

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“MODELO MATEMÁTICO ENTRE LA LÍNEA BASE Y EL  
TIEMPO MÍNIMO DE VISADO CON LA TECNOLOGÍA  
GNSS DE ALTA PRECISIÓN”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**MARIO MARTIN TORRES ALAYO**

**ASESOR**

**Dr. Ing. JORGE MENDOZA DUEÑAS**

**LIMA- PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

*A mi hermosa familia*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de Ingeniería por todo el conocimiento adquirido a lo largo de mi carrera universitaria y con la excelencia de todos sus docentes, de los cuales estaré muy agradecido.

A mi asesor de tesis Dr. Ing. Jorge Mendoza Dueñas, por su paciencia, dedicación e instrucción.

Y finalmente a familiares y amigos por su apoyo incondicional en todo momento.

Mario Martin Torres Alayo

© 2022, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,  
con fines estrictamente académicos.”**

Torres Alayo, Mario

[mmtorresa@uni.pe](mailto:mmtorresa@uni.pe)

994130176

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
3.1 GENERALIDADES .....	15
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3.3 OBJETIVOS.....	16
3.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
3.4 ANTECEDENTES .....	16
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	<b>18</b>
4.1 BREVE HISTORIA DE LA GEODESIA.....	18
4.2 PRIMERAS DEFINICIONES DE GEODESIA.....	23
4.3 ACTUALES DEFINICIONES DE GEODESIA.....	24
4.4 DIVISIÓN DE LA GEODESIA.....	25
4.4.1 División de la Geodesia según Norma Técnica Geodésica del IGN .....	25
4.5 ELIPSOIDE .....	26
4.5.1 Elipsoide Geodésico de referencia en el Perú .....	27
4.6 GEOIDE .....	28
4.7 RELACIÓN ENTRE GEOIDE Y ELIPSOIDE.....	28
4.7.1 Vertical geocéntrico.....	29
4.7.2 Vertical geodésico.....	29
4.7.3 Vertical astronómico.....	29
4.7.4 Ángulo radial de la vertical.....	29
4.7.5 Desviación de la Vertical.....	30
4.7.6 Ondulación geoidal.....	30
4.7.7 Altura ortométrica .....	31

4.7.8	Altura elipsoidal.....	31
4.8	PUNTO DATUM .....	33
4.9	SISTEMAS DE COORDENADAS TERRESTRES.....	33
4.9.1	Coordenadas Astronómicas o Geográficas.....	34
4,9,1,1	Latitud astronómica:.....	34
4,9,1,2	Longitud astronómica:.....	34
4.9.2	Coordenadas Geodésicas.....	34
4,9,2,1	Latitud geodésica:.....	34
4,9,2,2	Longitud geodésica.....	34
4.9.3	Coordenadas Geocéntricas.....	35
4,9,3,1	Latitud Geocéntrica.....	35
4,9,3,2	Longitud Geocéntrica.....	35
4.9.4	Coordenadas Rectangulares Geocéntricas.....	36
4.10	PROYECCIONES UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM) .....	37
4.11	SISTEMAS DE REFERENCIA.....	39
4.11.1	Sistema de Referencia Terrestre Internacional ITRS.....	39
4.11.2	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS.....	39
4.12	MARCO DE REFERENCIA.....	40
4.12.1	Marco de referencia terrestre internacional ITRF.....	40
4.12.2	Red Geodésica Geocéntrica Nacional – REGGEN.....	42
4.12.3	Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC).....	42
4.13	SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN SATELITAL (GNSS) .....	43
4.13.1	Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	44
4.14	LÍNEA BASE.....	45
4.14.1	Tiempos de observación de líneas base según Norma Técnica Geodésica.....	45
4.14.2	Tiempos de observación según empresa Leica Geosystem.....	46
4.15	MÉTODO DIFERENCIAL.....	46
<b>CAPÍTULO III:</b>	<b>MODELO MATEMÁTICO .....</b>	<b>48</b>
5.1	ANÁLISIS INICIAL DE OBSERVACIONES (MEDICIONES) DE LÍNEAS BASE .....	48
5.2	RESIDUOS .....	49
5.3	PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES.....	50
5.4	DEFINIENDO MATRICES.....	50
5.5	SISTEMAS LINEALES INCONSISTENTES .....	51
5.6	AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS PONDERADOS .....	53
5.7	TEST DE FIABILIDAD CON EL USO DEL TEST DE CHI-CUADRADO .....	56
5.8	PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA.....	58

---

<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO .....</b>	<b>59</b>
6.1 EQUIPAMIENTO .....	59
6.2 CONFIGURACIONES DE LOS EQUIPOS GPS .....	59
6.3 PRIMERA ETAPA: LECTURA Y PROCESAMIENTO DE LÍNEAS BASE .....	60
6.4 RESULTADOS DE 1ERA ETAPA.....	66
6.4.1 Línea base 1 .....	66
6.4.2 Línea base 2 .....	67
6.4.3 Línea base 3 .....	68
6.4.4 Línea base 4 .....	69
6.4.5 Línea base 5 .....	70
6.4.6 Línea base 6 .....	71
6.4.7 Línea base 7 .....	72
6.4.8 Línea base 8 .....	73
6.4.9 Línea base 9 .....	74
6.4.10 Línea base 10 .....	75
6.4.11 Línea base 11 .....	76
6.4.12 Línea base 12 .....	77
6.4.13 Línea base 13 .....	78
6.4.14 Línea base 14 .....	79
6.4.15 Línea base 15 .....	80
6.4.16 Línea base 16 .....	81
6.5 SEGUNDA ETAPA: DEPURACIÓN DE ERRORES .....	82
6.6 RESULTADOS DE SEGUNDA ETAPA .....	84
6.6.1 Línea base 1 .....	84
6.6.2 Línea base 2 .....	91
6.6.3 Línea base 3 .....	98
6.6.4 Línea base 4 .....	105
6.6.5 Línea base 5 .....	111
6.6.6 Línea base 6 .....	118
6.6.7 Línea base 7 .....	125
6.6.8 Línea base 8 .....	132
6.6.9 Línea base 9 .....	139
6.6.10 Línea base 10 .....	146
6.6.11 Línea base 11 .....	153
6.6.12 Línea base 12 .....	159
6.6.13 Línea base 13 .....	165

---

6.6.14 Línea base 14.....	171
6.6.15 Línea base 15.....	178
6.6.16 Línea base 16.....	184
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>191</b>
7.1 PRIMERA ETAPA: LECTURA Y PROCESAMIENTO DE CADA LÍNEA BASE.....	191
7.2 SEGUNDA ETAPA: DEPURACIÓN DE ERRORES.....	191
7.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN POLINOMIAL: TIEMPO VS DISTANCIA.....	192
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>195</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>197</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>198</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>201</b>
<b>ANEXO A.1 EQUIPAMIENTO.....</b>	<b>I</b>
<b>ANEXO A.2 PROTOCOLO DE LEVANTAMIENTO GNSS.....</b>	<b>V</b>
<b>ANEXO A.3 INFORME DE PROCESAMIENTO DE LÍNEAS BASE.....</b>	<b>X</b>
<b>ANEXO A.4 PANEL FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>XLIII</b>

## RESUMEN

En relación a la observación de líneas base con receptores GNSS de alta precisión, existen pocos estudios donde se establezca el tiempo mínimo de observación de una línea base con respecto a la longitud de la misma, en ciertas guías de marcas de receptores GNSS reconocidas se recomienda determinados tiempos de observación en función a la longitud de línea base, pero no se sustenta por qué, ni el cómo se llega a tal recomendación.

En la norma técnica peruana sólo se establece un tiempo mínimo de observación independientemente de la longitud de la línea base.

En términos de productividad y eficiencia establecer una relación entre el tiempo mínimo de observación para determinada longitud de línea base resulta razonable.

En el presente estudio se halla la relación entre el tiempo mínimo de visado (observación) que se requiere para determinada longitud de línea base, mediante una relación matemática.

Para tal fin se observaron diferentes líneas base en diferentes intervalos de tiempo, posteriormente estos conjuntos de mediciones fueron sometidos a métodos estadísticos para eliminar errores de observación.

Con estos resultados se relaciona el tiempo mínimo de observación en función a su longitud de línea base, obteniendo una relación lineal, estos resultados son similares a las recomendaciones en las guías de receptores geodésicos.

Por ello, los resultados en el presente estudio resultan satisfactorios y coherentes y así mismo sugerentes a la realización de mayores estudios usando otras marcas de receptores, sugiriendo observaciones a mayores y diferentes longitudes de líneas base.

## ABSTRACT

In relation to the observation of baselines with high-precision GNSS receivers, there are few studies where the minimum observation time of a baseline is established with respect to its length, in certain recognized GNSS receiver brand guides it is recommended certain observation times based on the length of the baseline, but why or how such a recommendation is reached is not supported.

In the Peruvian technical standard only a minimum observation time is established regardless of the length of the baseline.

In terms of productivity and efficiency, establishing a relationship between the minimum observation time for a given baseline length is reasonable.

In the present study, the relationship between the minimum visa time (observation) required for a given baseline length is found, through a mathematical relationship.

For this purpose, different baselines were observed at different time intervals throughout the national territory, later these sets of measurements were subjected to statistical methods to eliminate observation errors.

With these results, the minimum observation time is related to its baseline length, obtaining a linear relationship, these results are similar to the recommendations in the geodetic receiver guides.

For this reason, the results in the present study are satisfactory and consistent and also suggestive of further studies using other receptor brands, suggesting observations at higher and different baseline lengths.

## PRÓLOGO

Hoy en día el uso del método diferencial estático con receptores GNSS de doble frecuencia, es prácticamente de uso masivo, sin embargo, a la fecha no existe de manera formal un protocolo que establezca el tiempo mínimo de visación en una línea base.

El Instituto Geográfico del Perú IGN estable como tiempo mínimo para una línea base menor a 100 km un equivalente a 900 épocas; lo cual significa que, para un tiempo de registro o grabación de 5 segundos, el tiempo mínimo a considerar es  $900 \text{ época} \times 5 \text{ segundos/época} = 4500 \text{ segundos}$ ; es decir 1 hora 15 minutos, independientemente de la longitud de la línea base (menor a 100km).

Es importante resaltar que el presente estudio de investigación corresponde a una actualización de la tesis: Determinación del tiempo de visado para observaciones satelitales con GPS de alta precisión, elaborado por el ahora MSc David Córdor García, el año 2012.

No obstante, las conclusiones a que se llega con la presente tesis nos permiten afinar resultados dado que logró superar los inconvenientes presentados en la primera tesis.

Por otro lado, es preciso resaltar que el tesista Mario Torres Alayo realizó el trabajo con equipos propios y proyectos en los que tuvo participación directa haciendo uso de los mismos protocolos en todos los casos; culminando sus cálculos con depuración probabilística haciendo uso de los modelos Chi Cuadrado y T de Student, para luego realizar un ajuste aplicando el método de mínimos cuadrados.

Como especialista en el presente campo debo manifestar que los resultados de la presente tesis corresponden a un aporte tangible a la ingeniería dado que será de gran utilidad en el campo de la metodología GNSS correspondiente a la georreferenciación de puntos geodésicos y de control.

Dr. Ing. Jorge Mendoza Dueñas

## LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1	ALGUNOS ELIPSOIDES DEL SIGLO XIX.....	23
TABLA N° 2	DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS DE NAVEGACIÓN GLOBAL AL AÑO 2020 .....	44
TABLA N° 3	TIEMPOS DE OBSERVACIÓN SEGÚN RECOMENDACIÓN DE LEICA GEOSYSTEM .....	46
TABLA N° 4	COORDENADAS PARA UNA LÍNEA BASE Y SU RESPECTIVA DESVIACIÓN ESTÁNDAR .....	48
TABLA N° 5	ESTUDIOS VIALES.....	61
TABLA N° 6	LÍNEAS BASE QUE INTERVENDRÁN EN EL PRESENTE ESTUDIO .....	62
TABLA N° 7	16 LÍNEAS BASE AGRUPADAS SEGÚN UBICACIÓN .....	63
TABLA N° 8	ASIGNACIÓN DE COORDENADAS FIJAS .....	64
TABLA N° 9	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 1 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO.....	66
TABLA N° 10	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 2 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	67
TABLA N° 11	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 3 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	68
TABLA N° 12	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 4 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	69
TABLA N° 13	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 5 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	70
TABLA N° 14	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 6 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	71
TABLA N° 15	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 7 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	72
TABLA N° 16	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 8 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	73
TABLA N° 17	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 9 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	74
TABLA N° 18	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 10 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	75
TABLA N° 19	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 11 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	76
TABLA N° 20	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 12 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	77
TABLA N° 21	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 13 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	78
TABLA N° 22	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 14 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	79
TABLA N° 23	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 15 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	80
TABLA N° 24	OBSERVACIONES DE LÍNEA BASE 16 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	81
TABLA N° 25	LÍNEA BASE 1 DEPURADA.....	84
TABLA N° 26	LÍNEA BASE 5 DEPURADA.....	91
TABLA N° 27	LÍNEA BASE 3 DEPURADA.....	98
TABLA N° 28	LÍNEA BASE 4 DEPURADA.....	105
TABLA N° 29	LÍNEA BASE 5 DEPURADA.....	111
TABLA N° 30	LÍNEA BASE 11 DEPURADA.....	118
TABLA N° 31	LÍNEA BASE 7 DEPURADA.....	125
TABLA N° 32	LÍNEA BASE 8 DEPURADA.....	132
TABLA N° 33	LÍNEA BASE 9 DEPURADA.....	139
TABLA N° 34	LÍNEA BASE 10 DEPURADA.....	146
TABLA N° 35	LÍNEA BASE 11 DEPURADA.....	153

TABLA N° 36	LÍNEA BASE 12 DEPURADA.....	159
TABLA N° 37	LÍNEA BASE 13 DEPURADA.....	165
TABLA N° 38	LÍNEA BASE 14 DEPURADA.....	171
TABLA N° 39	LÍNEA BASE 15 DEPURADA.....	178
TABLA N° 40	LÍNEA BASE 16 DEPURADA.....	184
TABLA N° 41	LÍNEAS BASE, DISTANCIAS, TIEMPOS MÍNIMOS DE OBSERVACIÓN .....	192
TABLA N° 42	TIEMPOS MÍNIMOS DE OBSERVACIÓN.....	195

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA N°1	PLANTEAMIENTO DE ERATÓSTENES PARA HALLAR EL RADIO TERRESTRE .....	19
FIGURA N°2	MAPA DE CLAUDIO PTOLOMEO .....	20
FIGURA N°3	MAPA DE TOSCANELLI.....	21
FIGURA N°4	GERARDUS DE MERCATOR: MAPA DEL MUNDO AÑO 1569 .....	21
FIGURA N°5	ELIPSOIDE DE REVOLUCIÓN.....	27
FIGURA N°6	GEOIDE.....	28
FIGURA N°7	ÁNGULO RADIAL DE LA VERTICAL .....	29
FIGURA N°8	DESVIACIÓN DE LA VERTICAL .....	30
FIGURA N°9	ONDULACIÓN GEOIDAL.....	31
FIGURA N°10	RELACIÓN DE GEOIDE Y ELIPSOIDE .....	32
FIGURA N°11	PUNTO DATUM .....	33
FIGURA N°12	COORDENADAS ANGULARES.....	35
FIGURA N°13	COORDENADAS RECTANGULARES GEOCÉNTRICAS Y GEODÉSICAS .....	36
FIGURA N°14	PROYECCIÓN UTM, .....	37
FIGURA N°15	FUENTE: GUILLEN MELGAREJO & CABELLO RODRIGUEZ, 2021, P 44 .....	37
FIGURA N°16	ZONAS UTM 17,18 Y 19 SUR .....	38
FIGURA N°17	MARCO DE REFERENCIA SIRGAS (A DICIEMBRE DE 2020).....	40
FIGURA N°18	FUENTE: SIRGAS, 2020 .....	40
FIGURA N°19	RED ITRF2014 QUE DESTACA LOS SITIOS VLBI, SLR Y DORIS COLOCADOS CON GNSS. ....	40
FIGURA N°20	REDES DE GNSS, SLR Y VLBI Y RED SIRGAS .....	41
FIGURA N°21	MODELO DE VELOCIDADES DE MASAS TERRESTRES.....	41
FIGURA N°22	ESTACIONES DE RASTREO PERMANENTE EN PLATAFORMA DEL IGN .....	42
FIGURA N°23	APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA GNSS .....	43
FIGURA N°24	LÍNEA BASE AB .....	45
FIGURA N°25	MODELO BÁSICO DE UNA LÍNEA BASE.....	48
FIGURA N°26	LECTURA DE LÍNEA BASE EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO .....	49
FIGURA N°27	RESIDUOS VI.....	49
FIGURA N°28	GENERALIZACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.....	49
FIGURA N°29	ZONA DE ACEPTACIÓN POR LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO .....	57
FIGURA N°30	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT, ZONA DE RECHAZO (ÁREA SOMBRADA) .....	58
FIGURA N°31	MODELO DE LECTURA SIMULTÁNEA EN DETERMINADA LÍNEA BASE. ....	65
FIGURA N°32	DISTRIBUCIÓN DE DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 1 DEPURADA.....	88
FIGURA N°33	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 1 DEPURADA .....	90
FIGURA N°34	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 1 (LONGITUD =1100,00 M) .....	90
FIGURA N°35	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 2 DEPURADA .....	95

FIGURA N°36	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 2 DEPURADA .....	97
FIGURA N°37	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 2 (LONGITUD 2950 M) .....	97
FIGURA N°38	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 3 DEPURADA .....	102
FIGURA N°39	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 3 DEPURADA .....	104
FIGURA N°40	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 3 (LONGITUD 4700 M) .....	104
FIGURA N°41	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 4 DEPURADA .....	108
FIGURA N°42	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 4 DEPURADA .....	110
FIGURA N°43	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 4 (LONGITUD 6750 M) .....	110
FIGURA N°44	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 5 DEPURADA .....	115
FIGURA N°45	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 5 DEPURADA .....	117
FIGURA N°46	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 5 (LONGITUD 8314 M) .....	117
FIGURA N°47	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 6 DEPURADA .....	122
FIGURA N°48	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 6 DEPURADA .....	124
FIGURA N°49	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 6 (LONGITUD 8800 M) .....	124
FIGURA N°50	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 7 DEPURADA .....	129
FIGURA N°51	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 7 DEPURADA .....	131
FIGURA N°52	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 7 (LONGITUD 9728 M) .....	131
FIGURA N°53	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 8 DEPURADA .....	136
FIGURA N°54	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 8 DEPURADA .....	138
FIGURA N°55	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 8 (LONGITUD 16694 M) .....	138
FIGURA N°56	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 9 DEPURADA .....	143
FIGURA N°57	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 9 DEPURADA .....	145
FIGURA N°58	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 9 (LONGITUD 20528 M) .....	145
FIGURA N°59	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 10 DEPURADA .....	150
FIGURA N°60	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 10 DEPURADA .....	152
FIGURA N°61	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 10 (LONGITUD 29130 M) .....	152
FIGURA N°62	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 11 DEPURADA .....	156
FIGURA N°63	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 11 DEPURADA .....	158
FIGURA N°64	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 11 (LONGITUD 34000 M) .....	158
FIGURA N°65	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 12 DEPURADA .....	162
FIGURA N°66	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 12 DEPURADA .....	164
FIGURA N°67	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 12 (LONGITUD 44000 M) .....	164
FIGURA N°68	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 13 DEPURADA .....	168
FIGURA N°69	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 13 DEPURADA .....	170
FIGURA N°70	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 13 (LONGITUD 63980 M) .....	170
FIGURA N°71	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 14 DEPURADA .....	175
FIGURA N°72	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 14 DEPURADA .....	177

FIGURA N°73	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 14 (LONGITUD 70755 M) .....	177
FIGURA N°74	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 15 DEPURADA .....	181
FIGURA N°75	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 15 DEPURADA .....	183
FIGURA N°76	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 15 (LONGITUD 78720 M) .....	183
FIGURA N°77	DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO PARA LÍNEA BASE 16 DEPURADA .....	188
FIGURA N°78	DISTRIBUCIÓN T DE STUDENT PARA LÍNEA BASE 16 DEPURADA .....	190
FIGURA N°79	TIEMPO MÍNIMO DE VISADO PARA LÍNEA BASE 16 (LONGITUD 95220 M) .....	190
FIGURA N°80	GRAFICA DE DISPERSIÓN CON SOFTWARE MINITAB 19 .....	194

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

### SÍMBOLOS

$\sigma$	desviación estándar
km	kilómetro
m	metro
mm	milímetro
h	hora
min	minuto
s	segundo

### SIGLAS

DGPS	GPS Diferencial
DOP	Dilución de la Precisión
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GRS80	Sistema Geodésico de Referencia 1980
ICRF	Marco Internacional de Referencia Celeste
IERS	Servicio Internacional de Rotación de la Tierra
IGN	Instituto Geográfico Nacional del Perú
IGP	Instituto Geofísico del Perú
IGS	Servicio Internacional de GNSS
IPGH	Instituto Panamericano de Geografía e Historia
ITRF	Marco Internacional de Referencia Terrestre
NGS	Servicio Geodésico Nacional de EE.UU.
NMM	Nivel Medio del Mar
OPUS	Servicio de Posicionamiento del Usuario en Línea
PSAD56	Datum Provisional Sudamericano 1956
REGGEN	Red Geodésica Geocéntrica Nacional del Perú
REGPMOC	Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo.

RINEX	Formato de Intercambio Independiente del Receptor
SI	Sistema Internacional de Unidades
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UT	Tiempo Universal
UTC	Tiempo Universal Coordinado
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

La importancia en la observación de puntos geodésicos de orden “C” radica en su nivel de precisión (máximo de 10 mm); haciéndose así una herramienta muy usada para el control y desarrollo de variados proyectos de ingeniería.

La Norma Técnica Geodésica, en el Capítulo 3, establece ciertas consideraciones para la toma de datos de puntos geodésicos de orden “C”:

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizará el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), a no menor de un (1) segundo ni mayor de cinco (5) segundos de sincronización (con la base), con una elevación de la máscara no mayor a quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites. (p.40)

La Norma técnica geodésica, establece un tiempo mínimo de observación sin considerar la longitud de la línea base.

### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En redes geodésicas ubicadas en la sierra, o selva alta de nuestro territorio, en las que presentan una topografía escarpada y valles estrechos, los puntos geodésicos son ubicados usualmente en cimas de montañas; produciendo que el tiempo de transporte, instalación y observación de los receptores demanden gran cantidad de tiempo, limitandose a leer pocas líneas base en el transcurso del día.

En terminos de productividad y precisión es preferible realizar observaciones en intervalos de tiempo menores que las indicadas en la norma técnica geodésica siempre y cuando se mantenga la precision requerida.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar un modelo matemático entre la línea base y el tiempo mínimo de visado con la tecnología GNSS de Alta precisión.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener un conjunto de observaciones realizadas en diferentes intervalos de tiempo a diferentes longitudes de líneas base con tecnología GNSS de alta precisión.
- Obtener un conjunto de observaciones válidas depurando las observaciones erróneas realizadas por la tecnología GNSS de alta precisión mediante procedimientos matemáticos.

## 1.4 ANTECEDENTES

Actualmente existen diversas tesis en la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Ingeniería en las cuales se analizan: tiempo, rapidez, y la versatilidad del uso del sistema GPS en aplicaciones en la Ingeniería. Estas son:

- “Determinación del tiempo de visado para observaciones satelitales con GPS de alta precisión”. (Condor Garcia, 2012): Analiza el tiempo mínimo de visado para 10 líneas base distribuidas en el rango de 1 km. Hasta 500 km.
- “Propuesta de una metodología para el levantamiento catastral de predios rurales mediante el uso del GPS en la selva” (Chihuan Gaspar, 2002): En la cual propone una metodología para el catastro rural, combinando el uso de tecnología GPS y equipos de topografía para el programa PETT (Proyecto Especial de Titulación de Tierras).
- “Aplicaciones de navegadores GPS en la ingeniería” (Daza Vasquez, 2004): el autor menciona el uso, la importancia de los navegadores GPS en diversas áreas de la Ingeniería.
- “Estudio comparativo de levantamientos topográficos de obras viales mediante topografía convencional y GPS diferencial” (Hilario Solis, 2013), donde el autor compara la realización de un levantamiento topográfico de

una carretera de 4 km de longitud, distribuyendo el estudio en sectores, puntos en borde de calzada, puntos en borde de bermas, relleno topográfico realizadas por el método convencional (estación total) y a la vez por (receptores GPS).

- “Sistemas de información geográfica y GPS aplicado al transporte” (Tabraj Romero, 2004): donde el autor promueve el uso sistemas de información geográfica compartida, en los que incluye herramientas de navegación satelital GPS con el fin de agilizar la evaluación de proyectos de inversión pública.
- “Diseño geométrico de la carretera Sayán - Acotama con datos tomados con GPS” (Tarazona López, 2008): donde el autor expone la realización de un proyecto usando netamente el GPS diferencial.
- “GPS principios básicos y modo diferencial” (León Siu, 1997), el autor expone la importancia del GPS y su uso en diversas disciplinas de la ingeniera y muestra ejemplos a nivel mundial, resalta la necesidad de realizar una “guía de campo” donde se trate de mostrar todos los elementos que deben de ser tomados en cuenta por el ingeniero en el proceso de medición en campo.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 2.1 BREVE HISTORIA DE LA GEODESIA

El hombre a través de los tiempos siempre se ha interesado por conocer la forma de la tierra; el único camino hacia tal fin fue mediante observaciones astronómicas.

Los filósofos griegos 500 años a.C. afirmaban que la tierra era esférica, y apoyaban que la forma geométrica más perfecta era la esfera. Parménides (515-440 a.C.) y Empédocles (470 a.C.) emitieron por primera vez la idea de la esfericidad de la tierra y su aislamiento en el espacio.

Pitágoras de Samos (569-470 a.C.) llegó a afirmar que la tierra no podía tener otra forma y que además estaba aislada en el espacio e inmóvil; Filolao (450 a.C.), de la escuela pitagórica, introduce el concepto de rotación, las cuales producía los días y las noches, así también como su desplazamiento, como el sol, la luna, los planetas.

Hiceas, Heráclides (388-315 a.C.) y Efantos concordaban con la rotación terrestre y además afirmaban el movimiento al rededor del sol de la Tierra, Mercurio y Venus.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) elimina todas las esferas y establece el sistema heliocéntrico, quien no estuvo de acuerdo con esa teoría fueron Aristóteles y Cleantes (331-232 a.C.), el primero reconocido como gran matemático, silencian esta teoría hasta los tiempos de Nicolas Copérnico.

Eratóstenes de Cyrene (276-195 a.C.), bibliotecario de la biblioteca de Alejandría fundada por el rey de Egipto Ptolomeo Soter, fue el primero en determinar 240 a.C. el radio terrestre.

Puede considerársele como el fundador de la geodesia, ya que es el primero quien desarrolla un método científico para el cálculo del radio terrestre.

El día de solsticio de verano, al medio día los rayos solares recaen verticalmente en Syene (Asuán, Egipto), iluminando el fondo de los pozos. En el mismo día y hora, en Alejandría la sombra de un obelisco permite determinar que los rayos solares forman con la vertical un ángulo de  $7^{\circ}12'$ ,  $1/50$  de la circunferencia (Figura N°1).

Considerando los siguientes datos:

- El sol se encuentra en el trópico de Cáncer al medio día del solsticio de verano.
- Syene se encuentra en el trópico de Cáncer y al sur de Alejandría en el mismo meridiano, a 5000 estadios.

Concluye que la desviación angular respecto a la vertical en Alejandría es exactamente el ángulo que forman las verticales en el centro de la esfera, también la longitud del meridiano, 250000 estadios, lo cual es variable con una longitud aproximada de 185 metros, obteniendo una precisión entre el 0.6 al 16%.

Actualmente se sabe que:

- Los rayos solares inciden perpendicularmente al medio día del solsticio de verano en el trópico del cáncer, Asuán no se encuentra exactamente en el trópico, se encuentra a 37 millas al norte.
- Alejandría y Asuán no se encuentran en el mismo meridiano, su diferencia es  $3^{\circ}30'$
- La diferencia de latitudes es  $7^{\circ}5'$  y no  $7^{\circ}12'$
- La distancia de 5000 estadios, no se encuentra exactamente como llegó a ese valor, hay varias hipótesis como el hecho de que una caravana de camellos viajaba unos 100 estadios al día y que se empleaban 50 días en llegar a una ciudad a otra, otra hipótesis es que poseía un mapa egipcio de los que disponía la biblioteca de Alejandría.

Factores que influyen en la medición, pese a esto, es notable el resultado obtenido.

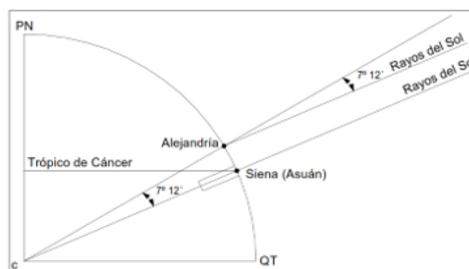


Figura N°1 Planteamiento de Eratóstenes para hallar el radio terrestre

Fuente: Mesa rojas, 2011

El mismo método lo vuelve aplicar Posidonio (135 – 51 a.C.), midiendo el arco entre Rodas y Alejandría, sustituyendo el sol por la estrella Canopus, obteniendo un valor de 4615 km de radio terrestre.

Claudio Ptolomeo (100-170 d.C.). Admite el radio terrestre de Posidonio, y además lo transmitió a su posteridad. Autor de trece volúmenes de Almagesto, Ideó el sistema planetario geocéntrico, construyó un mapa del mundo con posiciones terrestres en las cuales las representaba por latitud y longitud (Figura N°2)



Figura N°2 Mapa de Claudio Ptolomeo

Fuente: Thrower, 1999

Las primitivas enseñanzas griegas, fueron transferidas hacia Europa gracias a la civilización árabe, posteriormente en el siglo XII se tradujeron al latín en el reinado de Alonso X de Castilla.

Roger de Bacon (1214-1294) creador de la óptica, analiza el fenómeno de la refracción para las observaciones, estudia tanto la astronomía como la geografía, y considera las mareas terrestres como resultado de la atracción lunar.

En los siglos XV y XVI surgen las grandes exploraciones, Toscanelli (1397 -1482) confecciona un mapa (Figura N°3), probablemente tomando como referencia a Marco Polo (1254 -1324), la cual muy probablemente sirve de influencia a Cristóbal Colon (1492).

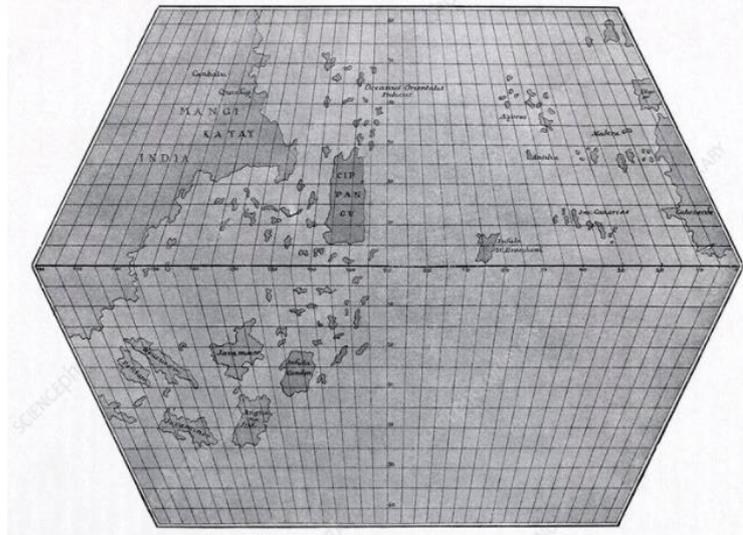


Figura N°3 Mapa de Toscanelli

Fuente: Science photo library

Las necesidades propias en la navegación hacen organizarse escuelas de cartógrafos, de los muchos sobresale el italiano Américo Vespucio (1415-1512) quien obtuvo los primeros mapas de la costa oeste de América del norte y da nombre al continente.

Otro destacado Cartógrafo de esa época fue el flamenco Gerhard Kaufmann (1512 – 1594) más conocido por Mercator.

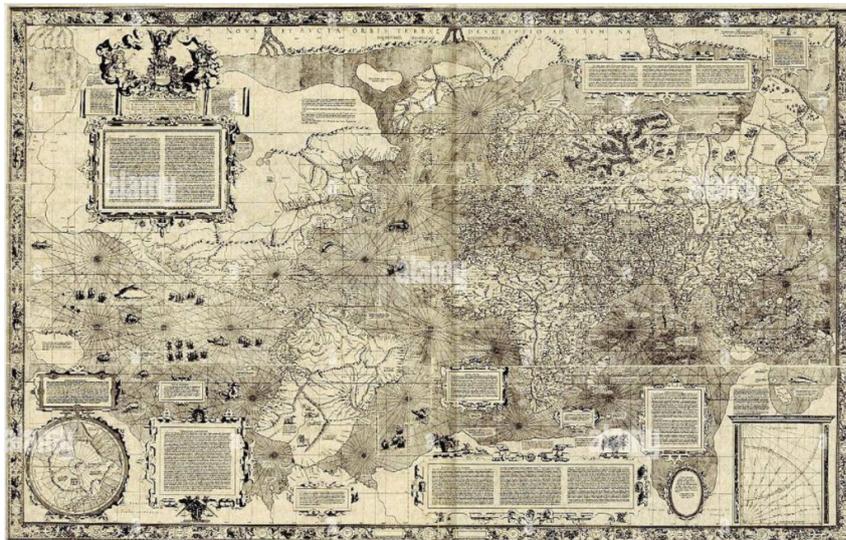


Figura N°4 Gerardus de Mercator: Mapa del mundo año 1569

Fuente: Carta do Mundo de Mercator (1569)

Por esta época, Nicolas Copérnico (1473-1543) publica su obra: “De Revolutionibus Orbium Coelestium” de 1543, donde expone la teoría heliocéntrica del sistema solar, el cual revolucionó el pensamiento generando así la atención de astrónomos, geodestas, se incentivaron las observaciones por medio de observatorios, aumentando el conocimiento de las posiciones de los cuerpos celestes, beneficiándose así la navegación y el comercio, posteriormente estas ideas arrastran intolerancias de parte de la iglesia, quienes juzgaban de herejes a quienes admitían las ideas copernicas, como el italiano Giordano Bruno, ejecutado por hereje, por otro lado Galileo fue obligado a retractarse en uno de los procesos más famosos de la historia, la inquisición.

Galileo Galilei (1564-1642) aplica el antejo a las observaciones astronómicas y enuncia las primeras leyes de la física.

Newton (1642-1727) calcula la distancia a la luna, y comprueba su ley de gravitación universal formulada en 1666; en 1672 Richer había observado que el péndulo astronómico era más lento en Cayena que en París, Huygens (1629-1695), interpreta estas variaciones afirmando que la gravedad aumenta del ecuador a los polos porque la tierra es achatada.

La aplicación de la ley de Newton, a la teoría de figuras en equilibrio, permite concluir que la tierra no era una esfera, sino que debía ser un elipsoide de revolución.

En el siglo XIX, Carlos Federico Gauss (1777-1855) diseñó, calculó y compensó utilizando por primera vez el método de mínimos cuadrados la red geodésica del reino de Hannover en 1821 y dio las bases de la geometría diferencial de superficies de uso obligado en geodesia geométrica y dinámica, también establece la definición de superficie equipotencial que posteriormente, en 1872 Listing llamaría geoide.

A lo largo del siglo se determinaron entre otros los siguientes elipsoides (Tabla N°1).

Tabla N° 1 Algunos Elipsoides del siglo XIX

Elipsoide	Semieje Mayor (km)	Achatamiento (f)
Everest (1830)	6377,276	1/300,80
Airy (1830)	6376,542	1/299,30
Bessel (1840)	6377,397	1/299,15
Clark (1888)	6378,245	1/293,50
Hayfort (1909)	6378,388	1/297,00

Fuente: Elaboración propia

El 4 de octubre de 1957, la unión soviética lanza el primer satélite artificial: el Sputnik 1, un mes después fue lanzado el Sputnik, en febrero de 1958 se lanza el primer satélite norteamericano Vanguard I, seguidamente de varios satélites, y el aceleramiento de la creación de la NASA.

Se lanza el primer satélite GPS en febrero de 1989, se empieza a comercializar receptores GPS de 10 fabricantes, en 1984 se determina y comienza a usarse el sistema geodésico mundial (WGS 84).

En el presente siglo, la unión europea con su sistema Galileo, china con BeiDou, India con IRNSS, Japón con QZSS desarrollan su propio Sistema global de navegación por satélite, de modo tal que les brinde independencia respecto a los sistemas actuales GPS (EEUU) y Glonass (Federación Rusa).

## 2.2 PRIMERAS DEFINICIONES DE GEODESIA

Etimológicamente se deriva del griego “geo” que significa tierra y “daio” significa dividir; su definición hace unos años se limitaba a ser la ciencia que resuelve los problemas relacionados con la figura y dimensiones de la tierra, por ejemplo:

“La geodesia es la ciencia fundamental para la determinación del potencial gravitatorio”. (Bruns, 1878)

“La geodesia es la ciencia encargada de la medición y representación cartográfica de la superficie terrestre” (Helmert, 1880)

Según (Mesa rojas, 2011):

“Podemos decir que la geodesia es una ciencia, que, desde la antigüedad, se ha dedicado al estudio de la medida y forma del globo terráqueo, adaptándose a las necesidades de la época para aplicarse a problemas prácticos, como son básicamente la confección de mapas nacionales e internacionales, así como la preparación de cartas para aplicaciones específicas como las geológicas e hidrográficas, entre otras.”

### **2.3 ACTUALES DEFINICIONES DE GEODESIA**

Las definiciones de geodesía han ido evolucionando desde su concepción inicial hasta nuestros tiempos debido a que las primeras definiciones se limitaban a “la medición y representación cartográfica de la superficie terrestre” (Helmert 1880).

la cual no incluye el estudio del campo de gravedad terrestre, por ello el concepto de geodesia fue posteriormente extendido y actualmente su estudio incluye, además: mediciones de fondos oceánicos, exploración espacial, variaciones temporales de puntos de referencia, así como variaciones en el campo de la gravedad.

Por ello nuevas definiciones arrastran estos estudios faltantes:

“El problema de la geodesia es determinar la figura y campo gravitatorio externo de la tierra y otros cuerpos celestes como una función del tiempo, por medio de observaciones realizadas dentro y fuera de estos cuerpos” (Torge, 2001)

Otro concepto dado por la división de geodesia y ciencia espacial de la Universidad de Ohio, consideran estas nuevas mediciones:

“La geodesía es la ciencia de la determinación del tamaño y forma de la tierra, incluyendo su variación temporal, por medio de mediciones de distancia, tiempo y gravedad. La era satelital y la computación han transformado los métodos de medición, permitiendo la determinación de fenómenos como las variaciones del nivel de los océanos, deformaciones de la superficie movimientos de placas, variación de la rotación terrestre, y otra serie de fenómenos geodinámicos con una exactitud sin precedentes, Actualmente, la geodesia utiliza lo último en modelos matemáticos, investigación física, astronómica, computación y análisis estadístico

para ayudarse en el entendimiento de las corrientes oceánicas, el incremento del nivel de los mares, los ciclos hidrológicos la condición de la atmósfera, el cambio climático global, el deshielo entre otros y sus relaciones con fenómenos naturales como terremotos y volcanes. Todos estos estudios requieren de marcos coordinados de referencia de una alta exactitud, así como modelos globales de gravedad y mediciones muy precisas de tiempo. Por supuesto la geodesia no ha dejado de lado su labor de proporcionar elementos para el establecimiento de los datum internacionales. Muchas de las aplicaciones geodésicas son empleadas en estudios de la Luna y otros planetas.” ( Jekeli, 2006).

## 2.4 DIVISIÓN DE LA GEODESIA

El campo abarcado por la Geodesía es muy amplio, por lo cual muchos autores lo suelen dividir en distintas ramas, según (López Cuervo, 1993) :

- Geodesia esferoidal: estudia la forma y dimensiones de la tierra y el empleo del elipsoide como superficie de referencia. Estudio de métodos de resolución de problemas sobre dicha superficie (medida de distancias, etc.)
- Geodesía física: estudia el campo gravitatorio de la tierra, partiendo de mediciones del mismo (mediante estaciones gravimétricas). Estudio de los problemas de reducción y de desviación de la vertical.
- Astronomía geodésica: estudia los métodos astronómicos que permiten determinar las coordenadas geográficas sobre la superficie terrestre de una serie de puntos fundamentales conocidos con el nombre de “Datum” o “Puntos astronómicos fundamentales” sobre los cuales se basará el cálculo de las posteriores redes geodésicas.
- Geodesia espacial o cósmica: utiliza satélites artificiales para sus determinaciones.

### 2.4.1 División de la Geodesia según Norma Técnica Geodésica del IGN

Similar a esta clasificación, según (IGN, 2015):

“Desde el punto de vista del objetivo de estudio, se puede establecer una división de la geodesia en diferentes especialidades, aunque cualquier

trabajo geodésico requiere la intervención de varias de estas subdivisiones:

- Geodesia geométrica: Determinación de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, lo cual incluye fundamentalmente la determinación de coordenadas de puntos en su superficie.
- Geodesia física: Estudio del campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones, mareas (oceánicas y terrestres) y su relación con el concepto de altitud.
- Geodesia Astronómica: Determinación de coordenadas en la superficie terrestre a partir de mediciones a los astros.
- Geodesia espacial: Determinación de coordenadas a partir de mediciones efectuadas a satélites artificiales cuya observación resulta más cómoda y precisa que la tradicional. Aplica técnicas tridimensionales y resuelve todos los problemas de la Geodesia tanto geométricos como dinámicos y relación con la definición de sistemas de referencia.

## 2.5 ELIPSOIDE

Por la forma geométrica que presenta la tierra se asemeja a un elipsoide de revolución, que es el resultado de girar una elipse sobre su eje mayor.

Parámetros:

- Semieje ecuatorial (a) o Semieje mayor: longitud del semieje correspondiente al ecuador.
- Semieje polar (b) o Semieje menor: longitud del semieje desde el centro de masas de la tierra hasta uno de los polos
- Factor de achatamiento (f): este factor representa que tan diferentes son los semiejes entre sí.

$$f = 1 - b/a$$

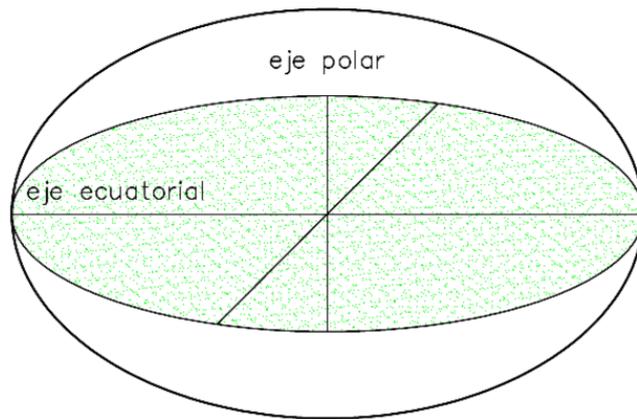


Figura N°5 Elipsoide de revolución

Fuente: Ayala ramírez & Hasbun bardales, 2012

Debido a las anomalías de la superficie terrestre hace que no exista ni un modelo matemático que represente su superficie, por ello, cada país, continente o región emplean un elipsoide de referencia distinto.

### 2.5.1 Elipsoide Geodésico de referencia en el Perú

Según (IGN, 2015) :

“Elipsoide	: GRS80 Geodetic Reference System 1980
Datum	: Geocéntrico
Semi Eje Mayor	: 6 378 137 metros
Semi Eje Menor	: 6 356 752,31414 metros
Achatamiento	: 1/298,257222101

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodesic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros.

Elipsoide	: WGS84 (World Geodesic System 1984)
Datum	: Geocéntrico
Semi Eje Mayor	: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor : 6 356 752,31424 metros

Achatamiento : 1/298,257223563" (p. 27)

## 2.6 GEOIDE

Según (Del Cogliano, 2006):

“Mucho más conveniente es representar la superficie media de los océanos que cubren cerca de un 70% del planeta. Despreciando los efectos no gravitatorios, esa superficie coincidirá con una superficie equipotencial.

Extendiendo la misma por debajo de los continentes, queda definida la superficie matemática de la tierra, conocida con el nombre de “geoide” “. (p. 18)

El geoide exagerando verticalmente los abombamientos y depresiones, las zonas representadas de color rojo son las más elevadas y en azul las más deprimidas.

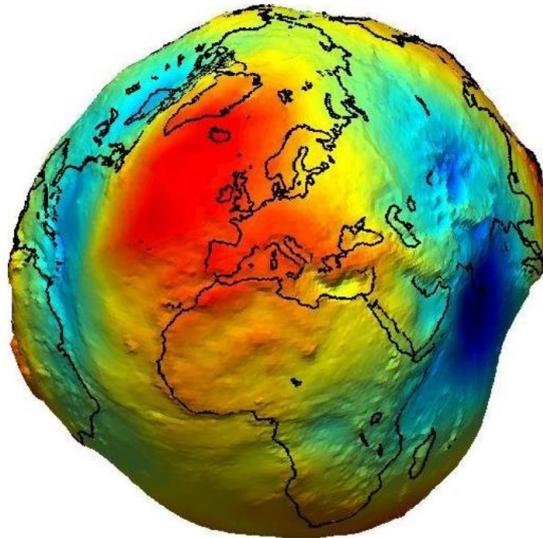


Figura N°6 Geoide

Fuente: ESA (European Space Agency, Agencia Espacial Europea)

## 2.7 RELACIÓN ENTRE GEOIDE Y ELIPSOIDE

De acuerdo a los conceptos expuestos, definimos unos parámetros que intervendrán en la relación geoide y elipsoide.

### 2.7.1 Vertical geocéntrico

Es la normal a una esfera con el centro en el centro de masas de la tierra (el conjunto de verticales geocéntricas coincide en un punto).

### 2.7.2 Vertical geodésico

Es la normal al elipsoide (no coinciden en un punto en común).

### 2.7.3 Vertical astronómico

Es la vertical normal al geoide (no coinciden en un punto en común).

### 2.7.4 Ángulo radial de la vertical

Ángulo generado por la vertical astronómica y la vertical geocéntrica para un determinado punto (figura N° 7).

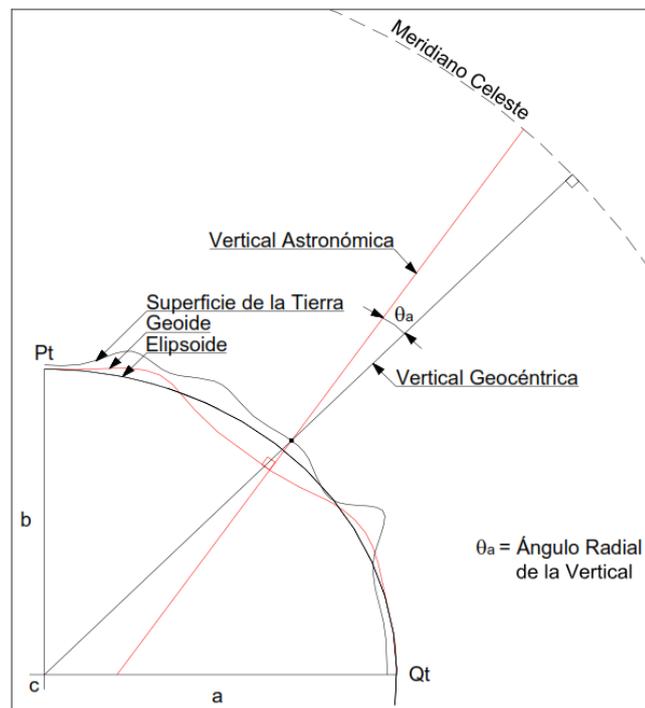


Figura N°7 Ángulo radial de la vertical

Fuente: Mesa rojas, 2011, p.20

### 2.7.5 Desviación de la Vertical

Ángulo generado por la vertical astronómica y la vertical geodésica para un determinado punto (figura N°8). Medible sobre el meridiano.

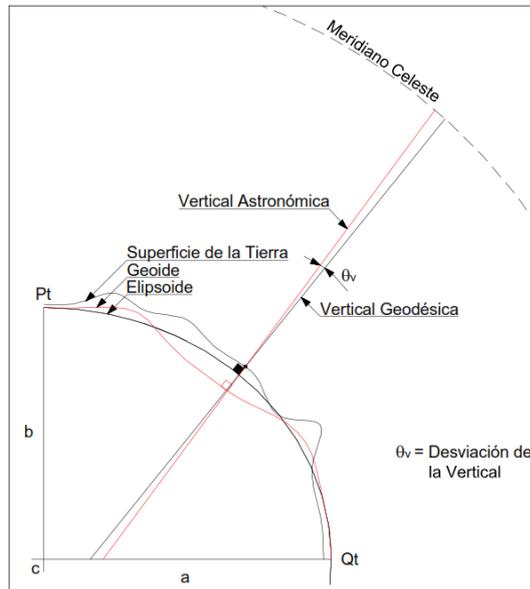


Figura N°8 Desviación de la Vertical

Fuente: Mesa rojas, 2011, p.21

### 2.7.6 Ondulación geoidal

La ondulación geoidal ( $N$ ) es la separación vertical entre el geoide y el elipsoide (figura N°5 y figura N°6).

Según (Mesa rojas, 2011):

“La desigual distribución de la gravedad superficial, y de lo local de las perturbaciones, causa que existan zonas de la tierra por encima del geoide y por debajo de éste, a esta diferencia se la conoce como ondulación geoidal, o también conocida como altura o separación geoidal, es la diferencia o separación entre el elipsoide y el geoide, y su magnitud va a depender de la mayor o menor diferencia gravitatoria.

Estas diferencias gravitatorias son causadas por la composición terrestre y la presencia de la gran más de agua en los océanos, que causa una menor atracción,

y hace que, por lo general, el geode quede por encima del elipsoide en la zona continental y por debajo de la zona oceánica” (p. 22)

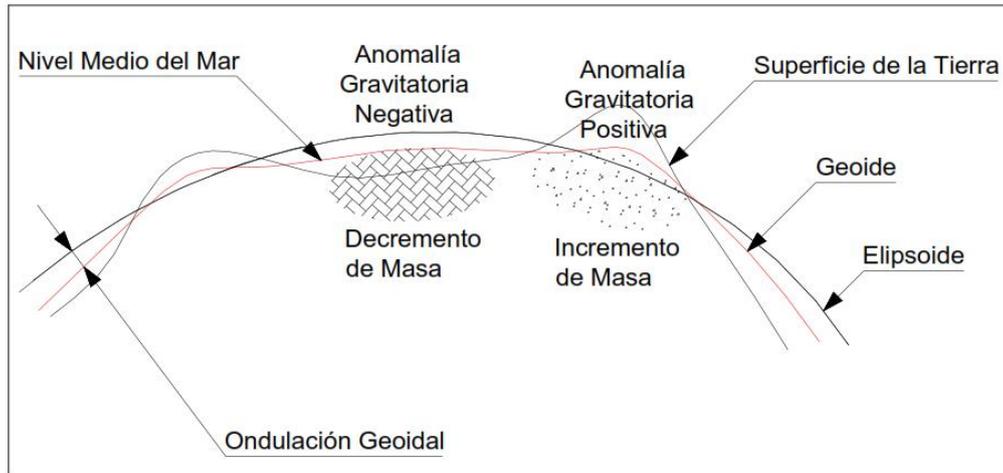


Figura N°9 Ondulación geoidal

Fuente: Mesa rojas, 2011, p.23

### 2.7.7 Altura ortométrica

La altura ortométrica ( $H$ ), es la separación vertical entre el geode y la superficie topográfica (figura 6).

### 2.7.8 Altura elipsoidal

La altura elipsoidal ( $h$ ), es la separación vertical entre el elipsoide y la superficie topográfica (figura 6).

En el siguiente gráfico se representa la altura ortométrica ( $H$ ), altura elipsoidal ( $h$ ), ondulación geoidal ( $N$ ) y desviación de la vertical ( $\Theta$ ).

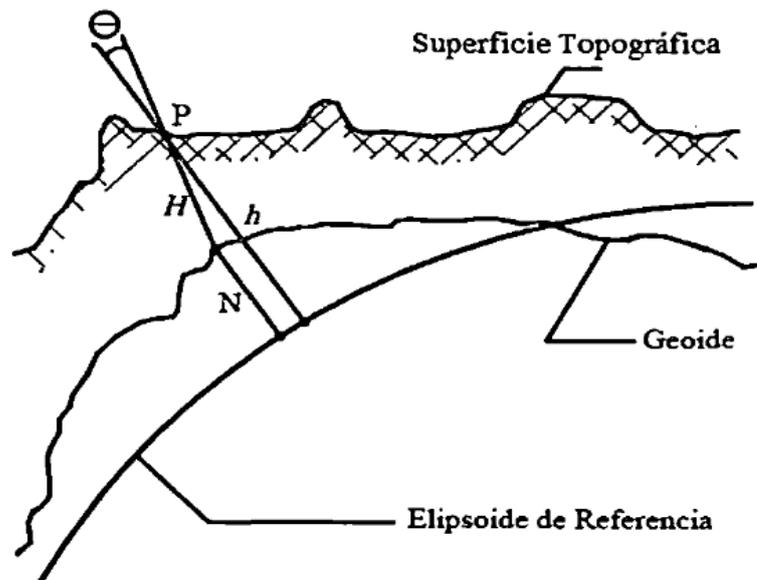


Figura N°10 Relación de geoide y elipsoide

Fuente: Mendoza dueñas, 2011

Según (Mesa rojas, 2011):

“En aquellas áreas donde los datos de elevación de nivelación convencional no están disponibles, se aproxima a la altura del nivel medio del mar, usando alturas ortométricas.

$$h = H + N \quad \dots\dots\dots (\alpha)$$

Donde:

$h$  = altura geodésica (altura relativa al elipsoide)

$N$  = ondulación geoidal.

$H$  = altura ortométrica (altura relativa al geoide)

Alternativamente, algunos países reemplazan las alturas ortométricas con las alturas normales y las ondulaciones del geoide con las anomalías de altura, Este uso de anomalías de altura elimina el asumir una densidad para las masas entre el geoide y el suelo, por consiguiente, la ecuación ( $\alpha$ ) puede ser reformulada por:

$$h = H + N = H^* + \zeta \quad \dots\dots\dots (\beta)$$

Donde:

$\zeta$  = anomalía de la altura

$H^*$  = altura normal "(p.71).

## 2.8 PUNTO DATUM

Es el punto donde la desviación vertical es igual a cero, punto donde el elipsoide y geoide son tangentes. (Figura N°7)

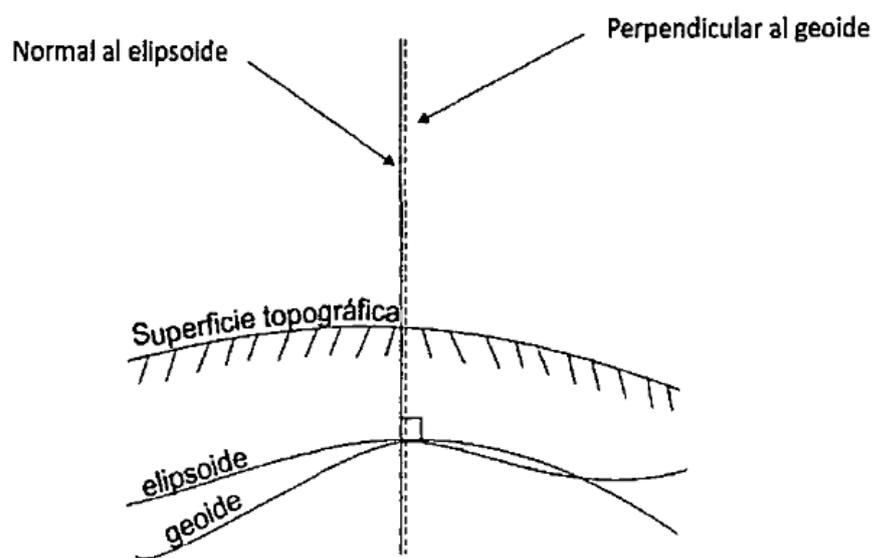


Figura N°11 Punto datum

Fuente: Mendoza dueñas, 2011

## 2.9 SISTEMAS DE COORDENADAS TERRESTRES

Para cada superficie de referencia le corresponde su sistema de coordenadas, con ello es necesario entender sus diferencias y aplicaciones.

Describiendo de mayor a menor precisión en superficies tenemos: la superficie real de la tierra, el geoide, el elipsoide, la esfera.

### 2.9.1 Coordenadas Astronómicas o Geográficas

#### 2,9,1,1 **Latitud astronómica:**

Ángulo formado por la vertical astronómica de un punto y el ecuador celeste, se mide de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  desde el ecuador celeste hacia el norte y hacia el sur respectivamente, el ángulo que hace con el ecuador celeste es  $0^{\circ}$ . (Figura N° 8)

#### 2,9,1,2 **Longitud astronómica:**

Ángulo formado por la vertical astronómica de un punto y el meridiano celeste de Greenwich, se mide de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  hacia el Este y hacia el oeste, el ángulo que hace con el Meridiano celeste de Greenwich es  $0^{\circ}$ . (Figura N° 8)

### 2.9.2 Coordenadas Geodésicas

#### 2,9,2,1 **Latitud geodésica:**

Ángulo formado por la vertical geodésica de un punto y el ecuador celeste, se mide de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  desde el ecuador celeste hacia el norte y hacia el sur respectivamente, el ángulo que hace con el ecuador celeste es  $0^{\circ}$ . (Figura N°8)

Notemos que la longitud de un grado de latitud geodésica no es el mismo para todo el elipsoide, por el achatamiento superior e inferior del mismo. (Figura N°8)

#### 2,9,2,2 **Longitud geodésica**

Ángulo formado por la vertical geodésica de un punto y el meridiano celeste de Greenwich, se mide de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  hacia el Este y hacia el oeste, el ángulo que hace con el Meridiano celeste de Greenwich es  $0^{\circ}$ . (Figura N°8)

Esta longitud difiere de la longitud astronómica debido a la diferencia entre sus verticales, lo que se conoce como desviación sobre el meridiano.

Las coordenadas geodésicas son las que se utilizan para el trazado de cartas, mapas y planos.

### 2.9.3 Coordenadas Geocéntricas

#### 2,9,3,1 Latitud Geocéntrica

Ángulo formado por la vertical geocéntrica de un punto y el ecuador celeste, se mide de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  desde el ecuador celeste hacia el norte y hacia el sur respectivamente, el ángulo que hace con el ecuador celeste es  $0^{\circ}$ . (Figura N°8)

#### 2,9,3,2 Longitud Geocéntrica

Ángulo formado por la vertical geocéntrica de un punto y el meridiano celeste de Greenwich, se mide de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  hacia el Este y hacia el oeste, el ángulo que hace con el Meridiano celeste de Greenwich es  $0^{\circ}$ . (Figura N°8)

Tanto las longitudes geodésicas y geocéntricas son las mismas y a su vez la declinación y ángulo horario de un astro, ya que ambas tienen como referencia el centro de masas de la tierra.

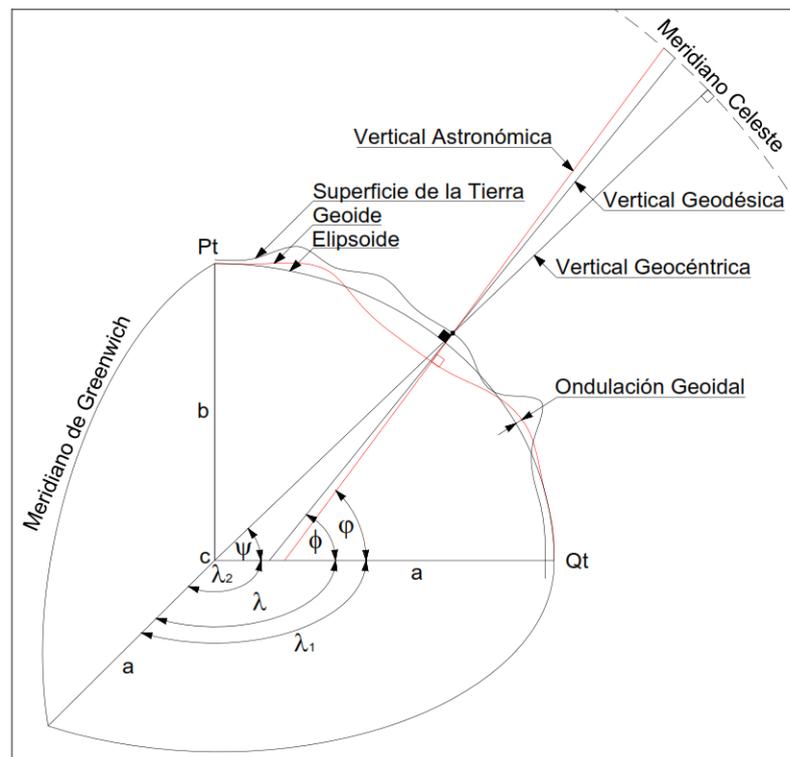


Figura N°12 Coordenadas angulares

Fuente: Mesa rojas, 2011, p.26

Donde:

$\varphi$  = Latitud astronómica

$\lambda_1$  = longitud astronómica

$\phi$  = Latitud geodésica

$\lambda$  = longitud geodésica

$\Psi$  = Latitud geocéntrica

$\lambda_2$  = longitud geocéntrica

### 2.9.4 Coordenadas Rectangulares Geocéntricas

Es posible definir un sistema de coordenadas cartesianas (x, y, z), relacionado con las coordenadas geodésicas ( $\phi$ ,  $\lambda$ , h); el eje X, toma la dirección del meridiano de origen, el eje Z es perpendicular al plano ecuatorial y el eje Y, perpendicular a ambos, el origen de este sistema puede ser el centro del elipsoide o bien el centro de masa de la tierra. (Figura N° 9).

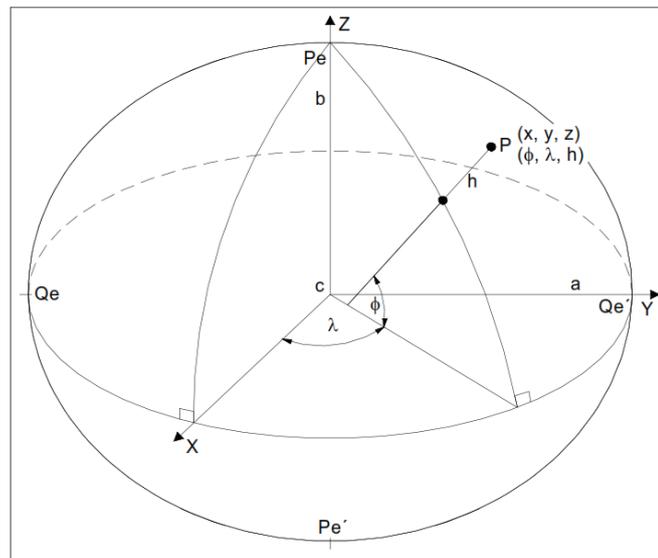


Figura N°13 Coordenadas rectangulares geocéntricas y geodésicas

Fuente: Mesa rojas, 2011

Haciendo:

$$V = \frac{a}{\sqrt{1 - (1 - k)\text{sen}^2\phi}}$$

$$k = \frac{b^2}{a^2}$$

$\phi$  = Latitud geodésica

$\lambda$  = longitud geodésica

h= altura normal al elipsoide

a y b= semiejes mayor y menor del elipsoide

Según (Mesa rojas, 2011):

$$x = (V + h) \cos \phi \cos \lambda$$

$$y = (V + h) \cos \phi \sen \lambda$$

$$z = (kV + h) \sen \phi$$

## 2.10 PROYECCIONES UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)

En el Perú adopta el sistema de coordenadas Universales Transversa de Mercator (UTM), la cual consiste en una proyección cilíndrica transversal y secante (Figura N° 14), con 60 zonas de igual característica: 6° de ancho, límite norte hasta los 84° de latitud y límite sur hasta los 80°, falso norte, falso este, y meridiano central.

En la proyección UTM es la proyección cilíndrica transversal y secante donde se conservan la utilización de los 60 meridianos, los cuales generan sesenta zonas y husos UTM. El Perú usa las zonas 17, 18 y 19 Sur. (Figura N°15).

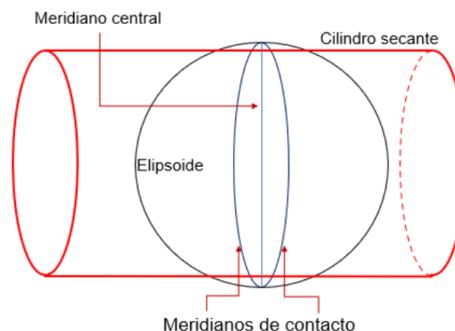


Figura N°14 Proyección UTM,

Figura N°15 Fuente: Guillen Melgarejo & Cabello Rodriguez, 2021, p 44

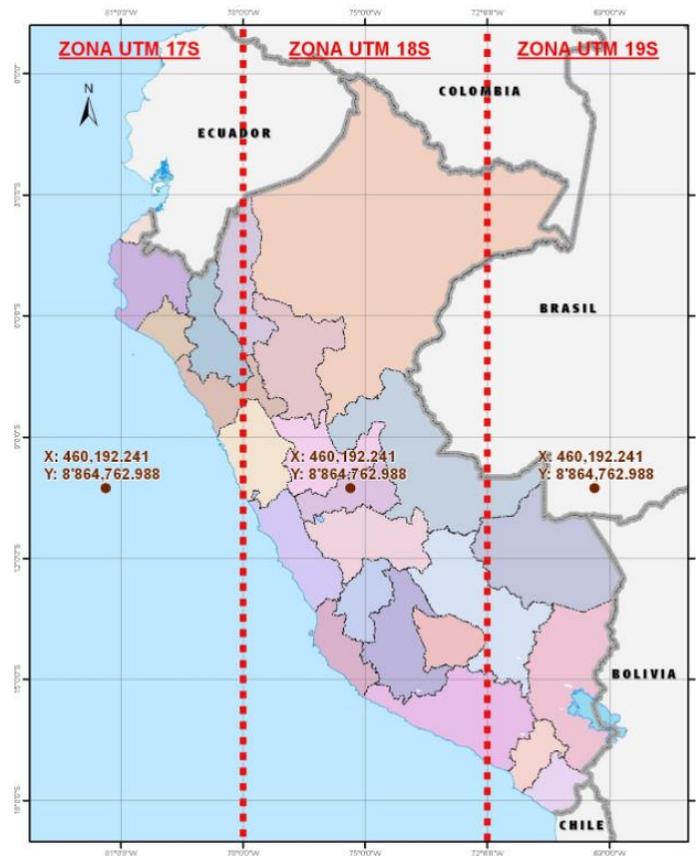


Figura N°16 Zonas UTM 17,18 y 19 Sur

Fuente: [www.ingeoграфos.com.pe](http://www.ingeoграфos.com.pe)

## 2.11 SISTEMAS DE REFERENCIA

### 2.11.1 Sistema de Referencia Terrestre Internacional ITRS

En el año 1988 se crea la IERS (International Earth Rotation Service), la cual define el sistema de referencia terrestre, utilizando como herramientas las siguientes mediciones:

- VLBI: medición de radiofuentes extra galácticas por medio de radio telescopios.
- SRL: medición de distancias láser a satélites específicos desde telescopios espaciales.
- LLR: medición de distancias láser a la Luna desde telescopios especiales.
- GPS: medición de distancias a satélites GPS con receptores específicos.
- DORIS: medición de variación de distancias desde satélites específicos a balizas orbito gráficas.

El IERS define un nuevo marco de referencia cada año, y recibe su denominación de acuerdo al año ejemplo IRTF96, el cual se estableció para el año 1996.

El IERS utiliza estaciones de referencia, los cuales obtienen coordenadas (X, Y, Z), además su velocidad relativa de cada eje, las cuales se encuentran en función del desplazamiento de las placas tectónicas ( $V_x, V_y, V_z$ ).

### 2.11.2 Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS

El sistema SIRGAS está relacionado al ITRS, pues es creado para la densificación regional del marco global de referencia ITRF en américa Latina y el caribe, estas coordenadas están reducidas a la misma época y al mismo marco de referencia (ITRF), su precisión es milimétrica, esta densificación sirve de apoyo a su vez para los marcos de referencia local (Figura N°16).

Está compuesto por 410 estaciones GNSS (100% GPS, 88% GLONASS, 30% Galileo, 20% Bei Dou). 66 de estas estaciones pertenecen a la red global IGS y algunos de ellos se utilizan para la realización de datos en el cálculo del marco de referencia operativo SIRGAS.

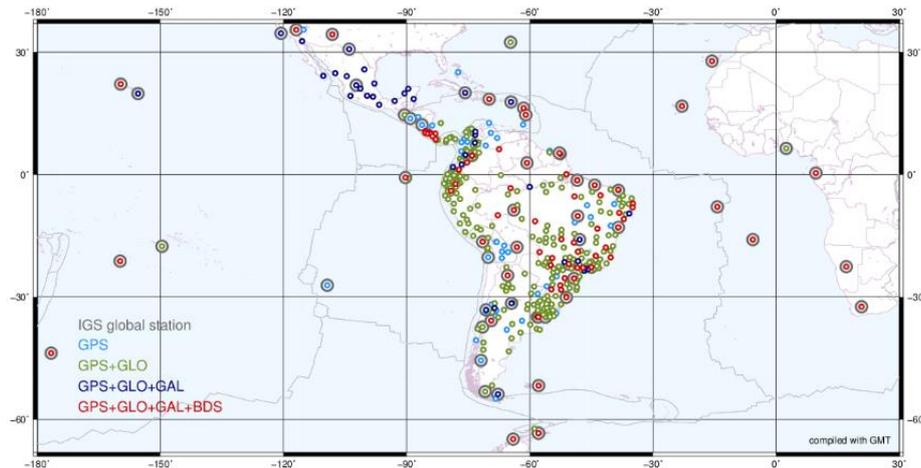


Figura N°17 Marco de referencia SIRGAS (a diciembre de 2020).

Figura N°18 Fuente: SIRGAS, 2020

## 2.12 MARCO DE REFERENCIA

### 2.12.1 Marco de referencia terrestre internacional ITRF

El ITRF, es la materialización del ITRS, es el conjunto de estaciones que juntas logran un alcance global (Figura N°17 y 18).

Las estaciones que conforman el Marco de referencia, son ajustadas anualmente, esto hace que se deba de tener que unir los sistemas, para ello se considera la variable “tiempo”, que está relacionado al desplazamiento de las placas tectónicas, cuyo desplazamiento se mide mm/año o cm/año (Figura N°19).

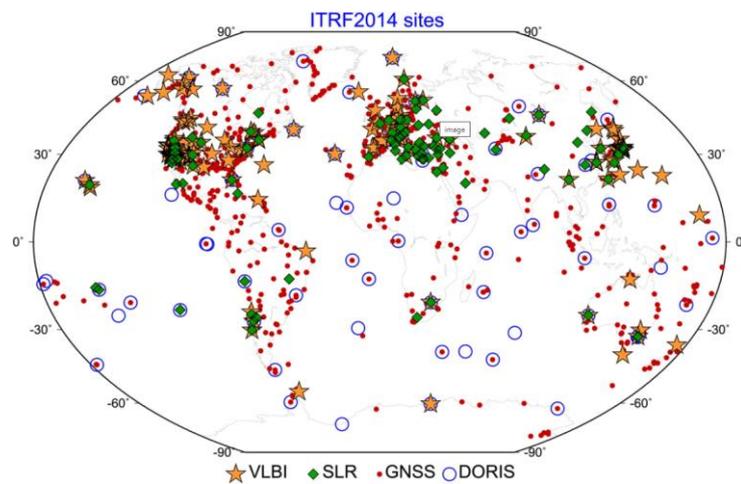


Figura N°19 Red ITRF2014 que destaca los sitios VLBI, SLR y DORIS colocados con GNSS.

Fuente: Altamimi, Rebischung, Métivier, & Collilieux, 2016

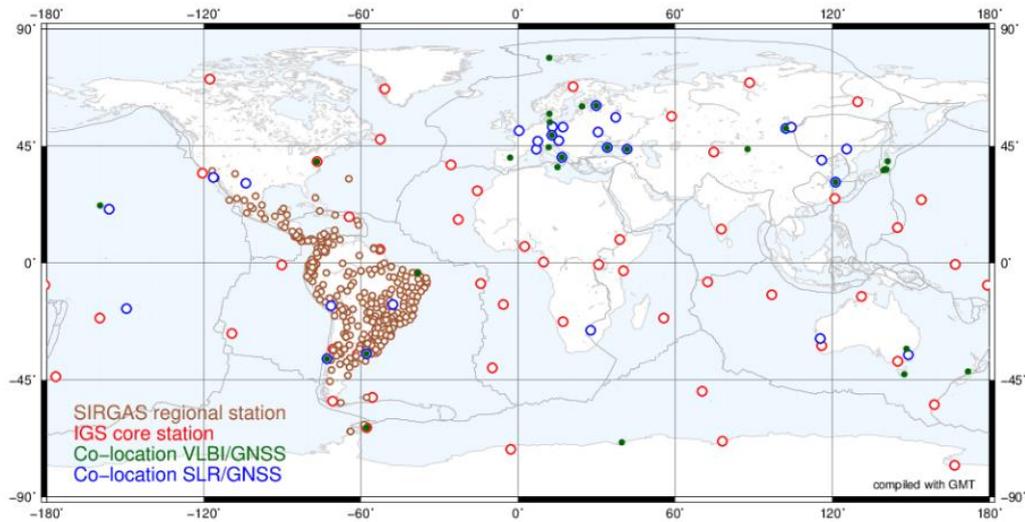


Figura N°20 Redes de GNSS, SLR y VLBI y Red SIRGAS

Fuente: SIRGAS, 2020

En el siguiente gráfico se aprecia un modelo de velocidades para Sirgas que forma parte del ITRF, Izquierda: Año 2009, Centro: Año 2012, Derecha (2017) se estima en  $\pm 1.0$  mm/a en la dirección norte-sur y  $\pm 1.7$  mm/a en la dirección este-oeste. Los valores de incertidumbre máxima ( $\pm 15$  mm/a) se presentan en las zonas afectadas por eventos sísmicos recientes (en El Maule, en la parte norte de Chile, en Ecuador y en Costa Rica), mientras que los valores de mayor certidumbre (alrededor de  $\pm 0.1$  mm/a) ocurren en la parte estable de la placa Suramericana.

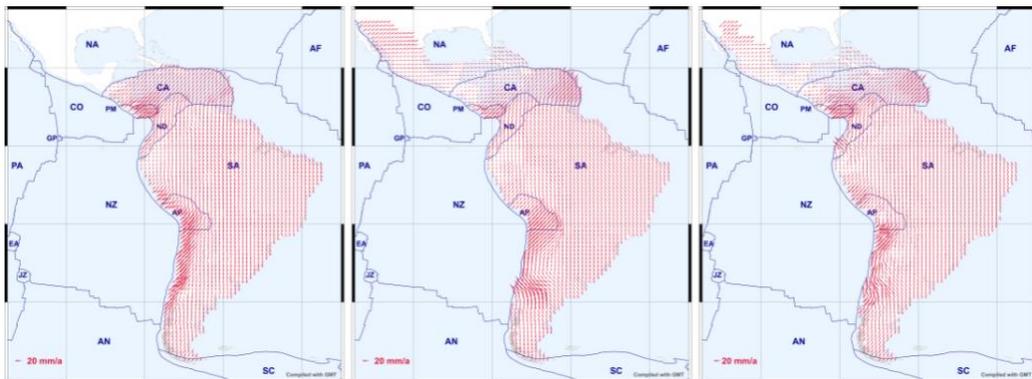


Figura N°21 Modelo de velocidades de masas terrestres.

Fuente: SIRGAS, 2020

### 2.12.2 Red Geodésica Geocéntrica Nacional – REGGEN

Tiene como base el sistema SIRGAS sustentado en el Marco Internacional del Sistema Terrestre 2000 (ITRF 2000), relacionado con el elipsoide del sistema de referencia Geodésico de 1980 (GRS 80).

Está conformada por las Estaciones de Rastreo Permanente (ERP), y los hitos de orden “0”, “A”, “B” y “C”, distribuidos en el territorio nacional, para efectos prácticos puede ser usado el World Geodetic System 1984 (WGS84).

En el año 1995 se realizó la primera campaña del proyecto SIRGAS, la cual consta de 58 estaciones, 4 de ellas de orden “0”.

Posteriormente en el año 2000 se realiza la segunda campaña del proyecto SIRGAS con 158 estaciones, re observando los 4 puntos de orden “0”, re calibrándolos, y añadiendo a estos 6 nuevos puntos de orden “0”.

Esta red ya no se encuentra operativa, es remplazada por La Red Geodésica de Monitoreo Continuo (REGPMOC)

### 2.12.3 Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC)

La Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) es el conjunto de 70 estaciones de GNSS de monitoreo continuo, distribuidas estratégicamente en el territorio nacional, que materializan el Sistema Geodésico WGS84, y proporcionan servicios de posicionamiento geodésico a los usuarios mediante datos en línea y coordenadas en el marco oficial ITRF2000 (Figura N°20).



Figura N°22 Estaciones de Rastreo Permanente en plataforma del IGN

Fuente: IGN – Portal Oficial

### 2.13 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN SATELITAL (GNSS)

Llamado así a una constelación de satélites artificiales, las cuales transmiten señales hacia una antena receptora, con el fin de determinar coordenadas geodésicas y de altitud de la antena receptora de la señal.

El sistema de navegación proporciona información de posición y hora con gran exactitud, sus usos son diversos, en el campo civil ayuda a la navegación y orientación en dispositivos móviles, para senderismo, automóviles, camiones, barcos; en el campo militar ayuda a alcanzar precisiones en ubicación de objetivos, aumentando su efectividad y reduciendo daños no deseados y por último ejemplo en el ámbito de la ingeniería: proyección, ejecución, supervisión y mantenimiento de proyectos. (Figura N°23)

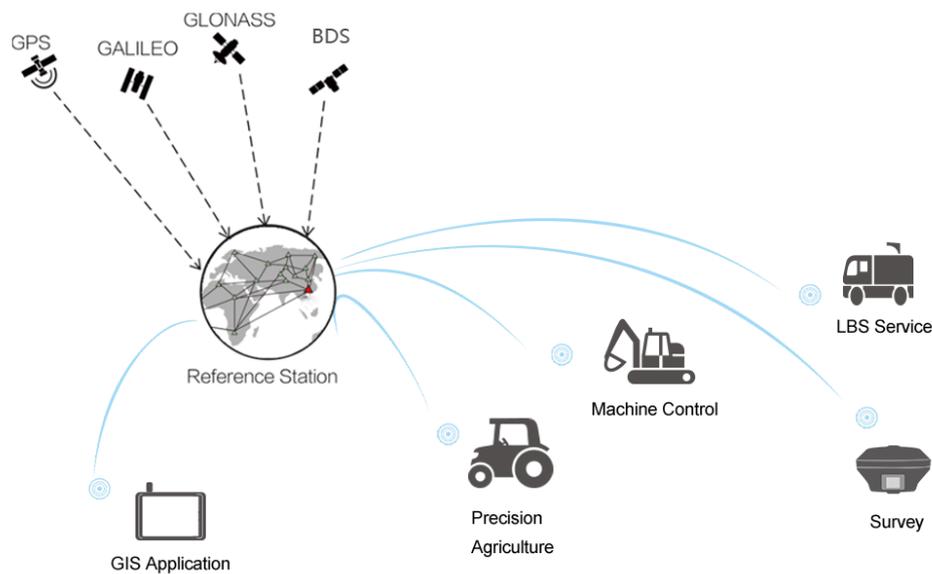


Figura N°23 Aplicaciones de la tecnología GNSS

Fuente: Índigo Drones, Servicios GNSS en Costa Rica

Actualmente existen diferentes técnicas de posicionamiento satelital, la más conocida y difundida es la estadounidense Global Positioning System (GPS), seguida de Global Navigation Satellite System (GLONASS) de Rusia, Galileo de la Unión Europea, BeiDou de China, QZSS del Japón e IRNSS de la India. (Tabla N ° 2).

Tabla N° 2 Diferencias entre sistemas de navegación global al año 2020

SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN SATELITAL						
PAIS	GPS	GLONASS	BeiDou	GALILEO	QZSS	IRNSS
	U.S.A.	RUSIA	CHINA	UNION EUROPEA	JAPON	INDIA
Satélites según lo planeado	33	26	30	30	7	11
Satélites en Órbita	31	24	30	26	4	7
Vida útil de cada Satélite	10 años	10 años	12 años	12 años	10 años	12 años
Lanzamiento Inicial	1978	1982	2000	2011	2010	2013
Precisión	30 cm a 5m	2.8m a 7.38 m	3.6 (Público), 2.6 (Asia Pacífico, Público), 10 cm Encriptado	1 m (Público), 1 cm (Encriptado)	1 m (Público)	1 m (Público), 10 cm Encriptado
Operativo desde	1995	1993	2011	2019	2018	2018
Cobertura	Global	Global	Global	Global	Asia Región de Oceanía	Sub continente Indio

Fuente: Elaboración propia

### 2.13.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Según (National Coordination Office for Space-Based Positioning, s.f.):

“El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos”.

Inicialmente fue diseñado por el departamento de defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo, en el ámbito civil aduciendo argumentos de seguridad nacional sólo se permite el uso de un subconjunto degradado de señales GPS.

Debido a estas circunstancias, la comunidad civil ha encontrado alternativas para obtener una excelente precisión en la localización mediante las denominadas técnicas diferenciales, por ello sus aplicaciones han experimentado un gran crecimiento.

### 2.14 Línea Base

Según IGN (2015): “Línea que realiza una medición tridimensional entre dos estaciones, en las que se han capturado y procesado datos GNSS simultáneos con técnicas de diferenciación” (Figura N°22)

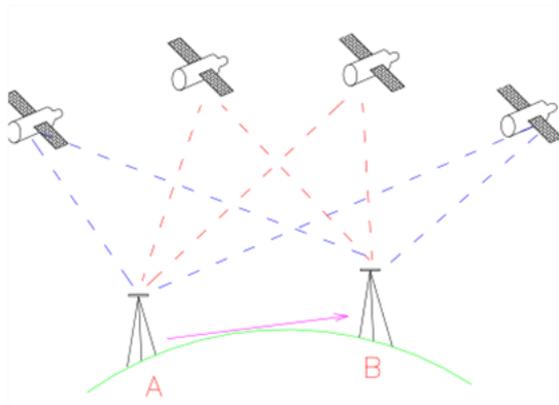


Figura N°24 Línea Base AB

Fuente: Ayala ramírez & Hasbun bardales, 2012

#### 2.14.1 Tiempos de observación de líneas base según Norma Técnica Geodésica.

Según Norma Técnica Geodésica, en el Capítulo 3, establece ciertas consideraciones para la toma de datos de puntos geodésicos de orden “C”:

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizará el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), a no menor de un (1) segundo ni mayor de cinco (5) segundos de sincronización (con la base), con una elevación de la máscara no mayor a

quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites. (p.40)

Estas consideraciones establecen un tiempo mínimo de observación independientemente de la longitud de la línea base.

### 2.14.2 Tiempos de observación según empresa Leica Geosystem

La siguiente tabla muestra los tiempos de observación aproximados para diferentes longitudes de líneas base, trabajando con un sensor de doble frecuencia en latitudes medias y condiciones ionosféricas que prevalecen actualmente.

Tabla N° 3 Tiempos de observación según recomendación de Leica Geosystem

Método de Observación	Núm. de sats.GDOP ≤ 8	Longitud de Línea Base	Tiempo de Observación aprox.	
			de día	de noche
<b>Estático Rápido</b>	4 o más	Hasta 5 km	5 a 10 min	5 min
	4 o más	5 a 10 km	10 a 20 min	5 a 10 min
	5 o más	10 a 15 km	20 min o más	5 a 20 min
<b>Estático</b>	4 o más	15 a 30 km	1 a 2 horas	1 hora
	4 o más	Más de 30 km	2 a 3 horas	2 horas

Fuente: Guía para mediciones en modo estático y estático rápido (Leica Geosystem, 2003)

### 2.15 Método Diferencial

Según (Berné valero & Garrido villen, 2019):

“Los errores del sistema GNSS limitan la precisión obtenida en tiempo real, los métodos GNSS diferencial, o GPS diferencial, permiten mejorar tanto la precisión como la integridad y la fiabilidad de nuestros resultados.

Los sistemas de correcciones diferenciales en tiempo real consisten en algoritmos que corrigen errores GNSS en tiempo real”

Cuando hablamos de GNSS diferencial (GPS) nos referimos a varias técnicas:

- Sistemas de aumentación.

- WARTK.
- RTK.
  - Tradicional.
  - Redes activas.

Es el método más desarrollado para levantamientos con GPS, es ideal para la medición de líneas bases de grandes longitudes, mayores a 20km.

Estos puntos de alta precisión usualmente son requeridos para redes geodésicas, puntos de control geodésicos, control de movimientos tectónicos y deformaciones de volcanes.

Tomando como ejemplo nuestro estudio, tomaremos la lectura de una línea base , los vértices de estas deben ser planeadas con anticipación, según convenga; tomando en cuenta aspectos como: ubicarse en un lugar despejado, libre de árboles, construcciones, si fuera posible lo más accesible para llegar con vehículo, lejos de líneas eléctricas, o de alta tensión, lejos de espejos de agua; cada punto debe ser visible con otro punto de la red, posteriormente se ubicaran los receptores en dichos vértices y se comenzará la lectura. Los datos de cada uno de los receptores son registrados en las estaciones en forma simultánea, El tiempo de observación de cada estación dependerá de: la longitud de la línea, número de satélites que se estén observando en cada estación, también de la Dilución de la Precisión (DOP) con respecto al tiempo. A líneas bases de mayor distancia mayor tiempo de observación; cuando se ha registrado suficiente información se procesa en gabinete, el conjunto de datos son procesados por softwares especializados los cuales usan algoritmos para corregir los errores en tiempo real.

## CAPÍTULO III: MODELO MATEMÁTICO

### 3.1 ANÁLISIS INICIAL DE OBSERVACIONES (MEDICIONES) DE LÍNEAS BASE

- Esquema de medición de la línea base: para el presente estudio se usan coordenadas planimétricas (Este, Norte).

Tabla N° 4 Coordenadas para una línea base y su respectiva desviación estándar

GPS	Punto	Este	Norte	$\sigma(E)$	$\sigma(N)$
Base	A	$X_A$	$Y_A$	0	0
Rover	R	$X_R$	$Y_R$	$\sigma_x$	$\sigma_y$

Fuente: (Mendoza Dueñas, 2020)

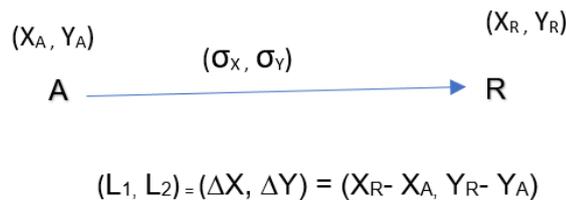


Figura N°25 Modelo básico de una línea base

Fuente: Elaboración propia

- $L_1$  y  $L_2$  son los resultados de las observaciones satelitales, producto del método relativo.
- $\sigma_x^2$ ;  $\sigma_y^2$  son las varianzas de las observaciones  $L_1$  y  $L_2$  respectivamente.
- Modelo con una lectura en un  $\Delta T_1$  determinado.
- Para diferentes  $\Delta T$ , las coordenadas difieren como se aprecian en los resultados de procesamiento en la primera etapa.
- La misma línea base es leída en diferentes intervalos de tiempo, con coordenadas fijas en A, obteniéndose diferentes coordenadas de Lectura:  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$



Figura N°26 Lectura de línea base en diferentes intervalos de tiempo

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 RESIDUOS

- Para obtener coordenadas únicas se añaden los llamados residuos “Vi”:

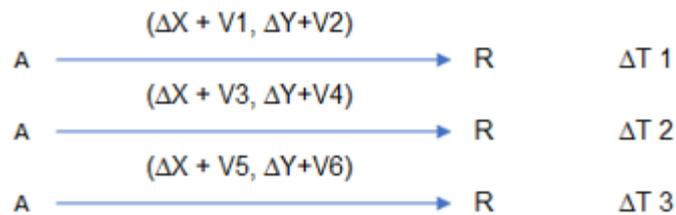


Figura N°27 Residuos Vi

Fuente: Elaboración propia

- Los residuos Vi estarían relacionados con la desviación estándar de la medición.
- Generalizaremos el modelo para diferentes líneas base con un punto en común de llegada

$$(\Delta X, \Delta Y) = (X_R - X_A, Y_R - Y_A)$$

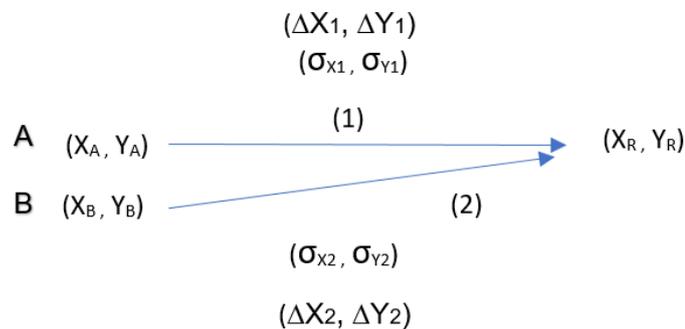


Figura N°28 Generalización del modelo matemático

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES

- De la Figura N°26 se plantea las siguientes ecuaciones:

Línea base (1)

$$R_x = X_A + (\Delta X_1 + V_1) \quad \rightarrow \quad V_1 = R_x - (X_A + \Delta X_1)$$

$$R_y = Y_A + (\Delta Y_1 + V_2) \quad \rightarrow \quad V_2 = R_y - (Y_A + \Delta Y_1)$$

Línea base (2)

$$R_x = X_B + (\Delta X_2 + V_3) \quad \rightarrow \quad V_3 = R_x - (X_B + \Delta X_2)$$

$$R_y = Y_B + (\Delta Y_2 + V_4) \quad \rightarrow \quad V_4 = R_y - (Y_B + \Delta Y_2)$$

- Incógnitas:

$$R = (R_x, R_y)$$

- Ecuaciones de Condición:

$$V_1 = (1) R_x + (0) R_y + (-X_A - \Delta X_1)$$

$$V_2 = (0) R_x + (1) R_y + (-Y_A - \Delta Y_1)$$

$$V_3 = (1) R_x + (0) R_y + (-X_B - \Delta X_2)$$

$$V_4 = (0) R_x + (1) R_y + (-Y_B - \Delta Y_2)$$

### 3.4 DEFINIENDO MATRICES

$$X = \begin{bmatrix} R_x \\ R_y \end{bmatrix} \quad V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad U = \begin{bmatrix} -X_A & -\Delta x_1 \\ -Y_A & -\Delta y_1 \\ -X_B & -\Delta x_2 \\ -Y_B & -\Delta y_2 \end{bmatrix}$$

[ A ]<sub>4x2</sub> = Matriz de coeficientes A

[ X ]<sub>2x1</sub> = Vector de incógnitas X

[ U ]<sub>4x1</sub> = Vector de términos independientes U

[ V ]<sub>4x1</sub> = Vector de residuos V

### 3.5 SISTEMAS LINEALES INCONSISTENTES

El ajuste de líneas base, requiere del planteo y solución de sistemas lineales, cuyas características son:

- a) El número de ecuaciones supera al número de incógnitas (sistemas sobre determinados)
- b) El vector de términos independientes no pertenece al espacio columna de la matriz de coeficientes
- c) Son inconsistentes por los errores de observación, que afectan al vector de términos independientes, impidiéndole pertenecer al espacio columna de la matriz de coeficientes.

La inconsistencia del sistema lineal, imposibilita hallar una solución por métodos clásicos (eliminación Gaussiana, por ejemplo).

Se plantean ecuaciones de observación de línea base, la solución al sistema lineal inconsistente surge por la aplicación de Mínimos Cuadrados Ponderados.

Considerando un sistema de n ecuaciones lineales con m incógnitas:  $\mathbf{AX} = \mathbf{U}$

$[\mathbf{A}]_{n \times m}$  = Matriz de coeficientes A

$[\mathbf{X}]_{m \times 1}$  = Vector de incógnitas X

$[\mathbf{U}]_{n \times 1}$  = Vector de términos independientes U

$$\mathbf{AX} = \mathbf{U}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix}$$

Del teorema de la dimensión:  $\mathbf{d} = \mathbf{m} - \mathbf{r}$

d = defecto de rango

m = número de incógnitas

r = R(A), rango de la matriz A

Si:

R(A) = m; admite solución única (matriz A de rango completo)

R(A) < m; el sistema tiene infinitas soluciones (matriz A de rango deficiente)

$AX = U$ , Tiene solución si y solo si el vector  $U$  puede expresarse como una combinación lineal de las columnas  $A^{(j)}$ , con escalares  $x_j$ , para  $j = 1, m$ . Si tal combinación lineal no existe (porque no existen los escalares  $x_j$ ), el vector de términos independientes  $U$  no pertenece al espacio columna de la matriz  $A$  (ECA).

El sistema lineal se dice entonces que es inconsistente; que no admite solución. No obstante, es posible hallar una solución sumando al vector  $U$  un vector  $V$  (vector corrección o vector error) tal que:  $AX = U + V$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

Si escogemos  $V$  de tal manera que  $AX$  sea la proyección ortogonal de  $U$  sobre el ECA,  $V$  es un vector de longitud mínima (conocido como principio de los mínimos cuadrados de Gauss):

$$V^T V = \sum_{i=1}^n v_i^2 = \text{mínimo}$$

Cuando y solo cuando  $V$  sea perpendicular a ECA.

Sea  $X \neq 0$  el vector solución mínimos cuadrados del sistema lineal:  $AX = U + V$

Si  $AX$  es perpendicular a  $V$ , se tiene que el producto escalar es cero:

$$(AX)^T V = 0$$

Pero  $V = AX - U$ ; Entonces

$$X^T A^T (AX - U) = 0$$

$$X^T (A^T A X - A^T U) = 0$$

Puesto que  $X \neq 0$ , necesariamente debe cumplirse:

$$A^T A X - A^T U = 0 \quad \rightarrow \quad A^T A X = A^T U$$

Es decir:

$A^T A X = A^T U$  es el sistema de ecuaciones normales, donde la matriz normal  $N = A^T A$  es simétrica de orden  $m \times m$  ( $N^T = N$ ).

La solución mínimos cuadrados es:

$$X = N^{-1} A^T U$$

Y será única si y solo si el determinante de la matriz normal es distinto de cero. La inversa de N es:

$$N^{-1} = \frac{adj(N)}{|N|}$$

Es válida solamente cuando N es no singular. La adj(N) es la matriz cofactor transpuesta.

Para que el sistema lineal inconsistente tenga solución mínimos cuadrados única, deberá cumplirse las siguientes condiciones equivalentes.

- Las columnas de A son linealmente independientes
- El espacio nulo de A contiene solo al vector nulo
- La matriz a es de rango completo,  $R(A) = m$
- La matriz normal es no singular,  $\det(A^T A) \neq 0$

### 3.6 AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS PONDERADOS

Estimar el peso de un objeto en base a dos observaciones:  $x = U_1$  y  $x = U_2$

Se presenta un sistema inconsistente de dos ecuaciones con una incógnita:

$AX = U$  (Strang. 1986):

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} [X] = \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

Suponiendo que ambas observaciones son igualmente confiables, buscamos el valor de x que minimice la suma de los cuadrados:

$$V^2 = (x - U_1)^2 + (x - U_2)^2$$

La condición de mínimo es:

$$\frac{dV^2}{dx} = 2(x - U_1) + 2(x - U_2) = 0$$

Luego:

$$x = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

La x óptima es la media aritmética de ambas observaciones.

Cuando las observaciones no son confiables en el mismo grado. El valor de  $x = U_1$  se obtuvo con un instrumento más preciso que el valor de  $x = U_2$ ; pero no se puede desechar el valor de la segunda observación, por lo cual se adjudica

diferentes pesos  $p_i = w_i^2$  a las dos observaciones y elegir la  $X_w$  que minimice la suma ponderada de los cuadrados:

$$V^2 = w_1^2(x - U_1)^2 + w_2^2(x - U_2)^2$$

Si  $w_1 > w_2$ , se adjudica mayor peso a la primera observación.

Para hallar el valor óptimo de  $x$ , derivamos e igualamos a cero:

$$\frac{dV^2}{dx} = 2[w_1^2(x - U_1)^2 + w_2^2(x - U_2)^2] = 0$$

De donde:

$$X_w = \frac{w_1^2 U_1 + w_2^2 U_2}{w_1^2 + w_2^2}$$

$X_w$  es un promedio ponderado de los datos. Este promedio está más cerca de  $U_1$  que de  $U_2$

Llamando  $W$  a la matriz:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 \\ 0 & w_2 \end{bmatrix}$$

Multiplicando matricialmente la primera ecuación:

$$\begin{bmatrix} w_1 & 0 \\ 0 & w_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} [X] = \begin{bmatrix} w_1 & 0 \\ 0 & w_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} [X] = \begin{bmatrix} w_1 U_1 \\ w_2 U_2 \end{bmatrix}$$

Es decir:

$$WAX = WU$$

$$X_w = \left[ [(WA)^T (WA)] \right]^{-1} (WA)^T WU$$

$$X_w = \left[ [A^T (W^T W) A] \right]^{-1} A^T (W^T W) U$$

Haciendo:  $P = W^T W$

Tenemos:

$$X_w = (A^T P A)^{-1} A^T P U$$

Matriz de pesos de las observaciones

$$P = \begin{bmatrix} w_1^2 & 0 \\ 0 & w_2^2 \end{bmatrix}$$

Sea  $\mathbf{AX} = \mathbf{U}$  un sistema de ecuaciones lineales

$[A]_{n \times m}$  = Matriz Real,  $R(A) \leq m$

$[U]_{n \times 1}$  = Vector de términos independientes, cuyas componentes son observaciones de iguales o distintos pesos. Los errores de observación que afectan las componentes de U, impiden a este pertenecer al espacio columna de la matriz A, en consecuencia, el sistema lineal en cuestión resulta inconsistente.

Suponiendo que el vector U es una variable estocástica conjunta de dimensión n y  $\sigma_i$  son los errores o desvíos estándar de cada componente  $U_i$ . La matriz varianza-covarianza de U es:

$$\Sigma_U = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$

Si las observaciones no son correlacionadas, las covarianzas son nulas ( $\sigma_{ij} = 0$ ,  $i \neq j$ ), luego:

$$\Sigma_U = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$

El peso de cada observación se define por:

$$P_i = \frac{\sigma_o^2}{\sigma_i^2}$$

Donde  $\sigma_o$  es el error estándar de una observación hipotética de peso 1, ( $\sigma_o = 1$ )

$$\sigma_i^2 = \frac{\sigma_o^2}{P_i}$$

$$\Sigma_L = \sigma_o^2 \begin{bmatrix} \frac{1}{P_1} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{P_2} & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \frac{1}{P_n} \end{bmatrix} = \sigma_o^2 P^{-1}$$

Luego la matriz de pesos es:

$$P = \sigma_o^2 [\Sigma_U]^{-1}$$

$\sigma_o^2$  = Varianza poblacional estimada por la muestra de observaciones  $[U_1, U_2 \dots, U_n]^T$

La estimación de  $\sigma_o^2$  está dada por:

$$S_o^2 = \frac{V^T P V}{n - R(A)}$$

Una prueba de hipótesis y significancia con la distribución chi-cuadrado, permite tomar la decisión de aceptar o rechazar que el valor de  $S_o^2$  está suficientemente cercano a 1 al nivel de confianza escogido. Hemos aceptado a priori, que la desviación estándar de la observación hipotética de peso 1, es igual a 1 ( $\sigma_o^2 = 1$ ) El sistema inconsistente  $AX = U$ , se denomina el sistema de observación. Las varianzas y covarianzas de las observaciones contenidas en el vector  $U$ , se propagan inevitablemente al vector de las incógnitas  $X$ .

La solución de Mínimos Cuadrados es:

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P U$$

### 3.7 TEST DE FIABILIDAD CON EL USO DEL TEST DE CHI-CUADRADO

Según Mendoza Dueñas (2020): “Es una técnica estadística que permite aceptar o rechazar el ajuste matemático” (p. 15)

Permite determinar errores groseros en las observaciones; El test de chi cuadrado relaciona la varianza de referencia a posteriori ( $S_o^2$ ) con la varianza de referencia a priori ( $\sigma_o^2$ ), para ello se usa el estadístico  $\lambda^2$ .

$$\lambda^2 = \frac{gS_o^2}{\sigma_o^2} = \frac{V^T P V}{\sigma_o^2}$$

$\lambda^2$ : Estadístico de prueba

g: Grados de libertad (cantidad de ecuaciones – cantidad de variables) en el presente estudio, debido que usaremos la matriz de pesos independiente para cada variable X este e Y norte, tendríamos un numero de ecuaciones “m” y numero de variables =1, por lo tanto, el grado de libertad sería igual a m-1.

$S_o^2$ : Varianza de referencia a posteriori

$\sigma_o^2$ : Varianza de referencia a priori

Para aceptar la varianza de referencia a posteriori ( $S_o^2$ ) para g grados de libertad y una probabilidad de ocurrencia (100 –  $\alpha$ ), debe cumplir:

$$\lambda^2_{\min} = x_{(1-\frac{\alpha}{2})} < x^2 < x_{(\frac{\alpha}{2})} = \lambda^2_{\max}$$

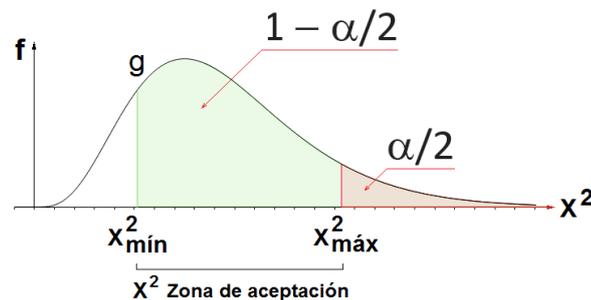


Figura N°29 Zona de aceptación por la distribución chi cuadrado

Fuente: (Mendoza Dueñas, 2020)

Para el presente estudio se usa:

$$1 - \frac{\alpha}{2} = 0.975 \quad \text{y} \quad \frac{\alpha}{2} = 0.025$$

Para el estudio, si  $\lambda^2$  cae fuera de la zona de aceptación, será necesario eliminar una línea base, y volver a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, test de chi cuadrado,  $\lambda^2$  hasta que el estadístico  $\lambda^2$  se encuentre en la zona de aceptación, después de esto se consideraría al conjunto de coordenadas como aceptables.

### 3.8 PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA

El conjunto de coordenadas aceptadas por el test de chi cuadrado se someterá al test de t de Student para muestra única.

$$t = \frac{x^* - \bar{x}}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1}}}$$

$X^*$  = solución por mínimos cuadrados

$\bar{x}$  = promedio de la muestra

$S^2$  = varianza de la muestra

$n_1$  = tamaño de cada muestra

t = estadístico

Para un nivel de significancia  $\alpha = 5\%$ , para dos colas  $\alpha/2$  al 95% de confianza:  $\alpha/2 = 0.05/2 = 0.025$  (Figura 28)

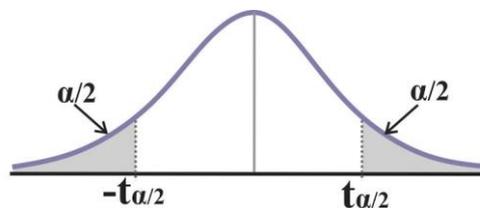


Figura N°30 Distribución T de Student, zona de rechazo (área sombreada)

Fuente: Elaboración propia

Si  $t$  cae fuera de la zona de aceptación, será necesario eliminar una línea base, y volver a realizar el ajuste hasta que el conjunto de coordenadas se encuentre en el conjunto de aceptación de ambos test.

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO

El principal objetivo del presente trabajo es determinar un modelo matemático que establezca la relación entre el tiempo mínimo de visado y la distancia de la línea base para un intervalo de registro de 5 segundos, de tal modo que se mantenga la precisión requerida.

### 4.1 EQUIPAMIENTO

Las 16 Líneas bases se observaron con los siguientes equipos, software y logística:

Equipos utilizados (véase anexo A.1.)

- Tres Receptores GPS “SPECTRA PRECISION” GNSS, modelo R-6, de doble frecuencia, de “Trimble Group”
- Dos Controladoras T41 W/SURVEY PRO GNSS, de “Trimble Group”
- Una Radio Modem ADL VANTAGE PRO KIT, 450-470 Mzs
- Una Antena de Radio RTK
- Una batería PDLHPB - 33 AHR Battery with bag and cables, y cargador PDLHPB – 33 AHR Battery Charger.
- Dos baterías estándar con un cargador
- Accesorios: brackets, Tríbrachs con plomada óptica, adaptadores de tribach, trípodes de madera, bípodes, bastones, etc.
- Dos Laptop Toshiba Core i7
- Una Impresora Láser HP, modelo Láser Jet 1020
- Dos GPS navegador Garmin ETREX 30
- Un GPS navegador Garmin MONTERRA
- Dos camionetas Pick up: Mitsubishi L 200 y Toyota Hilux

Software

- “Spectra Precision Survey Office v4.10 Complete 64”

### 4.2 CONFIGURACIONES DE LOS EQUIPOS GPS

- Receptores de doble frecuencia, Geodésicos
- Modos de lectura: Estático.

- Doble frecuencia: L1 / L2 – L1 C/A – L2C \_ L1P – L2 CA
- Radio: UHF 430-470 MHz
- Precisión de modo diferencial estático: 0.003 m + 1 ppm RMS
- Número de canales:  
Constelaciones: NAVSTAR GPS – GLONASS
- Número de satélites visibles: > 5
- GDOP/PDOP: < 6
- Conversión data: Rinex
- SNR Máscara: 15°
- Tipo de antena: SP80 UHF
- Altura de antena (véase anexo A.2.)
- Sistema de coordenadas: UTM
- Datum: WGS 1984
- Geoide: EGM96 (Global)
- Zona: Según Ubicación puede ser 17 South, 18 South o 19 South (véase anexo A.3.)

#### 4.3 PRIMERA ETAPA: LECTURA Y PROCESAMIENTO DE LÍNEAS BASE

- Se observaron un total de 16 líneas bases, independientes, cuyas longitudes varían desde 733.62 m. (Línea base 1), hasta 95230.00 m. (Línea base 16), en diferentes intervalos de tiempo, por el método estático diferencial, todas con un intervalo de registro de 5 segundos.
- Es importante mencionar que todas las líneas bases pertenecen a redes primarias geodésicas realizadas para estudios viales a lo largo del territorio nacional (Tabla N° 5).
- El conocimiento de los lugares de trabajo, ubicación de los hitos y diversos detalles técnicos de los mismos, son conocidos perfectamente por el autor de la presente tesis, ya que él ha sido responsable directo de su realización, (véase anexo A.4.)
- Por lo tanto, todos los vértices de las líneas base a estudiar se encuentran debidamente monumentadas (véase anexo A.4.)
- Las líneas base a usar se han agrupado en función de su longitud (Tabla N° 6).

Tabla N° 5 Estudios viales

PROYECTO		DEPARTAMENTO	ERP	LOCALIDAD
P1	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL PTE. ANGASMAYO – MILLPO; DV. HUARIPERJA - HUARIPERJA	AYACUCHO	AY01	ANGASMAYO
P2	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SHUPLUY- PRIMORPAMPA – BELLAVISTA – ANTA – SAN ISIDRO – PONCOS – KOCHAYOC – CHACLAHUAIN – ORATORIO – PAMPAMARCA – PUTACA	ANCASH	HUARAZ	SHUPLUY
P3	ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA: CABALLOCOCHA - PALO SECO - BUEN SUCESO	LORETO	PEBAS	CABALLOCOCHA
P4	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. CA-108 (PAMPA CHICA) – CAUDAY – DV. SAN ELIAS – EMP. CA -1653 (COIMA)	CAJAMARCA	CJ01	CAJABAMBA
P5	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-113 (YANTALO) - PUERTO LOS ANGELES (RIO MAYO)”	SAN MARTIN	SM01	YANTALO
P6	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL CHAPINA - QUILLE	CUSCO	CS02	CHAPINA
P7	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL EMP.R16 - INKACANCHA	CUSCO	CS01	INKACANCHA
P8	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N – PURUS – RIOJA; EMP. PE-5N -SECTOR WINBA”	SAN MARTIN	SM01	RIOJA
P9	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-116 – DV. CCNN EL NARANJAL – DV. LAMAS – CHIRAPA – PACCHILA – VENTANILLA – EMP.SM-682 (CACATACHI); DV. CCNN EL NARANJAL – EL NARANJAL – DV. SM-867 – EMP. DV. LAMAS; DV. LAMAS – DV. SM-687 – DV. CCNN SHUKSHUYAKU – LAMAS; DV. CNN SHUKSHUYAKU – SHUKSHUYAKU”	SAN MARTIN	SM02	LAMAS
P10	ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL SOCOTA – SAN LUIS DE LUCMA – LA RAMADA	CAJAMARCA	CJ02	SOCOTA

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6 Líneas base que intervendrán en el presente estudio

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	LÍNEA BASE		PROYECTO	LECTURAS
		DE: (COORDENADA FIJA)	A: PUNTO LIBRE		
1	1,10	GPS 01	T-14	INKACANCHA - CUSCO	12
2	2,95	GPS06	GPS04	ANGASMAYO - AYACUCHO	12
3	4,76	GPS01	GPS04	CABALLO COCHA - LORETO	11
4	6,75	SM 01	GPS 01	YANTALO - SAN MARTIN	12
5	8,31	GPS08	GPS09	SHUPLUY-ANCASH	12
6	8,82	GPS03	T05	CABALLO COCHA - LORETO	13
7	9,73	GPS08	T05	CABALLO COCHA - LORETO	12
8	16,69	CJ02	GPS01C	SOCOTA - CAJAMARCA	15
9	20,53	CJ02	GPS03C	SOCOTA - CAJAMARCA	12
10	29,13	CJ02	GPS12C	SOCOTA - CAJAMARCA	12
11	34,23	AY1	GPS10	ANGASMAYO - AYACUCHO	13
12	44,75	CS02	CCC04	CHAPINA-CUSCO	15
13	63,98	CJ01	GPS 07C	CAJABAMBA-CAJAMARCA	15
14	70,75	SM01	GPS10	LAMAS - SAN MARTIN	9
15	78,12	AM01	GPS10	SOCOTA - CAJAMARCA	16
16	95,23	CJ01	GPS10	SOCOTA - CAJAMARCA	16

Fuente: Elaboración propia

- Para efectos de comodidad las mismas líneas base lo agrupamos en función de su ubicación (Tabla N° 7).

Tabla N° 7 16 líneas base agrupadas según ubicación

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (M)	LÍNEA BASE		PROYECTO	LECTURAS
		DE: (COORDENADA FIJA)	A: PUNTO LIBRE		
1	1,10	GPS 01	T-14	INKACANCHA - CUSCO	12
12	44,75	CS02	CCC04	CHAPINA-CUSCO	15
2	2,95	GPS06	GPS04	ANGASMAYO - AYACUCHO	12
11	34,23	AY1	GPS10	ANGASMAYO - AYACUCHO	13
13	63,98	CJ01	GPS 07C	CAJABAMBA-CAJAMARCA	15
5	8,31	GPS08	GPS09	SHUPLUY-ANCASH	12
14	70,75	SM01	GPS10	LAMAS - SAN MARTIN	9
4	6,75	SM 01	GPS 01	YANTALO - SAN MARTIN	12
3	4,76	GPS01	GPS04	CABALLO COCHA - LORETO	11
6	8,82	GPS03	T05	CABALLO COCHA - LORETO	13
7	9,73	GPS08	T05	CABALLO COCHA - LORETO	12
8	16,69	CJ02	GPS01C	SOCOTA - CAJAMARCA	15
9	20,53	CJ02	GPS03C	SOCOTA - CAJAMARCA	12
10	29,13	CJ02	GPS12C	SOCOTA - CAJAMARCA	12
15	78,12	AM01	GPS10	SOCOTA - CAJAMARCA	16
16	95,23	CJ01	GPS10	SOCOTA - CAJAMARCA	16

Fuente: Elaboración propia

- Cada Línea base consiste de un par de puntos, A y B, A con coordenadas fijas y B con coordenadas por hallar (Figura N°25). Para esto se asignarán las siguientes coordenadas fijas a las líneas base de estudio (Tabla N° 8)

Tabla N° 8 Asignación de Coordenadas fijas

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (Km)	Línea Base		ESTE (UTM)	NORTE (UTM)
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
1	1,10	GPS 01	T-14	207940,869	8524669,000
2	2,95	GPS06	GPS04	-85341,964	8512140,758
3	4,76	GPS01	GPS04	331246,656	9566890,879
4	6,75	SM 01	GPS 01	279948,782	9333957,869
5	8,31	GPS08	GPS09	196226,251	8971144,198
6	8,82	GPS03	T05	327952,251	9563762,204
7	9,73	GPS08	T05	337370,128	9552131,021
8	16,69	CJ02	GPS01C	741433,193	9294676,615
9	20,53	CJ02	GPS03C	741433,193	9294676,615
10	29,13	CJ02	GPS12C	741433,193	9294676,615
11	34,23	AY1	GPS10	-67129,670	8539344,849
12	44,75	CS02	CCC04	167780,640	8400331,572
13	63,98	CJ01	GPS 07C	775089,710	9209271,858
14	70,75	SM01	GPS10	279948,782	9333957,869
15	78,12	AM01	GPS10	846091,702	9309773,351
16	95,23	CJ01	GPS10	775088,002	9209285,961

Fuente: Elaboración propia

- En el trabajo de campo: Se inició la medición simultáneamente en cada extremo (según anexo A.2.) para un tiempo prolongado (1.5 horas a 3 horas aproximadamente).

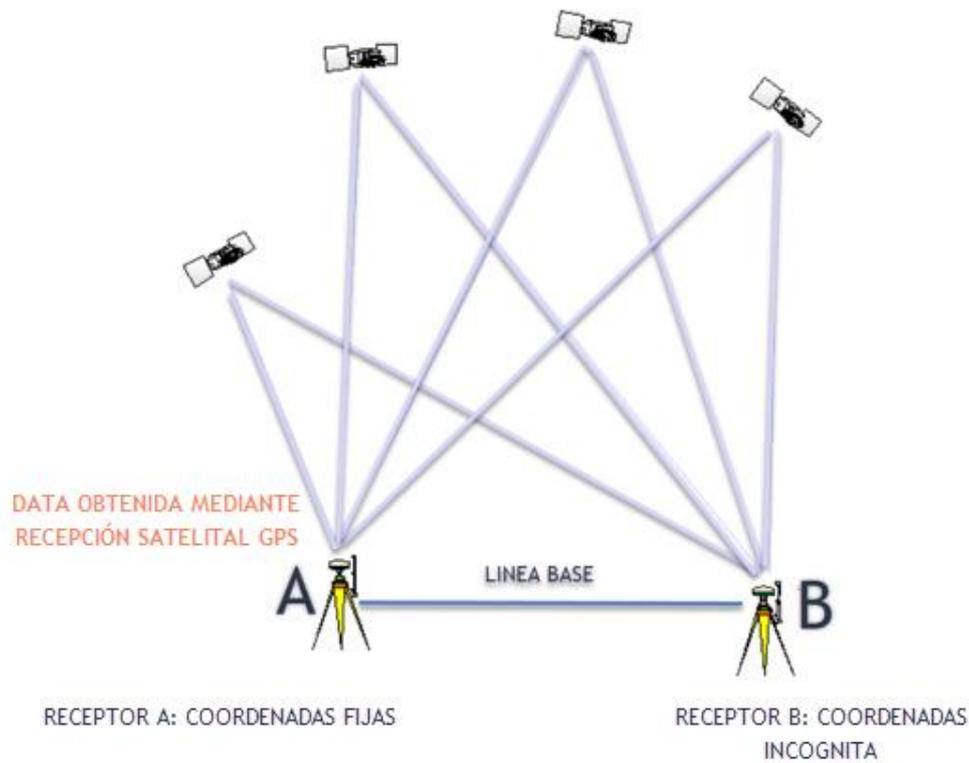


Figura N°31 Modelo de Lectura simultánea en determinada línea base.

Fuente: Elaboración propia

- Terminada la sesión de observaciones, estas quedaron almacenadas en la memoria interna del receptor, estos datos se descargan y procesan en computadora con el software especializado "Spectra Precision Survey Office v4.10 Complete 64" efectuándose el post proceso para el cálculo de las coordenadas en "B", para diferentes intervalos de tiempo.
- Realizado el post proceso, del reporte de la misma se obtiene: tiempo de observación, coordenadas en "B" (Este, Norte), desviación standard (Este, Norte). (Véase anexo A.3.)

## 4.4 RESULTADOS DE 1ERA ETAPA

### 4.4.1 Línea base 1

Tabla N° 9 Observaciones de línea base 1 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 1 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	00:02:00	8525453,135	0,002	207167,704	0,002
2	00:03:00	8525453,136	0,002	207167,704	0,002
3	00:05:00	8525453,138	0,003	207167,703	0,002
4	00:10:00	8525453,139	0,002	207167,704	0,002
5	00:15:00	8525453,142	0,002	207167,705	0,002
6	00:30:00	8525453,141	0,001	207167,706	0,001
7	01:00:00	8525453,141	0,001	207167,706	0,001
8	01:30:00	8525453,140	0,001	207167,706	0,001
9	02:00:00	8525453,140	0,001	207167,707	0,001
10	02:30:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
11	03:00:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
12	03:24:55	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Línea base 2

Tabla N° 10 Observaciones de línea base 2 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 2 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:06:05	8513788,733	0,004	-82878,142	0,005
2	00:10:05	8513788,732	0,004	-82878,141	0,004
3	00:12:05	8513788,731	0,003	-82878,139	0,004
4	00:13:05	8513788,731	0,003	-82878,139	0,004
5	00:14:05	8513788,731	0,003	-82878,139	0,004
6	00:18:05	8513788,731	0,003	-82878,137	0,003
7	00:28:05	8513788,734	0,003	-82878,143	0,003
8	00:43:05	8513788,734	0,002	-82878,139	0,003
9	00:58:05	8513788,733	0,002	-82878,141	0,002
10	01:13:05	8513788,734	0,002	-82878,140	0,002
11	01:28:05	8513788,733	0,001	-82878,140	0,002
12	01:58:05	8513788,732	0,001	-82878,141	0,001
13	02:28:10	8513788,732	0,001	-82878,141	0,001

Fuente: Elaboración propia

### 4.4.3 Línea base 3

Tabla N° 11 Observaciones de línea base 3 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 3 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	00:09:00	9563595,371	0,004	327813,775	0,005
2	00:10:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
3	00:13:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
4	00:16:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
5	00:18:00	9563595,374	0,004	327813,776	0,005
6	00:20:00	9563595,375	0,004	327813,774	0,005
7	00:25:00	9563595,377	0,004	327813,774	0,005
8	00:30:00	9563595,380	0,004	327813,774	0,005
9	00:45:00	9563595,385	0,003	327813,768	0,004
10	01:00:00	9563595,386	0,003	327813,765	0,004
11	01:15:00	9563595,385	0,003	327813,766	0,004
12	01:30:00	9563595,385	0,003	327813,767	0,004
13	02:00:00	9563595,384	0,003	327813,771	0,003
14	02:30:00	9563595,381	0,003	327813,771	0,003
15	03:03:00	9563595,380	0,003	327813,771	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4 Línea base 4

Tabla N° 12 Observaciones de línea base 4 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 4 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:13:00	9339265,085	0,006	275776,279	0,007
2	00:15:00	9339265,085	0,006	275776,279	0,007
3	00:22:00	9339265,084	0,005	275776,280	0,006
4	00:25:00	9339265,084	0,005	275776,280	0,006
5	00:27:00	9339265,084	0,005	275776,280	0,006
6	00:30:00	9339265,084	0,004	275776,280	0,005
7	00:35:00	9339265,083	0,004	275776,282	0,005
8	00:40:00	9339265,082	0,004	275776,283	0,005
9	00:50:00	9339265,056	0,003	275776,296	0,004

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5 Línea base 5

Tabla N° 13 Observaciones de línea base 5 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 5 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	00:17:00	8968358,966	0,004	188393,757	0,005
2	00:20:00	8968358,966	0,004	188393,756	0,005
3	00:25:00	8968358,967	0,003	188393,753	0,004
4	00:30:00	8968358,966	0,003	188393,752	0,004
5	00:35:00	8968358,965	0,002	188393,751	0,003
6	00:40:00	8968358,964	0,002	188393,751	0,004
7	00:50:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
8	01:00:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
9	01:10:00	8968358,963	0,002	188393,753	0,002
10	01:20:00	8968358,962	0,002	188393,753	0,002
11	01:30:00	8968358,962	0,001	188393,754	0,002
12	01:39:55	8968358,962	0,001	188393,754	0,002

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6 Línea base 6

Tabla N° 14 Observaciones de línea base 6 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 6 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:20:00	9554938,554	0,004	328056,158	0,005
2	00:25:00	9554938,554	0,005	328056,161	0,006
3	00:30:00	9554938,556	0,005	328056,157	0,006
4	00:50:00	9554938,552	0,002	328056,162	0,003
5	01:20:00	9554938,550	0,002	328056,162	0,003
6	02:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003
7	03:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003
8	04:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.7 Línea base 7

Tabla N° 15 Observaciones de línea base 7 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 7 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma_{\text{NORTE}}$	Este UTM (m)	$\sigma_{\text{ESTE}}$
	h: min: s"				
1	00:22:00	9554938,569	0,008	328056,149	0,012
2	00:25:00	9554938,566	0,008	328056,138	0,012
3	00:30:00	9554938,569	0,004	328056,143	0,006
4	00:40:00	9554938,564	0,008	328056,133	0,011
5	00:50:00	9554938,562	0,009	328056,158	0,016
6	01:00:00	9554938,566	0,004	328056,144	0,005
7	01:30:00	9554938,561	0,003	328056,148	0,003
8	02:00:00	9554938,559	0,003	328056,150	0,003
9	02:30:00	9554938,560	0,003	328056,150	0,002
10	03:00:00	9554938,559	0,003	328056,151	0,002
11	03:30:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003
12	04:00:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.8 Línea base 8

Tabla N° 16 Observaciones de línea base 8 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 8 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	00:30:00	9301308,440	0,011	756757,842	0,013
2	00:40:00	9301308,436	0,005	756757,848	0,005
3	00:45:00	9301308,435	0,004	756757,850	0,005
4	00:50:00	9301308,435	0,004	756757,850	0,004
5	00:55:00	9301308,436	0,004	756757,852	0,005
6	01:00:00	9301308,435	0,003	756757,850	0,004
7	01:05:00	9301308,436	0,003	756757,853	0,004
8	01:10:00	9301308,436	0,003	756757,852	0,004
9	01:20:00	9301308,436	0,004	756757,852	0,004
10	01:30:00	9301308,436	0,003	756757,852	0,003
11	02:00:00	9301308,435	0,002	756757,853	0,002
12	02:30:00	9301308,436	0,002	756757,850	0,002
13	03:00:00	9301308,438	0,002	756757,848	0,002
14	03:30:00	9301308,438	0,002	756757,847	0,002
15	09:34:10	9301308,439	0,001	756757,849	0,001

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.9 Línea base 9

Tabla N° 17 Observaciones de línea base 9 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 9 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:42:00	9302060,727	0,006	760593,094	0,009
2	00:43:00	9302060,727	0,007	760593,096	0,009
3	00:45:00	9302060,727	0,007	760593,095	0,009
4	00:50:00	9302060,725	0,007	760593,100	0,009
5	00:55:00	9302060,738	0,011	760593,098	0,008
6	01:00:00	9302060,725	0,006	760593,103	0,008
7	01:05:00	9302060,732	0,009	760593,097	0,007
8	01:10:00	9302060,732	0,009	760593,097	0,007
9	01:15:00	9302060,728	0,008	760593,097	0,007
10	01:20:00	9302060,728	0,008	760593,097	0,007
11	01:30:00	9302060,724	0,005	760593,105	0,005
12	02:00:00	9302060,727	0,004	760593,106	0,004
13	03:00:00	9302060,727	0,004	760593,106	0,003
14	04:00:00	9302060,728	0,003	760593,106	0,003
15	05:00:00	9302060,727	0,003	760593,107	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.10 Línea base 10

Tabla N° 18 Observaciones de línea base 10 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 10 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	01:00:00	9308278,801	0,007	767201,262	0,006
2	01:15:00	9308278,795	0,005	767201,255	0,005
3	01:30:00	9308278,799	0,005	767201,259	0,004
4	01:45:00	9308278,797	0,004	767201,255	0,004
5	02:00:00	9308278,800	0,004	767201,259	0,004
6	02:15:00	9308278,800	0,005	767201,258	0,005
7	02:30:00	9308278,801	0,004	767201,262	0,004
8	02:45:00	9308278,801	0,004	767201,261	0,004
9	03:00:00	9308278,803	0,003	767201,263	0,004

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.11 Línea base 11

Tabla N° 19 Observaciones de línea base 11 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 11 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:40:00	8512237,394	0,012	-88243,476	0,016
2	00:50:00	8512237,395	0,006	-88243,477	0,007
3	01:00:00	8512237,395	0,005	-88243,477	0,006
4	01:05:00	8512237,395	0,007	-88243,477	0,010
5	01:10:00	8512237,394	0,007	-88243,479	0,009
6	01:15:00	8512237,394	0,007	-88243,479	0,009
7	01:20:00	8512237,394	0,007	-88243,479	0,009
8	01:25:00	8512237,395	0,007	-88243,478	0,008
9	01:30:00	8512237,396	0,004	-88243,478	0,005
10	01:35:00	8512237,393	0,006	-88243,482	0,007
11	01:40:00	8512237,393	0,006	-88243,481	0,007
12	01:45:00	8512237,396	0,004	-88243,480	0,005
13	01:50:00	8512237,396	0,004	-88243,479	0,005

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.12 Línea base 12

Tabla N° 20 Observaciones de línea base 12 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 12 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	<b>Duración</b>	<b>Norte UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> NORTE</b>	<b>Este UTM (m)</b>	<b><math>\sigma</math> ESTE</b>
	<b>h: min: s"</b>				
1	01:15:00	8429261,885	0,007	201966,071	0,008
2	01:30:00	8429261,888	0,007	201966,067	0,008
3	01:35:00	8429261,890	0,007	201966,065	0,008
4	01:40:00	8429261,890	0,007	201966,065	0,008
5	01:42:00	8429261,889	0,007	201966,065	0,008
6	01:45:00	8429261,885	0,007	201966,065	0,006
7	01:47:00	8429261,888	0,007	201966,067	0,008
8	01:50:00	8429261,886	0,007	201966,065	0,008
9	01:52:00	8429261,887	0,007	201966,065	0,008
10	01:55:00	8429261,886	0,006	201966,065	0,008
11	01:57:00	8429261,886	0,006	201966,066	0,008
12	02:00:00	8429261,887	0,006	201966,068	0,006
13	02:05:00	8429261,886	0,006	201966,066	0,006

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.13 Línea base 13

Tabla N° 21 Observaciones de línea base 13 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 13 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	01:50:00	9166533,090	0,005	822763,112	0,005
2	02:00:00	9166533,084	0,005	822763,115	0,005
3	02:10:00	9166533,085	0,004	822763,114	0,005
4	02:20:00	9166533,084	0,004	822763,114	0,005
5	02:30:00	9166533,088	0,003	822763,113	0,003
6	02:45:00	9166533,085	0,004	822763,114	0,004
7	03:00:00	9166533,087	0,003	822763,114	0,003
8	03:10:00	9166533,086	0,003	822763,114	0,003
9	03:20:00	9166533,085	0,003	822763,115	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.14 Línea base 14

Tabla N° 22 Observaciones de línea base 14 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 14 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:19:55	9291067,777	0,01	336217,081	0,013
2	02:21:55	9291067,779	0,01	336217,078	0,013
3	02:24:55	9291067,780	0,01	336217,065	0,024
4	02:29:55	9291067,804	0,013	336217,032	0,02
5	02:39:55	9291067,785	0,009	336217,065	0,012
6	02:44:55	9291067,787	0,009	336217,062	0,012
7	02:59:55	9291067,784	0,012	336217,055	0,022
8	03:19:55	9291067,824	0,013	336216,950	0,023
9	03:39:55	9291067,824	0,013	336216,950	0,023

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.15 Línea base 15

Tabla N° 23 Observaciones de línea base 15 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 15 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:30:00	9304246,334	0,007	767519,830	0,012
2	02:35:00	9304246,333	0,007	767519,832	0,011
3	02:40:00	9304246,332	0,007	767519,833	0,011
4	02:45:00	9304246,331	0,007	767519,834	0,011
5	02:50:00	9304246,338	0,008	767519,837	0,013
6	03:00:00	9304246,332	0,007	767519,838	0,014
7	03:30:00	9304246,323	0,005	767519,837	0,011
8	04:00:00	9304246,327	0,005	767519,837	0,01
9	04:30:00	9304246,327	0,004	767519,840	0,008
10	05:00:00	9304246,328	0,004	767519,840	0,008
11	05:30:00	9304246,329	0,004	767519,836	0,009
12	06:00:00	9304246,330	0,004	767519,837	0,008
13	06:30:00	9304246,332	0,004	767519,838	0,008
14	07:00:00	9304246,331	0,004	767519,840	0,008
15	07:30:00	9304246,331	0,004	767519,840	0,007
16	08:00:00	9304246,332	0,003	767519,840	0,007
17	08:30:00	9304246,332	0,004	767519,841	0,007

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.16 Línea base 16

Tabla N° 24 Observaciones de línea base 16 en diferentes intervalos de tiempo

<b>MEDICIÓN DE LÍNEA BASE 16 EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO</b>					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma_{\text{NORTE}}$	Este UTM (m)	$\sigma_{\text{ESTE}}$
	h: min: s''				
1	03:00:00	9304246,318	0,008	767519,815	0,004
2	03:10:00	9304246,316	0,008	767519,816	0,004
3	03:20:00	9304246,318	0,007	767519,816	0,004
4	03:30:00	9304246,318	0,007	767519,817	0,004
5	04:00:00	9304246,318	0,006	767519,820	0,003
6	04:30:00	9304246,316	0,006	767519,825	0,003
7	05:00:00	9304246,311	0,006	767519,827	0,003
8	05:30:00	9304246,309	0,005	767519,826	0,003
9	06:00:00	9304246,311	0,005	767519,827	0,003
10	06:30:00	9304246,312	0,005	767519,828	0,003
11	07:00:00	9304246,312	0,005	767519,828	0,003
12	07:30:00	9304246,316	0,005	767519,827	0,003
13	08:00:00	9304246,314	0,005	767519,827	0,003
14	08:30:00	9304246,316	0,004	767519,827	0,003

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 SEGUNDA ETAPA: DEPURACIÓN DE ERRORES

Habiendo leído y procesado cada línea base en diferentes intervalos de tiempo, obtenemos un conjunto de coordenadas (Norte, Este) con su respectiva desviación standard ( $\sigma_{\text{NORTE}}$ ,  $\sigma_{\text{ESTE}}$ ), las cuales pueden presentar algunas mediciones con errores groseros, para ello sometemos el conjunto a un procedimiento matemático y estadístico, cuyos conceptos se encuentran mejor explicados en el capítulo II de la presente tesis.

Los pasos dados a continuación se realizarán simultáneamente el conjunto de coordenadas norte y coordenadas este.

- De los resultados de la primera etapa, para cada línea base leída en diferentes intervalos de tiempo, se establece  $\sigma_0^2$  como la varianza a priori de todo el conjunto igual a  $\sigma_1^2$  (varianza del primer intervalo de tiempo medido).
- Se establece la matriz de pesos  $[P]_{n \times n}$ , siendo “n” el número de visualizaciones (mediciones) de cada línea base (Capítulo 2.6).

$$P = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_0^2}{\sigma_1^2} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \frac{\sigma_0^2}{\sigma_2^2} & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \frac{\sigma_0^2}{\sigma_n^2} \end{bmatrix}$$

- Se establecen las siguientes otras matrices:  
 $[A]_{n \times 1}$  = Matriz de coeficientes donde “n” es el número de lecturas por línea base  
 $[U]_{n \times 1}$  = Matriz de términos independientes U
- Se obtienen las coordenadas solución por ajuste de mínimos cuadrados (capítulo 2.7), así:

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P U$$

- Se halla la matriz de residuos:  $[V]_{n \times 1} = AX-U$
- Se Halla el estadístico de prueba chi- cuadrado (capítulo 2.8).

$$\lambda^2 = \frac{V^T P V}{\sigma_0^2}$$

- Se evalúa simultáneamente el estadístico  $\lambda^2$ , debiendo encontrarse en la zona de aceptación, según los valores críticos que dependen del grado de libertad y del nivel de significancia  $\alpha$ .
- De no ser así se tiene que eliminar una lectura (n-1) y repetir el proceso.
- Luego se evalúa simultáneamente en el Test de fiabilidad t de Student:

$$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$$

- Teniendo que encontrarse en la zona de aceptación de la gráfica de distribución T de Student, donde igualmente sus valores críticos dependen del grado de libertad de la muestra y del nivel de significancia  $\alpha$ .
- De no ser así se tiene que eliminar una lectura (n-1) y repetir el proceso.
- Completado los procesos se obtendrían por cada línea base las lecturas aceptables, de los cuales se elegiría aquella que tenga el menor tiempo de lectura, obteniendo así: el menor tiempo de visado para una línea base de determinada longitud.

## 4.6 RESULTADOS DE SEGUNDA ETAPA

### 4.6.1 Línea base 1

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 1 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°9), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 25 Línea base 1 depurada

LÍNEA BASE 1 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:03:00	8525453,136	0,002	207167,704	0,002
2	00:10:00	8525453,139	0,002	207167,704	0,002
3	00:15:00	8525453,142	0,002	207167,705	0,002
4	00:30:00	8525453,141	0,001	207167,706	0,001
5	01:30:00	8525453,140	0,001	207167,706	0,001
6	02:00:00	8525453,140	0,001	207167,707	0,001
7	02:30:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
8	03:00:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
9	03:24:55	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$ :

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000004

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000004

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
8525453,136	207167,704
8525453,139	207167,704
8525453,142	207167,705
8525453,141	207167,706
8525453,140	207167,706
8525453,140	207167,707
8525453,140	207167,707
8525453,140	207167,707
8525453,140	207167,707

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

**P NORTE =**

MATRIZ DE PESOS OBSERVACIÓN NORTE								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	25	0	0
0	0	0	0	0	0	0	25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	25

**P ESTE=**

MATRIZ DE PESOS OBSERVACIÓN ESTE								
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	25	0	0
0	0	0	0	0	0	0	25	0
0	0	0	0	0	0	0	0	25

Solución por mínimos cuadrados:

<b>COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS</b>		
	$A^T P A =$	90
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,011111111
NORTE	$A^T P U =$	767290782,6
Y NORTE =	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	8525453,14

<b>COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS</b>		
	$A^T P A =$	90
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,011111111
ESTE	$A^T P U =$	18645093,61
X ESTE =	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	207167,7068

- Matriz de Residuos V:

<b>MATRIZ DE RESIDUOS V</b>	
V NORTE = $A Y_{NORTE} - U$	V ESTE = $A X_{ESTE} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
0,0040	0,0028
0,0010	0,0028
-0,0020	0,0018
-0,0010	0,0008
0,0000	0,0008
0,0000	-0,0002
0,0000	-0,0002
0,0000	-0,0002
0,0000	-0,0002

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	9
	n=	1
	m-n=	8

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	2,49889E-05	2,71556E-05
	$\sigma^2$	0,000004	0,000004
$\chi^2=$		<b>6,24722427</b>	<b>6,78888852</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	2,180	6,24722427	17,535	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	2,180	6,78888852	17,535	<b>CUMPLE</b>
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	
Determinacion del $\chi^2$ MAX=			SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN=			SE USA $1- \alpha/2$	0,975

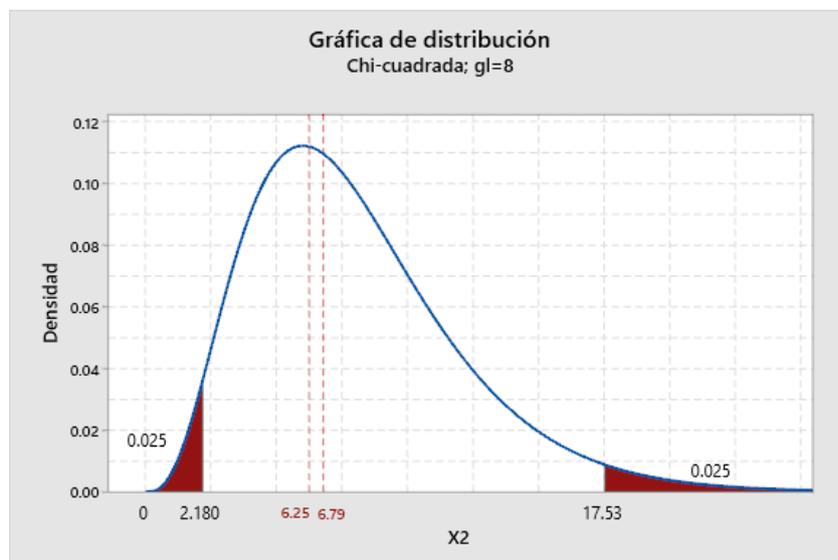


Figura N°32 Distribución de distribución chi cuadrado para línea base 1 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	8
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	8525453,14	8525453,140	0,001641477	9
<b>ESTE</b>	207167,7068	207167,7059	0,001269296	9

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00023	0,4264491
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00055	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00093	2,2059481
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00042	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 8 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TENORTE</b>	-2,3060	0,426449134	2,3060	<b>CUMPLE</b>
<b>TEESTE</b>	-2,3060	2,205948131	2,3060	<b>CUMPLE</b>
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	

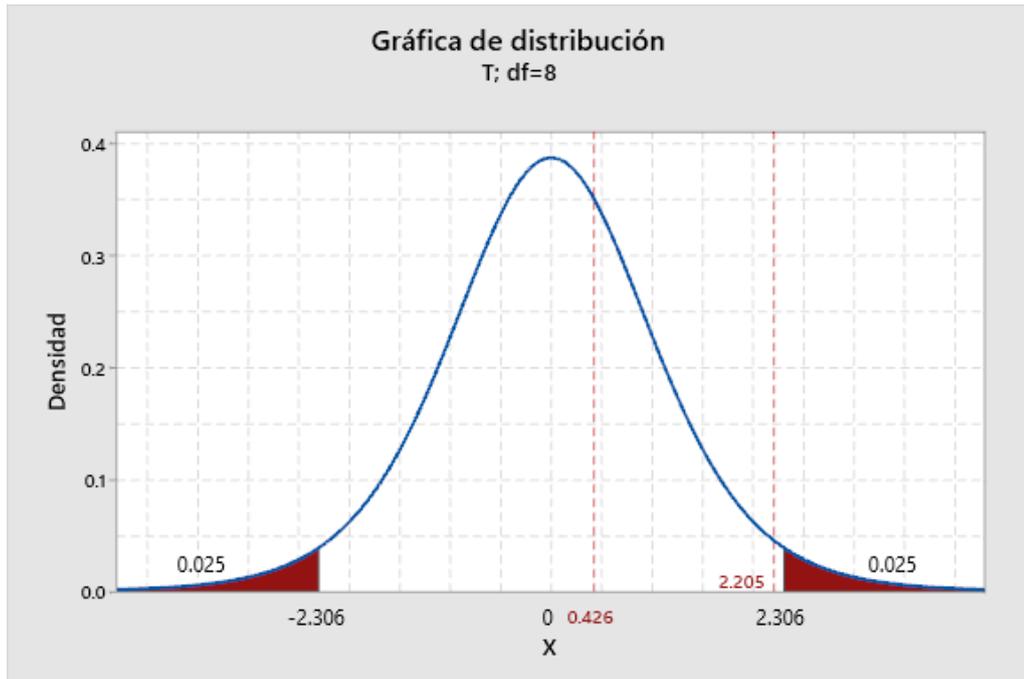


Figura N°33 Distribución T de Student para línea base 1 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 1: 00:03:00, según tabla N°25

LÍNEA BASE 1 DEPURADA					
	Duración h: min: s"	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
1	00:03:00	8525453,136	0,002	207167,704	0,002
2	00:10:00	8525453,139	0,002	207167,704	0,002
3	00:15:00	8525453,142	0,002	207167,705	0,002
4	00:30:00	8525453,141	0,001	207167,706	0,001
5	01:30:00	8525453,140	0,001	207167,706	0,001
6	02:00:00	8525453,140	0,001	207167,707	0,001
7	02:30:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
8	03:00:00	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004
9	03:24:55	8525453,140	0,0004	207167,707	0,0004

Figura N°34 Tiempo mínimo de visado para línea base 1 (Longitud =1100,00 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.2 Línea base 2

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 2 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°10), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 26 Línea base 5 depurada

LÍNEA BASE 2 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:06:05	8513788,733	0,004	-82878,142	0,005
2	00:14:05	8513788,731	0,003	-82878,139	0,004
3	00:28:05	8513788,734	0,003	-82878,143	0,003
4	00:43:05	8513788,734	0,002	-82878,139	0,003
5	00:58:05	8513788,733	0,002	-82878,141	0,002
6	01:28:05	8513788,733	0,001	-82878,140	0,002
7	01:58:05	8513788,732	0,001	-82878,141	0,001

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
8513788,733	-82878,142
8513788,731	-82878,139
8513788,734	-82878,143
8513788,734	-82878,139
8513788,733	-82878,141
8513788,733	-82878,140
8513788,732	-82878,141

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE					
P NORTE=	1	0	0	0	0	0	0
	0	1,777777778	0	0	0	0	0
	0	0	1,777777778	0	0	0	0
	0	0	0	4	0	0	0
	0	0	0	0	4	0	0
	0	0	0	0	0	16	0
	0	0	0	0	0	0	16

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE					
P ESTE =	1	0	0	0	0	0	0
	0	1,5625	0	0	0	0	0
	0	0	2,777777778	0	0	0	0
	0	0	0	2,777777778	0	0	0
	0	0	0	0	6,25	0	0
	0	0	0	0	0	6,25	0
	0	0	0	0	0	0	25

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	44,55555556
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,02244389
NORTE	$A^T P U =$	379336586,9
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	8513788,733

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	45,61805556
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,021921145
ESTE	$A^T P U =$	-3780739,632
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	-82878,14082

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0003	0,0012
0,0017	-0,0018
-0,0013	0,0022
-0,0013	-0,0018
-0,0003	0,0002
-0,0003	-0,0008
0,0007	0,0002

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	7
	n=	1
	m-n=	6

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2 =$	$V^T PV$	2,46284E-05	3,41847E-05
	$\sigma 0^2$	0,000016	0,000025
$\chi^2 =$		1,539274039	1,367386381

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	1,237	1,539274039	14,449	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	1,237	1,367386381	14,449	CUMPLE
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	
Determinacion del $\chi^2$ MAX			SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN			SE USA $1- \alpha/2$	0,975

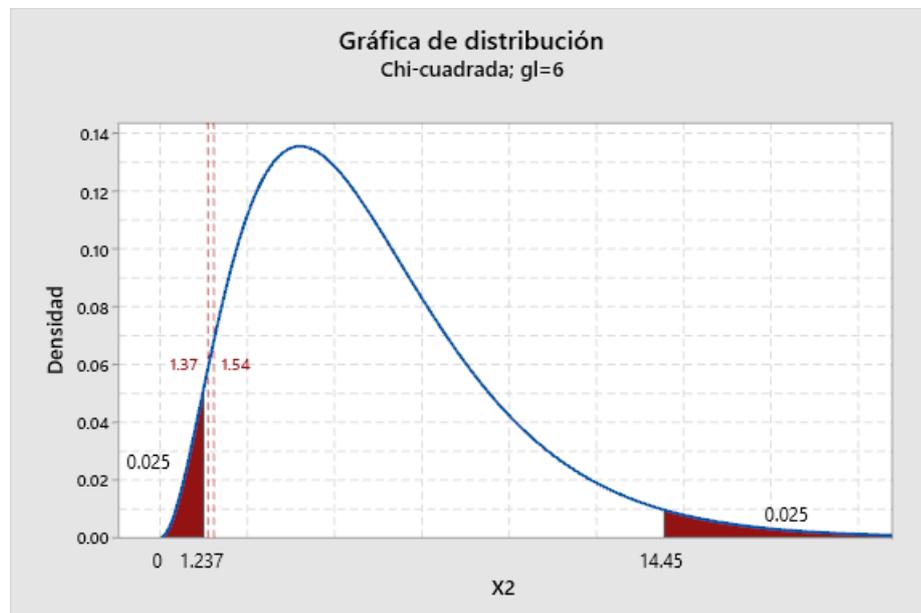


Figura N°35 Distribución chi cuadrado para línea base 2 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	6
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	8513788,733	8513788,733	0,001069044	7
ESTE	-82878,14082	-82878,14071	0,001496026	7

T <sub>E</sub> NORTE	X-U	-0,00017	-0,411739385
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00040	
T <sub>E</sub> ESTE	X-U	-0,00010	-0,180609528
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00057	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 6 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
Te Norte	-2,4469	-0,411739385	2,4469	CUMPLE
Te Este	-2,4469	-0,180609528	2,4469	CUMPLE

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

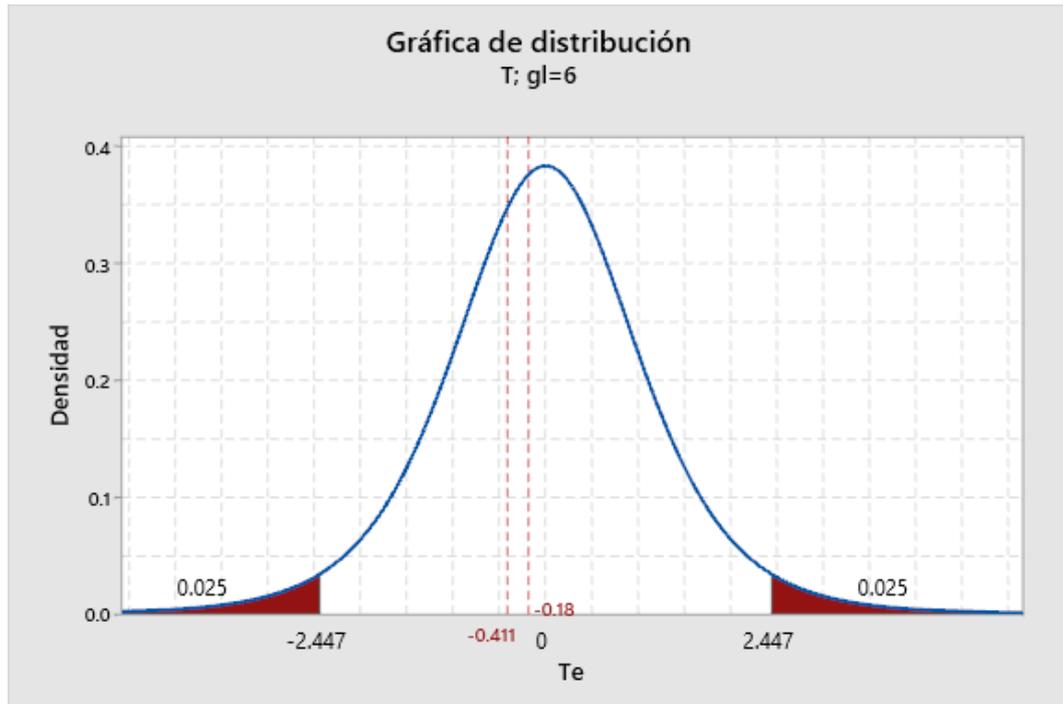


Figura N°36 Distribución T de Student para línea base 2 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 2 (longitud 2950 m): 00:06:05, según tabla N°26.

LÍNEA BASE 2 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:06:05	8513788,733	0,004	-82878,142	0,005
2	00:14:05	8513788,731	0,003	-82878,139	0,004
3	00:28:05	8513788,734	0,003	-82878,143	0,003
4	00:43:05	8513788,734	0,002	-82878,139	0,003
5	00:58:05	8513788,733	0,002	-82878,141	0,002
6	01:28:05	8513788,733	0,001	-82878,140	0,002
7	01:58:05	8513788,732	0,001	-82878,141	0,001

Figura N°37 Tiempo mínimo de visado para línea base 2 (Longitud 2950 m)

Fuente: Elaboración propia

### 4.6.3 Línea base 3

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 3 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°11), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 27 Línea base 3 depurada.

LÍNEA BASE 3 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:10:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
2	00:13:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
3	00:20:00	9563595,375	0,004	327813,774	0,005
4	00:30:00	9563595,380	0,004	327813,774	0,005
5	00:45:00	9563595,385	0,003	327813,768	0,004
6	01:00:00	9563595,386	0,003	327813,765	0,004
7	01:15:00	9563595,385	0,003	327813,766	0,004
8	01:30:00	9563595,385	0,003	327813,767	0,004
9	02:00:00	9563595,384	0,003	327813,771	0,003
10	02:30:00	9563595,381	0,003	327813,771	0,003
11	03:03:00	9563595,380	0,003	327813,771	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$ :

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2 =$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9563595,373	327813,776
9563595,373	327813,776
9563595,375	327813,774
9563595,380	327813,774
9563595,385	327813,768
9563595,386	327813,765
9563595,385	327813,766
9563595,385	327813,767
9563595,384	327813,771
9563595,381	327813,771
9563595,380	327813,771

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS OBSERVACION NORTE										
PNORTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1,77777778	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,77777778	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1,77777778	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1,77777778	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	1,77777778	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,77777778	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,77777778	0

		MATRIZ DE PESOS OBSERVACION ESTE										
PESTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1,5625	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,5625	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1,5625	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1,5625	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	2,77777778	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,77777778	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,77777778	0

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	16,44444444
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,060810811
NORTE	$A^T P U =$	157268012,9
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9563595,382

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	18,58333333
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,053811659
ESTE	$A^T P U =$	6091872,566
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	327813,7703

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
V NORTE = $A Y_{\text{NORTE}} - U$	V ESTE = $A X_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
0,0087	-0,0057
0,0087	-0,0057
0,0067	-0,0037
0,0017	-0,0037
-0,0033	0,0023
-0,0043	0,0053
-0,0033	0,0043
-0,0033	0,0033
-0,0023	-0,0007
0,0007	-0,0007
0,0017	-0,0007

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	11
	n=	1
	m-n=	10

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,000305492	0,000194464
	$\sigma^2$	0,000016	0,000025
$\chi^2=$		<b>19,09323347</b>	<b>7,77855381</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	3,247	19,09323347	20,483	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	3,247	7,77855381	20,483	<b>CUMPLE</b>

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX=	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN=	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

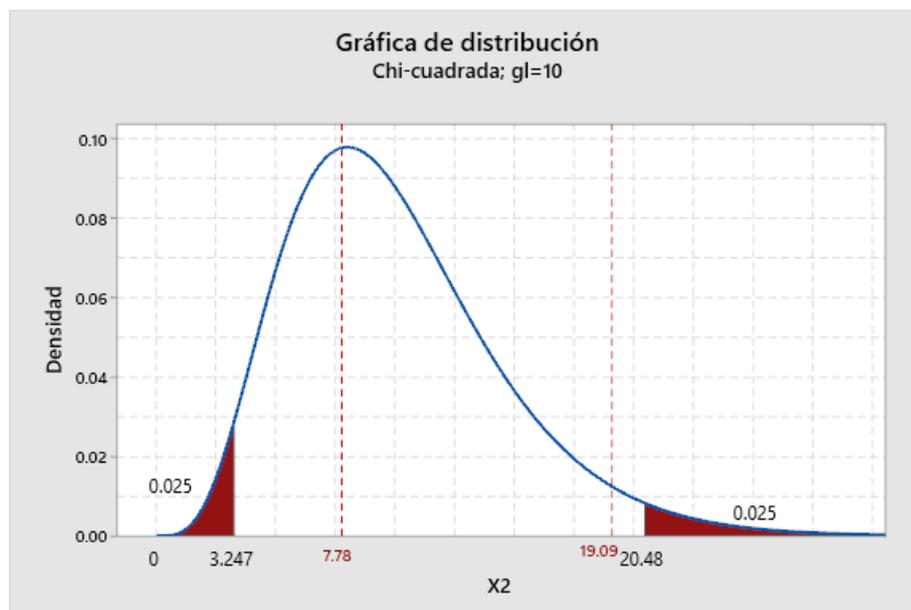


Figura N°38 Distribución chi cuadrado para línea base 3 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	10
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9563595,382	9563595,381	0,004965334	11
ESTE	327813,7703	327813,7708	0,003919647	11

T <sub>E</sub> NORTE	X-U	0,00102	0,680675191
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00150	
T <sub>E</sub> ESTE	X-U	-0,00047	-0,398240809
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00118	

ESTADISTICO T <sub>E</sub> EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 10 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	T <sub>E</sub>	T 0.025	RED
TE NORTE	-2,2281	0,680675191	2,2281	CUMPLE
TE ESTE	-2,2281	-0,398240809	2,2281	CUMPLE
RESULTADO			RED EXITOSA	

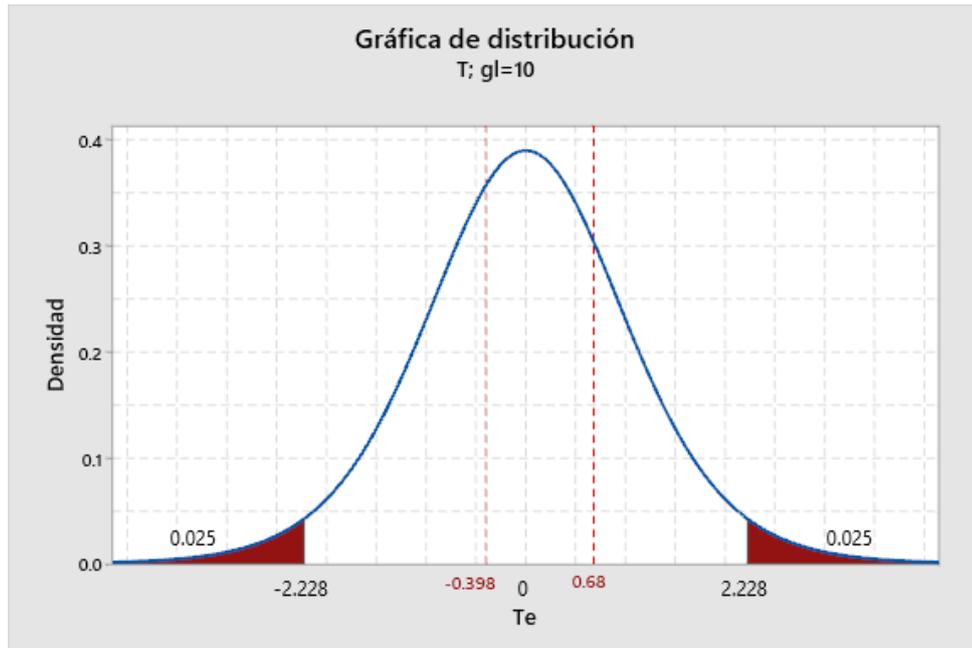


Figura N°39 Distribución T de Student para línea base 3 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 3 (longitud 4700 m): 10:00:00, según tabla N°27

LÍNEA BASE 3 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:10:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
2	00:13:00	9563595,373	0,004	327813,776	0,005
3	00:20:00	9563595,375	0,004	327813,774	0,005
4	00:30:00	9563595,380	0,004	327813,774	0,005
5	00:45:00	9563595,385	0,003	327813,768	0,004
6	01:00:00	9563595,386	0,003	327813,765	0,004
7	01:15:00	9563595,385	0,003	327813,766	0,004
8	01:30:00	9563595,385	0,003	327813,767	0,004
9	02:00:00	9563595,384	0,003	327813,771	0,003
10	02:30:00	9563595,381	0,003	327813,771	0,003
11	03:03:00	9563595,380	0,003	327813,771	0,003

Figura N°40 Tiempo mínimo de visado para línea base 3 (longitud 4700 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4 Línea base 4

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 4 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°12), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 28 Línea base 4 depurada

LÍNEA BASE 4 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:15:00	9339265,085	0,006	275776,279	0,007
2	00:25:00	9339265,084	0,005	275776,280	0,006
3	00:30:00	9339265,084	0,004	275776,280	0,005
4	00:40:00	9339265,082	0,004	275776,283	0,005

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000036

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9339265,085	275776,279
9339265,084	275776,280
9339265,084	275776,280
9339265,082	275776,283

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1

P NORTE=	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE			
	1	0	0	0
	0	1,44	0	0
	0	0	2,25	0
	0	0	0	2,25

P ESTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE			
	1	0	0	0
	0	1,361111111	0	0
	0	0	1,96	0
	0	0	0	1,96

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	6,94
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,144092219
NORTE	$A^T P U =$	64814499,68
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9339265,083

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	6,281111111
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,1592075
ESTE	$A^T P U =$	1732181,461
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	275776,2808

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = A Y_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = A X_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0015	0,0018
-0,0005	0,0008
-0,0005	0,0008
0,0015	-0,0022

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	4
	n=	1
	m-n=	3

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2 =$	$V^T PV$	8,23487E-06	1,48486E-05
	$\sigma^2$	0,000036	0,000049
$\chi^2 =$		0,228746473	0,3030320

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,216	0,228746473	9,348	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,216	0,303032016	9,348	CUMPLE
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	
Determinacion del $\chi^2$ MAX			SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN			SE USA $1 - \alpha/2$	0,975

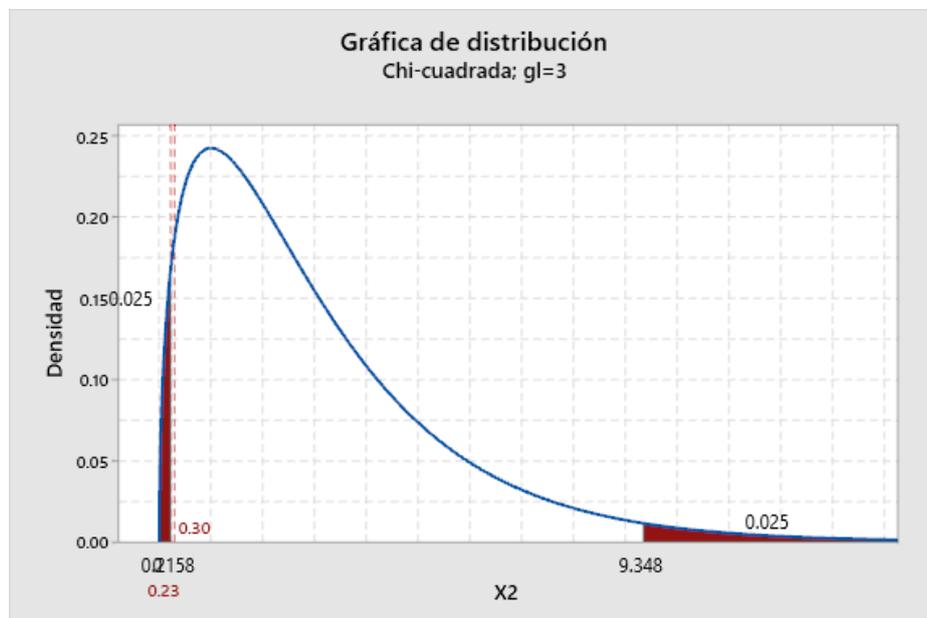


Figura N°41 Distribución chi cuadrado para línea base 4 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	3
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9339265,083	9339265,084	0,001258306	4
ESTE	275776,2808	275776,2805	0,001732051	4

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00025	-0,404228947
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00063	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00028	0,319774233
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00087	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 3 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
Te Norte	-3,1824	-0,404228947	3,1824	CUMPLE
Te Este	-3,1824	0,319774233	3,1824	CUMPLE
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	

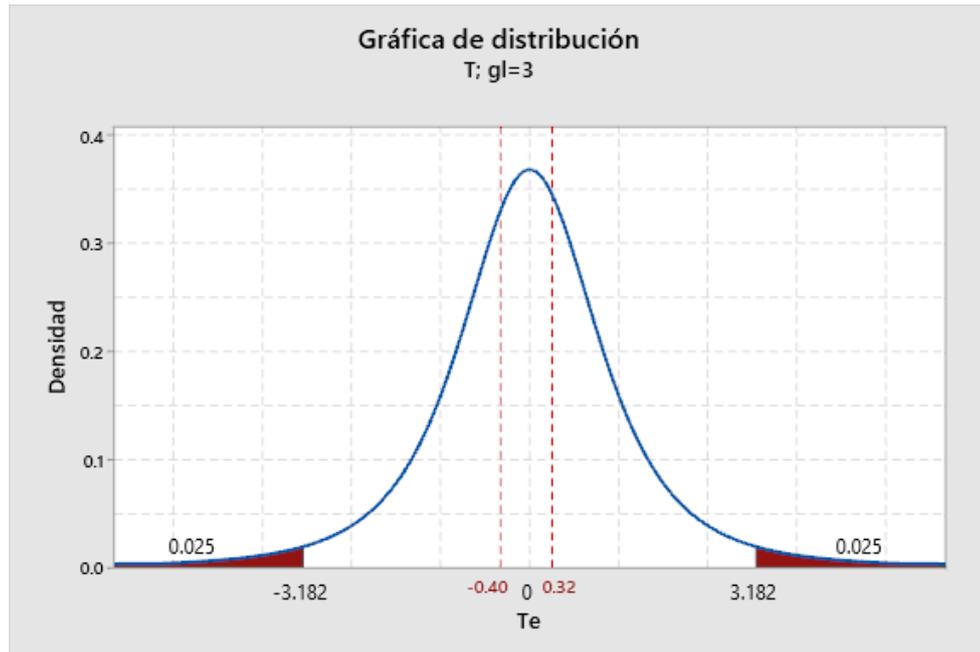


Figura N°42 Distribución T de Student para línea base 4 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 4 (longitud 6750 m): 00:15:00, según tabla N°28

LÍNEA BASE 4 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:15:00	9339265,085	0,006	275776,279	0,007
2	00:25:00	9339265,084	0,005	275776,280	0,006
3	00:30:00	9339265,084	0,004	275776,280	0,005
4	00:40:00	9339265,082	0,004	275776,283	0,005

Figura N°43 Tiempo mínimo de visado para Línea base 4 (longitud 6750 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.5 Línea base 5

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 5 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°13), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 29 Línea base 5 depurada

LÍNEA BASE 5 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:17:00	8968358,966	0,004	188393,757	0,005
2	00:30:00	8968358,966	0,003	188393,752	0,004
3	00:35:00	8968358,965	0,002	188393,751	0,003
4	00:40:00	8968358,964	0,002	188393,751	0,004
5	00:50:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
6	01:00:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
7	01:20:00	8968358,962	0,002	188393,753	0,002
8	01:30:00	8968358,962	0,001	188393,754	0,002

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
8968358,966	188393,757
8968358,966	188393,752
8968358,965	188393,751
8968358,964	188393,751
8968358,964	188393,752
8968358,964	188393,752
8968358,962	188393,753
8968358,962	188393,754

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE							
P NORTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1,77777778	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	4	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	4	16

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE							
PESTE	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1,5625	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	2,77777778	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1,5625	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	2,77777778	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	2,77777778	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	6,25	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	6,25	6,25

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	38,77777778
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,025787966
NORTE	$A^T P U =$	347773030,9
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	8968358,963

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	24,95833333
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,040066778
ESTE	$A^T P U =$	4701994,08
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	188393,7528

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
-0,0028	-0,0042
-0,0028	0,0008
-0,0018	0,0018
-0,0008	0,0018
-0,0008	0,0008
-0,0008	0,0008
0,0012	-0,0002
0,0012	-0,0012

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	8
	n=	1
	m-n=	7

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	7,12092E-05	4,54956E-05
	$\sigma^2$	0,000016	0,000025
$\chi^2=$		<b>4,450574525</b>	<b>1,819825093</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	1,69	4,450574525	16,013	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	1,69	1,819825093	16,013	<b>CUMPLE</b>
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	
Determinacion del $\chi^2$ MAX=			SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN=			SE USA $1- \alpha/2$	0,975

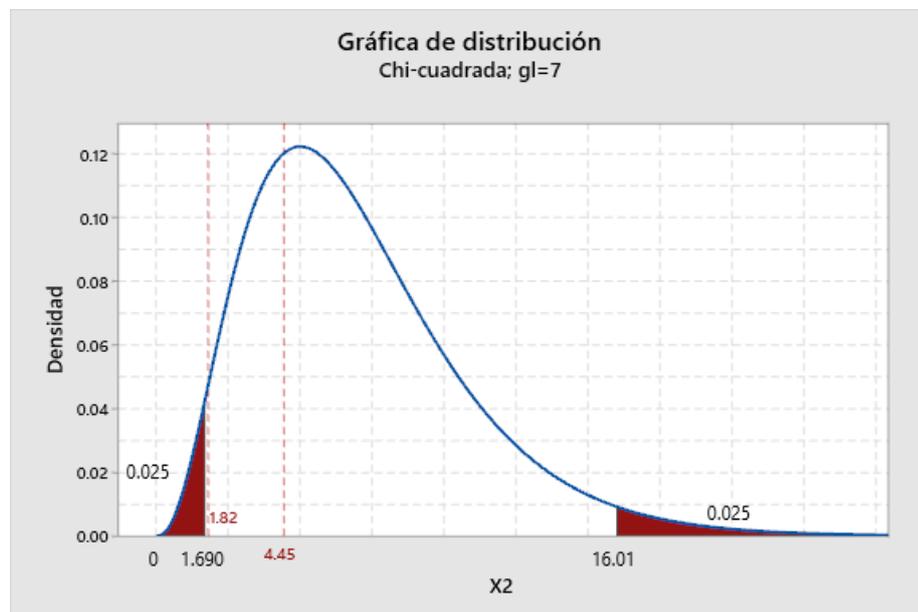


Figura N°44 Distribución chi cuadrado para línea base 5 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	7
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	8968358,963	8968358,964	0,001552648	8
<b>ESTE</b>	188393,7528	188393,7528	0,001982062	8

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00091	-1,657913477
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00055	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00003	0,039506899
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00070	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 7 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TENORTE</b>	-2,3646	-1,657913477	2,3646	<b>CUMPLE</b>
<b>TEESTE</b>	-2,3646	0,039506899	2,3646	<b>CUMPLE</b>
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	

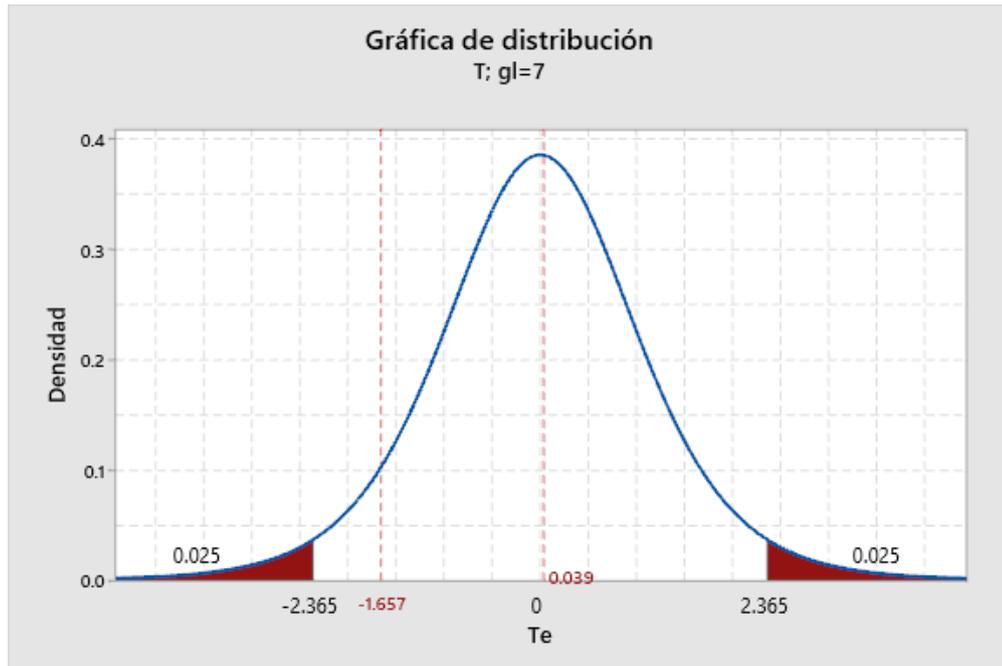


Figura N°45 Distribución T de Student para línea base 5 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 5 (longitud 8314 m): 00:17:00, según tabla N°29

LÍNEA BASE 5 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:17:00	8968358,966	0,004	188393,757	0,005
2	00:30:00	8968358,966	0,003	188393,752	0,004
3	00:35:00	8968358,965	0,002	188393,751	0,003
4	00:40:00	8968358,964	0,002	188393,751	0,004
5	00:50:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
6	01:00:00	8968358,964	0,002	188393,752	0,003
7	01:20:00	8968358,962	0,002	188393,753	0,002
8	01:30:00	8968358,962	0,001	188393,754	0,002

Figura N°46 Tiempo mínimo de visado para Línea base 5 (longitud 8314 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.6 Línea base 6

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 6 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°14), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 30 Línea base 11 depurada

LÍNEA BASE 6 DEPURADO					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:20:00	9554938,554	0,004	328056,158	0,005
2	00:25:00	9554938,554	0,005	328056,161	0,006
3	00:30:00	9554938,556	0,005	328056,157	0,006
4	00:50:00	9554938,552	0,002	328056,162	0,003
5	02:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003
6	03:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9554938,554	328056,158
9554938,554	328056,161
9554938,556	328056,157
9554938,552	328056,162
9554938,551	328056,162
9554938,551	328056,162

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE					
P NORTE=	1	0	0	0	0	0	
	0	0,64	0	0	0	0	
	0	0	0,64	0	0	0	
	0	0	0	4	0	0	
	0	0	0	0	4	0	
	0	0	0	0	0	4	
	0	0	0	0	0	4	

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE					
P ESTE =	1	0	0	0	0	0	
	0	0,694444444	0	0	0	0	
	0	0	0,694444444	0	0	0	
	0	0	0	2,777777778	0	0	
	0	0	0	0	2,777777778	0	
	0	0	0	0	0	2,777777778	
	0	0	0	0	0	2,777777778	

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	14,28
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,070028011
NORTE	$A^T P U =$	136444522,5
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9554938,552

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	10,72222222
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,093264249
ESTE	$A^T P U =$	3517491,062
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	328056,1612

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0022	0,0032
-0,0022	0,0002
-0,0042	0,0042
-0,0002	-0,0008
0,0008	-0,0008
0,0008	-0,0008

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	6
	n=	1
	m-n=	5

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	2,44733E-05	2,78353E-05
	$\sigma^2$	0,000016	0,000025
$\chi^2=$		1,529578752	1,113413937

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,831	1,529578752	12,833	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,831	1,113413937	12,833	CUMPLE
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	
Determinacion del $\chi^2$ MAX			SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN			SE USA $1- \alpha/2$	0,975

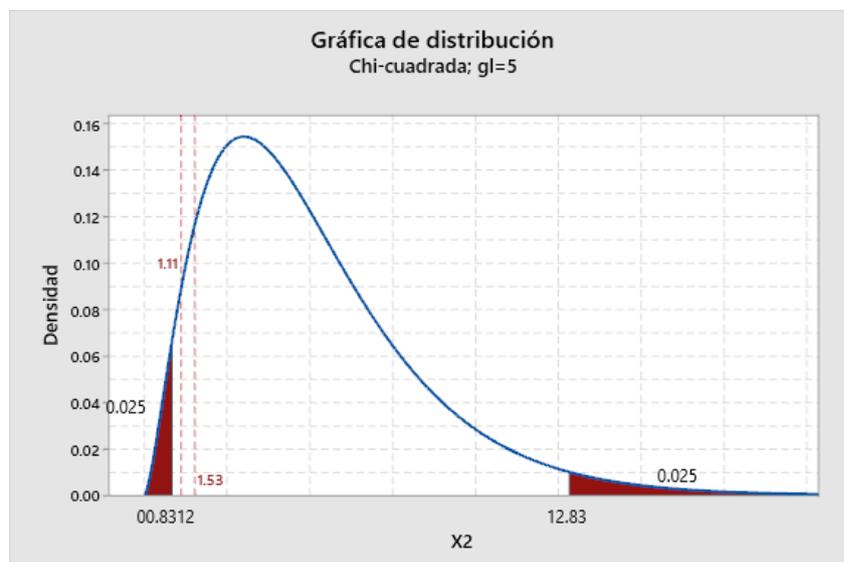


Figura N°47 Distribución chi cuadrado para línea base 6 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	5
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9554938,552	9554938,553	0,002	6
ESTE	328056,1612	328056,1603	0,002250926	6

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00115	-1,410000061
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00082	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00091	0,984843407
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00092	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 5 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	TE	T 0.025	RED
TE NORTE	-2,5706	-1,410000061	2,5706	CUMPLE
TE ESTE	-2,5706	0,984843407	2,5706	CUMPLE
<b>RESULTADO</b>			<b>RED EXITOSA</b>	

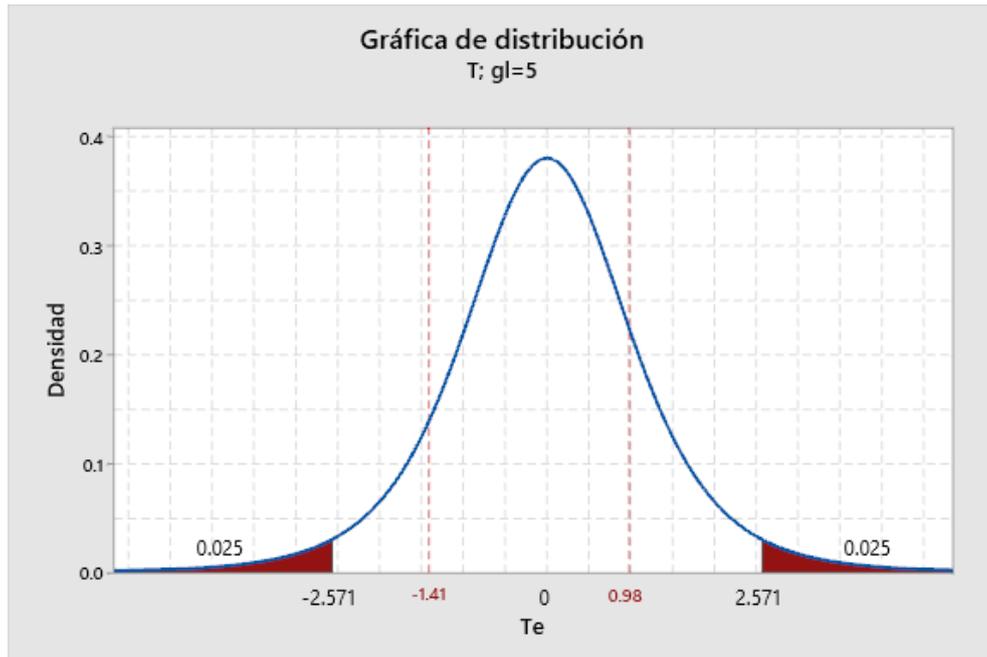


Figura N°48 Distribución T de Student para línea base 6 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 6 (longitud 8800 m): 00:20:00, según tabla N°30

LÍNEA BASE 6 DEPURADO					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:20:00	9554938,554	0,004	328056,158	0,005
2	00:25:00	9554938,554	0,005	328056,161	0,006
3	00:30:00	9554938,556	0,005	328056,157	0,006
4	00:50:00	9554938,552	0,002	328056,162	0,003
5	02:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003
6	03:20:00	9554938,551	0,002	328056,162	0,003

Figura N°49 Tiempo mínimo de visado para Línea base 6 (longitud 8800 m)

#### 4.6.7 Línea base 7

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 7 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°15), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 31 Línea base 7 depurada

LÍNEA BASE 7 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:22:00	9554938,569	0,008	328056,149	0,012
2	00:25:00	9554938,566	0,008	328056,138	0,012
3	00:30:00	9554938,569	0,004	328056,143	0,006
4	00:40:00	9554938,564	0,008	328056,133	0,011
5	00:50:00	9554938,562	0,009	328056,158	0,016
6	01:00:00	9554938,566	0,004	328056,144	0,005
7	01:30:00	9554938,561	0,003	328056,148	0,003
8	02:00:00	9554938,559	0,003	328056,150	0,003
9	02:30:00	9554938,560	0,003	328056,150	0,002
10	03:00:00	9554938,559	0,003	328056,151	0,002
11	03:30:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003
12	04:00:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$ :

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000064

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000144

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9554938,5690	328056,1490
9554938,5660	328056,1380
9554938,5690	328056,1430
9554938,5640	328056,1330
9554938,5620	328056,1580
9554938,5660	328056,1440
9554938,5610	328056,1480
9554938,5590	328056,1500
9554938,5600	328056,1500
9554938,5590	328056,1510
9554938,5570	328056,1510
9554938,5570	328056,1510

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE												
P NORTE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0,790123457	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	7,111111111	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	7,111111111	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111111111	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111111111	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111111111	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111111111

MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE												
P ESTE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1,190082645	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0,5625	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	5,76	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	54,45679012
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,018363183
NORTE	$A^T P U =$	520331283,8
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9554938,561

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	149,5125826
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,0066884
ESTE	$A^T P U =$	49048522,18
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	328056,1496

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0084	0,0006
-0,0054	0,0116
-0,0084	0,0066
-0,0034	0,0166
-0,0014	-0,0084
-0,0054	0,0056
-0,0004	0,0016
0,0016	-0,0004
0,0006	-0,0004
0,0016	-0,0014
0,0036	-0,0014
0,0036	-0,0014

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	12
	n=	1
	m-n=	11

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,000736071	0,001039847
	$\sigma^2$	0,000064	0,000144
$\chi^2=$		11,50110866	7,221156391

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	3,816	11,50110866	21,92	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	3,816	7,221156391	21,92	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinacion del $\chi^2$ MAX=	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN=	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

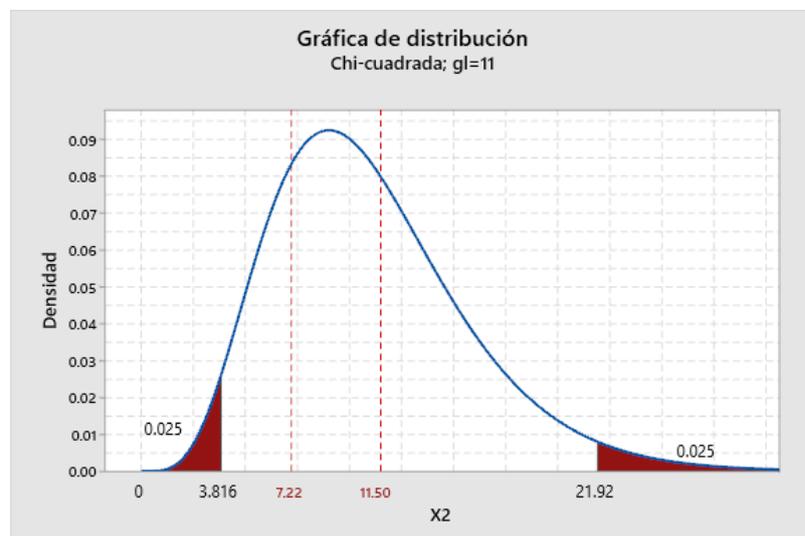


Figura N°50 Distribución chi cuadrado para línea base 7 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	11
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	9554938,561	9554938,562	0,004316108	12
<b>ESTE</b>	328056,1496	328056,1472	0,006699163	12

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00185	-1,485638127
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00125	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00246	1,27387432
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00193	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 11 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TE NORTE</b>	-2,2010	-1,485638127	2,2010	<b>CUMPLE</b>
<b>TE ESTE</b>	-2,2010	1,27387432	2,2010	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

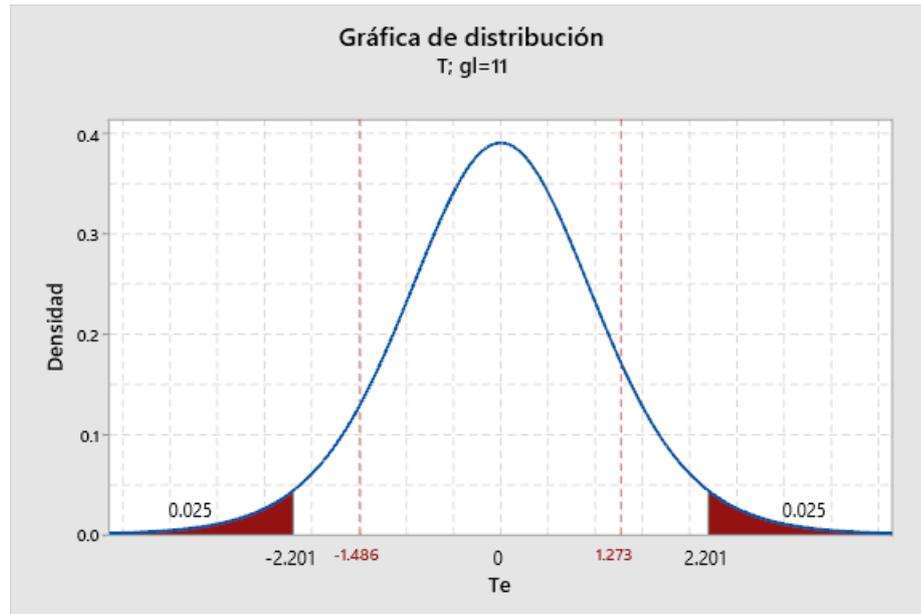


Figura N°51 Distribución T de Student para línea base 7 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 7 (longitud 9728 m): 00:22:00, según tabla N°31

LÍNEA BASE 7 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:22:00	9554938,569	0,008	328056,149	0,012
2	00:25:00	9554938,566	0,008	328056,138	0,012
3	00:30:00	9554938,569	0,004	328056,143	0,006
4	00:40:00	9554938,564	0,008	328056,133	0,011
5	00:50:00	9554938,562	0,009	328056,158	0,016
6	01:00:00	9554938,566	0,004	328056,144	0,005
7	01:30:00	9554938,561	0,003	328056,148	0,003
8	02:00:00	9554938,559	0,003	328056,150	0,003
9	02:30:00	9554938,560	0,003	328056,150	0,002
10	03:00:00	9554938,559	0,003	328056,151	0,002
11	03:30:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003
12	04:00:00	9554938,557	0,003	328056,151	0,003

Figura N°52 Tiempo mínimo de visado para Línea base 7 (longitud 9728 m)

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6.8 Línea base 8

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 8 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°16), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 32 Línea base 8 depurada

LÍNEA BASE 8 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:40:00	9301308,436	0,005	756757,848	0,005
2	01:00:00	9301308,435	0,003	756757,850	0,004
3	01:20:00	9301308,436	0,004	756757,852	0,004
4	01:30:00	9301308,436	0,003	756757,852	0,003
5	02:00:00	9301308,435	0,002	756757,853	0,002
6	02:30:00	9301308,436	0,002	756757,850	0,002
7	03:00:00	9301308,438	0,002	756757,848	0,002
8	03:30:00	9301308,438	0,002	756757,847	0,002
9	09:34:10	9301308,439	0,001	756757,849	0,001

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9301308,436	756757,848
9301308,435	756757,850
9301308,436	756757,852
9301308,436	756757,852
9301308,435	756757,853
9301308,436	756757,850
9301308,438	756757,848
9301308,438	756757,847
9301308,439	756757,849

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS OBSERVACION NORTE							
P NORTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	2,77777778	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1,5625	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	2,77777778	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	6,25	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	6,25	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	6,25	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	6,25	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	25

		MATRIZ DE PESOS OBSERVACION ESTE							
P ESTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1,5625	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1,5625	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	2,77777778	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	6,25	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	6,25	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	6,25	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	6,25	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	25

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	58,11805556
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,017206357
NORTE	$A^T P U =$	540573960,5
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9301308,438

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	56,90277778
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,017573835
ESTE	$A^T P U =$	43061623,74
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	756757,8495

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
V NORTE = $A Y_{\text{NORTE}} - U$	V ESTE = $A X_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
0,0016	0,0015
0,0026	-0,0005
0,0016	-0,0025
0,0016	-0,0025
0,0026	-0,0035
0,0016	-0,0005
-0,0004	0,0015
-0,0004	0,0025
-0,0014	0,0005

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	9
	n=	1
	m-n=	8

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,000141629	0,000167169
	$\sigma^2$	0,000025	0,000025
$\chi^2=$		<b>5,665152167</b>	<b>6,68675248</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	2,180	5,665152167	17,535	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	2,180	6,68675248	17,535	<b>CUMPLE</b>

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinacion del $\chi^2$ MAX=	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN=	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

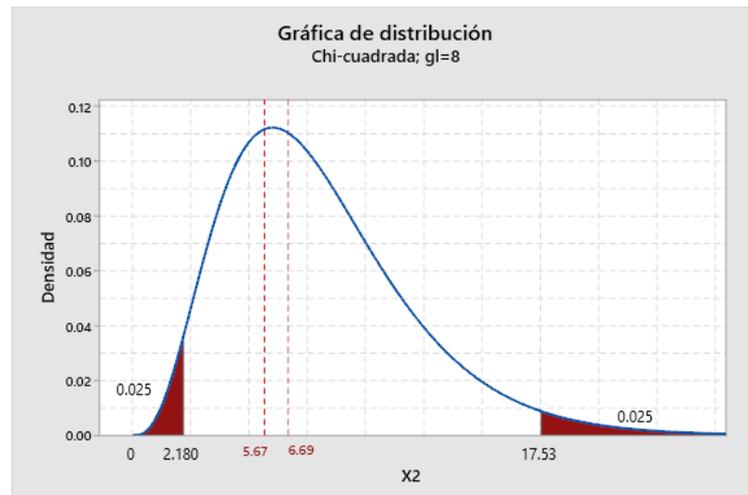


Figura N°53 Distribución chi cuadrado para línea base 8 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	8
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	9301308,438	9301308,437	0,001424	9
<b>ESTE</b>	756757,8495	756757,8499	0,002088327	9

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00101	2,1272729
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00047	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	-0,00043	-0,6184444
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00070	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 8 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TE NORTE</b>	-2,3060	2,127272894	2,3060	<b>CUMPLE</b>
<b>TE ESTE</b>	-2,3060	-0,618444411	2,3060	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

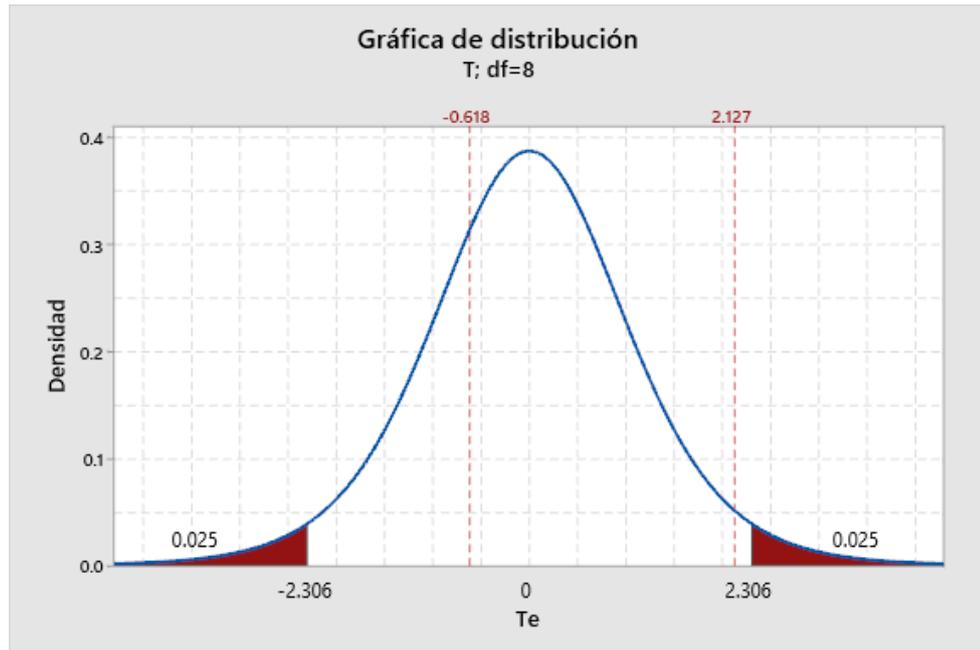


Figura N°54 Distribución T de Student para línea base 8 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 8 (longitud 16694 m): 00:40:00, según tabla N°32

LÍNEA BASE 8 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:40:00	9301308,436	0,005	756757,848	0,005
2	01:00:00	9301308,435	0,003	756757,850	0,004
3	01:20:00	9301308,436	0,004	756757,852	0,004
4	01:30:00	9301308,436	0,003	756757,852	0,003
5	02:00:00	9301308,435	0,002	756757,853	0,002
6	02:30:00	9301308,436	0,002	756757,850	0,002
7	03:00:00	9301308,438	0,002	756757,848	0,002
8	03:30:00	9301308,438	0,002	756757,847	0,002
9	09:34:10	9301308,439	0,001	756757,849	0,001

Figura N°55 Tiempo mínimo de visado para Línea base 8 (longitud 16694 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.9 Línea base 9

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 9 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°17), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 33 Línea base 9 depurada

LÍNEA BASE 9 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	00:43:00	9302060,727	0,007	760593,096	0,009
2	01:00:00	9302060,725	0,006	760593,103	0,008
3	01:30:00	9302060,724	0,005	760593,105	0,005
4	03:00:00	9302060,727	0,004	760593,106	0,003
5	04:00:00	9302060,728	0,003	760593,106	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000081

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9302060,727	760593,096
9302060,725	760593,103
9302060,724	760593,105
9302060,727	760593,106
9302060,728	760593,106

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE				
P NORTE =	1	0	0	0	0	
	0	1,361111111	0	0	0	
	0	0	1,96	0	0	
	0	0	0	3,0625	0	
	0	0	0	0	5,444444444	

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE				
P ESTE =	1	0	0	0	0	
	0	1,265625	0	0	0	
	0	0	3,24	0	0	
	0	0	0	9	0	
	0	0	0	0	9	

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	12,82805556
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,077954137
NORTE	$A^T P U =$	119327351,8
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9302060,727

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	23,505625
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,042543008
ESTE	$A^T P U =$	17878216,31
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	760593,1053

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0002	0,0093
0,0018	0,0023
0,0028	0,0003
-0,0002	-0,0007
-0,0012	-0,0007

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	5
	n=	1
	m-n=	4

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	2,77516E-05	0,000102282
	$\sigma^2$	0,000049	0,000081
$\chi^2=$		0,566358645	1,262744443

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,484	0,566358645	11,143	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,484	1,262744443	11,143	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinacion del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

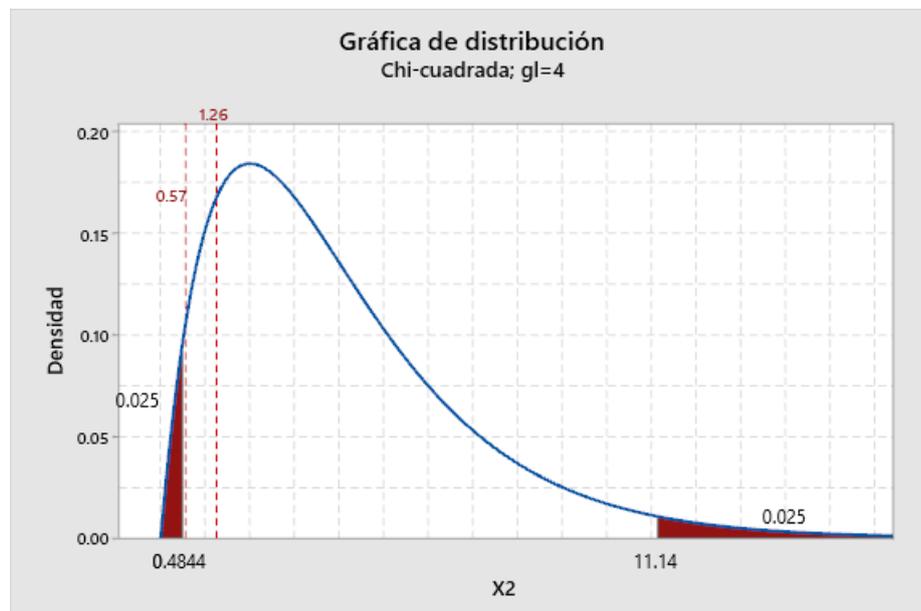


Figura N°56 Distribución chi cuadrado para línea base 9 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	4
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	9302060,727	9302060,726	0,001643168	5
<b>ESTE</b>	760593,1053	760593,1032	0,004207137	5

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00055	0,753679169
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00073	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00208	1,102956464
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00188	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 4 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TE NORTE</b>	-2,7764	0,753679169	2,7764	<b>CUMPLE</b>
<b>TE ESTE</b>	-2,7764	1,102956464	2,7764	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

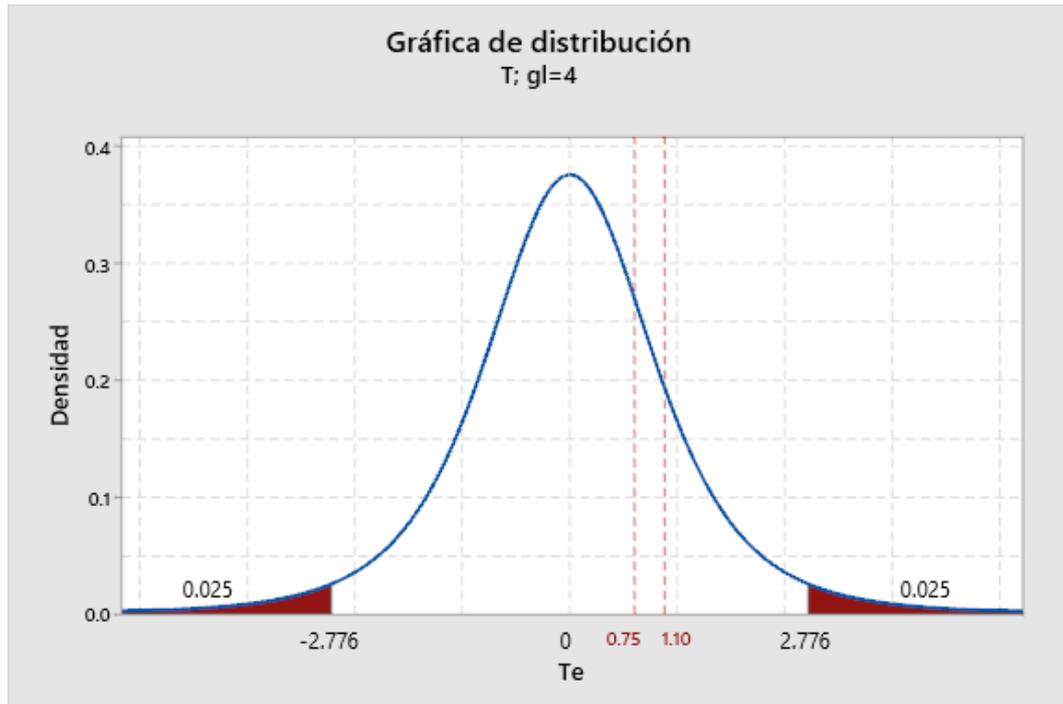


Figura N°57 Distribución T de Student para línea base 9 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 9 (longitud 20528 m): 00:43:00, según tabla N°33

LÍNEA BASE 9 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	00:43:00	9302060,727	0,007	760593,096	0,009
2	01:00:00	9302060,725	0,006	760593,103	0,008
3	01:30:00	9302060,724	0,005	760593,105	0,005
4	03:00:00	9302060,727	0,004	760593,106	0,003
5	04:00:00	9302060,728	0,003	760593,106	0,003

Figura N°58 Tiempo mínimo de visado para Línea base 9 (longitud 20528 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.10 Línea base 10

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 10 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°18), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 34 Línea base 10 depurada

LÍNEA BASE 10 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	01:00:00	9308278,801	0,007	767201,262	0,006
2	01:15:00	9308278,795	0,005	767201,255	0,005
3	01:30:00	9308278,799	0,005	767201,259	0,004
4	01:45:00	9308278,797	0,004	767201,255	0,004
5	02:00:00	9308278,800	0,004	767201,259	0,004
6	02:15:00	9308278,800	0,005	767201,258	0,005
7	02:30:00	9308278,801	0,004	767201,262	0,004
8	02:45:00	9308278,801	0,004	767201,261	0,004
9	03:00:00	9308278,803	0,003	767201,263	0,004

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000036

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9308278,801	767201,262
9308278,795	767201,255
9308278,799	767201,259
9308278,797	767201,255
9308278,800	767201,259
9308278,800	767201,258
9308278,801	767201,262
9308278,801	767201,261
9308278,803	767201,263

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

MATRIZ DE PESOS OBSERVACION NORTE									
P NORTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1,96	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1,96	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	3,0625	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	3,0625	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,96	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	3,0625	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	3,0625	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	5,44444444

MATRIZ DE PESOS OBSERVACION ESTE									
P ESTE =	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1,44	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	2,25	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	2,25	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	2,25	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,44	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	2,25	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	2,25	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	24,57444444
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,04069268
NORTE	$A^T P U =$	228745780,2
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9308278,8

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	17,38
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,057537399
ESTE	$A^T P U =$	13333957,89
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	767201,2594

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
-0,0009	-0,0026
0,0051	0,0044
0,0011	0,0004
0,0031	0,0044
0,0001	0,0004
0,0001	0,0014
-0,0009	-0,0026
-0,0009	-0,0016
-0,0029	-0,0036

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	9
	n=	1
	m-n=	8

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,000134391	0,00013187
	$\sigma^2$	0,000049	0,000036
$\chi^2=$		<b>2,742672389</b>	<b>3,663062446</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	2,180	2,742672389	17,535	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	2,180	3,663062446	17,535	<b>CUMPLE</b>

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinacion del $\chi^2$ MAX=	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN=	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

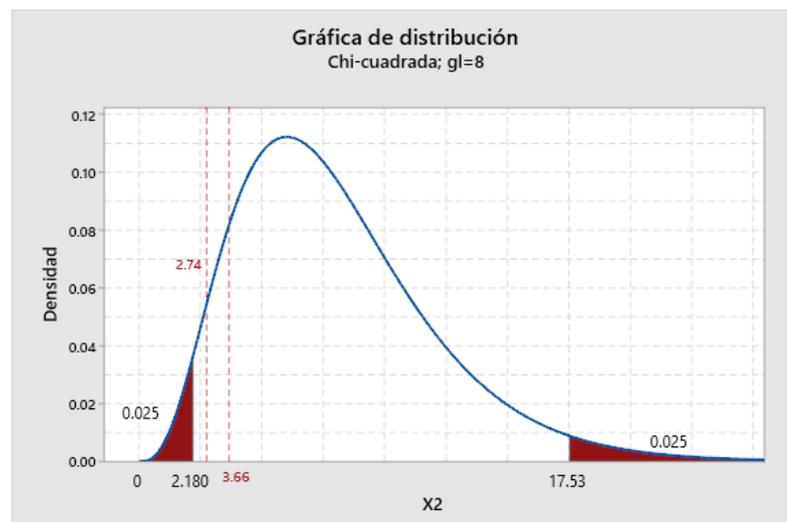


Figura N°59 Distribución chi cuadrado para línea base 10 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	8
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S / \sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	9308278,8	9308278,800	0,002397916	9
<b>ESTE</b>	767201,2594	767201,2593	0,00295804	9

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00044	0,5448568
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00080	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00007	0,0733309
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00099	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 8 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	<b>T 0.025</b>	<b>TE</b>	<b>T 0.025</b>	<b>RED</b>
<b>TE NORTE</b>	-2,3060	0,544856812	2,3060	<b>CUMPLE</b>
<b>TE ESTE</b>	-2,3060	0,073330864	2,3060	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

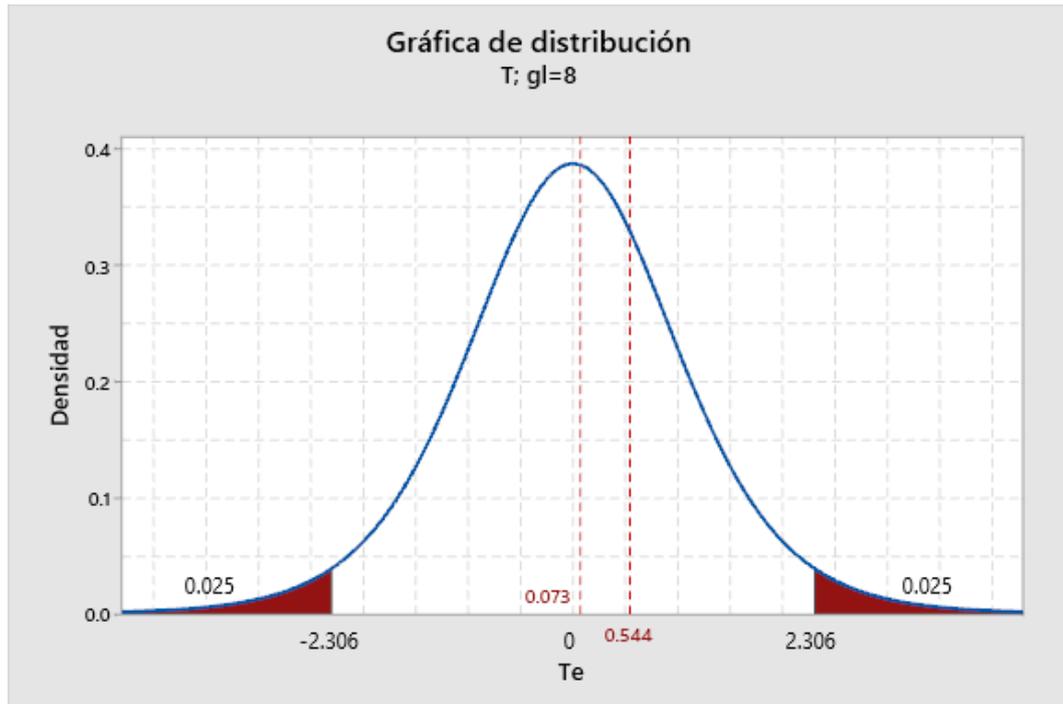


Figura N°60 Distribución T de Student para línea base 10 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 10 (longitud 29130 m): 01:00:00, según tabla N°34

LÍNEA BASE 10 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	01:00:00	9308278,801	0,007	767201,262	0,006
2	01:15:00	9308278,795	0,005	767201,255	0,005
3	01:30:00	9308278,799	0,005	767201,259	0,004
4	01:45:00	9308278,797	0,004	767201,255	0,004
5	02:00:00	9308278,800	0,004	767201,259	0,004
6	02:15:00	9308278,800	0,005	767201,258	0,005
7	02:30:00	9308278,801	0,004	767201,262	0,004
8	02:45:00	9308278,801	0,004	767201,261	0,004
9	03:00:00	9308278,803	0,003	767201,263	0,004

Figura N°61 Tiempo mínimo de visado para Línea base 10 (longitud 29130 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.11 Línea base 11

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 11 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°19), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 35 Línea base 11 depurada

LÍNEA BASE 11DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	01:20:00	8512237,394	0,007	-88243,479	0,009
2	01:30:00	8512237,396	0,004	-88243,478	0,005
3	01:35:00	8512237,393	0,006	-88243,482	0,007
4	01:50:00	8512237,396	0,004	-88243,479	0,005

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000081

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
8512237,394	-88243,479
8512237,396	-88243,478
8512237,393	-88243,482
8512237,396	-88243,479

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1

P NORTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE			
	1	0	0	0
	0	3,0625	0	0
	0	0	1,361111111	0
	0	0	0	3,0625

P ESTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE			
	1	0	0	0
	0	3,24	0	0
	0	0	1,653061224	0
	0	0	0	3,24

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	8,486111111
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,117839607
NORTE	$A^T P U =$	72235792,34
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	8512237,395

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	9,133061224
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,109492313
ESTE	$A^T P U =$	-805933,0981
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	-88243,47919

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
0,0013	-0,0002
-0,0007	-0,0012
0,0023	0,0028
-0,0007	-0,0002

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	4
	n=	1
	m-n=	3

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2 =$	$V^T PV$	1,18891E-05	1,77939E-05
	$\sigma^2$	0,000049	0,000081
$\chi^2 =$		0,242635104	0,2196782

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,216	0,242635104	9,348	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,216	0,219678227	9,348	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN	SE USA $1 - \alpha/2$	0,975

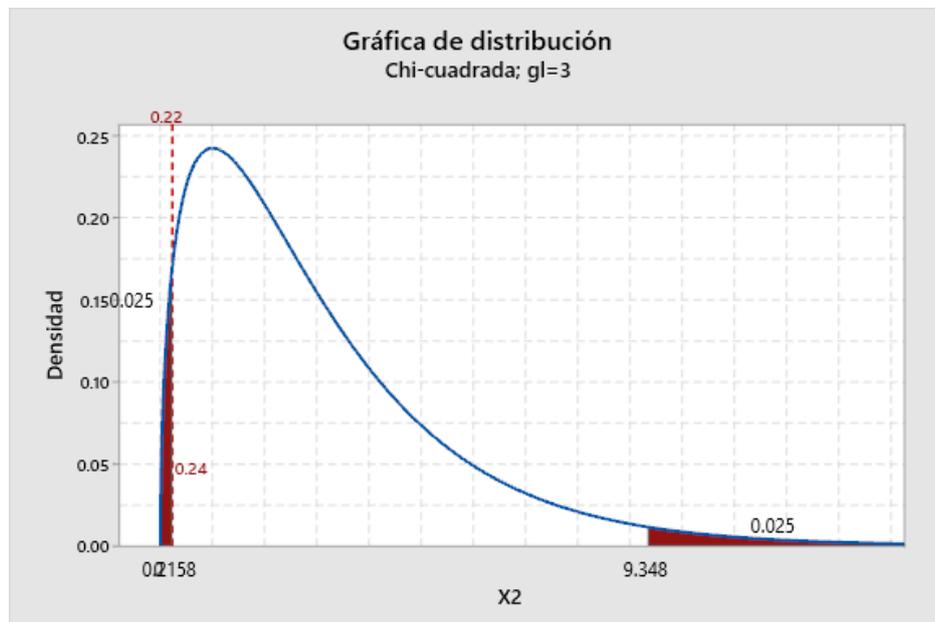


Figura N°62 Distribución chi cuadrado para línea base 11 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	3
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	8512237,395	8512237,395	0,0015	4
ESTE	-88243,47919	-88243,4795	0,001732051	4

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00053	0,710859778
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00075	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00031	0,35999243
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00087	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 3 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
Te Norte	-3,1824	0,710859778	3,1824	CUMPLE
Te Este	-3,1824	0,35999243	3,1824	CUMPLE

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

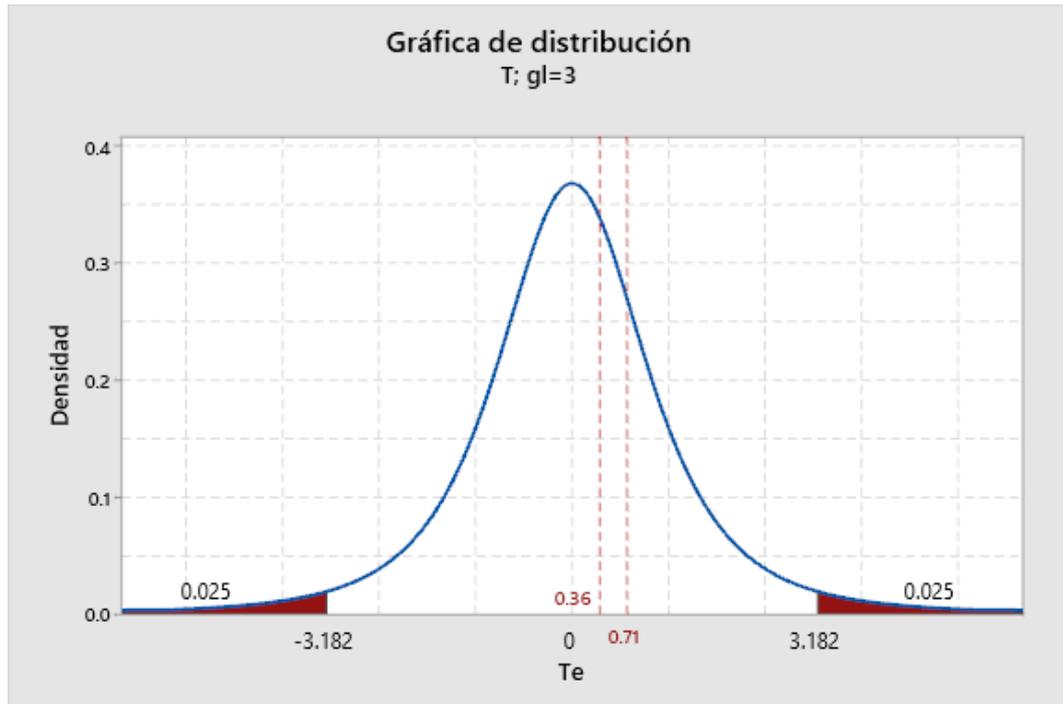


Figura N°63 Distribución T de Student para línea base 11 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 11 (longitud 34000 m): 01:20:00, según tabla N°35

LÍNEA BASE 11DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	01:20:00	8512237,394	0,007	-88243,479	0,009
2	01:30:00	8512237,396	0,004	-88243,478	0,005
3	01:35:00	8512237,393	0,006	-88243,482	0,007
4	01:50:00	8512237,396	0,004	-88243,479	0,005

Figura N°64 Tiempo mínimo de visado para Línea base 11 (longitud 34000 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.12 Línea base 12

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 12 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°20), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 36 Línea base 12 depurada

LÍNEA BASE 12DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	01:30:00	8429261,888	0,007	201966,067	0,008
2	01:45:00	8429261,885	0,007	201966,065	0,006
3	02:00:00	8429261,887	0,006	201966,068	0,006

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000064

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
8429261,888	201966,067
8429261,885	201966,065
8429261,887	201966,068

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1

P NORTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACION NORTE		
	1	0	0
	0	1	0
	0	0	1,361111111

P ESTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACION ESTE		
	1	0	0
	0	1,777777778	0
	0	0	1,777777778

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	3,361111111
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,297520661
NORTE	$A^T P U =$	28331685,79
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	8429261,887

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	4,555555556
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,219512195
ESTE	$A^T P U =$	920067,6368
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	201966,0666

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0012975	-0,0003902
0,0017025	0,0016098
-0,0002975	-0,0013902

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	3
	n=	1
	m-n=	2

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	4,70248E-06	8,19512E-06
	$\sigma^2$	0,000049	0,000064
$\chi^2=$		0,095968998	0,12804878

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,051	0,095968998	7,378	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,051	0,12804878	7,378	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinacion del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinacion del $\chi^2$ MIN	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

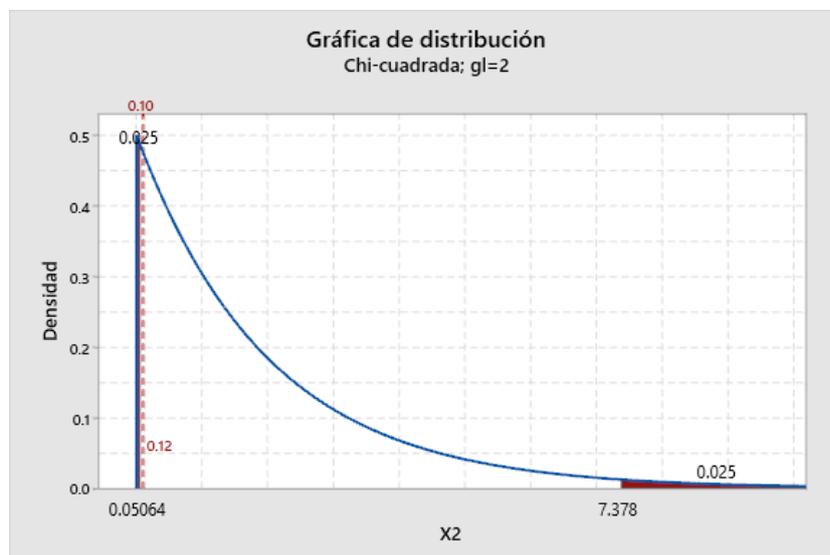


Figura N°65 Distribución chi cuadrado para línea base 12 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	2
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	<b>X</b>	<b>U</b>	<b>S</b>	<b>n</b>
<b>NORTE</b>	8429261,887	8429261,887	0,001527525	4
<b>ESTE</b>	201966,0666	201966,0667	0,001527525	4

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00004	0,04688788
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00076	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	-0,00006	-0,074513416
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00076	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 2 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	TE	T 0.025	RED
<b>TENORTE</b>	-4,3027	0,04688788	4,3027	<b>CUMPLE</b>
<b>TEESTE</b>	-4,3027	-0,074513416	4,3027	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

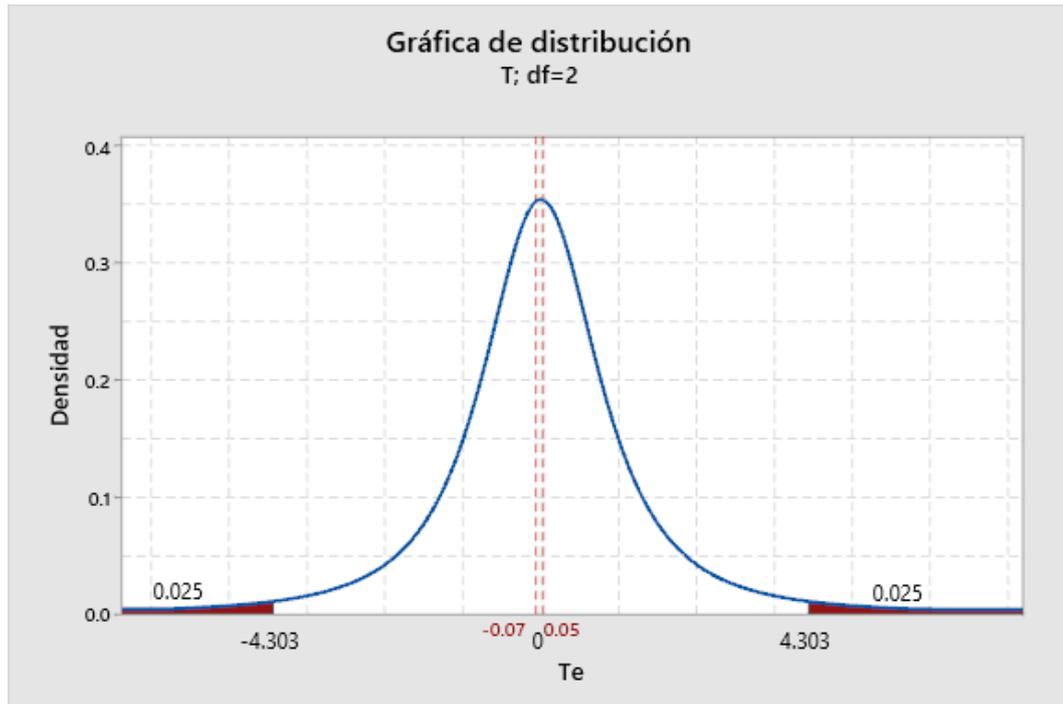


Figura N°66 Distribución T de Student para línea base 12 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 12 (longitud 44000 m): 01:30:00, según tabla N°36

LÍNEA BASE 12DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	01:30:00	8429261,888	0,007	201966,067	0,008
2	01:45:00	8429261,885	0,007	201966,065	0,006
3	02:00:00	8429261,887	0,006	201966,068	0,006

Figura N°67 Tiempo mínimo de visado para Línea base 12 (longitud 44000 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.13 Línea base 13

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 13 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°21), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 37 Línea base 13 depurada

LÍNEA BASE 13 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:10:00	9166533,085	0,004	822763,114	0,005
2	02:30:00	9166533,088	0,003	822763,113	0,003
3	03:10:00	9166533,086	0,003	822763,114	0,003
4	03:20:00	9166533,085	0,003	822763,115	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000025

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9166533,085	822763,114
9166533,088	822763,113
9166533,086	822763,114
9166533,085	822763,115

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1

MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE				
P NORTE=	1	0	0	0
	0	1,777777778	0	0
	0	0	1,777777778	0
	0	0	0	1,777777778

MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE				
P ESTE =	1	0	0	0
	0	2,777777778	0	0
	0	0	2,777777778	0
	0	0	0	2,777777778

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	6,333333333
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,157894737
NORTE	$A^T P U =$	58054709,55
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9166533,086

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	9,333333333
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,107142857
ESTE	$A^T P U =$	7679122,397
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	822763,114

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
0,0011	0,0000
-0,0019	0,0010
0,0001	0,0000
0,0011	-0,0010

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	4
	n=	1
	m-n=	3

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	9,79336E-06	5,55556E-06
	$\sigma^2$	0,000016	0,000025
$\chi^2=$		0,612085244	0,2222222

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,216	0,612085244	9,348	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,216	0,222222217	9,348	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

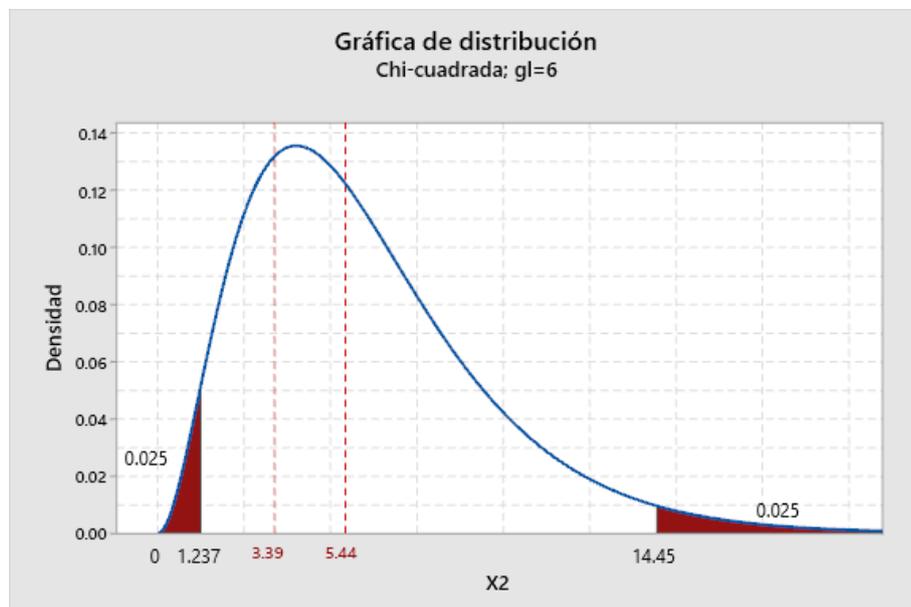


Figura N°68 Distribución chi cuadrado para línea base 13 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	3
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
<b>NORTE</b>	9166533,086	9166533,086	0,001414213	4
<b>ESTE</b>	822763,114	822763,114	0,000816497	4

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	0,00012	0,173676705
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00071	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00000	0
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00041	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 3 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
<b>Te Norte</b>	-3,1824	0,173676705	3,1824	<b>CUMPLE</b>
<b>Te Este</b>	-3,1824	0	3,1824	<b>CUMPLE</b>

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

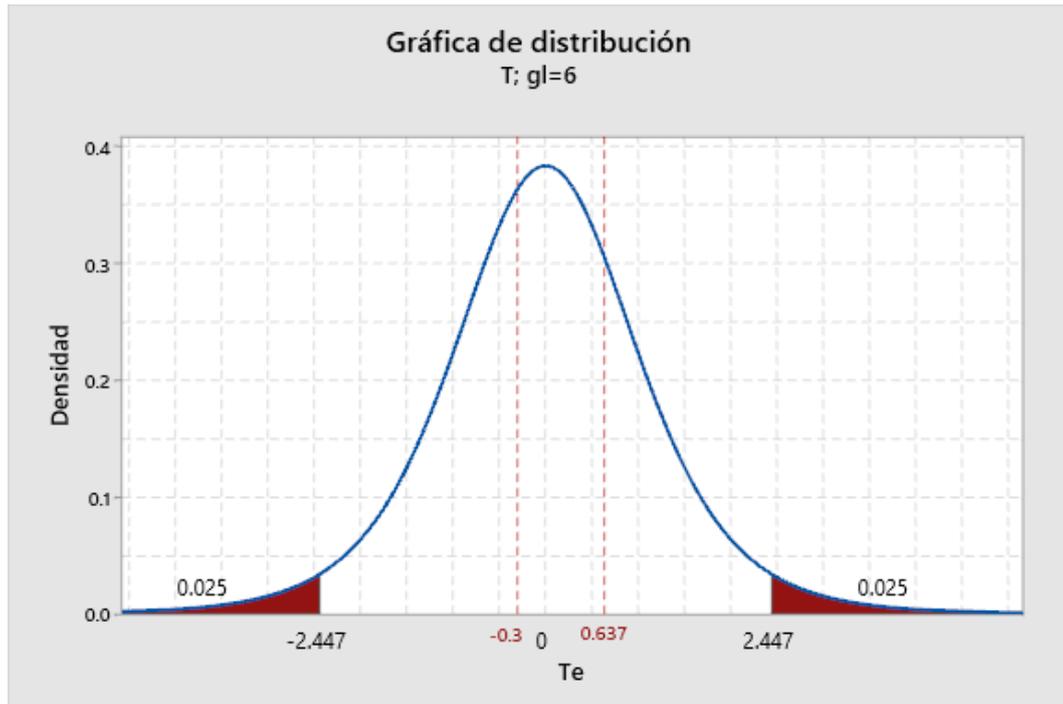


Figura N°69 Distribución T de Student para línea base 13 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 13 (longitud 63980 m): 02:10:00, según tabla N°37

LÍNEA BASE 13 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:10:00	9166533,085	0,004	822763,114	0,005
2	02:30:00	9166533,088	0,003	822763,113	0,003
3	03:10:00	9166533,086	0,003	822763,114	0,003
4	03:20:00	9166533,085	0,003	822763,115	0,003

Figura N°70 Tiempo mínimo de visado para Línea base 13 (longitud 63980 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.14 Línea base 14

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 14 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°22), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 38 Línea base 14 depurada

LÍNEA BASE 14 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	02:19:55	9291067,777	0,01	336217,081	0,013
2	02:21:55	9291067,779	0,01	336217,078	0,013
3	02:24:55	9291067,780	0,01	336217,065	0,024
4	02:29:55	9291067,804	0,013	336217,032	0,02
5	02:39:55	9291067,785	0,009	336217,065	0,012
6	02:44:55	9291067,787	0,009	336217,062	0,012
7	02:59:55	9291067,784	0,012	336217,055	0,022

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,0001

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000169

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9291067,777	336217,081
9291067,779	336217,078
9291067,780	336217,065
9291067,804	336217,032
9291067,785	336217,065
9291067,787	336217,062
9291067,784	336217,055

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE						
P NORTE=	1	0	0	0	0	0	0	
	0	1	0	0	0	0	0	
	0	0	1	0	0	0	0	
	0	0	0	0,591715976	0	0	0	
	0	0	0	0	1,234567901	0	0	
	0	0	0	0	0	1,234567901	0	
	0	0	0	0	0	0	0,694444444	

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE						
P ESTE =	1	0	0	0	0	0	0	
	0	1	0	0	0	0	0	
	0	0	0,293402778	0	0	0	0	
	0	0	0	0,4225	0	0	0	
	0	0	0	0	1,173611111	0	0	
	0	0	0	0	0	1,173611111	0	
	0	0	0	0	0	0	0,349173554	

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	6,755296223
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,148031998
NORTE	$A^T P U =$	62763915,11
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9291067,784

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	5,412298554
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,184764382
ESTE	$A^T P U =$	1819707,143
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	336217,0665

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
0,0071	-0,0145
0,0051	-0,0115
0,0041	0,0015
-0,0199	0,0345
-0,0009	0,0015
-0,0029	0,0045
0,0001	0,0115

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	7
	n=	1
	m-n=	6

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,000338944	0,000918624
	$\sigma^2$	0,0001	0,000169
$\chi^2=$		3,389437066	5,435646361

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	1,237	3,389437066	14,449	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	1,237	5,435646361	14,449	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

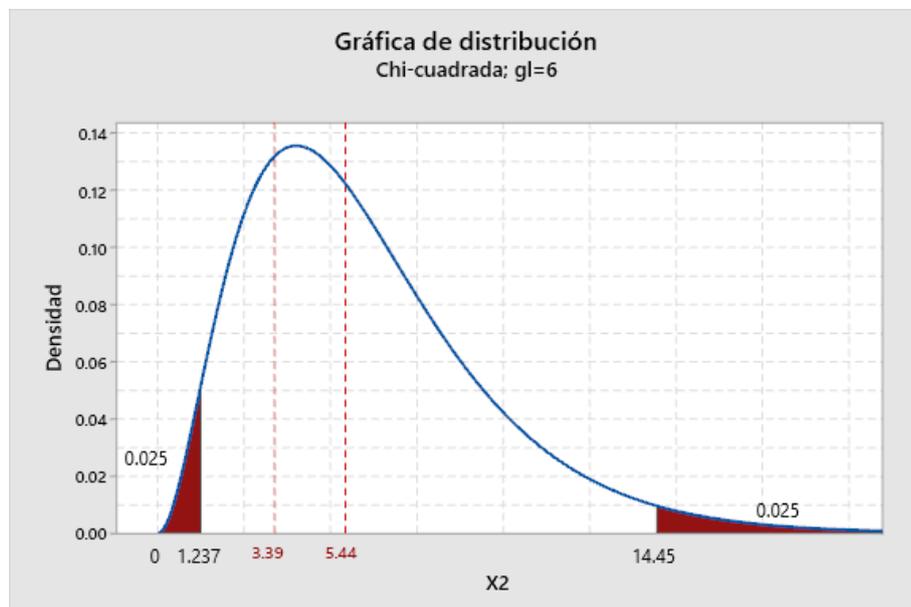


Figura N°71 Distribución chi cuadrado para línea base 14 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	6
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9291067,784	9291067,785	0,009044862	7
ESTE	336217,0665	336217,0626	0,01623635	7

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00103	-0,300848372
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00342	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00391	0,637956515
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00614	

ESTADÍSTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 6 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
Te Norte	-2,4469	-0,300848372	2,4469	CUMPLE
Te Este	-2,4469	0,637956515	2,4469	CUMPLE

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

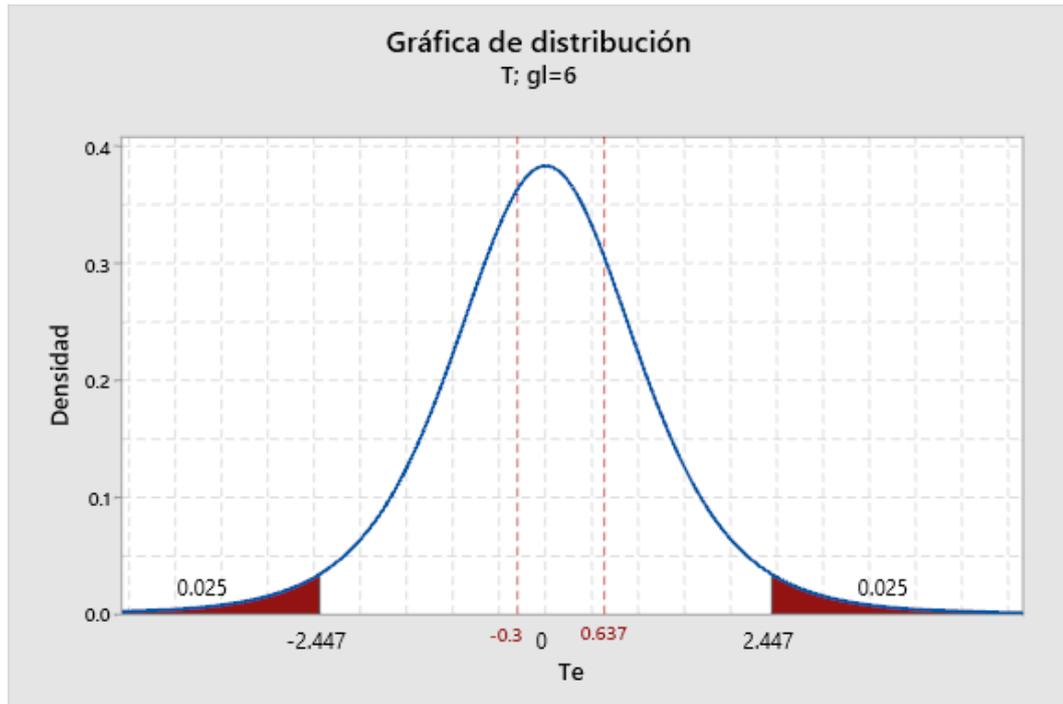


Figura N°72 Distribución T de Student para línea base 14 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 14 (longitud 70755 m): 02:19:55, según tabla N°38

Figura N°73 Tiempo mínimo de visado para Línea base 14 (longitud 70755 m)

LÍNEA BASE 14 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:19:55	9291067,777	0,01	336217,081	0,013
2	02:21:55	9291067,779	0,01	336217,078	0,013
3	02:24:55	9291067,780	0,01	336217,065	0,024
4	02:29:55	9291067,804	0,013	336217,032	0,02
5	02:39:55	9291067,785	0,009	336217,065	0,012
6	02:44:55	9291067,787	0,009	336217,062	0,012
7	02:59:55	9291067,784	0,012	336217,055	0,022

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.15 Línea base 15

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 15 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°23), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 39 Línea base 15 depurada

LECTURAS DE LÍNEAS BASE 15 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:40:00	9304246,332	0,007	767519,833	0,011
2	04:00:00	9304246,327	0,005	767519,837	0,01
3	05:30:00	9304246,329	0,004	767519,836	0,009
4	07:00:00	9304246,331	0,004	767519,840	0,008

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000049

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	$P_1 =$	1
	$K =$	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000121

- Matricialmente:

MATRIZ DE TERMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9304246,332	767519,833
9304246,327	767519,837
9304246,329	767519,836
9304246,331	767519,840

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1

P ESTE =	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE			
	1	0	0	0
	0	1,21	0	0
	0	0	1,49382716	0
	0	0	0	1,890625

P NORTE=	MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE			
	1	0	0	0
	0	1,96	0	0
	0	0	3,0625	0
	0	0	0	3,0625

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	9,085
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,110071547
NORTE	$A^T P U =$	84529077,9
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9304246,33

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	5,59445216
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,178748512
ESTE	$A^T P U =$	4293853,011
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	767519,837

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
<b>V NORTE</b>	<b>V ESTE</b>
-0,0024	0,0040
0,0026	0,0000
0,0006	0,0010
-0,0014	-0,0030

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	4
	n=	1
	m-n=	3

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	2,61079E-05	3,45038E-05
	$\sigma^2$	0,000049	0,000121
$\chi^2=$		0,532815254	0,2851553

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	0,216	0,532815254	9,348	CUMPLE
$\chi^2$ ESTE	0,216	0,285155251	9,348	CUMPLE

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

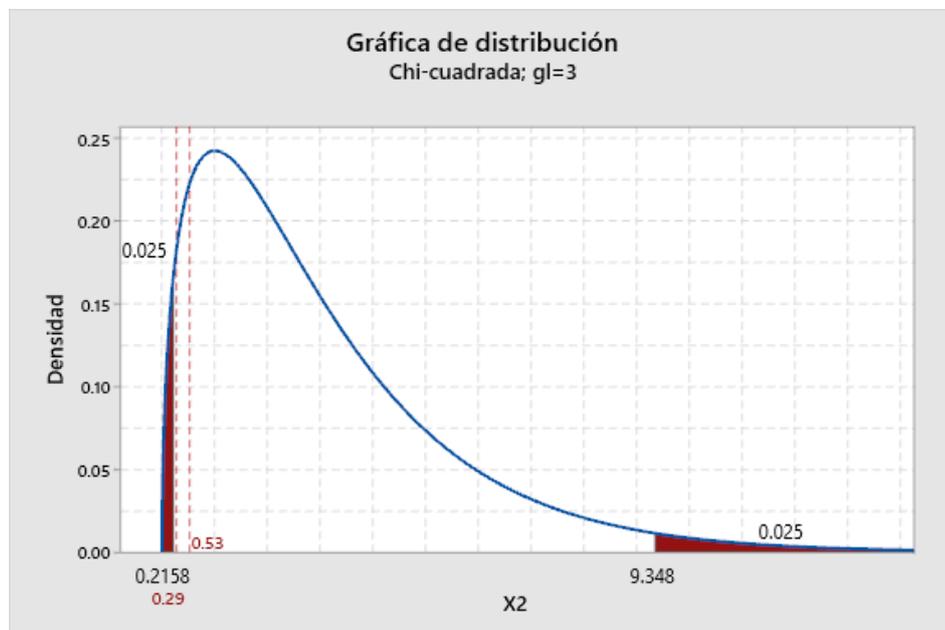


Figura N°74 Distribución chi cuadrado para línea base 15 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	3
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9304246,33	9304246,330	0,002217356	4
ESTE	767519,837	767519,8365	0,002886751	4

$T_{E \text{ NORTE}}$	X-U	-0,00018	-0,159719898
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00111	
$T_{E \text{ ESTE}}$	X-U	0,00053	0,368459736
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00144	

ESTADISTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 3 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	Te	T 0.025	RED
Te Norte	-3,1824	-0,159719898	3,1824	CUMPLE
Te Este	-3,1824	0,368459736	3,1824	CUMPLE

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

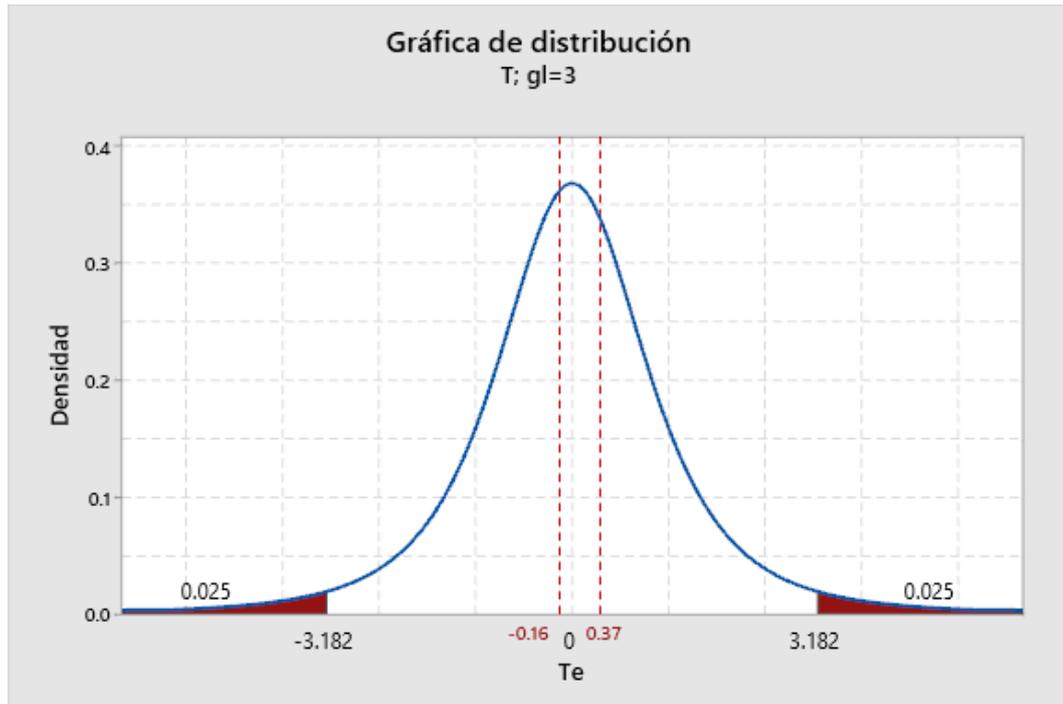


Figura N°75 Distribución T de Student para línea base 15 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 15 (longitud 78720 m): 02:40:00, según tabla N°39

LECTURAS DE LÍNEAS BASE 15 DEPURADA					
	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	02:40:00	9304246,332	0,007	767519,833	0,011
2	04:00:00	9304246,327	0,005	767519,837	0,01
3	05:30:00	9304246,329	0,004	767519,836	0,009
4	07:00:00	9304246,331	0,004	767519,840	0,008

Figura N°76 Tiempo mínimo de visado para Línea base 15 (longitud 78720 m)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.16 Línea base 16

- Del conjunto de lecturas realizadas a la línea base 16 en diferentes intervalos de tiempo (Tabla N°24), se procede a realizar el ajuste por mínimos cuadrados, para posteriormente depurar el conjunto con el test estadístico chi cuadrado y la prueba T de Student.
- Obteniendo los siguientes datos depurados y el procedimiento seguido para su obtención:

Tabla N° 40 Línea base 16 depurada

	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s''				
1	03:10:00	9304246,316	0,008	767519,816	0,004
2	03:20:00	9304246,318	0,007	767519,816	0,004
3	04:00:00	9304246,318	0,006	767519,820	0,003
4	04:30:00	9304246,316	0,006	767519,825	0,003
5	05:00:00	9304246,311	0,006	767519,827	0,003
6	06:00:00	9304246,311	0,005	767519,827	0,003
7	07:00:00	9304246,312	0,005	767519,828	0,003
8	08:00:00	9304246,314	0,005	767519,827	0,003

Fuente: Elaboración propia

- hallando varianza a priori  $\sigma_0^2$

VARIANZA A PRIORI NORTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000064

VARIANZA A PRIORI ESTE		
Analizando Pesos		$P_i = \frac{K}{\sigma_i^2} = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}$
Haciendo	P1=	1
	K=	$\sigma_0^2$
	$\sigma_0^2 =$	$\sigma_1^2$
VARIANZA A PRIORI	$\sigma_0^2 =$	0,000016

- Matricialmente:

MATRIZ DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES U	
U NORTE	U ESTE
9304246,316	767519,816
9304246,318	767519,816
9304246,318	767519,820
9304246,316	767519,825
9304246,311	767519,827
9304246,311	767519,827
9304246,312	767519,828
9304246,314	767519,827

MATRIZ DE COEFICIENTES	
A =	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN NORTE							
		1	0	0	0	0	0	0	0
P NORTE =	0	1,306122449	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1,777777778	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1,777777778	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1,777777778	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,777777778	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	2,56	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	2,56	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	2,56

		MATRIZ DE PESOS DE OBSERVACIÓN ESTE							
		1	0	0	0	0	0	0	0
PESTE	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1,777777778	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1,777777778	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1,777777778	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,777777778	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1,777777778	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1,777777778	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	1,777777778

- Solución por Mínimos cuadrados:

COORDENADAS Y NORTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	15,31945578
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,06527647
NORTE	$A^T P U =$	142535990
$Y_{\text{NORTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	9304246,314

COORDENADAS X ESTE POR AJUSTE DE MÍNIMOS CUADRADOS		
	$A^T P A =$	12,66666667
	$(A^T P A)^{-1} =$	0,078947368
ESTE	$A^T P U =$	9721917,772
$X_{\text{ESTE}} =$	$(A^T P A)^{-1} A^T P U =$	767519,8241

- Matriz de residuos V:

MATRIZ DE RESIDUOS V	
$V_{\text{NORTE}} = AY_{\text{NORTE}} - U$	$V_{\text{ESTE}} = AX_{\text{ESTE}} - U$
V NORTE	V ESTE
-0,0020	0,0081
-0,0040	0,0081
-0,0040	0,0041
-0,0020	-0,0009
0,0030	-0,0029
0,0030	-0,0029
0,0020	-0,0039
0,0000	-0,0029

- Test chi – cuadrado:

TEST CHI CUADRADO		
GRADOS DE LIBERTAD	m=	8
	n=	1
	m-n=	7

ESTADISTICO DE PRUEBA		NORTE	ESTE
$\chi^2=$	$V^T PV$	0,00010973	0,000234417
	$\sigma_0^2$	0,000064	0,000016
$\chi^2=$		<b>1,714525861</b>	<b>14,65107225</b>

VALORES CRÍTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO				
	MIN	$\chi^2$	MAX	RED
$\chi^2$ NORTE	1,69	1,714525861	16,013	<b>CUMPLE</b>
$\chi^2$ ESTE	1,69	14,65107225	16,013	<b>CUMPLE</b>

RESULTADO	RED EXITOSA	
Determinación del $\chi^2$ MAX=	SE USA $\alpha/2$	0,025
Determinación del $\chi^2$ MIN=	SE USA $1- \alpha/2$	0,975

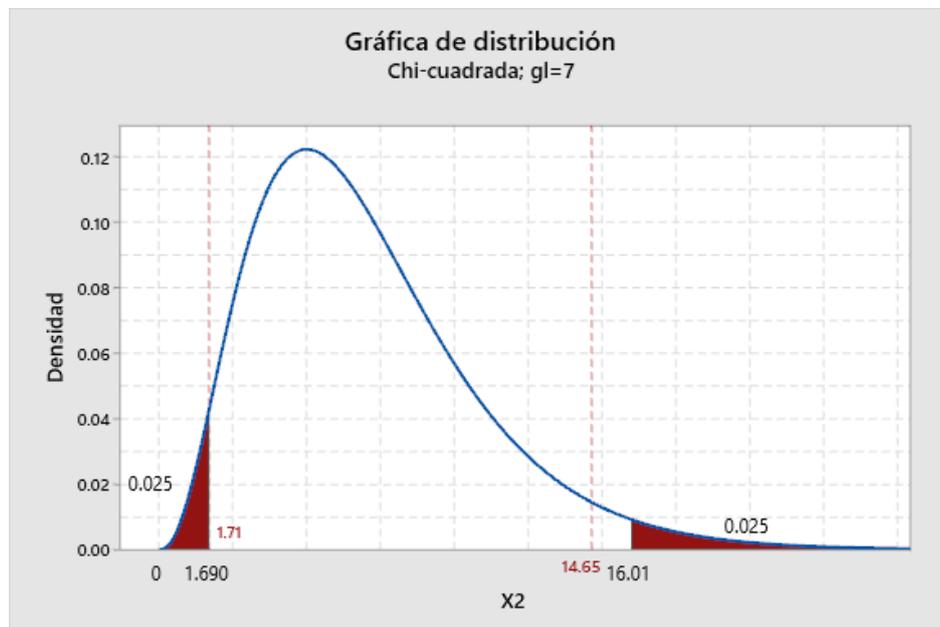


Figura N°77 Distribución chi cuadrado para línea base 16 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Test t de Student:

TEST T STUDENT	
PROBABILIDAD	95%
GRADOS DE LIBERTAD	7
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	5%

$T_E = \frac{x - U}{S/\sqrt{n}}$				
	X	U	S	n
NORTE	9304246,314	9304246,315	0,0029277	8
ESTE	767519,8241	767519,8233	0,005119989	8

T <sub>E</sub> NORTE	X-U	-0,00052	-0,498317375
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00104	
T <sub>E</sub> ESTE	X-U	0,00089	0,491855101
	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	0,00181	

ESTADÍSTICO T E EN TABLA DE VALORES DE T DE STUDENT PARA 7 GRADOS DE LIBERTAD Y PROBABILIDAD 95%				
	T 0.025	TE	T 0.025	RED
TE NORTE	-2,3646	-0,498317375	2,3646	CUMPLE
TE ESTE	-2,3646	0,491855101	2,3646	CUMPLE

<b>RESULTADO</b>	<b>RED EXITOSA</b>
------------------	--------------------

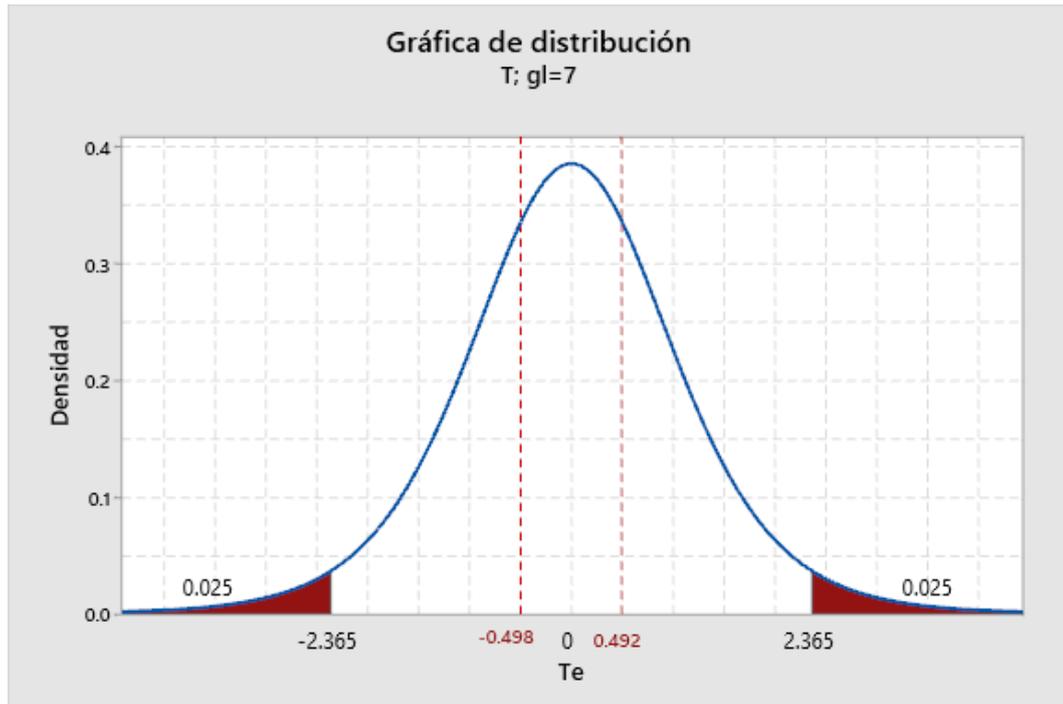


Figura N°78 Distribución T de Student para línea base 16 depurada

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo mínimo de visado para Línea base 16 (longitud 95220 m): 03:10:00, según tabla N°40

	Duración	Norte UTM (m)	$\sigma$ NORTE	Este UTM (m)	$\sigma$ ESTE
	h: min: s"				
1	03:10:00	9304246,316	0,008	767519,816	0,004
2	03:20:00	9304246,318	0,007	767519,816	0,004
3	04:00:00	9304246,318	0,006	767519,820	0,003
4	04:30:00	9304246,316	0,006	767519,825	0,003
5	05:00:00	9304246,311	0,006	767519,827	0,003
6	06:00:00	9304246,311	0,005	767519,827	0,003
7	07:00:00	9304246,312	0,005	767519,828	0,003
8	08:00:00	9304246,314	0,005	767519,827	0,003

Figura N°79 Tiempo mínimo de visado para Línea base 16 (longitud 95220 m)

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 PRIMERA ETAPA: LECTURA Y PROCESAMIENTO DE CADA LÍNEA BASE

Para cada línea base se ha establecido diferentes intervalos de tiempo de observación según la longitud de las mismas, sabemos que para líneas bases de menor longitud se requiere menor tiempo de observación, y viceversa.

Realizado el post proceso y verificada en la hoja de reporte (véase anexo A.3.)

- Todas las soluciones han sido fijas.
- De acuerdo a la ubicación de la línea base se ha configurado la zona y verificado en las hojas de reporte.
- Los valores de PDOP han sido menores a 6
- Los satélites visibles mayores que 5.
- Mascara de elevación  $15^{\circ}$ .

### 5.2 SEGUNDA ETAPA: DEPURACIÓN DE ERRORES

Cada conjunto de lecturas fue sometida al proceso de depuración de errores, eliminándose de las mismas las observaciones que no se encuentran las zonas de aceptación de los test estadísticos: chi cuadrado y t de Student.

Para establecer la relación entre el tiempo mínimo de visado y la distancia de la línea base, escogemos el menor tiempo de observación de cada conjunto depurado.

Para un mejor análisis esta información la resumimos en la Tabla N°40, la cual muestra en forma ascendente la longitud de cada línea base y su tiempo mínimo de observación.

Tabla N° 41 Líneas base, distancias, tiempos mínimos de observación

LÍNEA BASE	DISTANCIA (km)	T mínimo (min)
1	1,10	3,00
2	2,95	6,08
3	4,76	10,00
4	6,75	15,00
5	8,31	17,00
6	8,82	20,00
7	9,73	22,00
8	16,69	40,00
9	20,53	43,00
10	29,13	60,00
11	34,23	80,00
12	44,75	90,00
13	63,98	130,00
14	70,75	139,92
15	78,72	160,00
16	95,23	190,00

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN POLINOMIAL: TIEMPO VS DISTANCIA

La regresión polinomial es un modelo en la cual se relacionan dos variables con un polinomio de n-ésimo grado.

De los datos obtenidos en (Tabla N° 41) se define a X como la longitud de línea base (km) e Y como el tiempo mínimo de visado para determinada línea base (min), siendo Y la variable independiente y X la variable dependiente.

Usando software estadístico Minitab 19, ingresando los datos tiempo, distancia (Tabla N°40).

Ecuación de Regresión Lineal:

$$Y = 1,988 X + 2,448$$

Y= Tiempo mínimo de visado para determinada línea base (min)

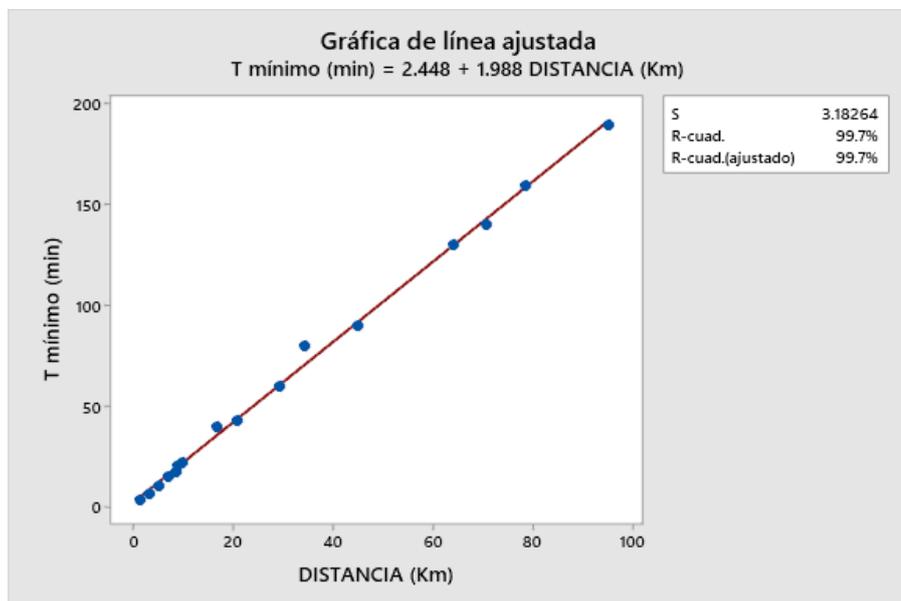
X= Longitud de línea base (km)

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
3.18264	99.74%	99.73%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	55336.5	55336.5	5463.08	0.000
Error	14	141.8	10.1		
Total	15	55478.3			



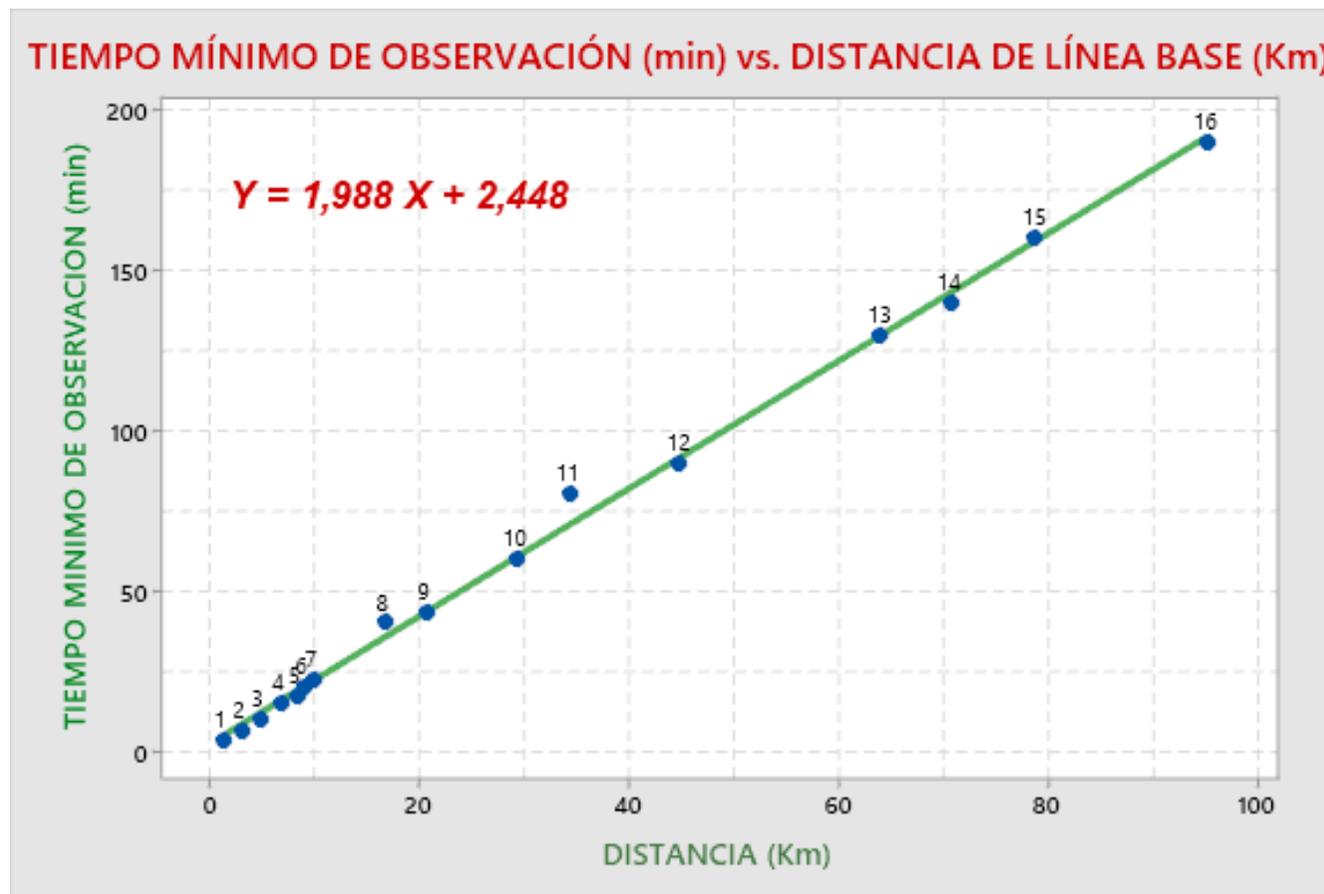


Figura N°80 Grafica de dispersión con software Minitab 19

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

El modelo matemático entre la línea base y el tiempo mínimo de visado con la tecnología GNSS de alta precisión para un intervalo de registro de 5 segundos es:

$$Y = 1,988 X + 2,448$$

Donde:

Y= Tiempo mínimo de visado para determinada línea base (min).

X= Longitud de línea base (km)

Como resultado del modelo matemático se logra establecer tiempos mínimos de observación (expresados en números enteros) para determinadas longitudes de líneas base:

Tabla N° 42 Tiempos mínimos de observación

DISTANCIA (Km)	TIEMPO MÍNIMO (min)
1	5
2	7
5	13
10	23
20	43
30	63
40	82
50	102
60	122
70	142
80	162
90	182
100	202

Fuente: Elaboración propia

Este resultado se asemeja a las recomendaciones dadas por la empresa Leica Geosystems en su "Guía para mediciones en modo estático y estático rápido" véase (tabla N°3).

La representación de la dispersión: línea base vs tiempo de observación (Figura N°80) muestra una tendencia lineal, por ello se dispone una regresión lineal.

La Norma técnica geodésica, establece un tiempo mínimo de observación sin considerar la longitud de la línea base. En terminos de productividad y precisión es preferible realizar observaciones en intervalos de tiempo menores siempre y cuando se mantenga la precision requerida.

En el proceso de depuración, inicialmente nos valemos del ajuste de mínimos cuadrados lo cual nos presenta una solución inicial, la cual se llama: solución por mínimos cuadrados, esta misma no depura los errores de observación sino lo comparte, por ello es necesario valernos de las técnicas estadísticas: chi cuadrado y t de Student, para eliminar errores groseros de observación.

La Norma Técnica Geodésica, establece la separación máxima de 100 km entre estaciones base y el punto a establecer para puntos geodésicos de orden "C", por ello en el presente estudio nuestro intervalo de estudio es desde 1,10 km para línea base 1 y de 95,22 km (línea base 16).

## RECOMENDACIONES

En cualquier proceso de medición de una línea base intervienen otros procesos, los cuales si se descuidan pueden arruinar las observaciones en campo, generando pérdidas de tiempo y de dinero, por ello se recomienda dentro de estos procesos seguir protocolos.

- Logístico: Lo relacionado a equipamiento, la calibración de equipos de alta precisión, accesorios, transporte, seguridad.
- Analítico: Ubicación de puntos base con el fin de cumplir una adecuada observación, configuración de equipos, generalmente es dirigido por un especialista, ingeniero o técnico
- Traslado de equipamiento de alta precisión: protocolos de traslado, armado y desarmado de equipos, con el fin de evitar daños innecesarios al equipamiento.
- Procesamiento: protocolos donde eviten pérdidas de data geodésica, incluye respaldar la data bruta y la data procesada.

A pesar que los resultados del presente estudio resultan satisfactorios y coherentes se sugiere la realización de mayores estudios usando otras marcas de receptores, sugiriendo observaciones a mayores y diferentes longitudes de líneas base.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala ramírez, a., & Hasbun bardales, m. (2012). *Aplicaciones y uso de la tecnología de gps diferencial de doble frecuencia con precisión centimétrica en el área de levantamiento y replanteo topográfico georeferenciado (Tesis de pregrado)*. San Salvador, El Salvador.
- Berné valero, j. l., & Garrido villen, n. (2019). *GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU, fundamentos y metodos de posicionamiento*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Bruns, H. (1878). *Die figur der erde*. Berlin, Alemania: P. Stankiewicz.
- Chihuan gaspar, r. a. (2002). *Propuesta de una metodología para el levantamiento catastral de predios rurales mediante el uso de gps en la selva (tesis de pregrado)*. Universidad nacional de ingeniería, Lima -Perú.
- Condor garcia, d. (2012). *Determinación del tiempo de visado para observaciones satelitales con gps de alta presición (tesis de pregrado)*. Universidad nacional de ingeniería, Lima - Perú.
- Daza vasquez, l. a. (2004). *Aplicaciones de navegadores gps en la ingeniería (tesis de pregrado)*. Universidad nacional de ingeniería, Lima - Perú.
- Del Cogliano, D. (2006). *Modelado del Geoide con GPS y Gravimetria. Caracterización de la Estructura Geológica de Tandil (Tesis Doctoral)*. Universidad Nacional del Rosario, Rosario - Argentina.
- Deutsche Welle. (14 de 08 de 2007). *DW Made for minds*. Obtenido de <https://p.dw.com/p/BUWS>
- Ferreccio, n. (2006). *Análisis de la técnica rtk*. La Plata, Argentina: Universidad nacional de la plata.
- Grupo de geodesia del sistema nacional de coordinacion de informacion territorial snit. (2018). *Geodesia en chile, teoría y aplicacin del sistema de referencia geocéntrico para las americas (SIRGAS)*. Santiago de chile, Chile.

- Guillen Melgarejo, D. A., & Cabello Rodriguez, G. M. (2021). *Aplicación del sistema de coordenadas LTM para disminuir la distorsión en la cartografía de carreteras, Tesis de Pregrado*. Lima, Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Helmert, F. R. (1880). *Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate: mit Anwendungen auf die Geodasie und die Theorie der Messinstrumente (Vol. 1.)*. Germany: BG Teubner.
- Hilario solis, p. w. (2013). *Estudio comparativo de levantamientos topográficos de obras viales mediante topografía convencional y gps diferencial (tesis de pregrado)*. Universidad nacional de Ingenieria, Lima, Perú.
- IGN, i. g. (2015). *Norma técnica geodésica*. Lima, Perú.
- Jekeli, C. (2006). *Geometric Reference System in Geodesy*. Ohio, USA: Ohio State University.
- Leica Geosystem. (2003). *Guía para mediciones en modo estático y estático rápido*. Heerbrugg. Suiza.
- Leica Geosystems. (2010). *Guía para estático y estático rápido 3.0*. Heerbrugg, Suiza.
- León siu, w. y. (1997). *Gps principios básicos y modo diferencial (Tesis de pregrado)*. Universidad nacional de ingenieria, Lima, Perú.
- López Cuervo, S. (1993). *Topografía*. Madrid, España.
- Maguiña rodriguez, r. a. (1997). *Aplicación en ingeniería del GPS (tesis de pregrado)*. Lima, Perú.
- Mendoza dueñas, j. (2011). *Apuntes de clase del curso de geodesia satelital*. Lima, Perú: FIC-UNI.
- Mendoza Dueñas, J. (2020). *RED GPS UTM*. Lima, Perú: Ingnovando.
- Mesa rojas, p. a. (2011). *El datum en la navegación (Tesis de pregrado)*. Valdivia, Chile.

National Coordination Office for Space-Based Positioning, N. a. (s.f.). *GPS.GOV*.  
Obtenido de Sistema de posicionamiento global: [www.gps.gov](http://www.gps.gov)

Olaya, V. (2011). *Sistemas de información geográfica*. Extremadura, España.

Rivera Sánchez, I. (2016). *Estimación de coordenadas de una red gps de alta precisión en la ciudad de los ángeles*. Concepción, Chile.

SIRGAS. (2020). *SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2020*. Berna, Suiza: University of Bern.

Tabraj romero, m. g. (2004). *Sistemas de información geográfica y gps aplicado al transporte (Tesis de pregrado)*. Universidad nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Tarazona lópez, c. e. (2008). *Diseño geométrico de la carretera sayan - acotama con datos de campo tomados con gps (tesis de pregrado)*. Universidad nacional de ingeniera, Lima, Perú.

Thrower, N. J. (1999). *Maps & Civilization: Cartography in Cluture and Society*. Chicago, USA: University of Chicago.

Torge, W. (2001). *Geodesy*. Berlin- New York, Alemania - EEUU: Walter de Gruyter.

Urzagaste herbas, g. m., & Velasquez rojas, r. c. (2006). *Apoyo didáctico de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de métodos geodésicos*. Cochabamba, Bolivia.

## **ANEXOS**

A.1. EQUIPAMIENTO

A.2. PROTOCOLO DE LEVANTAMIENTO GNSS

A.2. PROTOCOLO DE INICIACIÓN DE RECEPTORES GPS

A.3. INFORME DE PROCESAMIENTO

A 4. PANEL FOTOGRÁFICO

## ANEXO A.1 EQUIPAMIENTO



Fotografía N°1 Equipo geodésico instalado, se observa receptor GNSS “spectra precisión”, radio, antena de largo alcance, batería externa y panel solar



Fotografía N°2 Tres Receptores GPS “spectra precisión” GNSS, modelo R-6, de doble frecuencia, de “Trimble Group”



Fotografía N°3 Dos Controladoras T41 W/SURVEY PRO GNSS, de “Trimble Group”



Fotografía N°4 Batería externa para receptor GNSS

Elemento	Imagen	Recambio (1)
SP80 Receptor GNSS		(No aplicable)
Batería de ion de litio, 2,6 Ah, 7,4 V, 19,2 Wh (cantidad: 2)		92600-10 (una batería)
Cargador doble de baterías de ion de litio (no incluye cable de alimentación CA/CC y cable)		61116-10
Alimentador de CA/CC, 65 W, 19 V, 3,42 A, 100-240 V CA		78650-SPN
Kit de cable de alimentación (cuatro tipos) para su uso con el alimentador de CA/CC		78651-SPN
Cinta métrica, 3,6 m (12 pies)		93374
Extensión de poste, 7 cm, para uso en el trípode		88400-50-SPN
Cable universal USB a mini		67901-11
Funda rígida universal, incluye gran bolsa de transporte para campo		802142-02
Folleto de software de producto y documentación, guía de referencia rápida y pegatina de tecnología antirrobo		(No aplicable)

Fotografía N°5 3 kit de accesorios para que asisten al receptor SP80:



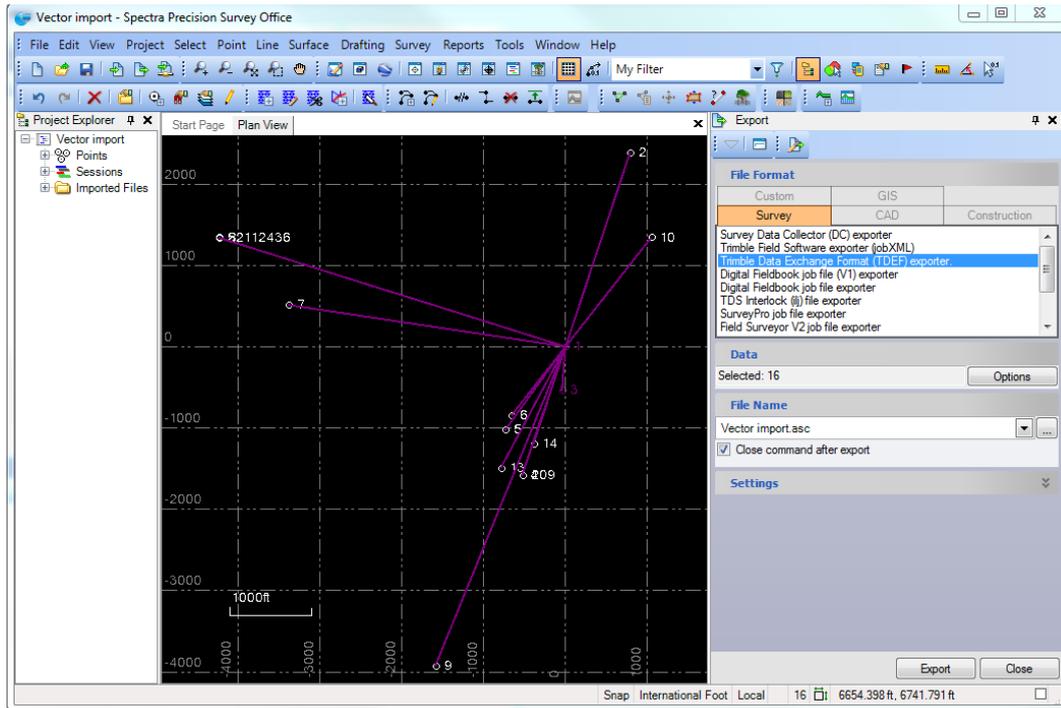
Fotografía N°6 Radio Modem ADL VANTAGE PRO KIT, 450-470 Mzs



Fotografía N°7 Dos GPS navegador Garmin ETREX 30 y Monterra



Fotografía N°8 Dos camionetas Pick up: Mitsubishi L 200 y Toyota Hilux



Fotografía N°9 Software especializado original con llave de acceso: "Spectra Precision Survey Office v4.10 Complete 64"

## ANEXO A.2 PROTOCOLO DE LEVANTAMIENTO GNSS

- Atornille la antena flexible UHF al conector coaxial del módulo UHF instalado en el receptor base ([6]). Así, durante el uso, la antena quedará orientada de arriba bajo verticalmente.



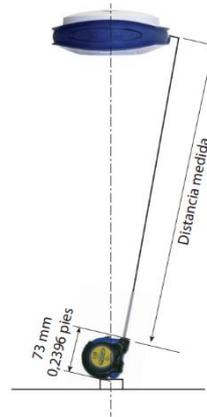
- Tome el poste de fibra de vidrio suministrado en el kit UHF del SP80. Inserte primero su extremo con la rosca especial, no la rosca de 5/8", alrededor de la antena UHF ([7]). Enrosque el poste superior en la parte roscada del módulo UHF. Para ello, gire el poste y no el receptor.



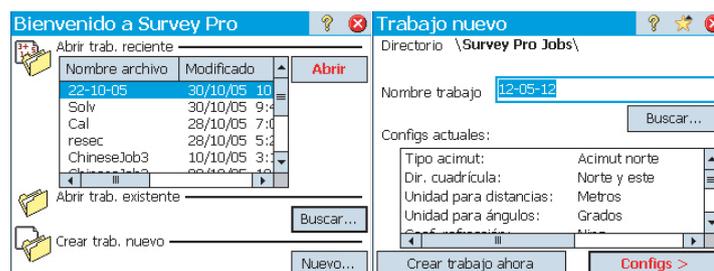
- Coloque el receptor base en un trípode con un tribrach y su adaptador.



- Mida y anote la distancia en línea recta desde la marca en el suelo hasta la marca de altura del receptor base.
- Esta medida será necesaria para el software de campo en un paso posterior.



- Encienda su receptor SP80 manteniendo presionado el botón de encendido , durante unos 2 segundos hasta que la pantalla se ilumine.
- El LED de estado de la batería utilizada se ilumina en verde. Deje que el receptor se inicie.
- Inicie Survey Pro en el colector de datos. Se abrirá la ventana Bienvenido a Survey Pro donde se mostrará 3 opciones para abrir y/o crear un trabajo.
- Cree un trabajo nuevo presionando el botón Nuevo se abrirá la pantalla Trabajo nuevo.
- Introduzca un nuevo nombre de trabajo o acepte el nombre por defecto.



- En la pantalla introducir primer punto, ingresar los datos del punto donde se ha colocado la base (Nombre, Norte, este, Elevación y Descripción).

- Una vez haya recorrido las diferentes configuraciones, presione el botón Terminar.
- El nuevo trabajo se almacenará.

Trabajo nuevo

Tipo acimut: Acimut norte

Dirección cuad.: Norte y este

Unids para distancias: Metros

Unids para ángulos: Grados

Curvatura Tierra y refracción

Coficiente refracción: Ning.

< Atrás    Siguiente >

Trabajo nuevo

Usar un archivo de control

Archivo de control:

\\Survey Pro Jobs\12-10-11.survey

Buscar...

Los puntos en el archivo de control se importarán al trabajo nuevo.

< Atrás    Siguiente >

Trabajo nuevo

Seleccionar sist. coordenadas

- Seleccionar sist. coordenadas -

Zona base datos     Transmisión RTCM

Región: Argentina (POSGAR94)

Zona: Faja 6

Datum: WGS 1984

Usar geoide: OSU91A (Global)

< Atrás    Siguiente >



- Presione el icono Instrumento () y seleccione Cambiar a GNSS.
- Vaya a Levantamiento>Iniciar levantamiento.
- Seleccione el perfil de receptor (modelo) preparado previamente para su receptor.
- Por ejemplo: SP80 0064 Base (ver la serie en la base del receptor).



- Presione el icono Configuraciones ()
- En la ficha Levantamiento definir los siguientes parámetros:

En el campo Configurar tipo: seleccionar Base.

En el campo Máscara de elevación: teclee 15



- Presione 
- Presione **Conectar** y esperamos que complete la conexión.
- En el campo **Medir a:** seleccionar **Marca de medición de la inclinación de la antena.**
- En el campo **Medida:** teclee la distancia guardada (altura) anteriormente.
- En el campo **Con post-proceso.**
- Intervalo registro: Ingresar 5 seg.
- Presione **Siguiente.**
- En el campo **Punto base** confirme o cambie el punto en el que se encuentra la base.
- Presione **Terminar configuración base.**

## ANEXO A.3 INFORME DE PROCESAMIENTO DE LÍNEAS BASE

En el presente informe se han observado 16 líneas base, y por cada línea se han observado 10 intervalos en promedio, generándose un total de 160 reportes, cada reporte consta de 9 páginas, siendo inviable presentar tal cantidad de páginas.

Se presenta el resumen de la observación para menor tiempo de visado por cada línea base, donde muestra lo sustancial de la configuración como también de los resultados post proceso.

**Línea base 1:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:03:00** y longitud de línea base: 1100,481 m.

CONALTO SAC		Teléfono:4354139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:4364507	
		www.conalto.pe	
Lima Lima 012		ingenieria@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\Users\TORRES\Desktop\TESIS UNI\2DA LINEA BASE\3ML2.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	75 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	10/10/2020 03:45:44 (UTC:-5)	Zona:	19 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	200
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

### Informe de procesamiento de líneas base

#### Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Acl. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
T-14 --- GPS 01 (B57)	GPS 01	T-14	Fija	0.004	0.007	316°01'32"	1100.481	74.879

#### Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**T-14 - GPS 01 (10:06:47-10:09:47) (S63)**

<b>Observación de línea base:</b>	T-14 --- GPS 01 (B57)
<b>Procesados:</b>	10/10/2020 03:45:52
<b>Tipo de solución:</b>	Fija
<b>Frecuencia utilizada:</b>	Múltiples frecuencias
<b>Precisión horizontal:</b>	0.004 m
<b>Precisión vertical:</b>	0.007 m
<b>RMS:</b>	0.008 m
<b>PDOP máximo:</b>	1.972
<b>Efemérides utilizadas:</b>	Transmisión
<b>Modelo de antena:</b>	NGS Absolute
<b>Hora de inicio de procesamiento:</b>	29/07/2018 10:06:47 (Local: UTC-5hr)
<b>Hora de detención de procesamiento:</b>	29/07/2018 10:09:47 (Local: UTC-5hr)
<b>Duración del procesamiento:</b>	00:03:00
<b>Intervalo de procesamiento:</b>	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

<b>De:</b> GPS 01					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	207940.869 m	<b>Latitud</b>	S13°19'51.78111"	<b>Latitud</b>	S13°19'51.78111"
<b>Norte</b>	8524669.000 m	<b>Longitud</b>	O71°41'45.48712"	<b>Longitud</b>	O71°41'45.48712"
<b>Elevación</b>	3677.096 m	<b>Altura</b>	3722.066 m	<b>Altura</b>	3722.066 m

<b>Hasta:</b> T-14					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	207167.704 m	<b>Latitud</b>	S13°19'26.01041"	<b>Latitud</b>	S13°19'26.01041"
<b>Norte</b>	8525453.136 m	<b>Longitud</b>	O71°42'10.87682"	<b>Longitud</b>	O71°42'10.87682"
<b>Elevación</b>	3752.036 m	<b>Altura</b>	3796.945 m	<b>Altura</b>	3796.945 m

<b>Vector</b>					
$\Delta$ Este	-773.165 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	316°01'32"	$\Delta$ X	-645.638 m
$\Delta$ Norte	784.136 m	<b>Dist. elip</b>	1100.481 m	$\Delta$ Y	-482.677 m
$\Delta$ Elevación	74.940 m	$\Delta$ Altura	74.879 m	$\Delta$ Z	753.839 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
$\sigma$ $\Delta$ Este	0.002 m	$\sigma$ <b>Acimut NS delantero</b>	0°00'00"	$\sigma$ $\Delta$ X	0.004 m
$\sigma$ $\Delta$ Norte	0.002 m	$\sigma$ <b>Dist. elipsoide</b>	0.003 m	$\sigma$ $\Delta$ Y	0.006 m
$\sigma$ $\Delta$ Elevación	0.007 m	$\sigma$ $\Delta$ Altura	0.007 m	$\sigma$ $\Delta$ Z	0.003 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	X	Y	Z
X	0.0000139268		
Y	-0.0000185130	0.0000348713	
Z	-0.0000080860	0.0000150211	0.0000119790

**Ocupaciones**

	De	A
<b>ID de punto:</b>	GPS 01	T-14
<b>Archivo de datos:</b>	C:\Users\TORRES\Desktop\TESIS UNI 2DA LINEA BASE\3ML2\Q0064B18.210	C:\Users\TORRES\Desktop\TESIS UNI 2DA LINEA BASE\3ML2\Q0068A18.210
<b>Tipo de receptor:</b>	SP80	SP80
<b>Número de serie del receptor:</b>	5438900064	5438900068
<b>Tipo de antena:</b>	SP80 UHF	SP80 UHF
<b>Número de serie de la antena:</b>	5438900064	5438900068
<b>Altura de la antena (medida):</b>	1.605 m	1.732 m
<b>Método de antena:</b>	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 2:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:06:05** y longitud de línea base: 2 952,87 m

CONALTO SAC		Teléfono:	
Calle Las Granadillas N° 226, La Molina, Lima		Fax:	
Lima		www.conalto.pe	
Perú		ingenieria@conalto.pe	
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\4TA LINEA BASE MM \AnG06G04.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	86 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	6/10/2020 00:12:05 (UTC:-5)	Zona:	19 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Act. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
GPS 06 --- GPS 04 (B28)	GPS 06	GPS 04	Fija	0.008	0.014	57°28'37"	2952.869	-136.890

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0 	0 

**GPS 06 - GPS 04 (14:31:27-14:39:27) (S28)**

Observación de línea base:	GPS 06 --- GPS 04 (B28)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Múltiples frecuencias
Precisión horizontal:	0.008 m
Precisión vertical:	0.014 m
RMS:	0.010 m
PDOP máximo:	2.931
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	3/09/2018 14:33:22 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	3/09/2018 14:39:27 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	00:06:05
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: <b>GPS 06</b>					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
Este	-85341.964 m	<b>Latitud</b>	S13°24'02.68086"	<b>Latitud</b>	S13°24'02.68086"
Norte	8512140.758 m	<b>Longitud</b>	O74°23'57.78979"	<b>Longitud</b>	O74°23'57.78979"
Elevación	3659.079 m	<b>Altura</b>	3693.863 m	<b>Altura</b>	3693.863 m

Hasta: <b>GPS 04</b>					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
Este	-82878.142 m	<b>Latitud</b>	S13°23'11.01764"	<b>Latitud</b>	S13°23'11.01764"
Norte	8513788.733 m	<b>Longitud</b>	O74°22'35.03791"	<b>Longitud</b>	O74°22'35.03791"
Elevación	3522.166 m	<b>Altura</b>	3556.973 m	<b>Altura</b>	3556.973 m

<b>Vector</b>					
$\Delta$ Este	2463.822 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	57°28'37"	$\Delta$ X	2462.412 m
$\Delta$ Norte	1647.975 m	<b>Dist. elip</b>	2952.869 m	$\Delta$ Y	444.269 m
$\Delta$ Elevación	-136.913 m	$\Delta$ Altura	-136.890 m	$\Delta$ Z	1577.105 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
$\sigma$ $\Delta$ Este	0.005 m	$\sigma$ Acimut NS delantero	0°00'00"	$\sigma$ $\Delta$ X	0.007 m
$\sigma$ $\Delta$ Norte	0.004 m	$\sigma$ Dist. elipsoide	0.004 m	$\sigma$ $\Delta$ Y	0.012 m
$\sigma$ $\Delta$ Elevación	0.014 m	$\sigma$ $\Delta$ Altura	0.014 m	$\sigma$ $\Delta$ Z	0.006 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000539908		
<b>Y</b>	-0.0000672694	0.0001522823	
<b>Z</b>	-0.0000336351	0.0000567315	0.0000409481

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	GPS 06	GPS 04
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\4TA LINEA BASE MM \AnG06G04\Q0075A18.246	C:\TESIS UNI 2020\4TA LINEA BASE MM \AnG06G04\Q0064D18.246
Tipo de receptor:	SP80	SP80
Número de serie del receptor:	5435900075	5438900064
Tipo de antena:	SP80 UHF	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	5435900075	5438900064
Altura de la antena (medida):	1.572 m	1.556 m
Método de antena:	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 3:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:10:00** y longitud de línea base: 4758,873 m.

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\7MA LINEA BASE MM \RED CABALLO 21062016.vce	Nombre:	UTM
Tamaño:	163 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	11/02/2021 16:26:37 (UTC:-5)	Zona:	19 South (69W)
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
GPS 04 --- GPS 01 (B17)	GPS 01	GPS 04	Fija	0.005	0.014	226°16'26"	4758.873	1.407

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**GPS 04 - GPS 01 (14:12:08-14:22:08) (S17)**

<b>Observación de línea base:</b>	GPS 04 --- GPS 01 (B17)
<b>Procesados:</b>	Segundos intercalados inválidos
<b>Tipo de solución:</b>	Fija
<b>Frecuencia utilizada:</b>	Múltiples frecuencias
<b>Precisión horizontal:</b>	0.005 m
<b>Precisión vertical:</b>	0.014 m
<b>RMS:</b>	0.012 m
<b>PDOP máximo:</b>	1.812
<b>Efemérides utilizadas:</b>	Transmisión
<b>Modelo de antena:</b>	NGS Absolute
<b>Hora de inicio de procesamiento:</b>	2/06/2016 14:12:08 (Local: UTC-5hr)
<b>Hora de detención de procesamiento:</b>	2/06/2016 14:22:08 (Local: UTC-5hr)
<b>Duración del procesamiento:</b>	00:10:00
<b>Intervalo de procesamiento:</b>	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

<b>De:</b> GPS 01					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Este</b>	331246.656 m	<b>Latitud</b>	S3°55'01.30540"	<b>Latitud</b>	S3°55'01.30540"
<b>Norte</b>	9566890.879 m	<b>Longitud</b>	O70°31'11.61500"	<b>Longitud</b>	O70°31'11.61500"
<b>Elevación</b>	72.978 m	<b>Altura</b>	92.215 m	<b>Altura</b>	92.215 m

<b>Hasta:</b> GPS 04					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Este</b>	327813.775 m	<b>Latitud</b>	S3°56'48.39191"	<b>Latitud</b>	S3°56'48.39191"
<b>Norte</b>	9563595.371 m	<b>Longitud</b>	O70°33'03.09295"	<b>Longitud</b>	O70°33'03.09295"
<b>Elevación</b>	74.296 m	<b>Altura</b>	93.622 m	<b>Altura</b>	93.622 m

<b>Vector</b>					
<b>ΔEste</b>	-3432.881 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	226°16'26"	<b>ΔX</b>	-3317.259 m
<b>ΔNorte</b>	-3295.508 m	<b>Dist. elip</b>	4758.873 m	<b>ΔY</b>	-934.659 m
<b>ΔElevación</b>	1.318 m	<b>ΔAltura</b>	1.407 m	<b>ΔZ</b>	-3281.728 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
<b>σ ΔEste</b>	0.005 m	<b>σ Acimut NS delantero</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.006 m
<b>σ ΔNorte</b>	0.004 m	<b>σ Dist. elipsoide</b>	0.005 m	<b>σ ΔY</b>	0.014 m
<b>σ ΔElevación</b>	0.014 m	<b>σ ΔAltura</b>	0.014 m	<b>σ ΔZ</b>	0.004 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000318986		
<b>Y</b>	-0.0000442820	0.0001924905	
<b>Z</b>	-0.0000096296	0.0000374452	0.0000192685

**Ocupaciones**

	De	A
<b>ID de punto:</b>	GPS 01	GPS 04
<b>Archivo de datos:</b>	C:\TESIS UNI 2020\7MA LINEA BASE MM \RED CABALLO 21062016\Q0075B16.154	C:\TESIS UNI 2020\7MA LINEA BASE MM \RED CABALLO 21062016\Q0064B16.154
<b>Tipo de receptor:</b>	Unknown	Unknown
<b>Número de serie del receptor:</b>	5435900075	5438900064
<b>Tipo de antena:</b>	SP80 UHF	SP80 UHF
<b>Número de serie de la antena:</b>	5435900075	5438900064
<b>Altura de la antena (medida):</b>	1.828 m	1.508 m
<b>Método de antena:</b>	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 4:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:15:00** y longitud de línea base: 6749,60 m.

CONALTO SAC		Teléfono:6547489	
Calle Las Granadillas 226, La Molina		Fax:	
Lima Lima 012		www.conalto.pe	
Perú		ingenieria@conalto.pe	
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\23 AVA LINEA BASE \DATA GEODESICA YANTALO.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	66 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	11/02/2021 19:18:46 (UTC:-5)	Zona:	18 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	AcI. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
SM01 --- GPS 01 (B4)	SM01	GPS 01	Fija	0.018	0.044	322°02'01"	6749.600	-40.360

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**SM01 - GPS 01 (08:09:32-08:24:32) (S5)**

<b>Observación de línea base:</b>	SM01 --- GPS 01 (B4)
<b>Procesados:</b>	Segundos intercalados inválidos
<b>Tipo de solución:</b>	Fija
<b>Frecuencia utilizada:</b>	Frecuencia doble (L1, L2)
<b>Precisión horizontal:</b>	0.018 m
<b>Precisión vertical:</b>	0.044 m
<b>RMS:</b>	0.016 m
<b>PDOP máximo:</b>	1.668
<b>Efemérides utilizadas:</b>	Transmisión
<b>Modelo de antena:</b>	NGS Absolute
<b>Hora de inicio de procesamiento:</b>	22/11/2020 08:09:32 (Local: UTC-5hr)
<b>Hora de detención de procesamiento:</b>	22/11/2020 08:24:32 (Local: UTC-5hr)
<b>Duración del procesamiento:</b>	00:15:00
<b>Intervalo de procesamiento:</b>	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

<b>De:</b> SM01					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	279948.782 m	<b>Latitud</b>	S6°01'19.36272"	<b>Latitud</b>	S6°01'19.36272"
<b>Norte</b>	9333957.869 m	<b>Longitud</b>	A76°59'16.98731"	<b>Longitud</b>	A76°59'16.98731"
<b>Elevación</b>	870.671 m	<b>Altura</b>	884.946 m	<b>Altura</b>	884.946 m

<b>Hasta:</b> GPS 01					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	275776.279 m	<b>Latitud</b>	S5°58'26.13340"	<b>Latitud</b>	S5°58'26.13340"
<b>Norte</b>	9339265.085 m	<b>Longitud</b>	A77°01'31.99992"	<b>Longitud</b>	A77°01'31.99992"
<b>Elevación</b>	830.294 m	<b>Altura</b>	844.586 m	<b>Altura</b>	844.586 m

<b>Vector</b>					
<b>ΔEste</b>	-4172.503 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	322°02'01"	<b>ΔX</b>	-3930.396 m
<b>ΔNorte</b>	5307.216 m	<b>Dist. elip</b>	6749.600 m	<b>ΔY</b>	-1436.452 m
<b>ΔElevación</b>	-40.378 m	<b>ΔAltura</b>	-40.360 m	<b>ΔZ</b>	5297.144 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
<b>σ ΔEste</b>	0.007 m	<b>σ Acimut NS delantero</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.009 m
<b>σ ΔNorte</b>	0.006 m	<b>σ Dist. elipsoide</b>	0.006 m	<b>σ ΔY</b>	0.022 m
<b>σ ΔElevación</b>	0.022 m	<b>σ ΔAltura</b>	0.022 m	<b>σ ΔZ</b>	0.007 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000729165		
<b>Y</b>	-0.0000888005	0.0004723322	
<b>Z</b>	-0.0000104610	0.0000722989	0.0000442705

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	SM01	GPS 01
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\23 AVA LINEA BASE DATA GEODESICA YANTALO SM01327aA.T01	C:\TESIS UNI 2020\23 AVA LINEA BASE DATA GEODESICA YANTALO G0068A20.327
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34433	5438900068
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40925212	5438900068
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.393 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 5:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:17:00** y longitud de línea base: 8306,559 m.

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\30 AVA LINEA BASE 30LT SHUPLUY.vce	Nombre:	UTM
Tamaño:	67 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	16/02/2021 22:53:41 (UTC:-5)	Zona:	18 South (75W)
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	200
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
GPS 08 --- GPS 09 (B7)	GPS 08	GPS 09	Fija	0.007	0.010	250°52'20"	8306.559	190.946

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0 	0 

**GPS 08 - GPS 09 (16:08:29-16:25:29) (S7)**

<b>Observación de línea base:</b>	GPS 08 --- GPS 09 (B7)
<b>Procesados:</b>	Segundos intercalados inválidos
<b>Tipo de solución:</b>	Fija
<b>Frecuencia utilizada:</b>	Múltiples frecuencias
<b>Precisión horizontal:</b>	0.007 m
<b>Precisión vertical:</b>	0.010 m
<b>RMS:</b>	0.014 m
<b>PDOP máximo:</b>	1.562
<b>Efemérides utilizadas:</b>	Transmisión
<b>Modelo de antena:</b>	NGS Absolute
<b>Hora de inicio de procesamiento:</b>	20/03/2015 16:08:29 (Local: UTC-5hr)
<b>Hora de detención de procesamiento:</b>	20/03/2015 16:25:29 (Local: UTC-5hr)
<b>Duración del procesamiento:</b>	00:17:00
<b>Intervalo de procesamiento:</b>	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

<b>De:</b> GPS 08					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Este</b>	196226.251 m	<b>Latitud</b>	S9°17'48.64798"	<b>Latitud</b>	S9°17'48.64798"
<b>Norte</b>	8971144.198 m	<b>Longitud</b>	W77°45'54.02810"	<b>Longitud</b>	W77°45'54.02810"
<b>Elevación</b>	4362.119 m	<b>Altura</b>	4385.003 m	<b>Altura</b>	4385.003 m

<b>Hasta:</b> GPS 09					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
<b>Este</b>	188393.757 m	<b>Latitud</b>	S9°19'17.21514"	<b>Latitud</b>	S9°19'17.21514"
<b>Norte</b>	8968358.966 m	<b>Longitud</b>	W77°50'11.19957"	<b>Longitud</b>	W77°50'11.19957"
<b>Elevación</b>	4553.341 m	<b>Altura</b>	4575.949 m	<b>Altura</b>	4575.949 m

<b>Vector</b>					
<b>ΔEste</b>	-7832.494 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	250°52'20"	<b>ΔX</b>	-7729.655 m
<b>ΔNorte</b>	-2785.231 m	<b>Dist. elip</b>	8306.559 m	<b>ΔY</b>	-1413.242 m
<b>ΔElevación</b>	191.222 m	<b>ΔAltura</b>	190.946 m	<b>ΔZ</b>	-2718.012 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
<b>σ ΔEste</b>	0.005 m	<b>σ Acimut NS delantero</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.005 m
<b>σ ΔNorte</b>	0.004 m	<b>σ Dist. elipsoide</b>	0.005 m	<b>σ ΔY</b>	0.010 m
<b>σ ΔElevación</b>	0.010 m	<b>σ ΔAltura</b>	0.010 m	<b>σ ΔZ</b>	0.005 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000205930		
<b>Y</b>	0.0000041399	0.0001026371	
<b>Z</b>	-0.0000042688	0.0000167227	0.0000204528

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	GPS 08	GPS 09
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\30 AVA LINEA BASE \30LT SHUPLUY\Q0064B15.079	C:\TESIS UNI 2020\30 AVA LINEA BASE \30LT SHUPLUY\Q0068D15.079
Tipo de receptor:	SP80	SP80
Número de serie del receptor:	5438900064	5438900068
Tipo de antena:	SP80 UHF	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	5438900064	5438900068
Altura de la antena (medida):	1.650 m	1.631 m
Método de antena:	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 6:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:20:00** y longitud de línea base: 8824,560 m.

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\8VA LINEA BASE \G03T05.vce	Nombre:	UTM
Tamaño:	158 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	16/02/2021 23:56:48 (UTC:-5)	Zona:	19 South (69W)
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
GPS 03 --- T 05 (B11)	GPS 03	T 05	Fija	0.005	0.009	179°25'59"	8824.560	12.528

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0 	0 

**GPS 03 - T 05 (11:37:08-11:57:08) (S11)**

Observación de línea base:	GPS 03 --- T 05 (B11)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Múltiples frecuencias
Precisión horizontal:	0.005 m
Precisión vertical:	0.009 m
RMS:	0.010 m
PDOP máximo:	1.749
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	19/05/2016 11:37:08 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	19/05/2016 11:57:08 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	00:20:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De:	GPS 03				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	327952.251 m	Latitud	S3°56'42.96874"	Latitud	S3°56'42.96874"
Norte	9563762.204 m	Longitud	O70°32'58.59394"	Longitud	O70°32'58.59394"
Elevación	73.508 m	Altura	92.829 m	Altura	92.829 m

Hasta:	T 05				
	Cuadrícula		Local		Global
Este	328056.158 m	Latitud	S4°01'30.24459"	Latitud	S4°01'30.24459"
Norte	9554938.554 m	Longitud	O70°32'55.76311"	Longitud	O70°32'55.76311"
Elevación	85.989 m	Altura	105.357 m	Altura	105.357 m

Vector					
ΔEste	103.907 m	Acimut Adelante NS	179°25'59"	ΔX	-117.713 m
ΔNorte	-8823.650 m	Dist. elip	8824.560 m	ΔY	595.565 m
ΔElevación	12.481 m	ΔAltura	12.528 m	ΔZ	-8803.799 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.005 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.005 m
σ ΔNorte	0.004 m	σ Dist. elipsoide	0.004 m	σ ΔY	0.008 m
σ ΔElevación	0.009 m	σ ΔAltura	0.009 m	σ ΔZ	0.004 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	X	Y	Z
X	0.0000292636		
Y	-0.0000150704	0.0000720858	
Z	-0.0000102905	0.0000086193	0.0000171861

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	GPS 03	T 05
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\8VA LINEA BASE \G03T05\Q0075B16.140	C:\TESIS UNI 2020\8VA LINEA BASE \G03T05\Q0064B16.140
Tipo de receptor:	Unknown	Unknown
Número de serie del receptor:	5435900075	5438900064
Tipo de antena:	SP80 UHF	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	5435900075	5438900064
Altura de la antena (medida):	1.583 m	1.269 m
Método de antena:	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 7:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:22:00** y longitud de línea base: 9728,446 m.

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\9NA LINEA BASE MM \G08T05.vce	Nombre:	UTM
Tamaño:	158 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	17/02/2021 01:20:30 (UTC:-5)	Zona:	19 South (69W)
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Acl. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
GPS 08 --- T 05 (B4)	GPS 08	T 05	Fija	0.012	0.018	286°52'40"	9728.446	-13.791

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**GPS 08 - T 05 (19:19:08-19:41:08) (S4)**

Observación de línea base:	GPS 08 --- T 05 (B4)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Múltiples frecuencias
Precisión horizontal:	0.012 m
Precisión vertical:	0.018 m
RMS:	0.014 m
PDOP máximo:	1.736
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	21/05/2016 19:19:08 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	21/05/2016 19:41:08 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	00:22:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: <b>GPS 08</b>					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
Este	337370.128 m	Latitud	S4°03'02.21218"	Latitud	S4°03'02.21218"
Norte	9552131.021 m	Longitud	O70°27'53.96383"	Longitud	O70°27'53.96383"
Elevación	99.755 m	Altura	118.942 m	Altura	118.942 m

Hasta: <b>T 05</b>					
	<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>
Este	328056.149 m	Latitud	S4°01'30.24412"	Latitud	S4°01'30.24412"
Norte	9554938.569 m	Longitud	O70°32'55.76343"	Longitud	O70°32'55.76343"
Elevación	85.783 m	Altura	105.151 m	Altura	105.151 m

<b>Vector</b>					
ΔEste	-9313.979 m	Acimut Adelante NS	286°52'40"	ΔX	-8714.035 m
ΔNorte	2807.548 m	Dist. elip	9728.446 m	ΔY	-3281.045 m
ΔElevación	-13.972 m	ΔAltura		ΔZ	2818.955 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
σ ΔEste	0.012 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.008 m
σ ΔNorte	0.008 m	σ Dist. elipsoide	0.011 m	σ ΔY	0.020 m
σ ΔElevación	0.018 m	σ ΔAltura		σ ΔZ	0.008 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000607964		
<b>Y</b>	0.0000625191	0.0004071551	
<b>Z</b>	0.0000252068	0.0000082794	0.0000577869

**Ocupaciones**

	De	A
<b>ID de punto:</b>	GPS 08	T 05
<b>Archivo de datos:</b>	C:\TESIS UNI 2020\9NA LINEA BASE MM \G08T05\Q0068B16.142	C:\TESIS UNI 2020\9NA LINEA BASE MM \G08T05\Q0064B16.143
<b>Tipo de receptor:</b>	Unknown	Unknown
<b>Número de serie del receptor:</b>	5438900068	5438900064
<b>Tipo de antena:</b>	SP80 UHF	SP80 UHF
<b>Número de serie de la antena:</b>	5438900068	5438900064
<b>Altura de la antena (medida):</b>	1.670 m	1.490 m
<b>Método de antena:</b>	Marca de medición de la inclinación	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 8:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:40:00** y longitud de línea base: 16694,440 m.

CONALTO S.A.C.		Teléfono:01 435 4139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:	
Lima, Lima Lima 012		administracion@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	B:\TESIS UNI 2020\10MA LINEA BASE \40ML10.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	133 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	15/11/2020 21:01:57 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°17'46.49915"	Factor de escala del terreno:	0.999850241941493
Longitud del proyecto:	A78°37'00.07400"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	1976.376	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Ac. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ02 --- GPS 01 C (B46)	CJ02	GPS 01 C	Fija	0.014	0.024	66°21'28"	16694.440	-730.899

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**CJ02 - GPS 01 C (07:50:17-08:30:17) (S49)**

Observación de línea base:	CJ02 --- GPS 01 C (B46)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.014 m
Precisión vertical:	0.024 m
RMS:	0.016 m
PDOP máximo:	1.651
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Relative
Hora de inicio de procesamiento:	2/10/2019 07:50:17 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	2/10/2019 08:30:17 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	00:40:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: CJ02					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	741433.193 m	Latitud	S6°22'35.06876"	Latitud	S6°22'35.06876"
Norte	9294676.615 m	Longitud	A78°49'02.76136"	Longitud	A78°49'02.76136"
Elevación	2654.689 m	Altura	2672.534 m	Altura	2672.534 m

Hasta: GPS 01 C					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	756757.848 m	Latitud	S6°18'57.06264"	Latitud	S6°18'57.06264"
Norte	9301308.436 m	Longitud	A78°40'45.18798"	Longitud	A78°40'45.18798"
Elevación	1923.666 m	Altura	1941.635 m	Altura	1941.635 m

Vector					
ΔEste	15324.655 m	Acimut Adelante NS	66°21'28"	ΔX	15006.591 m
ΔNorte	6631.822 m	Dist. elip	16694.440 m	ΔY	2971.089 m
ΔElevación	-731.022 m	ΔAltura	-730.899 m	ΔZ	6739.072 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.005 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.006 m
σ ΔNorte	0.005 m	σ Dist. elipsoide	0.005 m	σ ΔY	0.012 m
σ ΔElevación	0.012 m	σ ΔAltura	0.012 m	σ ΔZ	0.005 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0000378452		
Y	-0.0000311096	0.0001488067	
Z	-0.0000025464	-0.0000049526	0.0000211306

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CJ02	GPS 01 C
Archivo de datos:	B:\TESIS UNI 2020\10MA LINEA BASE 140ML10\CJ022750.19o	B:\TESIS UNI 2020\10MA LINEA BASE 140ML10\Q0075C19.275
Tipo de receptor:	NetR9	SP80
Número de serie del receptor:	5739R51150	5435900075
Tipo de antena:	Externa desconocida	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	51000403	5435900075
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.569 m
Método de antena:	Centro de fase de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 9:** Post proceso para menor tiempo de visado **00:43:00** y longitud de línea base: 20528,826 m.

CONALTO S.A.C.		Teléfono:01 435 4139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:	
Lima, Lima Lima 012		administracion@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\11 AVA LINEA BASE MM\CJ02G03.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	134 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	8/10/2020 02:12:22 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°17'46.49915"	Factor de escala del terreno:	0.999850241941493
Longitud del proyecto:	A78°37'00.07400"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	1976.376	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Acl. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ02 --- GPS 03 C (B45)	CJ02	GPS 03 C	Fija	0.013	0.049	68°40'57"	20528.826	-858.438

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**CJ02 - GPS 03 C (08:38:17-09:21:17) (S48)**

Observación de línea base:	CJ02 --- GPS 03 C (B45)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.013 m
Precisión vertical:	0.049 m
RMS:	0.021 m
PDOP máximo:	2.651
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Relative
Hora de inicio de procesamiento:	2/10/2019 08:38:17 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	2/10/2019 09:21:17 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	00:43:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: CJ02					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	741433.193 m	Latitud	S6°22'35.06876"	Latitud	S6°22'35.06876"
Norte	9294676.615 m	Longitud	A78°49'02.76136"	Longitud	A78°49'02.76136"
Elevación	2654.689 m	Altura	2672.534 m	Altura	2672.534 m

Hasta: GPS 03 C					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	760593.096 m	Latitud	S6°18'32.01981"	Latitud	S6°18'32.01981"
Norte	9302060.727 m	Longitud	A78°38'40.55291"	Longitud	A78°38'40.55291"
Elevación	1796.044 m	Altura	1814.096 m	Altura	1814.096 m

Vector					
ΔEste	19159.902 m	Acimut Adelante NS	68°40'57"	ΔX	18755.413 m
ΔNorte	7384.112 m	Dist. elip	20528.826 m	ΔY	3765.767 m
ΔElevación	-858.644 m	ΔAltura	-858.438 m	ΔZ	7517.944 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.009 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.017 m
σ ΔNorte	0.007 m	σ Dist. elipsoide	0.009 m	σ ΔY	0.046 m
σ ΔElevación	0.049 m	σ ΔAltura	0.049 m	σ ΔZ	0.009 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	X	Y	Z
X	0.0002997645		
Y	-0.0007416255	0.0021424594	
Z	-0.0001115556	0.0003115977	0.0000865382

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CJ02	GPS 03 C
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\11 AVA LINEA BASE MM\CJ02G03\CJ022750.19o	C:\TESIS UNI 2020\11 AVA LINEA BASE MM\CJ02G03\Q0064B19.275
Tipo de receptor:	NetR9	SP80
Número de serie del receptor:	5739R51150	5438900064
Tipo de antena:	Externa desconocida	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	51000403	5438900064
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.537 m
Método de antena:	Centro de fase de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 10:** Post proceso para menor tiempo de visado **01:00:00** y longitud de línea base: 29130,500 m.

CONALTO S.A.C.		Teléfono:01 435 4139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:	
Lima, Lima Lima 012		administracion@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	F:\TESIS UNI 2020\13 AVA LINEA BASE \CJ02G12.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	134 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	8/10/2020 01:31:16 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°17'46.49915"	Factor de escala del terreno:	0.999850241941493
Longitud del proyecto:	A78°37'00.07400"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	1976.376	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Ac. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ02 --- GPS 12 C (B5)	CJ02	GPS 12 C	Fija	0.018	0.097	61°55'54"	29130.500	-425.843

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0 	0 

**CJ02 - GPS 12 C (10:12:57-11:12:57) (S8)**

Observación de línea base:	CJ02 --- GPS 12 C (B5)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Múltiples frecuencias
Precisión horizontal:	0.018 m
Precisión vertical:	0.097 m
RMS:	0.037 m
PDOP máximo:	1.607
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	30/09/2019 10:12:57 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	30/09/2019 11:12:57 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	01:00:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De:		CJ02			
	Cuadrícula		Local		Global
Este	741433.193 m	Latitud	S6°22'35.06876"	Latitud	S6°22'35.06876"
Norte	9294676.615 m	Longitud	A78°49'02.76136"	Longitud	A78°49'02.76136"
Elevación	2654.689 m	Altura	2672.534 m	Altura	2672.534 m

Hasta:		GPS 12 C			
	Cuadrícula		Local		Global
Este	767201.262 m	Latitud	S6°15'08.68581"	Latitud	S6°15'08.68581"
Norte	9308278.801 m	Longitud	A78°35'06.55814"	Longitud	A78°35'06.55814"
Elevación	2228.811 m	Altura	2246.691 m	Altura	2246.691 m

Vector					
ΔEste	25768.069 m	Acimut Adelante NS	61°55'54"	ΔX	25425.558 m
ΔNorte	13602.186 m	Dist. elip	29130.500 m	ΔY	3973.010 m
ΔElevación	-425.878 m	ΔAltura	-425.843 m	ΔZ	13681.288 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.006 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.011 m
σ ΔNorte	0.007 m	σ Dist. elipsoide	0.007 m	σ ΔY	0.048 m
σ ΔElevación	0.049 m	σ ΔAltura	0.049 m	σ ΔZ	0.008 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0001200755		
Y	-0.0004392769	0.0023398059	
Z	-0.0000346779	0.0002399549	0.0000693483

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CJ02	GPS 12 C
Archivo de datos:	F:\TESIS UNI 2020\13 AVA LINEA BASE \CJ02G12\CJ02273aA.T02	F:\TESIS UNI 2020\13 AVA LINEA BASE \CJ02G12\Q0075A19.273
Tipo de receptor:	NetR9	SP80
Número de serie del receptor:	5739R51150	5435900075
Tipo de antena:	Zephyr 3 Geodetic w/TZGD	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	-----	5435900075
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.318 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 11:** Post proceso para menor tiempo de visado **01:20:00** y longitud de línea base: 34232,226 m.

CONALTO SAC		Teléfono:	
Calle Las Granadillas N° 226, La Molina, Lima		Fax:	
Lima		www.conalto.pe	
Perú		ingenieria@conalto.pe	
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\14 AVA LINEA BASE \AnEbG10.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	84 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	5/10/2020 20:29:39 (UTC:-5)	Zona:	19 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Act. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
AY01 --- GPS 10 (B88)	AY01	GPS 10	Fija	0.014	0.035	219°07'08"	34232.226	953.961

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**AY01 - GPS 10 (08:34:12-09:54:12) (S91)**

Observación de línea base:	AY01 --- GPS 10 (B88)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Múltiples frecuencias
Precisión horizontal:	0.014 m
Precisión vertical:	0.035 m
RMS:	0.020 m
PDOP máximo:	2.946
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	3/09/2018 08:34:12 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	3/09/2018 09:54:12 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	01:20:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: AY01						
	Cuadrícula		Local		Global	
Este	-67129.670 m	Latitud	S13°09'33.54354"	Latitud	S13°09'33.54354"	
Norte	8539344.849 m	Longitud	O74°13'35.88146"	Longitud	O74°13'35.88146"	
Elevación	2764.971 m	Altura	2800.190 m	Altura	2800.190 m	

Hasta: GPS 10						
	Cuadrícula		Local		Global	
Este	-88243.479 m	Latitud	S13°23'57.48435"	Latitud	S13°23'57.48435"	
Norte	8512237.394 m	Longitud	O74°25'33.76711"	Longitud	O74°25'33.76711"	
Elevación	3719.348 m	Altura	3754.151 m	Altura	3754.151 m	

Vector					
ΔEste	-21113.808 m	Acimut Adelante NS	219°07'08"	ΔX	-22213.499 m
ΔNorte	-27107.455 m	Dist. elip	34232.226 m	ΔY	-859.931 m
ΔElevación	954.377 m	ΔAltura	953.961 m	ΔZ	-26072.638 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.009 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.015 m
σ ΔNorte	0.007 m	σ Dist. elipsoide	0.010 m	σ ΔY	0.032 m
σ ΔElevación	0.035 m	σ ΔAltura	0.035 m	σ ΔZ	0.009 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0002301180		
Y	-0.0004074806	0.0010536597	
Z	-0.0000485556	0.0002004003	0.0000808038

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	AY01	GPS 10
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\14 AVA LINEA BASE AnEbG10\AY01246aA.T02	C:\TESIS UNI 2020\14 AVA LINEA BASE AnEbG10\Q0064A18.246
Tipo de receptor:	NetR9	SP80
Número de serie del receptor:	5649R51073	5438900064
Tipo de antena:	Zephyr 3 Geodetic w/TZGD	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	-----	5438900064
Altura de la antena (medida):	0.000 m	1.540 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 12:** Post proceso para menor tiempo de visado **01:30:00** y longitud de línea base: 44745,738 m.

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\15 AVA LINEA BASE CS02CCC04.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	135 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	6/10/2020 01:49:01 (UTC:-5)	Zona:	19 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S14°11'31.71129"	Factor de escala del terreno:	1.00002535358267
Longitud del proyecto:	O71°45'40.22078"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	4606.310	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Act. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CS02 --- CCC 04 (B20)	CS02	CCC 04	Fija	0.013	0.049	50°31'21"	44745.738	894.028

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**CS02 - CCC 04 (14:49:57-16:19:57) (S20)**

Observación de línea base:	CS02 -- CCC 04 (B20)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.013 m
Precisión vertical:	0.049 m
RMS:	0.031 m
PDOP máximo:	1.818
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	11/08/2018 14:49:57 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	11/08/2018 16:19:57 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	01:30:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: CS02					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	167780.640 m	Latitud	S14°26'58.11806"	Latitud	S14°26'58.11806"
Norte	8400331.572 m	Longitud	O72°04'52.08809"	Longitud	O72°04'52.08809"
Elevación	3666.721 m	Altura	3712.270 m	Altura	3712.270 m

Hasta: CCC 04					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	201966.067 m	Latitud	S14°11'31.71130"	Latitud	S14°11'31.71130"
Norte	8429261.888 m	Longitud	O71°45'40.22061"	Longitud	O71°45'40.22061"
Elevación	4560.850 m	Altura	4606.298 m	Altura	4606.298 m

Vector					
ΔEste	34185.427 m	Acimut Adelante NS	50°31'21"	ΔX	35291.261 m
ΔNorte	28930.316 m	Dist. elip	44745.738 m	ΔY	3196.128 m
ΔElevación	894.129 m	ΔAltura	894.028 m	ΔZ	27384.340 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.008 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.019 m
σ ΔNorte	0.007 m	σ Dist. elipsoide	0.007 m	σ ΔY	0.043 m
σ ΔElevación	0.049 m	σ ΔAltura	0.049 m	σ ΔZ	0.017 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0003609749		
Y	-0.0007508302	0.0018912017	
Z	-0.0002751989	0.0006572015	0.0002777684

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CS02	CCC 04
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\15 AVA LINEA BASE \CS02CCC04\CS022230.18o	C:\TESIS UNI 2020\15 AVA LINEA BASE \CS02CCC04\Q0068B18.223
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34419	5438900068
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40929031	5438900068
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.579 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 13:** Post proceso para menor tiempo de visado **02:10:00** y longitud de línea base: 63980,888 m.

CONALTO SAC		Teléfono:	
		Fax:	
<b>Datos del archivo del proyecto</b>		<b>Sistema de coordenadas</b>	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\16 AVA LINEA BASE \CJ01G07.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	90 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	7/10/2020 16:11:51 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S7°31'59.92650"	Factor de escala del terreno:	1
Longitud del proyecto:	A78°04'51.31130"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	2689.600	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ01 --- GPS-07 C (B125)	CJ01	GPS-07 C	Fija	0.009	0.018	131°33'25"	63980.888	80.360

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**CJ01 - GPS-07 C (13:02:02-15:12:02) (S119)**

Observación de línea base:	CJ01 --- GPS-07 C (B125)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.009 m
Precisión vertical:	0.018 m
RMS:	0.019 m
PDOP máximo:	1.735
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	25/08/2019 13:02:02 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	25/08/2019 15:12:02 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	02:10:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De:	CJ01					
	Cuadrícula		Local		Global	
Este	775089.710 m	Latitud	S7°08'48.70057"	Latitud	S7°08'48.70057"	
Norte	9209271.858 m	Longitud	A78°30'33.75022"	Longitud	A78°30'33.75022"	
Elevación	2711.372 m	Altura	2731.021 m	Altura	2731.021 m	

Hasta:	GPS-07 C					
	Cuadrícula		Local		Global	
Este	822763.114 m	Latitud	S7°31'49.54744"	Latitud	S7°31'49.54744"	
Norte	9166533.085 m	Longitud	A78°04'32.08330"	Longitud	A78°04'32.08330"	
Elevación	2791.245 m	Altura	2811.381 m	Altura	2811.381 m	

Vector					
ΔEste	47673.404 m	Acimut Adelante NS	131°33'25"	ΔX	45836.817 m
ΔNorte	-42738.772 m	Dist. elip	63980.888 m	ΔY	14953.150 m
ΔElevación	79.873 m	ΔAltura	80.360 m	ΔZ	-42100.874 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.005 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.007 m
σ ΔNorte	0.004 m	σ Dist. elipsoide	0.006 m	σ ΔY	0.017 m
σ ΔElevación	0.018 m	σ ΔAltura	0.018 m	σ ΔZ	0.006 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0000465031		
Y	-0.0000822085	0.0002772433	
Z	-0.0000320928	0.0000657114	0.0000335818

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CJ01	GPS-07 C
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\16 AVA LINEA BASE \CJ01G07\CJ01237aA.T01	C:\TESIS UNI 2020\16 AVA LINEA BASE \CJ01G07\Q0075E19.237
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34427	5435900075
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40925457	5435900075
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.581 m
Método de antena:	Centro de fase de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 14:** Post proceso para menor tiempo de visado **02:19:55** y longitud de línea base: 70746,655 m.

CONALTO SAC		Teléfono:4354139 - 994037952	
Calle Las Granadillas N° 226, La Molina, Lima		Fax:4364507	
Lima Lima 012		www.conalto.pe	
Perú		ingenieria@conalto.pe	
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2020\26 AVA LINEA BASE \SMT3 RED GEODESICA.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	83 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	13/12/2020 18:49:33 (UTC:-5)	Zona:	18 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°24'41.49111"	Factor de escala del terreno:	1
Longitud del proyecto:	A76°28'51.29733"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	794.583	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Acl. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
SM01 --- GPS 10 (B25)	SM01	GPS 10	Fija	0.037	0.093	127°31'51"	70746.655	-90.357

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**SM01 - GPS 10 (11:49:57-14:09:57) (S28)**

Observación de línea base:	SM01 --- GPS 10 (B25)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.037 m
Precisión vertical:	0.093 m
RMS:	0.043 m
PDOP máximo:	1.639
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	3/11/2020 11:49:57 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	3/11/2020 14:09:52 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	02:19:55
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De:		SM01			
	Cuadrícula		Local		Global
Este	279948.782 m	Latitud	S6°01'19.36272"	Latitud	S6°01'19.36272"
Norte	9333957.869 m	Longitud	A76°59'16.98731"	Longitud	A76°59'16.98731"
Elevación	870.671 m	Altura	884.946 m	Altura	884.946 m

Hasta:		GPS 10			
	Cuadrícula		Local		Global
Este	336217.081 m	Latitud	S6°24'41.49117"	Latitud	S6°24'41.49117"
Norte	9291067.777 m	Longitud	A76°28'51.29709"	Longitud	A76°28'51.29709"
Elevación	782.387 m	Altura	794.589 m	Altura	794.589 m

Vector					
ΔEste	56268.299 m	Acimut Adelante NS	127°31'51"	ΔX	53542.478 m
ΔNorte	-42890.092 m	Dist. elip	70746.655 m	ΔY	17507.862 m
ΔElevación	-88.284 m	ΔAltura	-90.357 m	ΔZ	-42814.072 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.013 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.018 m
σ ΔNorte	0.010 m	σ Dist. elipsoide	0.015 m	σ ΔY	0.046 m
σ ΔElevación	0.048 m	σ ΔAltura	0.048 m	σ ΔZ	0.011 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	X	Y	Z
X	0.0003074200		
Y	-0.0005234870	0.0020985953	
Z	-0.0001548582	0.0002428853	0.0001244188

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	SM01	GPS 10
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2020\26 AVA LINEA BASE \SMT3 RED GEODESICA\SM01308aA.T01	C:\TESIS UNI 2020\26 AVA LINEA BASE \SMT3 RED GEODESICA\G0075D20.308
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34433	5435900075
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40925212	5435900075
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.610 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 15:** Post proceso para menor tiempo de visado **02:40:00** y longitud de línea base: 78717,081 m.

CONALTO S.A.C.		Teléfono:01 435 4139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:	
Lima, Lima Lima 012		administracion@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2021\6TA LINEA BASE \AM01GPS10).vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	153 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	1/03/2021 12:51:25 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°17'46.49915"	Factor de escala del terreno:	0.999850241941493
Longitud del proyecto:	A78°37'00.07400"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	1976.376	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
AM01 --- GPS 10 C (B55)	AM01	GPS 10 C	Fija	0.016	0.042	265°38'06"	78717.081	38.757

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**AM01 - GPS 10 C (09:04:42-11:44:42) (S62)**

Observación de línea base:	AM01 --- GPS 10 C (B55)
Procesados:	Segundos intercalados inválidos
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.016 m
Precisión vertical:	0.042 m
RMS:	0.026 m
PDOP máximo:	2.037
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	30/09/2019 09:04:42 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	30/09/2019 11:44:42 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	02:40:00
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

De: AM01					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	846091.702 m	Latitud	S6°14'06.55375"	Latitud	S6°14'06.55375"
Norte	9309773.351 m	Longitud	A77°52'22.05296"	Longitud	A77°52'22.05296"
Elevación	2299.244 m	Altura	2319.487 m	Altura	2319.487 m

Hasta: GPS 10 C					
Cuadrícula		Local		Global	
Este	767519.833 m	Latitud	S6°17'19.86327"	Latitud	S6°17'19.86327"
Norte	9304246.332 m	Longitud	A78°34'55.59329"	Longitud	A78°34'55.59329"
Elevación	2340.084 m	Altura	2358.244 m	Altura	2358.244 m

Vector					
ΔEste	-78571.869 m	Acimut Adelante NS	265°38'06"	ΔX	-76993.726 m
ΔNorte	-5527.020 m	Dist. elip	78717.081 m	ΔY	-15423.824 m
ΔElevación	40.840 m	ΔAltura	38.757 m	ΔZ	-5909.202 m

**Errores estándar**

Errores de vector:					
σ ΔEste	0.011 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.012 m
σ ΔNorte	0.007 m	σ Dist. elipsoide	0.011 m	σ ΔY	0.042 m
σ ΔElevación	0.042 m	σ ΔAltura	0.042 m	σ ΔZ	0.008 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)**

	X	Y	Z
X	0.0001487556		
Y	-0.0002199913	0.0017266475	
Z	-0.0000349413	0.0001264114	0.0000566614

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	AM01	GPS 10 C
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2021\6TA LINEA BASE \AM01GPS10\AM012730.19o	C:\TESIS UNI 2021\6TA LINEA BASE \AM01GPS10\Q0068A19.273
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34387	5438900068
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40929091	5438900068
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.359 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Marca de medición de la inclinación

**Línea base 16:** Post proceso para menor tiempo de visado **03:10:00** y longitud de línea base: 95227,052 m.

CONALTO S.A.C.		Teléfono:01 435 4139	
Calle Las Granadillas N° 226, Urb. Los Cactus, La Molina		Fax:	
Lima, Lima Lima 012		administracion@conalto.pe	
Perú			
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\TESIS UNI 2021\19AVA LINEA BASE \CJ01GPS10.vce	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	142 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	1/03/2021 19:41:15 (UTC:-5)	Zona:	17 South
Zona horaria:	Hora est. Pacifico, Sudamérica	Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	Por defecto
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

**Detalles adicionales del sistema de coordenadas**

Configuraciones ajuste local			
Latitud del proyecto:	S6°17'46.49915"	Factor de escala del terreno:	0.999850241941493
Longitud del proyecto:	A78°37'00.07400"	D.eje falso norte:	0.000
Altura del proyecto:	1976.376	D.eje falso este:	0.000

**Informe de procesamiento de líneas base**

**Procesando resumen**

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ01 --- GPS 10 C (B54)	CJ01	GPS 10 C	Fija	0.011	0.026	355°09'06"	95227.052	-372.880

**Resumen de aceptación**

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

**CJ01 - GPS 10 C (09:04:42-12:14:42) (S60)**

<b>Observación de línea base:</b>	CJ01 --- GPS 10 C (B54)
<b>Procesados:</b>	Segundos intercalados inválidos
<b>Tipo de solución:</b>	Fija
<b>Frecuencia utilizada:</b>	Frecuencia doble (L1, L2)
<b>Precisión horizontal:</b>	0.011 m
<b>Precisión vertical:</b>	0.026 m
<b>RMS:</b>	0.019 m
<b>PDOP máximo:</b>	1.732
<b>Efemérides utilizadas:</b>	Transmisión
<b>Modelo de antena:</b>	NGS Absolute
<b>Hora de inicio de procesamiento:</b>	30/09/2019 09:04:42 (Local: UTC-5hr)
<b>Hora de detención de procesamiento:</b>	30/09/2019 12:14:42 (Local: UTC-5hr)
<b>Duración del procesamiento:</b>	03:10:00
<b>Intervalo de procesamiento:</b>	5 segundos

**Componentes de vector (Marca a marca)**

<b>De:</b> CJ01					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	775088.002 m	<b>Latitud</b>	S7°08'48.70057"	<b>Latitud</b>	S7°08'48.70057"
<b>Norte</b>	9209285.961 m	<b>Longitud</b>	A78°30'33.75022"	<b>Longitud</b>	A78°30'33.75022"
<b>Elevación</b>	2711.372 m	<b>Altura</b>	2731.021 m	<b>Altura</b>	2731.021 m

<b>Hasta:</b> GPS 10 C					
<b>Cuadrícula</b>		<b>Local</b>		<b>Global</b>	
<b>Este</b>	767519.816 m	<b>Latitud</b>	S6°17'19.86378"	<b>Latitud</b>	S6°17'19.86378"
<b>Norte</b>	9304246.316 m	<b>Longitud</b>	A78°34'55.59385"	<b>Longitud</b>	A78°34'55.59385"
<b>Elevación</b>	2339.981 m	<b>Altura</b>	2358.141 m	<b>Altura</b>	2358.141 m

<b>Vector</b>					
<b>ΔEste</b>	-7568.187 m	<b>Acimut Adelante NS</b>	355°09'06"	<b>ΔX</b>	-5752.688 m
<b>ΔNorte</b>	94960.355 m	<b>Dist. elip</b>	95227.052 m	<b>ΔY</b>	-12117.683 m
<b>ΔElevación</b>	-371.391 m	<b>ΔAltura</b>	-372.880 m	<b>ΔZ</b>	94316.024 m

**Errores estándar**

<b>Errores de vector:</b>					
<b>σ ΔEste</b>	0.004 m	<b>σ Acimut NS delantero</b>	0°00'00"	<b>σ ΔX</b>	0.007 m
<b>σ ΔNorte</b>	0.008 m	<b>σ Dist. elipsoide</b>	0.008 m	<b>σ ΔY</b>	0.025 m
<b>σ ΔElevación</b>	0.026 m	<b>σ ΔAltura</b>	0.026 m	<b>σ ΔZ</b>	0.010 m

**Matriz de covarianzas a posteriori (Metro<sup>2</sup>)**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	0.0000539326		
<b>Y</b>	-0.0001582407	0.0006277260	
<b>Z</b>	-0.0000494979	0.0001669452	0.0000918639

**Ocupaciones**

	De	A
ID de punto:	CJ01	GPS 10 C
Archivo de datos:	C:\TESIS UNI 2021\19AVA LINEA BASE  CJ01GPS10\CJ01273aA.T01	C:\TESIS UNI 2021\19AVA LINEA BASE  CJ01GPS10\Q0068A19.273
Tipo de receptor:	NetR8	SP80
Número de serie del receptor:	4906K34427	5438900068
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	SP80 UHF
Número de serie de la antena:	40925457	5438900068
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.359 m
Método de antena:	Centro de fase de la antena	Marca de medición de la inclinación

### ANEXO A.4 PANEL FOTOGRÁFICO

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	Línea Base		PROYECTO	LECTURAS
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
2	2,95	GPS06	GPS04	ANGASMAYO - AYACUCHO	12
11	34,23	AY1	GPS10	ANGASMAYO - AYACUCHO	13



Fotografía N°10 Lectura de punto geodésico GPS 04 (Angasmayo – Ayacucho)



Fotografía N°11 Lectura de punto geodésico GPS 6 (Angasmayo – Ayacucho)



Fotografía N°12 Lectura de punto geodésico GPS 10 (Angasmayo – Ayacucho)



Fotografía N°13 Tesista al lado de pobladores y colaboradores del centro poblado de Millpo, cercano al punto GPS 10 (Angasmayo – Ayacucho)

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	Línea Base		PROYECTO	LECTURAS
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
1	1,10	GPS 01	T-14	INKACANCHA - CUSCO	12



Fotografía N°14 Tesista en lectura de GPS 01 (Inka Cancha – Cusco)



Fotografía N°15 Tesista en lectura de GPS 01 (Inka Cancha – Cusco)



Fotografía N°16 Ubicación de GPS 01

Fotografía N°17



Fotografía N°18 Lectura de T14 (Inka Cancha – Cusco)



Fotografía N°19 Tesista en campo (Inca Cancha – Cusco)

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	Línea Base		PROYECTO	LECTURAS
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
3	4,76	GPS01	GPS04	CABALLO COCHA - LORETO	11
6	8,82	GPS03	T05	CABALLO COCHA - LORETO	13
7	9,73	GPS08	T05	CABALLO COCHA - LORETO	12



Fotografía N°20 Tesista en la ruta Caballo Cocha – Buen Suceso, Loreto no hay acceso vial y la separación es de aproximadamente 33 km



Fotografía N°21 Lectura de punto GPS 01 Caballo Cocha – Loreto



Fotografía N°22 Lectura del punto T05 Loreto



Fotografía N°23 Lectura de GPS 3, Loreto



Fotografía N°24 Lectura de GPS 4, Loreto



Fotografía N°25 Tesista en la localidad de buen suceso a 30 km de Caballo Cocha - Loreto



Fotografía N°26 Lectura de punto GPS 04– Loreto



Fotografía N°27 Tesista e Ingenieros del consorcio CADIA – CONALTO, en la supervisión de puntos geodésicos, localidad de Buen Suceso – Loreto

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	Línea Base		PROYECTO	LECTURAS
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
14	70,75	SM01	GPS10	LAMAS - SAN MARTIN	9



Fotografía N°28 Tesista en lectura GPS 10, Localidad del Naranjal a 20 minutos de la ciudad de Lamas y a 40 minutos de la ciudad de Tarapoto – San Martin

LÍNEA BASE	DISTANCIA APROXIMADA (m)	Línea Base		PROYECTO	LECTURAS
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre		
4	6,75	SM 01	GPS 01	YANTALO - SAN MARTIN	12



Fotografía N°29 Tesista en lectura GPS 01 Yantalo – San Martin

LÍNEA BASE	UBICACIÓN	Línea Base	
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre
5	Shupluy - Ancash	GPS08	GPS09



Fotografía N°30 Tesista en lectura GPS 09 Shupluy – Ancash



Fotografía N°31 Tesista en lectura GPS 08 Shupluy – Ancash

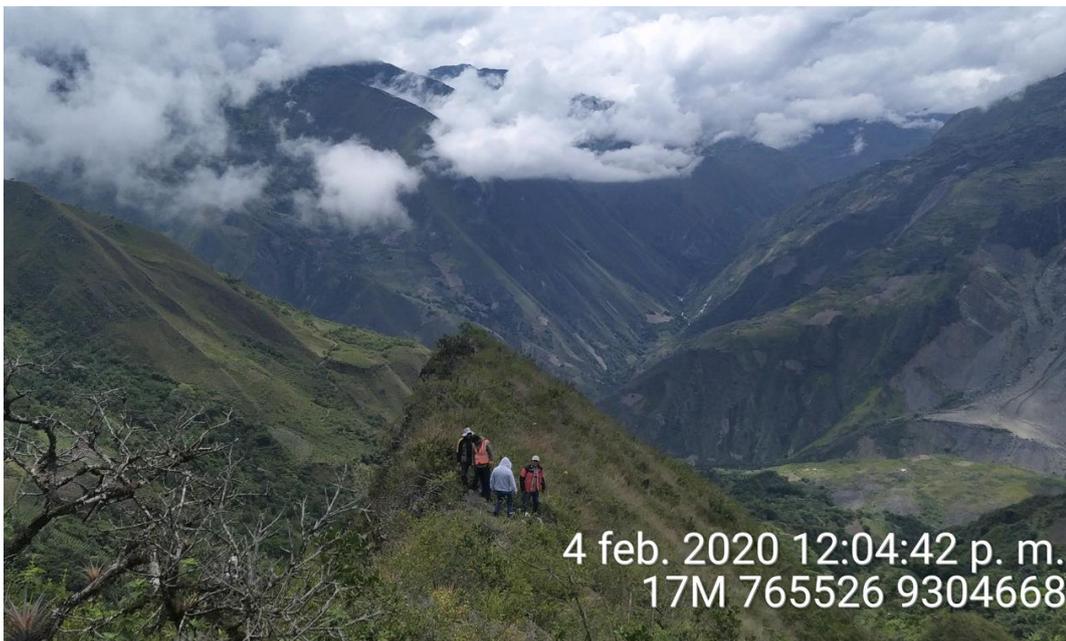
LÍNEA BASE	UBICACIÓN	Línea Base	
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre
8	Socota - Cajamarca	CJ02	GPS01C
9		CJ02	GPS03C
10		CJ02	GPS12C
15		AM01	GPS10
16		CJ01	GPS10



Fotografía N°32 Tesista en lectura GPS 01C Cajamarca



Fotografía N°33 Estacionamiento de receptor en punto GPS 12 - La Ramada a 20 minutos de la ciudad de Sócota- Cajamarca



Fotografía N°34 Estacionamiento de receptor en punto GPS 10 (Sócota- Cajamarca)

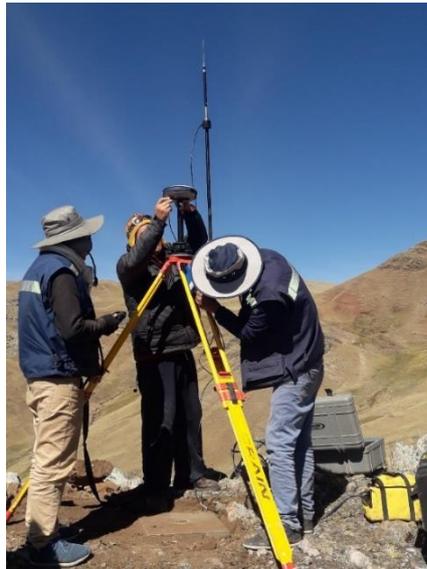


Fotografía N°35 Tesista en tramo del proyecto Socota – La Ramada (Cajamarca)



Fotografía N°36 Lectura punto GPS 03 (Socota- Cajamarca)

LÍNEA BASE	UBICACIÓN	Línea Base	
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre
12	Chapina-Cusco	CS02	CCC04



Fotografía N°37 Armado de base en punto CCC04 (Chapina – Cusco)

LÍNEA BASE	UBICACIÓN	Línea Base	
		De: (coordenada fija)	A: Punto Libre
13	Cajabamaba-Cajamarca	CJ01	GPS 07C



Fotografía N°38 Fabricación de punto geodésico GPS 07 (Cajabamba – Cajamarca)



Fotografía N°39 Lectura de punto geodésico GPS 07 (Cajabamba – Cajamarca)