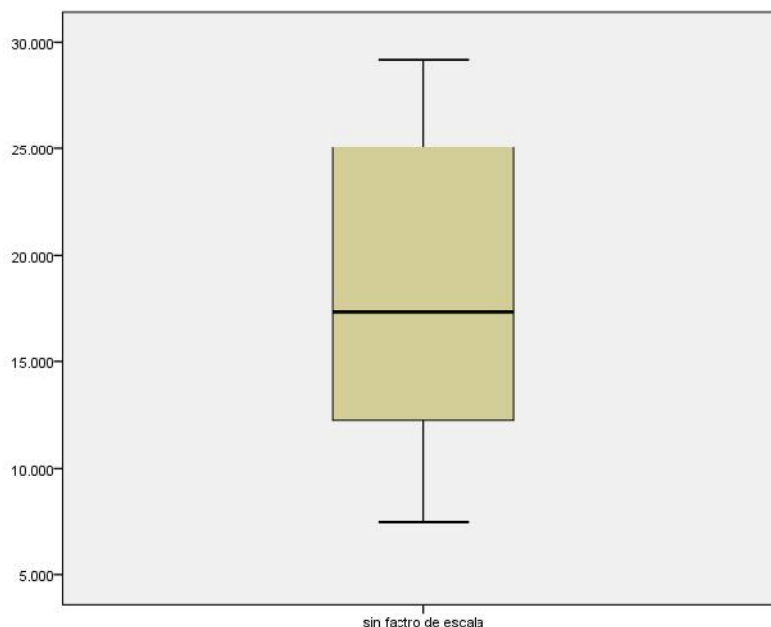
**Figura 63:** Grafico Q-Q Normal sin Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

El Grafico Q-Q normal sin tendencia es donde se muestran las desviaciones de los puntos con relación a una muestra. La muestra extraída para el presente estudio es de una población normal ya que los puntos se encuentran alrededor de una línea horizontal con el origen en el punto 0.00:



**Figura 64:** Grafico Q-Q Normal Sin Tendencia sin Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

El grafico de Caja y Bigotes se ve la Asimetría positiva, porque la mediana está más cerca a la parte inferior de la caja. Los bigotes y la caja no son muy largos, lo que significa que no tiene mucha variabilidad los datos.



**Figura 65:** Grafico de Caja y Bigotes sin Factor de escala.  
Fuente: Elaboración propia con software “IBM SPSS STATISTICS”.

#### 4.2.4.3. Prueba T de Student

De acuerdo con los datos introducidos al software, y los resultados obtenidos de la Normalidad de los datos, se procedió a hacer la prueba T de Student para muestras relacionadas.

El software “IBM SPSS STATISTICS” nos da como resultado los siguientes cuadros:

En las tablas 18-19 podemos notar que las medias entre ambos grupos de medidas tienen una diferencia entre ellas, con una normal de 38.

**Tabla 18:** Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
con factor de escala	18235,06295	38	7123,458403	1155,577545
sin factor de escala	18249,43453	38	7129,072746	1156,488312

Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

**Tabla 19:** Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
con factor de escala & sin factor de escala	38	1,000	0,000

Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

**Tabla 20:** Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia			
				Inferior	Superior		
Par 1 Con factor de escala-sin factor de escala	-14.371579	5.614343	0.910767	-16.216968	-12.526190	15.780	0.000

Fuente: Elaboración propia con software "IBM SPSS STATISTICS".

En la tabla 20 podemos ver que la significancia (Sig.) o P-Valor es de 0.000, por lo cual podemos afirmar que:

**Tabla 21:** Resultado de la prueba T de Student para muestras relacionadas

<b>T DE STUDENT</b>		
P-Valor = 0.000	<	=0.05
<p><b>CONCLUSION:</b></p> <p>El P-valor es menor al nivel de significancia de 95% (0.05), por lo tanto, Hay una diferencia significativa en las medias de las distancias medidas con factor de escala y sin factor de escala.</p> <p>Se rechaza <math>H_0</math> y se afirma <math>H_1</math></p>		

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Las distancias medidas en Proyección UTM WGS 84 (con factor de escala) y distancias Topográficas (sin factor de escala) en el levantamiento topográfico de la faja marginal del Río Lampa, se puede notar que el efecto del uso del factor de escala influye considerablemente en las mediciones hechas en el levantamiento topográfico en la zona, ya que mientras más larga sea la distancia medida desde el Punto de control base (JCA 7), más crece la diferencia entre las medidas en proyección UTM y las medidas Topográficas (Ver Tablas: 6, 8, 10, 11, 12 y 13).
- La distancia total del tramo en estudio del Rio Lampa es de 44+704.718 en coordenadas en proyección UTM WGS 84 y 44+740.001 en coordenadas en proyección Topográfica, lo cual nos da una diferencia de 35.284 metros lineales entre ambos.
- Comparando las distancias obtenidas en proyección UTM y distancias topográficas podemos darnos cuenta de la diferencia que hay entre ellos. Para el ajuste de esta diferencia de medidas, se debe tomar en cuenta la relación que hay entre la proyección UTM y la Topográfica, así podríamos obtener un valor llamado Factor de Escala, el cual nos permitirá conocer las distancias precisas. El Factor de escala nos sirve para ajustar y/o convertir las distancias topográficas a proyección UTM o viceversa (Factor de Escala obtenidos, ver Tabla 9).

## RECOMENDACIONES

- Así como existen distintas formas de expresar las posiciones sobre la superficie terrestre a través de distintos sistemas de coordenadas (geodésicas, UTM, Topográficas), también existen distintas formas de expresar las distancias por lo que se recomienda tener presente estos sistemas de coordenadas, ya que de ellos depende la superficie a la que se encuentre referida y las distancias que se tomarán en un levantamiento topográfico, así no cometer errores de medición.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de medición (ver Tablas 12 y 13) y tomando en cuenta que es un levantamiento topográfico de alta precisión, se recomienda colocar puntos de control a cada 2.00 kilómetros de distancia como máximo para poder controlar la horizontalidad y altitud y así no cometer errores de giro horizontal para formar la poligonal de control.
- Al realizar los levantamientos topográficos, generalmente usar las coordenadas Topográficas es mucho más fácil ya que no se necesita utilizar el factor de escala, sin embargo, es recomendable que al hacer el post proceso de datos en gabinete, se debe calcular y tomar en cuenta el factor de escala al realizar los planos y calcular las mediciones.

## REFERENCIAS

- Aduviri Avendaño, M. A. (2017). Influencia del Factor Escala en Estación Total Georeferenciado en el Tramo Km. 3+000 al 8+000 de la Carretera Puno-Tiquillaca del Distrito de Puno – Puno. *Tesis de Pre Grado*. Universidad Andina Nestor Caceres Velazquez, Puno. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/861>
- ApliTop s.l. (2004). *ApliTop*. Obtenido de <https://www.aplitop.com/subidas/ayuda/es/MDT-Topografia/index.html#!anamorfosis>
- Fernandez Coppel, I. A. (2008). *Cartesia*. Obtenido de <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf>
- Herrera Rosado, R., & Mendoza Dueñas, J. (27 de 03 de 2015). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/366193574/FORMA-Y-DIMENSIONES-DE-LA-TIERRA>
- Instituto Geografico Nacional. (MAYO de 2011). *IGN*. Obtenido de <http://www.ign.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LA-PRODUCCION-1-5.000.pdf>
- Instituto Geografico Nacional. (Diciembre de 2015). *Instituto Geografico Nacional del Peru*. Obtenido de <https://www.ign.gob.pe/normas-tecnicas/>
- Mena Frau, C., Molina Pino, L., Ormazabal Rojas, Y., & Morales Hernandez, Y. (2012). *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/bcg/v18n4/a05v18n4.pdf>
- Mendoza Dueñas, J. (2012). *Transformacion de Coordenadas UTM a Topografica*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Muñoz Bollas, A. (2009). *Geodesia y cartografía : Fundamentos de los sistemas de información geográfica*. Cataluña: Universitat Oberta de Catalunya.
- Navarro Hudiel, S. J. (2008). Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>
- Wolf, P. R., & Brinker, R. C. (1997). *Topografia*. Mexico: Alfaomega.
- Zepeda Godoy, R., & Ortiz J., D. (2009). *Mundo Geo*. Obtenido de <https://mundogeo.com/blog/2000/01/01/deformacion-de-distancias-horizontales-en-la-proyeccion-utm/>

# ANEXOS

ANEXO A. Ficha Técnica del Punto de Control Base JCA7, Ubicado en Plaza de Armas de Juliaca



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE GEODESIA**  
**DESCRIPCION MONOGRÁFICA**

PROYECTO CONSOLIDACIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INMUEBLE

<b>CODIGO:</b> JCA7	<b>LOCALIDAD:</b> JULIACA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
<b>UBICACIÓN:</b> PLAZA DE ARMAS		<b>CARACTERISTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE 5 CM	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> 15°29'35.101700"		<b>LONGITUD (O) WGS-84</b> 70°08'06.986970"	
<b>NORTE (Y) WGS-84</b> 8286813.266117 m		<b>ESTE (X) WGS-84</b> 378226.849734 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 3872.3729 m	<b>ELEV. REFERENCIAL (EGM 2008)</b> 3826.1419 m	<b>ZONA UTM</b> 19 SUR	<b>ORDEN</b> C
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Distrito: JULIACA Provincia: SAN ROMAN Departamento: PUNO			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Estación "JCA7" se encuentra ubicada en el jardín interior de la Plaza de Armas, que colinda con Jr. Salaverry frente a la Iglesia Santa Catalina.			
<b>MARCA DE LA ESTACIÓN:</b> Es un disco de bronce de 5 cm de diámetro, incrustado en un bloque de concreto de 20 cm de ancho, 20 cm de largo, 40 cm de alto y lleva grabado la siguiente inscripción: "IGN - PCDPI - JCA7 - C - 2009".			
<b>REFERENCIA:</b> Carta Nacional Escala 1/100 000, Hoja 31-v Juliaca.			
<b>DESCRITA POR:</b> Rospigliosi / Vera	<b>REVISADO:</b> TcoJ. C. Silva Q.	<b>JEFE PROYECTO:</b> Cap. Ing. H. Segura M.	<b>FECHA:</b> Noviembre 2009



ANEXO B. Ficha Técnicas de los Puntos de Control tomados con GPS Diferencial

B.1. FICHA A: Punto de Control PCG-302

FICHA A:		PCG-302 PUNTO DE GEORREFERENCIACION	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
NOMBRE DE LA ESTACION		UBICACIÓN GEOGRAFICA	
PCG-302-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
COORDENADAS GEOGRAFICAS			ALT. ORTOM.
Latitud: S 15 27 07.87027	Longitud: W 70 11 26.37080	Elipsoide: WGS 84	3828.684
COORDENADAS UTM			
Norte: 8291305.548	Este: 372260.333	Zona UTM: 19 L	ALT. ELIPSOIDAL
COORDENADAS TOPOGRAFICAS			
Norte: 8291309.093	Este: 372255.624		3875.123
FACTOR DE ESCALA PROYECCION	FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION	FACTOR DE ESCALA COMBINADO	ppm
0.999801804	0.999391053	0.999192978	-807
VISTA FOTOGRAFICA		VISTA FOTOGRAFICA	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-302"			
DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-302			
PROFESIONAL RESPONSABLE:		REVISADO POR:	



B.2. FICHA B: Punto de Control PCG-403

<b>FICHA B:</b>		<b>PCG-403 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-403-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
			LOCALIDAD : LAMPA
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: S 15 27 02.47243	Longitud: W 70 11 28.07894	Elipsoide: WGS 84	3829.074
<b>COORDENADAS UTM</b>			<b>ALT. ELIPSOIDAL</b>
Norte: 8291471.144	Este: 372208.503	Zona UTM: 19 L	3875.553
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			
Norte: 8291474.820	Este: 372203.753		
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999801968	0.999390986	0.999193074	-807
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-403"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-403			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	


B.3. FICHA C: Punto de Control PCG-11

<b>FICHA C:</b>		<b>PCG-11 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-11-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +- 5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
COORDENADAS GEOGRAFICAS			ALT. ORTOM.
Latitud: S 15 26 00.39602	Longitud: W 70 13 17.76708	Elipsoide: WGS 84	3832.759
COORDENADAS UTM			
Norte: 8293360.445	Este: 368928.370	Zona UTM: 19 L	ALT. ELIPSOIDAL
COORDENADAS TOPOGRAFICAS			
Norte: 8293365.612	Este: 368921.031		3879.196
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999812470	0.999390413	0.999202997	-797
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-11"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-11			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	


B.4. FICHA D: Punto de Control PCG-12

<b>FICHA D:</b>		<b>PCG-12 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-12-RIO LAMPA		PAIS : PERU DEPARTAMENTO : PUNO PROVINCIA : LAMPA DISTRITO : LAMPA LOCALIDAD : LAMPA	
Precision: <b>Horizontal: +- 5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm</b>	Fecha: <b>15/08/2016</b>		
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: <b>S 15 26 06.78731</b>	Longitud: <b>W 70 13 10.56853</b>	Elipsoide: <b>WGS 84</b>	<b>3847.239</b>
<b>COORDENADAS UTM</b>			
Norte: <b>8293165.254</b>	Este: <b>369144.058</b>	Zona UTM: <b>19 L</b>	<b>ALT. ELIPSOIDAL</b>
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			
Norte: <b>8293170.267</b>	Este: <b>369136.890</b>		<b>3893.674</b>
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
<b>0.999811771</b>	<b>0.999388139</b>	<b>0.999200025</b>	<b>-800</b>
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
			
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-12"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-12			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	

B.5. FICHA E: Punto de Control PCG-13

<b>FICHA E:</b>		<b>PCG-13 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-13-RIO LAMPA		PAIS :	PERU
Precision: <b>Horizontal:</b> Fecha: <b>15/08/2016</b>		DEPARTAMENTO :	PUNO
<b>+5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm</b>		PROVINCIA :	LAMPA
		DISTRITO :	LAMPA
		LOCALIDAD :	LAMPA
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: S 15°27'48.38726"	Longitud: W 70°17'14.12766"	Elipsoide: WGS 84	3833.103
<b>COORDENADAS UTM</b>			
Norte: 8290000.667	Este: 361902.713	Zona UTM: 19 L	<b>ALT. ELIPSOIDAL</b>
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			3879.461
Norte: 8290003.183	Este: 361889.830		
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999835858	0.999390373	0.999226330	-774
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
			
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-13"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-13			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	

B.6. FICHA F: Punto de Control PCG-14

<b>FICHA F:</b>		<b>PCG-14 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-14-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
			LOCALIDAD : LAMPA
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: S 15°27'52.54675"	Longitud: W 70°17'29.83531"	Elipsoide: WGS 84	3835.867
<b>COORDENADAS UTM</b>			
Norte: 8289870.033	Este: 361435.326	Zona UTM: 19 L	<b>ALT. ELIPSOIDAL</b>
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			
Norte: 8289872.445	Este: 361422.074		3882.223
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999837457	0.999389939	0.999227495	-773
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
			
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-14"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-14			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	

B.7. FICHA G: Punto de Control PCG-15

<b>FICHA G:</b>		<b>PCG-15 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-15-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: <b>Horizontal:</b>	Fecha: <b>15/08/2016</b>	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
<b>+5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm</b>		LOCALIDAD : LAMPA	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: <b>S 15°25'44.46997"</b>	Longitud: <b>W 70°18'51.74253"</b>	Elipsoide: <b>WGS 84</b>	<b>3854.529</b>
<b>COORDENADAS UTM</b>			<b>ALT. ELIPSOIDA L</b>
Norte: <b>8293791.241</b>	Este: <b>358970.077</b>	Zona UTM: <b>19 L</b>	<b>3901.034</b>
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			
Norte: <b>8293796.748</b>	Este: <b>358954.879</b>		
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
<b>0.999845983</b>	<b>0.999386983</b>	<b>0.999233061</b>	<b>-767</b>
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
			
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-15"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-15			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	

B.8. FICHA H: Punto de Control PCG-16

<b>FICHA H:</b>		<b>PCG-16 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-16-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
			LOCALIDAD : LAMPA
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: S 15°25'19.18644"	Longitud: W 70°19'55.72458"	Elipsoide: WGS 84	3849.996
<b>COORDENADAS UTM</b>			
Norte: 8294556.526	Este: 357057.988	Zona UTM: 19 L	<b>ALT. ELIPSOIDAL</b>
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			
Norte: 8294562.637	Este: 357041.281		3896.566
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999852699	0.999387685	0.999240474	-760
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-16"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-16			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	



B.9. FICHA I: Punto de Control PCG-17

FICHA I:		PCG-17 PUNTO DE GEORREFERENCIACION	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
NOMBRE DE LA ESTACION		UBICACIÓN GEOGRAFICA	
PCG-17-RIO LAMPA		PAIS : PERU	
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	DEPARTAMENTO : PUNO	
		PROVINCIA : LAMPA	
		DISTRITO : LAMPA	
		LOCALIDAD : LAMPA	
COORDENADAS GEOGRAFICAS			ALT. ORTOM.
Latitud: S 15°23'38.51276"	Longitud: W 70°21'15.80119"	Elipsoide: WGS 84	3860.022
COORDENADAS UTM			ALT. ELIPSOIDAL
Norte: 8297635.548	Este: 354651.397	Zona UTM: 19 L	
COORDENADAS TOPOGRAFICAS			
Norte: 8297644.089	Este: 354632.791		3906.718
FACTOR DE ESCALA PROYECCION	FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION	FACTOR DE ESCALA COMBINADO	ppm
0.999861281	0.999386089	0.999247455	-753
VISTA FOTOGRAFICA		VISTA FOTOGRAFICA	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-17"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-17			
PROFESIONAL RESPONSABLE:		REVISADO POR:	

B.9. FICHA J: Punto de Control PCG-18

<b>FICHA J:</b>		<b>PCG-18 PUNTO DE GEORREFERENCIACION</b>	
Proyecto: "LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y BATIMETRICO DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA"			
<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>		<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>	
PCG-18-RIO LAMPA		PAIS : PERU	DEPARTAMENTO : PUNO
Precision: Horizontal: +-5mm+1ppm Vertical: +-10mm+2ppm	Fecha: 15/08/2016	PROVINCIA : LAMPA	DISTRITO : LAMPA
			LOCALIDAD : LAMPA
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>			<b>ALT. ORTOM.</b>
Latitud: S 15°22'49.09393"	Longitud: W 70°21'42.57496"	Elipsoide: WGS 84	3862.617
<b>COORDENADAS UTM</b>			<b>ALT. ELIPSOIDA L</b>
Norte: 8299149.26	Este: 353843.556	Zona UTM: 19 L	
<b>COORDENADAS TOPOGRAFICAS</b>			3909.348
Norte: 8299158.996	Este: 353824.312		
<b>FACTOR DE ESCALA PROYECCION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA DE ELEVACION</b>	<b>FACTOR DE ESCALA COMBINADO</b>	<b>ppm</b>
0.999864194	0.999385676	0.999249953	-750
<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>		<b>VISTA FOTOGRAFICA</b>	
<b>Descripción:</b> Se aprecia el receptor GPS SOKKIA STRATUS estacionado sobre el punto "PCG-18"			
<b>DESCRIPCION DEL PUNTO DE CONTROL</b>			
Se trata de un disco de bronce, empotrado sobre un hito de concreto, con la inscripción PCG-18			
<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	

ANEXO C. Reportes de los cálculos de los Puntos de Control tomados con GPS Diferencial

Reporte C.1

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: JCA7-PCG-311-RIO-LAMPA                       VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA-3\AUTORI-1\STRATU-1\PROCES-2.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:                    Meters
Processing Date:      2016/08/15 21:56:19 (LOCAL) Time Zone:        GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:             Broadcast
Elevation Mask:      15                                       SVs Used:                 GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (JCA7)                                     [E:\...\Data\00142270.str]
-----
Point Occupation:    01
Antenna Height:     1.400 [Meas.: 1.404] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X: 2090308.150
Y: -5785538.969
Z: -1693774.298
Lat: S 15 29 35.10172
Lon: W 70 08 06.98697
Hgt: 3872.373
Orth: 3826.142

UTMWGS84-19 (meters)
E: 378226.850
N: 8286813.266
Convergence: 0 18 11.85955
Grid Scale Factor: 0.99978339
Elevation Factor: 0.99939149

REMOTE STATION (PCG-311-RIO-LAMPA)                   [E:\...\Data\00112270.str]
-----
Point Occupation:    01
Antenna Height:     1.605 [Meas.: 1.608] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X: 2082186.667 +/- 0.013
Y: -5790344.820 +/- 0.017
Z: -1687411.705 +/- 0.012
Lat: S 15 26 00.39602 +/- 0.010
Lon: W 70 13 17.76721 +/- 0.010
Hgt: 3879.196 +/- 0.020
Orth: 3832.755

UTMWGS84-19 (meters)
E: 368928.367 +/- 0.010
N: 8293360.446 +/- 0.010
Convergence: 0 19 30.49650
Grid Scale Factor: 0.99981247
Elevation Factor: 0.99939041

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed
Time Span: 2016/08/14 08:54:30.00 to 2016/08/14 11:05:20.00
Observations: 6152
Ratio: 3.7
Processing Interval: 10.00 seconds [130 min.]
Observations Used: 5120 [83.22%]

WGS84 Vector (meters)
dx: -8121.483 +/- 0.0126
dy: -4805.851 +/- 0.0167
dz: 6362.593 +/- 0.0118
RMS 0.009 (m)
Slope: 11381.445 +/- 0.024
FwdAz: 305 27 09.27409
BwdAz: 125 28 32.13449
FwdVA: 90 01 00.60525
BwdVA: 90 05 07.92679
dHgt: 6.823

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 11372.219
Grid Azimuth: 305 08 59.50070
Vector Comb. Factor: 0.99918900

COVARIANCE MATRIX
-----
dx dx dy dz
dy -1.165363e-04 2.802001e-04
dz -4.964712e-05 9.407206e-05 1.402369e-04
    
```

Reporte C.2

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: JCA7-PCG-312-RIO-LAMPA                      VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                                             E:\SOKKIA~3\AUTORI~1\STRATU~1\PROCES~2.SPR

Coordinate System: UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:           WGS84
Geoid Model:       EGM2008                               Units:           Meters
Processing Date:   2016/08/15 21:56:19 (LOCAL) Time Zone:      GMT-5.00h

Ephemeris:        Broadcast                               Clock Model:     Broadcast
Elevation Mask:   15                                     SVS Used:        GPS + GLONASS
Safe Mode:        ON

BASE STATION (JCA7)                                  [E:\...\Data\00142270.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.400 [Meas.: 1.404] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X:      2090308.150            Lat: 5 15 29 35.10172
Y:      -5785538.969          Lon: W 70 08 06.98697
Z:      -1693774.298          Hgt: 3072.373
                                Orth: 3026.142

UTMWGS84-19 (meters)
E:      378226.850            Convergence:      0 18 11.85955
N:      8286813.266          Grid Scale Factor: 0.99978339
                                Elevation Factor: 0.99939149

REMOTE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                 [E:\...\Data\00092270.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X:      2082375.769            +/- 0.005         Lat: 5 15 26 06.78732            +/- 0.004
Y:      -5790236.053          +/- 0.007         Lon: W 70 13 10.56053            +/- 0.004
Z:      -1687605.038          +/- 0.005         Hgt: 3893.674                    +/- 0.009
                                Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E:      369144.058            +/- 0.004         Convergence:      0 19 28.71112
N:      8293165.254          +/- 0.004         Grid Scale Factor: 0.99981177
                                Elevation Factor: 0.99938814

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed                               Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 10:10:40.00 to 2016/08/14 11:05:30.00 [54 min.]
Observations: 2438                                    Observations Used: 2242 [91.96%]
Ratio: 3.7

WGS84 Vector (meters)                WGS84 (meters)
dx:      -7932.381                +/- 0.0053        Slope: 11092.567                +/- 0.010
dy:      -4697.084                +/- 0.0073        FwdAZ: 305 16 10.14593
dz:      6169.260                 +/- 0.0054        BwdAZ: 125 17 31.09154
                                FwdVA: 89 56 23.49629
RMS 0.009 (m)                       BwdVA: 90 09 35.67406
                                dHgt: 21.301

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 11083.540
Grid Azimuth: 304 58 00.30917
Vector Comb. Factor: 0.99918752

COVARIANCE MATRIX
-----
dx      dx      dy      dz
dx      2.769780e-05
dy      -2.141113e-05  5.318282e-05
dz      -1.128435e-05  1.991842e-05  2.912234e-05
    
```

Reporte C.3

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-313-RIO-L            VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA~3\AUTORI~1\STRATU~1\PROCES~3.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:            Meters
Processing Date:      2016/08/15 22:36:52 (LOCAL) Time Zone:        GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:      Broadcast
Elevation Mask:      15                                     SVs Used:         GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                    [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X:      2002375.769            Lat: S 15 26 06.78731
Y:      -5790236.053          Lon: W 70 13 10.56853
Z:      -1687605.038          Hgt: 3893.674
                                           Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E:      369144.058            Convergence:      0 19 28.71112
N:      8293165.254          Grid Scale Factor: 0.99981177
                                           Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-313-RIO-LAMPA)                  [E:\...\Data\00112271.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.584 [Meas.: 1.587] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X:      2075251.768            +/- 0.007         Lat: S 15 27 48.38726         +/- 0.006
Y:      -5791894.387          +/- 0.009         Lon: W 70 17 14.12766         +/- 0.007
Z:      -1690613.132          +/- 0.007         Hgt: 3879.461                 +/- 0.010
                                           Orth: 3833.107

UTMWGS84-19 (meters)
E:      361902.715            +/- 0.007         Convergence:      0 20 35.76390
N:      8290000.670          +/- 0.006         Grid Scale Factor: 0.99983586
                                           Elevation Factor: 0.99939037

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed                               Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span:      2016/08/14 13:20:10.00 to 2016/08/14 14:51:20.00 [91 min.]
Observations: 3674                                     Observations Used: 3659 [99.59%]
Ratio:          3.6

WGS84 Vector (meters)                WGS84 (meters)
dx:      -7124.001            +/- 0.0074        Slope: 7908.861               +/- 0.013
dy:      -1658.334            +/- 0.0089        FwdAZ: 246 43 07.79780
dz:      -3008.094            +/- 0.0066        BwdAZ: 66 44 12.67858
                                           FwdVA: 90 08 18.57126
RMS      0.008 (m)            BwdVA: 89 55 57.22896
                                           dHgt: -14.213

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance:          7902.635
Grid Azimuth:          246 23 38.01031
Vector Comb. Factor:   0.99921318

COVARIANCE MATRIX
-----
dx      dx      dy      dz
dy      -2.115359e-05      7.947262e-05
dz      -5.724326e-06      1.183664e-05      4.396480e-05
    
```

Reporte C.4

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-314-RIO-L             VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA~3\AUTORI~1\STRATU~1\PROCES~3.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:                    Meters
Processing Date:      2016/08/15 22:36:52 (LOCAL)           Time Zone:                GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:             Broadcast
Elevation Mask:      15                                     SVs Used:                GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                    [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation:    01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X: 2082375.769                Lat: 5 15 26 06.78731
Y: -5790236.053              Lon: W 70 13 10.56853
Z: -1687605.038              Hgt: 3893.674
                                Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E: 369144.058                Convergence: 0 19 28.71112
N: 8293165.254              Grid Scale Factor: 0.99981177
                                Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-314-RIO-LAMPA)                 [E:\...\Data\00092271.str]
-----
Point Occupation:    01
Antenna Height: 1.583 [Meas.: 1.586] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X: 2074800.088 +/- 0.002      Lat: S 15 27 52.54675 +/- 0.001
Y: -5792022.801 +/- 0.002      Lon: W 70 17 29.83531 +/- 0.002
Z: -1690737.166 +/- 0.001      Hgt: 3882.223 +/- 0.002
                                Orth: 3835.867

UTMWGS84-19 (meters)
E: 361435.326 +/- 0.002      Convergence: 0 20 40.04432
N: 8289870.033 +/- 0.001      Grid Scale Factor: 0.99983746
                                Elevation Factor: 0.99938994

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed           Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 14:03:20.00 to 2016/08/14 14:40:30.00 [37 min.]
Observations: 1381              Observations Used: 1378 [99.78%]
Ratio: 3.9

WGS84 Vector (meters)           WGS84 (meters)
dx: -7575.681 +/- 0.0017      Slope: 8390.091 +/- 0.003
dy: -1786.748 +/- 0.0022      FwdAZ: 247 10 47.60740
dz: -3132.127 +/- 0.0015      BwdAZ: 67 11 56.67499
                                FwdVA: 90 06 57.18407
RMS 0.007 (m)                  BwdVA: 89 57 34.17109
                                dHgt: -11.451

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 8383.498
Grid Azimuth: 246 51 17.77414
Vector Comb. Factor: 0.99921376

COVARIANCE MATRIX
-----
dx dx dy dz
dy -1.448675e-06 4.678055e-06
dz -5.224541e-07 8.165432e-07 2.190033e-06
    
```

Reporte C.5

```

Spectrum® Survey 4.20
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-315-RIO-L
VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project: E:\SOKKIA-3\AUTORI-1\STRATU-1\PROCES-3.SPR

Coordinate System: UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum: WGS84
Geoid Model: EGM2008 Units: Meters
Processing Date: 2016/08/15 22:36:52 (LOCAL) Time Zone: GMT-5.00h

Ephemeris: Broadcast Clock Model: Broadcast
Elevation Mask: 15 SVs Used: GPS + GLONASS
Safe Mode: ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA) [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation: 01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters) WGS84 (meters)
X: 2082375.769 Lat: S 15 26 06.78731
Y: -5790236.053 Lon: W 70 13 10.56853
Z: -1687605.038 Hgt: 3893.674
Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters) Convergence: 0 19 28.71112
E: 369144.058 Grid Scale Factor: 0.99981177
N: 8293165.254 Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-315-RIO-LAMPA) [E:\...\Data\00112272.str]
-----
Point Occupation: 01
Antenna Height: 1.456 [Meas.: 1.459] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters) WGS84 (meters)
X: 2072859.453 +/- 0.002 Lat: S 15 25 44.46997 +/- 0.002
Y: -5793851.152 +/- 0.004 Lon: W 70 18 51.74253 +/- 0.002
Z: -1686945.355 +/- 0.002 Hgt: 3901.034 +/- 0.004
Orth: 3854.519

UTMWGS84-19 (meters) Convergence: 0 20 59.06262
E: 358970.079 +/- 0.002 Grid Scale Factor: 0.99984598
N: 8293791.239 +/- 0.002 Elevation Factor: 0.99938698

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 15:44:00.00 to 2016/08/14 16:43:10.00 [59 min.]
Observations: 2954 Observations Used: 2948 [99.80%]
Ratio: 3.2

WGS84 Vector (meters) WGS84 (meters)
dx: -9516.316 +/- 0.0018 Slope: 10201.196 +/- 0.005
dy: -3615.100 +/- 0.0039 FwdAz: 273 50 43.59208
dz: 659.683 +/- 0.0018 BwdAz: 93 52 14.37732
FwdVA: 90 00 15.99087
BwdVA: 90 05 13.63890
dHgt: 7.360

RMS 0.008 (m)

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 10193.219
Grid Azimuth: 273 31 15.09516
Vector Comb. Factor: 0.99921654

COVARIANCE MATRIX
-----
dx dx dy dz
dy -3.146044e-07 1.521855e-05
dz 5.958400e-08 1.858671e-06 3.345321e-06
    
```

Reporte C.6

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-316-RIO-L             VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA~3\AUTORI~1\STRATU~1\PROCES~3.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:                    Meters
Processing Date:      2016/08/15 22:36:52 (LOCAL)           Time Zone:                GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:             Broadcast
Elevation Mask:      15                                     SVs Used:                GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                       [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X: 2082375.769                Lat: S 15 26 06.78731
Y: -5790236.053              Lon: W 70 13 10.56853
Z: -1687605.038              Hgt: 3893.674
                               Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E: 369144.058                Convergence: 0 19 28.71112
N: 8293165.254              Grid Scale Factor: 0.99981177
                               Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-316-RIO-LAMPA)                     [E:\...\Data\00092272.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.568 [Meas.: 1.571] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)                WGS84 (meters)
X: 2071130.300 +/- 0.008      Lat: S 15 25 19.18644 +/- 0.008
Y: -5794684.572 +/- 0.016     Lon: W 70 19 55.72458 +/- 0.010
Z: -1686194.563 +/- 0.008     Hgt: 3896.566 +/- 0.015
                               Orth: 3849.996

UTMWGS84-19 (meters)
E: 357057.988 +/- 0.010      Convergence: 0 21 15.52653
N: 8294556.526 +/- 0.008     Grid Scale Factor: 0.99985270
                               Elevation Factor: 0.99938768

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed                               Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 16:20:50.00 to 2016/08/14 17:11:20.00 [50 min.]
Observations: 2436                                    Observations Used: 2430 [99.75%]
Ratio: 2.2

WGS84 Vector (meters)                WGS84 (meters)
dx: -11245.468 +/- 0.0081          Slope: 12175.357 +/- 0.020
dy: -4448.520 +/- 0.0162          FwdAz: 276 53 28.08714
dz: 1410.475 +/- 0.0080          BwdAz: 96 55 15.07306
RMS 0.007 (m)                       FwdVA: 90 02 27.73660
                                       BwdVA: 90 04 05.70871
                                       dHgt: 2.892

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 12165.884
Grid Azimuth: 276 33 59.85462
Vector Comb. Factor: 0.99922025

COVARIANCE MATRIX
-----
dx      dy      dz
dx 6.601344e-05
dy 6.520794e-06 2.636545e-04
dz -1.864013e-06 2.324139e-05 6.437562e-05
    
```



Reporte C.7

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-317-RIO-L            VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA~3\AUTORI~1\STRATU~1\PROCES~3.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:                Meters
Processing Date:      2016/08/15 22:36:52 (LOCAL)           Time Zone:            GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:         Broadcast
Elevation Mask:      15                                       SVs Used:            GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                       [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X:      2082375.769      Lat:  S 15 26 06.78731
Y:     -5790236.053      Lon:  W 70 13 10.56853
Z:     -1687605.038      Hgt: 3893.674
                                Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E:      369144.058      Convergence:      0 19 28.71112
N:      8293165.254      Grid Scale Factor: 0.99981177
                                Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-317-RIO-LAMPA)                     [E:\...\Data\00112273.str]
-----
Point Occupation:      01
Antenna Height: 1.527 [Meas.: 1.530] Antenna Model: Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X:      2069160.388      +/- 0.003      Lat:  S 15 23 38.51276      +/- 0.002
Y:     -5796272.184      +/- 0.004      Lon:  W 70 21 15.80119      +/- 0.003
Z:     -1683212.250      +/- 0.002      Hgt: 3906.718              +/- 0.005
                                Orth: 3860.031

UTMWGS84-19 (meters)
E:      354651.397      +/- 0.003      Convergence:      0 21 34.53750
N:      8297635.543      +/- 0.002      Grid Scale Factor: 0.99986128
                                Elevation Factor: 0.99938609

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed                               Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 18:05:50.00 to 2016/08/14 18:39:30.00 [33 min.]
Observations: 1784                                    Observations Used: 1593 [89.29%]
Ratio: 3.0

WGS84 Vector (meters)
dx:    -13215.381      +/- 0.0030      Slope: 15178.200      +/- 0.006
dy:     -6036.132      +/- 0.0044      FwdAz: 287 28 00.09101
dz:     4392.788       +/- 0.0023      BwdAz: 107 30 09.06698
                                FwdVA: 90 01 08.08839
                                BwdVA: 90 07 02.62589
                                dHgt: 13.044

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 15166.433
Grid Azimuth: 287 08 32.92749
Vector Comb. Factor: 0.99922374

COVARIANCE MATRIX
-----
dx      dx      dy      dz
dy      8.801984e-06  1.968746e-05  5.217477e-06
dz     -2.595142e-06  5.067070e-06  5.217477e-06
    
```

Reporte C.8

```

Spectrum® Survey 4.20                                VECTOR SUMMARY
VECTOR: PCG-312-RIO-LAMPA-PCG-318-RIO-L            VECTOR OCCUPATION NO.: 01
-----
Project:                E:\SOKKIA-3\AUTORI-1\STRATU-1\PROCES-3.SPR

Coordinate System:    UTMWGS84-19 [Universal Tr...] Datum:            WGS84
Geoid Model:          EGM2008                               Units:            Meters
Processing Date:      2016/08/15 22:36:52 (LOCAL) Time Zone:        GMT-5.00h

Ephemeris:           Broadcast                               Clock Model:      Broadcast
Elevation Mask:      15                                       SVs Used:         GPS + GLONASS
Safe Mode:           ON

BASE STATION (PCG-312-RIO-LAMPA)                    [E:\...\Data\00142271.str]
-----
Point Occupation:     01
Antenna Height: 1.349 [Meas.: 1.353] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X: 2082375.769      WGS84 (meters)
Y: -5790236.053    Lat: 5 15 26 06.78731
Z: -1687605.038    Lon: W 70 13 10.56853
                   Hgt: 3893.674
                   Orth: 3847.239

UTMWGS84-19 (meters)
E: 369144.058      Convergence: 0 19 28.71112
N: 8293165.254    Grid Scale Factor: 0.99981177
                   Elevation Factor: 0.99938814

REMOTE STATION (PCG-318-RIO-LAMPA)                  [E:\...\Data\00092273.str]
-----
Point Occupation:     01
Antenna Height: 1.517 [Meas.: 1.520] Antenna Model:  Stratus_Slant (meters)
Met. Measurements Used: Default

WGS84 (meters)
X: 2068544.388      +/- 0.012      WGS84 (meters)
Y: -5796922.943    +/- 0.017      Lat: 5 15 22 49.09393 +/- 0.009
Z: -1681747.516    +/- 0.011      Lon: W 70 21 42.57496 +/- 0.010
                   Hgt: 3909.348 +/- 0.019
                   Orth: 3862.618

UTMWGS84-19 (meters)
E: 353843.556      +/- 0.010      Convergence: 0 21 40.51586
N: 8299149.260    +/- 0.009      Grid Scale Factor: 0.99986419
                   Elevation Factor: 0.99938568

VECTOR RESULTS
-----
Solution Type: L1 fixed Processing Interval: 10.00 seconds
Time Span: 2016/08/14 17:26:20.00 to 2016/08/14 18:46:10.00 [79 min.]
Observations: 3722 Observations Used: 3317 [89.12%]
Ratio: 3.1

WGS84 Vector (meters)
dx: -13831.380 +/- 0.0116 Slope: 16441.781 +/- 0.023
dy: -6686.890 +/- 0.0171 FwdAz: 291 41 04.08131
dz: 5857.522 +/- 0.0108 BwdAz: 111 43 20.11469
RMS 0.012 (m) FwdVA: 90 01 09.22209
BwdVA: 90 07 42.49857
dHgt: 15.674

UTMWGS84-19 (meters)
Grid Distance: 16429.050
Grid Azimuth: 291 21 37.44607
Vector Comb. Factor: 0.99922499

COVARIANCE MATRIX
-----
dx dx dy dz
dy -6.999926e-05 2.910621e-04
dz -4.037267e-05 9.317108e-05 1.167321e-04
    
```

ANEXO D. Libreta de Nivelación Electrónica.

NIVELACION DE VERTICES Y BMS. PARA LA DELIMITACION DE LA FAJA MARGINAL DEL RIO LAMPA					
LIBRETA DE NIVELACIÓN					
TRAMO: V-PCG - 317 a V-PCG -318 IDA Y VUELTA					
Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del rio Lampa, Región Puno"					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
Fecha: Septiembre del 2016					
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PCG-317	1.182	3861.203		3860.021	VERTICE
PC1	0.252	3859.675	1.780	3859.423	
PC2	0.429	3858.246	1.858	3857.817	
PC3	0.624	3856.157	2.713	3855.533	
PC4	1.43	3855.958	1.629	3854.528	
PC5	1.42	3855.958	1.420	3854.538	
PC6	1.383	3855.915	1.426	3854.532	
BM 317-318	1.310	3855.843	1.382	3854.533	BM 317-318
PC7	2.061	3856.266	1.638	3854.205	
PC8	1.662	3856.013	1.915	3854.351	
PC9	1.722	3856.307	1.428	3854.585	
PC10	2.060	3857.849	0.518	3855.789	
PC11	2.768	3859.987	0.630	3857.219	
PC12	2.620	3862.031	0.576	3859.411	
PC13	1.654	3863.043	0.642	3861.389	
PCG-318			0.425	3862.618	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión      ± Δ = ±0.004      Emax. 0.000					
PCG-318	0.395	3863.011		3862.616	VERTICE
PC1	0.606	3860.828	2.789	3860.222	
PC2	0.108	3858.534	2.402	3858.426	
PC3	0.544	3856.803	2.275	3856.259	
PC4	1.220	3855.911	2.112	3854.691	
PC5	1.017	3855.505	1.423	3854.488	
PC6	1.438	3855.557	1.386	3854.119	
PC7	1.490	3856.001	1.046	3854.511	
PC8	1.378	3855.886	1.493	3854.508	
PC9	1.891	3856.398	1.379	3854.507	
PC10	2.862	3859.079	0.181	3856.217	
PC11	2.540	3861.308	0.311	3858.768	
PCG-317			1.287	3860.021	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-PCG - 317 a V-L7 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PCG-317	1.955	3861.976		3860.021	VERTICE
PC1	2.78	3863.709	1.047	3860.929	
PC2	2.93	3866.579	0.060	3863.649	
PC3	2.395	3868.949	0.025	3866.554	
PC4	2.915	3871.720	0.144	3868.805	
PC5	2.298	3873.979	0.039	3871.681	
PC6	2.398	3876.027	0.350	3873.629	
PC7	1.904	3877.760	0.171	3875.856	
V-L7			0.768	3876.992	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>m</sub> = ±0.004    Emax. 0.003					
V-L7	0.768	3877.760		3876.992	VERTICE
PC1	0.429	3875.359	2.830	3874.930	
PC2	0.006	3872.675	2.690	3872.669	
PC3	0.100	3869.857	2.918	3869.757	
PC4	0.583	3867.714	2.726	3867.131	
PC5	0.571	3865.447	2.838	3864.876	
PC6	0.715	3863.647	2.515	3862.932	
PC7	0.860	3861.714	2.793	3860.854	
PCG-317			1.690	3860.024	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-PCG - 317 a BM-KM28 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PCG-317	1.68	3861.701		3860.021	VERTICE
PC1	2.88	3863.883	0.698	3861.003	
PC2	0.134	3863.162	0.855	3863.028	
PC3	0.224	3860.804	2.582	3860.580	
PC4	0.219	3858.398	2.625	3858.179	
PC5	0.101	3855.764	2.735	3855.663	
PC6	0.008	3852.927	2.845	3852.919	
PC7	0.450	3851.319	2.058	3850.869	
PC8	0.364	3849.244	2.439	3848.880	
PC9	1.475	3849.007	1.712	3847.532	
PC10	1.560	3849.267	1.300	3847.707	
PC11	2.920	3850.359	1.828	3847.439	
BM-KM28			0.001	3850.358	BM-KM28
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>m</sub> = ±0.004    Emax. 0.003					
BM-KM28	0.001	3850.359		3850.358	BM-KM28
PC1	1.270	3849.239	2.390	3847.969	
PC2	1.320	3849.080	1.479	3847.760	
PC3	1.659	3849.249	1.490	3847.590	
PC4	2.632	3851.306	0.575	3848.674	
PC5	2.532	3853.416	0.422	3850.884	
PC6	2.860	3856.260	0.016	3853.400	
PC7	2.897	3858.896	0.261	3855.999	
PC8	2.485	3861.249	0.132	3858.764	
PC9	2.545	3863.770	0.024	3861.225	
PC10	0.680	3863.874	0.576	3863.194	
PC11	0.833	3862.195	2.512	3861.362	
PC-12	1.685	3861.780	2.100	3860.095	
PCG-317			1.756	3860.024	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: BM-KM28 - V-L9 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingreso clase de nivelación → Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
BM-KM28	2.943	3853.301		3850.358	BM-KM28
PC1	1.758	3854.539	0.520	3852.781	
PC2	1.064	3854.320	1.283	3853.256	
PC3	0.612	3853.107	1.825	3852.495	
PC4	2.823	3853.405	2.525	3850.582	
PC5	0.785	3853.288	0.902	3852.503	
PC6	0.9	3852.099	2.089	3851.199	
PC7	0.840	3850.964	1.975	3850.124	
PC8	2.279	3851.433	1.810	3849.154	
PC9	2.476	3853.723	0.186	3851.247	
PC10	1.874	3855.421	0.176	3853.547	
PC11	1.758	3856.746	0.433	3854.988	
V-L9			0.405	3856.341	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ = ±0.004    Emax. 0.003					
V-L9	0.405	3856.746		3856.341	VERTICE
PC1	1.112	3855.263	2.595	3854.151	
PC2	0.370	3853.080	2.553	3852.710	
PC3	0.283	3850.961	2.402	3850.678	
PC4	2.070	3851.124	1.907	3849.054	
PC5	1.955	3852.225	0.854	3850.270	
PC6	1.989	3853.446	0.768	3851.457	
PC7	0.803	3853.291	0.958	3852.488	
PC8	1.184	3851.967	2.508	3850.783	
PC9	2.082	3853.659	0.390	3851.577	
PC10	1.652	3854.527	0.784	3852.875	
PC11	1.258	3854.435	1.350	3853.177	
PC-12	0.454	3853.271	1.618	3852.817	
PCG-317			2.916	3850.355	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: PCG - 318 a V-L2 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingreso clase de nivelación → Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PCG-318	0.62	3863.236		3862.616	VERTICE
PC1	0.266	3861.602	1.900	3861.336	
PC2	0.366	3860.018	1.950	3859.652	
PC3	0.595	3858.666	1.947	3858.071	
PC4	0.683	3857.595	1.754	3856.912	
PC5	0.7	3856.465	1.830	3855.765	
PC6	1.41	3856.619	1.256	3855.209	
PC7	1.678	3857.129	1.168	3855.451	
PC8	1.678	3857.227	1.580	3855.549	
PC9	1.618	3858.501	0.344	3856.883	
PC10	1.957	3858.928	1.530	3856.971	
PC11	1.939	3860.419	0.448	3858.480	
V-L2			0.468	3859.951	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ = ±0.004    Emax. 0.003					
V-L2	0.101	3860.052		3859.951	VERTICE
PC1	0.915	3858.992	1.975	3858.077	
PC2	1.150	3858.367	1.775	3857.217	
PC3	1.226	3858.220	1.373	3856.994	
PC4	0.647	3857.385	1.482	3856.738	
PC5	1.398	3856.879	1.904	3855.481	
PC6	1.442	3856.623	1.698	3855.181	
PC7	1.408	3856.560	1.471	3855.152	
PC8	1.790	3856.728	1.622	3854.938	
PC9	1.883	3858.602	0.009	3856.719	
PC10	1.908	3860.492	0.018	3858.584	
PC11	1.977	3862.341	0.128	3860.364	
PC-12	1.810	3863.239	0.912	3861.429	
PCG-318			0.620	3862.619	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L1 a V-L2 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L1	0.641	3861.560		3860.919	VERTICE
PC1	0.66	3860.304	1.916	3859.644	
V-L6			0.927	3859.377	VERTICE
V-L2			0.351	3859.953	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>n</sub> = ±0.004    Emax. 0.002					
V-L2	0.351	3860.302		3859.951	VERTICE
PC1	1.891	3861.536	0.657	3859.645	
V-L1			0.617	3860.919	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L1 a V-L5 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Septiembre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L1	0.229	3861.148		3860.919	VERTICE
PC1	0.584	3859.792	1.940	3859.208	
PC2	1.637	3859.658	1.771	3858.021	
PC3	1.41	3859.586	1.482	3858.176	
PC4	1.622	3859.744	1.464	3858.122	
PC5	1.562	3859.954	1.352	3858.392	
PC6	1.444	3859.898	1.500	3858.454	
PC7	0.944	3859.381	1.461	3858.437	
PC8	1.863	3860.079	1.165	3858.216	
PC9	1.876	3860.995	0.960	3859.119	
V-L5			0.164	3860.831	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>n</sub> = ±0.004    Emax. 0.003					
V-L5	0.164	3860.995		3860.831	VERTICE
PC1	0.883	3859.944	1.934	3859.061	
PC2	1.293	3859.588	1.649	3858.295	
PC3	1.389	3859.909	1.068	3858.520	
PC4	1.326	3859.828	1.407	3858.502	
PC5	1.262	3859.562	1.528	3858.300	
PC6	1.660	3859.706	1.516	3858.046	
PC7	1.967	3861.583	0.090	3859.616	
V-L1			0.661	3860.922	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: PP3 a V-L27 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PP3	1.432	3830.843		3829.411	PP3
PC1	1.443	3830.816	1.470	3829.373	
PC2	1.413	3831.548	0.681	3830.135	
PC3	2.166	3832.592	1.122	3830.426	
PC4	1.445	3832.794	1.243	3831.349	
PC5	1.46	3832.310	1.944	3830.850	
PC6	1.39	3832.102	1.598	3830.712	
V-L27			0.563	3831.539	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión ± Δ = ±0.004 Emax. 0.001					
V-L27	0.563	3832.102		3831.539	VERTICE
PC1	2.200	3832.453	1.849	3830.253	
PC2	1.353	3832.753	1.053	3831.400	
PC3	0.720	3832.177	1.296	3831.457	
PC4	1.480	3831.468	2.189	3829.988	
PC5	1.305	3830.860	1.913	3829.555	
PP3			1.450	3829.410	PP3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: BM PTE MACA a PP4 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
BM PTE MACA	0.886	3828.975		3828.089	BM PTE MACA
PC1	1.083	3827.891	2.167	3826.808	
PC2	1.495	3828.067	1.319	3826.572	
PC3	1.221	3827.550	1.738	3826.329	
PC4	1.658	3827.943	1.265	3826.285	
PC5	2.57	3829.665	0.848	3827.095	
PC6	1.668	3830.787	0.546	3829.119	
PP4			1.840	3828.947	PP4
Nivelación de Alta Precisión ± Δ = ±0.004 Emax. 0.002					
PP4	1.840	3830.787		3828.947	PP4
PC1	0.183	3829.388	1.582	3829.205	
PC2	2.205	3829.243	2.350	3827.038	
PC3	0.710	3828.171	1.782	3827.461	
PC4	1.779	3827.975	1.975	3826.196	
PC5	1.768	3828.159	1.584	3826.391	
PP3	1.643	3829.328	0.474	3827.685	
BM PTE MACA			1.237	3828.091	BM PTE MACA

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: PP4 a V-L31 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingreso clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PP4	1.685	3830.632		3828.947	PP4
PC1	1.597	3831.082	1.147	3829.485	
PC2	1.38	3830.764	1.698	3829.384	
PC3	1.211	3830.413	1.562	3829.202	
PC4	0.697	3829.531	1.579	3828.834	
V-L31			0.754	3828.777	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>m</sub> = ±0.004    Emax. 0.001					
V-L31	0.754	3829.531		3828.777	VERTICE
PC1	1.705	3830.656	0.580	3828.951	
PC2	1.404	3830.708	1.352	3829.304	
PC3	1.398	3831.046	1.060	3829.648	
PC4	1.104	3830.608	1.542	3829.504	
PP4			1.660	3828.948	PP4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L27 a V-L26 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingreso clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L27	0.559	3832.098		3831.539	VERTICE
PC1	1.709	3831.014	2.793	3829.305	
PC2	1.471	3831.129	1.356	3829.658	
PC3	1.46	3831.062	1.527	3829.602	
PC4	1.353	3830.839	1.576	3829.486	
PC5	2.097	3831.279	1.657	3829.182	
PC6	1.8	3832.724	0.355	3830.924	
V-L26			0.718	3832.006	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión    ± Δ <sub>m</sub> = ±0.004    Emax. 0.002					
V-L26	0.689	3832.695		3832.006	VERTICE
PC1	0.957	3831.144	2.508	3830.187	
PC2	1.422	3830.968	1.598	3829.546	
PC3	1.640	3831.201	1.407	3829.561	
PC4	1.316	3831.028	1.489	3829.712	
PC5	1.621	3831.085	1.564	3829.464	
PC6	2.813	3832.100	1.798	3829.287	
V-L27			0.559	3831.541	VERTICE



<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L26 a V-L20 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L26	0.708	3832.714		3832.006	VERTICE
PC1	1.113	3831.286	2.541	3830.173	
PC2	1.339	3831.312	1.313	3829.973	
PC3	0.888	3830.965	1.235	3830.077	
PC4	1.818	3831.171	1.612	3829.353	
PC5	1.212	3831.165	1.218	3829.953	
PC6	1.578	3831.323	1.420	3829.745	
PC7	1.372	3831.670	1.025	3830.298	
PC8	1.555	3831.830	1.395	3830.275	
PC9	1.838	3831.818	1.850	3829.980	
V-L20			1.457	3830.361	VERTICE
Nivelación de Alta Precisión ± 0.004 Emax. 0.001					
V-L20	1.457	3831.818		3830.361	VERTICE
PC1	1.347	3831.731	1.434	3830.384	
PC2	1.398	3831.715	1.414	3830.317	
PC3	1.247	3831.499	1.463	3830.252	
PC4	0.823	3830.962	1.360	3830.139	
PC5	1.484	3831.258	1.188	3829.774	
PC6	1.692	3830.905	2.045	3829.213	
PC7	1.713	3831.410	1.208	3829.697	
PC8	1.535	3831.272	1.673	3829.737	
PC9	2.365	3832.267	1.370	3829.902	
V-L26			0.260	3832.007	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L31 a PP5 IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L31	0.355	3829.132		3828.777	VERTICE
PC1	0.735	3827.375	2.492	3826.640	
PC2	1.359	3827.143	1.591	3825.784	
PC3	1.411	3827.186	1.368	3825.775	
PC4	1.498	3827.142	1.542	3825.644	
PP5			1.526	3825.616	PP5
Nivelación de Alta Precisión ± 0.004 Emax. 0.000					
PP5	1.526	3827.142		3825.616	PP5
PC1	1.526	3827.193	1.475	3825.667	
PC2	1.530	3827.199	1.524	3825.669	
PC3	1.793	3827.619	1.373	3825.826	
PC4	2.300	3829.629	0.290	3827.329	
V-L31			0.852	3828.777	VERTICE

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: PP5 a BM - CLC IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
PP5	1.48	3827.096		3825.616	PP5
PC1	1.299	3826.950	1.445	3825.651	
PC2	1.806	3827.429	1.327	3825.623	
BM - CLC			1.440	3825.989	BM - CLC
Nivelación de Alta Precisión $\pm \Delta_n = \pm 0.004$ Emax. 0.002					
BM - CLC	1.440	3827.429		3825.989	BM-CLC
PC1	1.241	3827.043	1.627	3825.802	
PC2	1.508	3827.088	1.463	3825.580	
PP5			1.474	3825.614	PP5

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN</b>					
<b>TRAMO: V-L33 a BM - CLC IDA Y VUELTA</b>					
<b>Perfil de Proyecto: "Delimitación de faja Marginal del río Lampa, Región Puno"</b>					
Operador: Ing. EDGAR V. NINA SARAVIA			Lugar: LAMPA		
Equipo: Nivel de Ingeniero topcon AT-G6					
Fecha: Octubre del 2016			Ingrese clase de nivelación →: Nivelación de Alta Precisión		
PTO	(+)	A. I.	(-)	COTA (msnm)	OBSERV.
V-L33	0.956	3827.244		3826.288	VERTICE
PC1	0.471	3825.197	2.518	3824.726	
PC2	2.323	3826.480	1.040	3824.157	
PC3	1.937	3827.197	1.220	3825.260	
PC4	1.443	3827.329	1.311	3825.886	
PC5	1.867	3827.574	1.622	3825.707	
PC6	1.413	3827.552	1.435	3826.139	
BM - CLC			1.563	3825.989	BM - CLC
Nivelación de Alta Precisión $\pm \Delta_n = \pm 0.004$ Emax. 0.002					
BM - CLC	1.563	3827.552		3825.989	BM - CLC
PC1	0.829	3825.819	2.562	3824.990	
PC2	2.909	3828.256	0.472	3825.347	
PC3	2.720	3830.722	0.254	3828.002	
PC4	2.830	3833.264	0.288	3830.434	
PC5	2.551	3834.925	0.890	3832.374	
PC6	2.230	3836.981	0.174	3834.751	
V-L32			0.287	3836.694	VERTICE

ANEXO E. Calculo de Coordenadas y Factores de Escala con la Hoja Excel creada

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
**HOJA DE CALCULO PARA LA CONVERSION DE COORDENADAS EN PROYECCION UTM A COORDENADAS GEOGRAFICAS Y COORDENADAS TOPOGRAFICAS PLANAS**  
 Elaborada por: Héctor Durand Cruz

ELEMENTOS DEL ELIPSOIDE SELECCIONADO			
a (semieje mayor)	b (semieje menor)	e (° Excentric.)	e' (° Excentric. secundaria)
6378137	6356752.314	0.081819191	0.006739497
WGS84			

Selección de Elipsoide:	
WGS84	

Factor de Escala en el Meridiano central:	
Huso	19
Merid. central	-69
Hemisferio	S

VERT.	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS		FACTORES DE ESCALA		DISTANCIAS		COORD. TOPOGRAFICAS			
	ESTE	NORTE	LONGITUD (λ)	LATITUD (φ)	PROYECCION	ELEVACION	UTM WGS 84	GEODESICA	TOPOGRAFICA	ESTE	NORTE	COTA
JCA7	378226.8500	8286813.2660	70° 8' 6.906948" W	15° 29' 35.10190" S	0.999783391	0.999391487	7466.5958	7470.1451	7474.4821	378226.8500	8286813.2660	3826.142
PCG-302	372260.3330	8291305.5480	70° 11' 26.3708" W	15° 27' 7.870274" S	0.999801804	0.999391053	7466.5958	7470.1451	7474.4821	372260.3330	8291305.5480	3826.683
PCG-403	372206.5030	8291471.1440	70° 11' 28.07894" W	15° 27' 2.472432" S	0.999801968	0.999390986	7610.2778	7616.8559	7616.2758	372206.5030	8291471.1440	3829.073
PCG-12	369144.0580	8293165.2440	70° 13' 17.76708" W	15° 26' 3.06532" S	0.999812470	0.999202997	11083.5401	11085.7802	11092.2758	369144.0580	8293165.2440	3847.239
PCG-11	368928.3700	8293360.4450	70° 13' 10.56651" W	15° 26' 6.787582" S	0.999811771	0.999388139	11372.2154	11374.5178	11381.1783	368928.3700	8293360.4450	3832.759
PCG-13	361902.7130	8290000.6670	70° 17' 14.1277" W	15° 27' 48.38762" S	0.999835858	0.999393073	16652.4073	16635.5744	16645.5160	361902.7130	8290000.6670	3833.103
PCG-14	361435.3260	8289870.0330	70° 17' 29.83529" W	15° 27' 52.54702" S	0.999837457	0.999389939	17067.4667	17070.7229	17080.9383	361435.3260	8289870.0330	3833.867
PCG-15	358970.0770	8293791.2410	70° 18' 51.74255" W	15° 25' 44.47018" S	0.999845983	0.999386983	20482.0761	20485.8724	20496.2188	358970.0770	8293791.2410	3854.529
PCG-16	357057.9880	8294556.5260	70° 19' 55.72455" W	15° 25' 19.18672" S	0.999852699	0.999387685	22544.6032	22544.7054	22548.3684	357057.9880	8294556.5260	3849.996
PCG-17	354651.3970	8297635.5480	70° 21' 15.80117" W	15° 23' 38.51288" S	0.999861281	0.999386089	25940.7433	25945.3859	25961.2193	354651.3970	8297635.5480	3849.996
PCG-18	353843.5560	8299149.2600	70° 21' 42.57494" W	15° 22' 49.0942" S	0.999864194	0.999385676	27326.2104	27331.0263	27347.7473	353843.5560	8299149.2600	3860.022

ANEXO F. Calculo de Coordenadas y distancias Topográficas a UTM con la Hoja Excel creada

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA  
 HOJA DE CALCULO PARA LA CONVERSION DE COORDENADAS TOPOGRAFICAS A COORDENADAS EN PROYECCION UTM  
 Elaborada por: Héctor Durand Cruz

FACTORES DE ESCALA: 0.9992125

COORDENADAS DE PUNTO DE CONTROL BASE

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	OBS.
JCA7	378226.9	8286813.3	3826.142	

COORDENADAS TOPOGRAFICAS				DIST. TOPOGR	DIST. TOP POR TRAMO	DIST. UTM	DIST. UTM	COORDENADAS UTM		
PTO	ESTE	NORTE	COTA					ESTE	NORTE	COTA
PCG 302	372255.6	8291309.1	3828.684	7474.489973	7468.60367	7468.60367	372260.3265	8291305.552	3828.684	
PCG 403	372203.8	8291474.8	3829.074	7616.28408	173.655	173.655	372208.4963	8291471.149	3829.074	
V-L 32	371557.1	8291669.6	3836.673	8250.42819	675.363	674.831	371562.3336	8291665.752	3836.673	
V-L 33	371283.6	8292060	3826.288	8702.73351	476.707	476.332	371289.027	8292055.874	3826.288	
V-L 31	370632.3	8291574.8	3828.777	8963.8484	812.147	811.507	370638.2319	8291571.096	3828.777	
V-L 30	370314.9	8292350.7	3843.38	9657.21134	838.244	837.584	370321.1608	8292346.346	3843.38	
PCG-312	369136.9	8293170.3	3847.239	11092.2872	1435.081	1433.951	369144.0485	8293165.261	3847.239	
PCG-311	368921	8293365.6	3832.759	11381.1909	291.127	290.897	368928.3595	8293360.452	3832.759	
V-L 29	368170.4	8292040.1	3830.864	11333.6593	1523.251	1522.052	368178.3456	8292036.02	3830.864	
V-L 28	367065.4	8291941.2	3829.132	12283.0089	1109.410	1108.537	367074.2298	8291937.116	3829.132	
V-L 27	366281.1	8291530.9	3831.539	12843.5702	885.202	884.505	366290.4775	8291527.139	3831.539	
V-L 26	365762.2	8291169.7	3832.006	13203.9894	632.178	631.681	365772.0371	8291166.251	3832.006	
V-L 20	365782.2	8290139.9	3830.361	12881.5521	1030.015	1029.204	365792.0474	8290137.242	3830.361	
V-L 19	365177.6	8290260.2	3832.343	13496.7792	616.461	615.376	365187.9155	8290257.454	3832.343	
V-L 18	364062	8290275.1	3832.899	14581.7383	1115.733	1114.854	364073.1611	8290272.373	3832.899	
V-L 17	363592.1	8289886.8	3832.011	14953.9964	609.587	609.107	363603.6371	8289884.354	3832.011	
V-L 16	362359.6	8290092.5	3834.778	16202.5575	1249.561	1248.577	362372.0908	8290089.874	3834.778	
PCG-313	361889.8	8290003.2	3833.103	16645.5337	478.172	477.796	361902.6957	8290000.671	3833.103	
PCG-314	361422.1	8289872.4	3835.867	17080.9564	485.683	485.301	361435.3081	8289870.036	3835.867	
V-L 15	360812	8289353.5	3834.124	17599.1603	800.980	800.349	360825.6895	8289351.457	3834.124	
V-L 14	359879.9	8290887.3	3838.149	18793.852	1794.847	1793.434	359894.3346	8290884.036	3838.149	
V-L 13	357805.9	8291517	3840.19	20955.6516	2167.450	2165.743	357822.0079	8291513.305	3840.19	
V-L 12	358170.4	8292556.6	3840.322	20862.6047	1101.570	1100.703	358186.1509	8292552.028	3840.322	
V-L 11	357421	8292948.9	3840.21	21691.6763	845.848	845.182	357437.406	8292944.092	3840.21	
PCG-315	358954.9	8293796.7	3854.529	20498.2411	1752.577	1751.197	358970.056	8293791.248	3854.529	
PCG-316	357041.3	8294562.6	3849.996	22558.3928	2061.175	2059.552	357057.965	8294556.534	3849.996	
V-L 10	358737.1	8294933.2	3855.574	22972.6153	479.388	479.011	358754.5239	8294926.732	3855.574	
V-L 9	356244.1	8295679.1	3856.341	23703.2225	894.116	893.411	356261.4508	8295672.127	3856.341	
V-L 8	355273.6	8296939.4	3863.96	25087.6909	1590.736	1589.483	355291.6541	8296931.472	3863.96	
V-L 7	354657.2	8297343.4	3876.992	25815.0019	736.992	736.411	354675.7136	8297335.104	3876.992	
PCG-317	354632.8	8297644.1	3860.022	25961.247	301.677	301.440	354651.3718	8297635.56	3860.022	
PCG-318	353824.3	8299159	3862.617	27347.7771	1717.143	1715.791	353843.5295	8299149.274	3862.617	
V-L 6	353370.2	8299978	3859.34	28127.6328	936.483	935.746	353389.7691	8299967.639	3859.34	
V-L 2	353356.2	8299972	3859.951	28137.1622	15.183	15.171	353375.8281	8299961.655	3859.951	
V-L 1	353276	8300120	3860.919	28277.4398	168.320	168.188	353295.6483	8300109.501	3860.919	
V-L 4	353225.1	8300137.9	3857.266	28330.8162	53.998	53.955	353244.7454	8300127.391	3857.266	
V-L 3	352830	8300653.9	3859.126	28923.3831	649.849	649.337	352850.0015	8300642.964	3859.126	
V-L 5	352487	8300578	3860.831	29189.1328	351.242	350.966	352507.3186	8300567.166	3860.831	

UTM-Geograficas-Topograficas | Geograficas-UTM-Topograficas | **Topograficas-UTM** | Datos Elipsoides

## ANEXO G. Panel Fotográfico

**FOTO N° 01:** Instalación del GPS Diferencial Master en el Punto de control Base JCA7 ubicado en la plaza de armas de Juliaca.



**FOTO N° 02:** Monumentación y Pintado del Punto de Control Primario PCG – 11 en el Río Lampa ubicado en el sector de Juliaca



**FOTO N° 03:** Monumentación y Pintado del Punto de Control Primario PCG - 12 en el Río Lampa ubicado en el sector de Juliaca.



**FOTO N° 04:** Antena del GPS Diferencial (rover) en el punto de Control Primario PCG - 18 en el Río Lampa ubicado en el sector de Lampa.



**FOTO N° 05:** Monumentación y Pintado del Punto de Control Primario PCG - 16 en el Río Lampa ubicado en el sector de Lampa – C.P. Ccatacha.



**FOTO N° 06:** Monumentación y Pintado del Punto de Control Primario PCG –12 en el Río Lampa ubicado en el sector de Lampa – C.P. Tacamani.



**FOTO N° 07:** Monumentación y Pintado del Punto de Control Secundario V – L4 en el río Lampa ubicado en el Puente Colonial de Lampa.



**FOTO N° 08:** Lectura de Relleno Topográfico desde el Punto de Control Secundario V – L5 en el Río Lampa ubicado en el Puente Moquegachi de Lampa.





**FOTO N° 09:** Vista Panorámica de Progresiva 1+000 hasta 2+000 Km. V – L6 en el Río Lampa ubicado en el Puente Nuevo de Lampa.



**FOTO N° 10:** Vista Panorámica de Progresiva 2+000 hasta 4+000 Km. en el Río Lampa ubicado en el sector de Linsora - Lampa.



**FOTO N° 11:** Vista Panorámica de Progresiva 33+000 hasta 34+000 Km. en el Río Lampa ubicado en el sector de Pucachupa - Lampa.



**FOTO N° 12:** Vista Panorámica de Progresiva 43+000 hasta 44+000 Km. en el Río Lampa ubicado en el Sector de Unocolla - Lampa. – San Roman.



ANEXO H.

# PLANOS