

ASPECTOS PRACTICOS EN LA IMPLEMENTACION DEL ISO 17123-8 PARA LA PRUEBA Y CALIBRACION DE RECEPTORES GNSS

Ing. Antonio Márquez . Gerente General de Mediciones Científicas e Industriales C. A.
MECINCA. MSEE Columbia University. N.Y.

Representantes para Venezuela de SOKKIA-TOPCON y MAGELLAN Professional.

mecinca@mecinca.net / galileognss@gmail.com

Precedentes:

El ISO 17123-8 surge como una necesidad para llenar la deficiencia de estándares que existía en la calibración o prueba de receptores GNSS en el ámbito de la geodesia y cartografía, ya que a partir del año 2002, en que se implementaron las normativas ISO existentes para instrumentos ópticos y mecánicos, no se habían mostrado, o eran muy escasos los trabajos relativos a un estándar para medición o prueba de calidad de los receptores GPS, y ni siquiera había una comisión en la FIG que evaluara estas nuevas herramientas cartográficas que estaban apareciendo, dotadas en su mayoría de receptores GNSS. Debemos destacar que la norma anterior al ISO fue la DIN 18753 y tampoco se hizo mención de los receptores GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO, WAAS..... BEIDOU....).

La definición principal del ISO 17123 es la siguiente:

Instrumentos Ópticos. Procedimientos de Campo para la prueba de Instrumentos Geodésicos y Topográficos.

Parte 8: GNSS, Mediciones de Campo con Sistemas en Tiempo Real RTK.

En el ISO 17123 las partes desde la 1 hasta la 7 se refieren a Teoría, Niveles, Teodolitos, Distanciómetros, Estaciones Totales, Laser Rotativo y Plomadas Ópticas, lo que creaba un vacío para los equipos del día a día en la geodesia y cartografía; los GNSS (receptores GPS, GLONASS, GALILEO etc.), hasta que bajo directiva de la FIG, apareció la Parte 8 del estándar. En la implementación del mismo, justo al principio, encontramos notas, que recomiendan tener en lo posible las mejores condiciones durante la prueba, en cuanto a multi reflexión se refiere, y las menores obstrucciones posibles, tanto en la base como en el Rover. También, el estándar recomienda que las condiciones Ionosféricas y Troposféricas deberán ser óptimas al momento de la observación en la evaluación.

Propósito del trabajo:

Presentar una metodología eficiente e ilustrada, que permita a los usuarios de los equipos GNSS, realizar la evaluación y tener una visión clara de las condiciones de calidad de los mismos, antes o después de realizar una campaña determinada, o para realizar un chequeo rutinario anual de mantenimiento, y así ver su precisión, y poder calificar a los diferentes estándares que existen en la industria. En el trabajo cotidiano de Reparación y Mantenimiento de equipos GNSS, se reciben algunos, que en apariencia funcionan bien, pero que solo se desea chequearlos y certificar las funcionalidades de los mismos; nuestra empresa MECINCA, por ejemplo, ha venido haciéndolo con la aplicación de reglas bien definidas por los fabricantes de los receptores, y ahora con el ISO 17123-8, que usamos, ampliamos nuestras posibilidades para el control de calidad. También se desea mostrar a los auditores o responsables de control de calidad del ISO 9001, la existencia del estándar, y conozcan que la certificación de calidad de un receptor GPS-RTK, se puede realizar en centros de soporte donde se proceda a la aplicación del ISO 17123-8. El estándar ha sido creado para los sistemas GNSS RTK, y en ninguna parte se hace mención de receptores con observaciones Estáticas, ni del tipo STOP&GO, y ni mucho menos de las Cinemáticas, que en conjunto, son la mayor parte de las observaciones GNSS, que actualmente se

utilizan en Venezuela, y por lo mismo, en MECINCA, estamos realizando pruebas con esquemas muy similares a los originales del ISO, bien definidos y programados, que en un futuro próximo pudieran ser la extensión del estándar para las modalidades de las observaciones antes mencionadas.

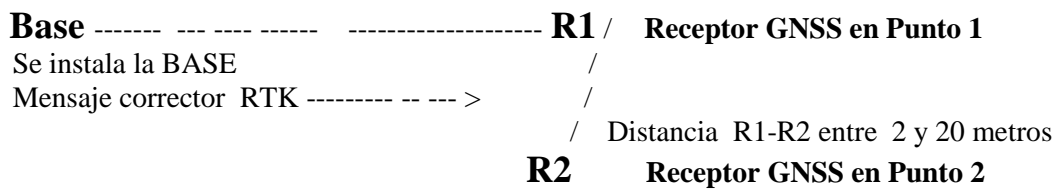
Mejoras aportadas:

El ISO 17123-8 especifica que dentro de la operabilidad de las mediciones a realizar, la precisión de los equipos auxiliares, como plomadas, trípodes, bastones, cintas etc., deberán ser de +- 1 mm de precisión para la excentricidad máxima, y +- 1 mm de error máximo en las mediciones de las alturas, por lo que en la evaluación, se procedió a habilitar dos trípodes de madera, que con sus bases nivelantes y plomadas ópticas, quedaron fijos en el sitio, sobre los dos puntos R1 y R2, los puntos de prueba, y cuya distancia y diferencia de altura fue calibrada con una Estación Total SOKKIA SET 2X. También el ISO 17123-8 recomienda la reducción de las observaciones verticales al sistema elipsoidal, lo cual realizamos, y adicionalmente para no tener en absoluto error de escala por la proyección, no se midió en UTM, sino que se creó un sistema Mercator Transversal con origen N 1000, E 1000, en la Base, y Factor de Escala Unitario, para que las distancias cubiertas en la prueba, no tuviesen deformación.

Metodología y Procedimientos:

El ISO 17123-8 ofrece dos tipos de evaluaciones, el Método Rápido o Fase A, y el Método de Evaluación Completa o Fase B. Si bien los procedimientos de medición son muy similares, las filosofías u objetivos a perseguir con cada uno de ellos son de índole diferente. En el Método Rápido, que detallaremos más adelante, se realiza una medición relativamente simple con los equipos GNSS, y se chequea que las desviaciones resultantes, contra un vector conocido, no difieran o sean mayores que las especificadas por el fabricante, o que estén dentro de las necesidades de un proyecto en particular, de tal forma que después de un mantenimiento preventivo, o después de un periodo de almacenamiento, o posterior a una modernización de su firmware, podamos verificar que el sistema GNSS mantiene al menos sus especificaciones básicas originales. El Método para la Evaluación Completa, requiere de muchas más mediciones, y su producto final es un análisis estadístico de los parámetros de precisión del equipo GNSS, los cuales también se compararan con los especificados por el fabricante, o con los necesarios para calificar a un proyecto de cierta envergadura.

El escenario de medición es el mismo para el Método Rápido que para el de Evaluación Completa; se acondiciona una estación base GNSS RTK, a una distancia apropiada al proyecto, en nuestro caso, la base estaba aproximadamente a 1 Km del lugar donde se realizó la medición, y se prepararon DOS puntos para medición con el ROVER; cómodos, accesibles, identificados, y sin ninguna interferencia del tipo multi reflexión o por disturbios externos, y se escogió una hora donde el PDOP, la carga Ionosferica y demás fuentes de error eran mínimas, para que no incidieran en la propia precisión instrumental. La distancia recomendada por el ISO entre estos dos puntos R1 y R2 está entre 2 y 20 metros. Durante la medición con el Rover se deben cumplir las recomendaciones del fabricante del equipo: tiempo de medición por punto, PDOP máximo soportado, y la distancia máxima a la Base RTK, entre otros.



Distancia entre Base y Rover depende de la aplicación

La norma establece para uso práctico, reducir las observaciones al sistema de coordenadas horizontales y las alturas al sistema elipsoidal, y como hemos mencionado anteriormente, creamos un sistema Mercator Transversal, con coordenadas N 1000, E 1000 al origen de la Base, y factor de escala unitario, por lo que el error que pudiese ser originado en las mediciones del Rover sería inapreciable. También dentro de las recomendaciones de la norma se establece medir estos dos puntos R1 y R2 con dispositivos, no GNSS, que arrojen precisiones mejores que ± 3 mm, y para ello se utilizó una estación Total Sokkia SET 2X, cuyas especificaciones de precisión en sus mediciones son de ± 1 mm * 1 ppm, lo que garantizó que la distancia y la diferencia de cota entre los dos puntos Rover medidos, estuviesen dentro de la norma.

Debemos definir para entender el ISO 17113-8, lo que denominamos una **serie de mediciones**. Una serie de mediciones, es un grupo de **cinco pares** de observaciones realizadas en los puntos **R1 y R2**, y espaciados cada par por un lapso de **cinco minutos**. Es decir, tomamos una observación en el punto R1, que puede ser de una época o de varias épocas, dependiendo de las recomendaciones del fabricante, guardamos la medición y nos movemos al punto R2, donde realizamos una observación similar a la que se tomó en el punto R1. A continuación esperamos cinco minutos, y de nuevo en el punto R1 tomamos la siguiente observación, hasta completar el grupo de cinco pares que constituye la serie. A fin de minimizar los errores por nivelación y excentricidad de lectura, como mencionamos anteriormente, se estacionaron los dos trípodes de madera con bases nivelantes, dotadas de plomadas ópticas, previamente chequeadas en laboratorio, y se mantuvieron fijos sobre los dos puntos durante todo el lapso de la medición. De tal forma que el instrumento GPS, se montaba sobre la plomada, se aseguraba con la llave tornillo y al concluir la observación, se desmontaba del mismo, obteniendo así la mínima influencia de error geométrico por postura de estación.

Metodología para el Método Rápido.

Con el Método Rápido se realiza una sola serie de mediciones que totaliza aproximadamente en unos 35 minutos, ya que debemos considerar el tiempo de medición más el tiempo de espera entre cada par e incluir las posturas y cambios de estación del receptor. El procedimiento básico consiste en calcular mediante las coordenadas medidas, las distancias que existen entre los puntos R1 y R2, y compararlas con la distancia *D que previamente hemos medido en los mismos puntos con la Estación Total. Y lo mismo hacemos con la diferencia de alturas, que la comparamos con la diferencia de altura *h, medida con la misma estación. Los datos fueron procesados de la siguiente manera:

Punto	X	Y	h	D R1-R2	Dif h	Desv D	Desv h	*D	*h
1	1200.003	1100.011	900.002						
2	1220.001	1100.001	900.001	19.998	-0.001	-0.002	0.019	20.000	-0.020
3	1200.011	1100.010	900.021						
4	1220.010	1100.010	900.010	19.999	-0.011	-0.001	0.009	20.000	-0.020
5	1200.010	1100.010	900.010						
6	1220.010	1100.001	900.001	20.000	-0.009	0.000	0.011	20.000	-0.020
7	1200.012	1100.001	900.001						
8	1220.002	1100.012	900.010	19.990	0.009	-0.010	0.029	20.000	-0.020
9	1200.002	1100.002	900.001						
10	1220.002	1100.010	900.001	20.000	0.000	0.000	0.020	20.000	-0.020
	Limites	de las	DESVIACIONES			0.033	0.045		

$$D_{s,p} = \sqrt{((x_{s,p,2} - x_{s,p,1})^2 + (y_{s,p,2} - y_{s,p,1})^2)}$$

$$\Delta h_{s,p} = h_{s,p,2} - h_{s,p,1}$$

$$\varepsilon D_{s,p} = D_{s,p} - D^* \quad s=1, p=1, \dots, 5$$

$$\varepsilon h_{s,p} = h_{s,p} - h^*$$

donde tenemos que:

$$x_{s,p,r}, y_{s,p,r}, h_{s,p,r}$$

$$D_{s,p}, \Delta h_{s,p}$$

$$D^*, h^*$$

$$\varepsilon D_{s,p}, \varepsilon h_{s,p}$$

D: la Distancia Cartesiana por coordenadas medidas por GNSS entre dos puntos R1-R2, según la fórmula clásica.

Dif h: La diferencia medida con GNSS de la altura entre los puntos R1 y R2.

€: Desviaciones: las Diferencias entre las distancias medidas con GNSS y la distancia tomada como verdadera entre R1 y R2. Similarmente para desviaciones de h.

El rango de Coordenadas X Y h. Sistema de Coordenadas Planas Horizontales.

Distancia Medida GNSS y Diferencia de Altura medida por GNSS (Elipsoidal).

Distancia Verdadera, medida con Estación Total Sokkia SET 2X.

Desviaciones de las Mediciones en Distancia y Altura.

Fijación del limite aceptado para las desviaciones.

$$|\varepsilon D_{s,p}| \leq 2.5 * \sqrt{2} * s_{x,y}$$

$$|\varepsilon h_{s,p}| \leq 2.5 * \sqrt{2} * s_h$$

Aceptemos, que una Estacion GNSS RTK de uso de ingeniería o de topografía, arroje precisiones en el horizontal de +- 10 mm + 1 ppm, es decir un milimetro adicional por kilometro de separacion de la base, al 99% de confiabilidad del sistema, que nos daría en X,Y un sigma de +- 11 mm. En cuanto a la altura es muy comun aceptar precisiones

en el orden de 15 mm + 2 ppm, lo que arrojaría +- 17mm. **El estandar establece:**

El valor absoluto de una desviación debe ser menor o igual a la DESVIACION ESTANDAR Multiplicada por 2.5 y por la Raíz de Dos.

Así lo establece el estándar y en nuestra evaluación:

$$|\text{desv X Y}| \leq 2.5 * 1.4142 * 10 = \pm 33\text{mm}$$

$$\text{Similarmente para la altura } |\text{desv h}| \leq 2.5 * 1.4142 * 17 = \pm 45\text{mm}$$

Observamos en las tablas, que las desviaciones de nuestras mediciones son menores a las permitidas por el estándar, por lo que concluimos que no existen errores graves en el sistema y que el equipo se puede utilizar para un proyecto que requiera las especificaciones usadas en esta prueba, que son las recomendadas por el fabricante del receptor, también concluimos que si la prueba se realiza posteriormente a un mantenimiento preventivo, o después de una nueva carga de firmware, el receptor GNSS funciona satisfactoriamente.

Metodología para La Evaluación Completa o Fase B:

La principal ventaja del Método de la Evaluación Completa es que mediante la aplicación de una estadística creamos la propia desviación estándar del receptor GNSS, que comparada con la que dicta el fabricante, permite en forma casi absoluta predecir su comportamiento dentro de un proyecto determinado. Con este método, debemos tomar **tres series de mediciones con una separación de al menos 90 minutos entre cada serie**. Este tiempo entre series se considera suficiente para que la geometría de los satélites cambie, y también cambien parámetros de Ionosfera, Troposfera y multireflectión local. Sumando los tiempos de medición mas los tiempos de espera, la Evaluación

$$\bar{x}_r = \frac{1}{15} \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 x_{s,p,r}$$

$$\bar{y}_r = \frac{1}{15} \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 y_{s,p,r} \quad r=1,2$$

$$\bar{h}_r = \frac{1}{15} \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 h_{s,p,r}$$

Completa toma al menos 5 horas de estadía con mediciones de campo, mas la instalación del equipo.

Sequen	X	Y	h	Res X1	Res X2	Res Y1	Res Y2	Res h1
1	1200.003	1100.011	900.002	0.003		-0.005		0.005
2	1220.001	1100.001	900.001		0.004		0.005	
3	1200.011	1100.010	900.021	-0.005		-0.004		-0.014
4	1220.010	1100.010	900.010		-0.005		-0.004	
5	1200.010	1100.010	900.010	-0.004		-0.004		-0.003
6	1220.010	1100.001	900.001		-0.005		0.005	
7	1200.012	1100.001	900.001	-0.006		0.005		0.006
8	1220.002	1100.012	900.010		0.003		-0.006	
9	1200.002	1100.002	900.001	0.004		0.004		0.006
10	1220.002	1100.010	900.001		0.003		-0.004	
11	1200.011	1100.011	900.011	-0.005		-0.005		-0.004
12	1220.010	1100.001	900.010		-0.005		0.005	
13	1200.001	1100.010	900.021	0.005		-0.004		-0.014
14	1220.010	1100.010	900.010		-0.005		-0.004	
15	1200.001	1100.002	900.010	0.005		0.004		-0.003
16	1220.002	1100.001	900.001		0.003		0.005	
17	1200.001	1100.011	900.001	0.005		-0.005		0.006
18	1220.002	1100.011	900.010		0.003		-0.005	
19	1200.010	1100.002	900.002	-0.004		0.004		0.005
20	1220.004	1100.010	900.002		0.001		-0.004	
21	1200.002	1100.011	900.004	0.004		-0.005		0.003
22	1220.001	1100.001	900.010		0.004		0.005	
23	1200.001	1100.010	900.002	0.005		-0.004		0.005
24	1220.010	1100.010	900.010		-0.005		-0.004	
25	1200.012	1100.001	900.001	-0.006		0.005		0.006
26	1220.010	1100.001	900.002		-0.005		0.005	
27	1200.010	1100.001	900.001	-0.004		0.005		0.006
28	1220.002	1100.001	900.002		0.003		0.005	
29	1200.001	1100.001	900.007	0.005		0.005		0.000
30	1220.003	1100.010	900.010		0.002		-0.004	
Cuadrados de Residuos ==>				0.0003368	0.0002	0.0003109	0.00033	0.0007
PromX1	PromX2	PromY1	PromY2	Prom h1	Prom h2			
1200.006	1220.005	1100.01	1100.006	900.01	900.0046			
6X		6Y		6h				
0.0045		0.005		0.006				
ISO GNSS RTK X-Y				ISO GNSS RTK h				
ISO 17123-8 $xy = \sqrt{X^2 + Y^2}$								
0.006575				0.006				

Al igual que con el Método Rápido, agrupamos las observaciones en columnas X, Y, h, en R1 las filas pares y en R2 las filas impares, con 15 elementos por columna, de las cuales obtenemos los **promedios** de cada una teniendo:

Prom X1, Prom X2, Prom Y1, Prom Y2 Prom h1, Prom h2

$$r_{x,s,p,r} = \bar{x}_r - x_{s,p,r}$$

$$r_{y,s,p,r} = \bar{y}_r - y_{s,p,r} \quad r = 1..2 \quad p = 1..5$$

$$r_{h,s,p,r} = \bar{h}_r - h_{s,p,r} \quad s = 1..3$$

Una vez calculados los promedios, restamos de los mismos las observaciones originales para obtener los **residuos**, por lo cual tendremos un residuo en X, Y, h, por cada observación realizada, es decir tendríamos tres pares de residuos: XR1, XR2, YR1, YR2, hR1, hR2, por cada par realizado en R1 y R2.

Con estos residuos procedemos a calcular la desviación estándar del sistema; para lo cual **SUMAMOS los CUADRADOS de los RESIDUOS** en X, Y, h, y también calculamos los **grados de libertad** de la estadística

$$\sum r_x^2 = \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 \sum_{r=1}^2 r_{x,s,p,r}^2$$

$$\sum r_y^2 = \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 \sum_{r=1}^2 r_{y,s,p,r}^2$$

$$\sum r_h^2 = \sum_{s=1}^3 \sum_{p=1}^5 \sum_{r=1}^2 r_{h,s,p,r}^2$$

$v_x = v_y = v_h = (s * p - 1) * r$ donde
 $s = \text{series} = 3 \quad p = \text{pares} = 5$
 $r = \text{Rovers} = 2$ por lo tanto:
 $v_x = v_y = v_h = 28$

Y aplicamos la fórmula para la desviación estándar de una sola observación.

Desviación Estándar de X

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{v_x}} = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{28}}$$

Desviación Estándar de Y

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{v_y}} = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{28}}$$

Desviación estándar de h

$$s_h = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{v_h}} = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{28}}$$

Concluyendo con el cálculo del ISO 17123-8 de la siguiente manera: 0.0071 m es la desviación estándar de una sola observación en X, Y

0.0064 m Es la desviación estándar de una sola Observación en h

La relación entre las desviaciones estándar calculadas y el ISO 17123-8 es la siguiente:

$$S_{ISO_RTK_{xy}} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

Que en nuestra evaluación del equipo GNSS sería:

$$S_{ISO_RTK_h} = s_h$$

$$S_{ISO_RTK_17123-8(x,y)} = 0.0065$$

$$S_{ISO_RTK_17113-8(h)} = 0.006$$

Posterior al calculo de valor por el estandar, se procede a realizar, entre otras las siguientes preguntas:

$$S_{ISO_RTK_{xy}} \leq \sigma_{xy} * \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(v_x + v_y)}{v_x + v_y}}$$

$$S_{ISO_RTK_{xy}} \leq \sigma_{xy} * \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(56)}{56}}$$

$$\chi^2_{0.95}(56) = 74.47$$

$$S_{ISO_RTK_{xy}} \leq \sigma_{xy} * \sqrt{\frac{74.47}{56}} \leq \sigma_{xy} * 1.15$$

fabricante, o la desviación estandar del proyecto donde queramos incluir nuestro equipo GNSS. En nuestro caso vemos que el estandar calculado es menor que 1.15 * 10 mm=11.5 mm. Lo que

$$S_{ISO_RTK_k} \leq \sigma_k * \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(v_k)}{v_k}}$$

$$S_{ISO_RTK_k} \leq \sigma_k * \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(28)}{28}}$$

$$\chi^2_{0.95}(28) = 41.34$$

$$S_{ISO_RTK_k} \leq \sigma_k * \sqrt{\frac{41.34}{28}} \leq \sigma_k * 1.22$$

a.- Es el Calculo obtenido del ISO 17123-8 en X,Y, menor o igual que el que prescribe la casa manufacturera ?

Esta es una simple prueba de hipotesis, y para su resolución buscamos en las tablas de la distribución Chi Cuadrado, para el 95% de confianza y 56 grados de libertad. Reemplazamos en la expresion, operamos los grados de libertad y vemos al final que solo nos queda el factor 1.15 que multiplicamos la desviacion estándar suministrada por el fabricante, o la desviación estandar del proyecto donde queramos incluir nuestro equipo GNSS. En nuestro caso vemos que el estandar calculado es menor que 1.15 * 10 mm=11.5 mm. Lo que garantiza que el receptor GNSS que realizó la prueba cumple en X, Y con el ISO 17123-8.

b.- Es el Calculo obtenido del ISO 17123-8 en h, ¿ Menor o igual que el prescrito por sus especificaciones originales ?

Realizamos exactamente el mismo calculo que en la prueba de hipotesis anterior, pero esta vez buscamos en las tablas de Chi Cuadrado con solo 28 grados de libertad y concluimos que las pruebas realizadas con el receptor GNSS , indican que en altura también cumple con las especificaciones originales.

c.- Dos muestras de ISO 17123-8 X, Y, tomadas con diferentes instrumentos, o calculadas en forma independiente, pertenecen a la misma poblacion ?

Esta formula a pesar de su complejidad aparente, es un simple cociente de dos varianzas, con

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}} (v_x + v_y, v_x + v_y) \leq \frac{S^2_{ISO_RTK_{xy}}}{\hat{S}^2_{ISO_RTK_{xy}}} \leq F_{1-\alpha/2} (v_x + v_y, v_x + v_y)$$

$$\frac{1}{F_{0.975(56,56)}} \leq \frac{S^2_{ISO_RTK_{xy}}}{\hat{S}^2_{ISO_RTK_{xy}}} \leq F_{1-\alpha/2} (56,56)$$

$$F_{0.975(56,56)} = 1.70 \quad 0.59 \leq \frac{S^2_{ISO_RTK_{xy}}}{\hat{S}^2_{ISO_RTK_{xy}}} \leq 1.70$$

valore limites a la derecha e izquierda de la distribucion de Fisher, según grados de libertad, para lo cual vemos que tomaron de las TABLAS de Fisher, los valores que corresponden a 56 grados de libertad.

En consecuencia tenemos que el entorno de nuestra razon de varianzas, está entre 0.59 y 1.70. Esta pregunta, es de interes cuando se utilizan receptores que han sido evaluados en forma independiente, ya que generalmente se mide con pares de receptores de la misma marca, con características casi iguales. También es conveniente realizarla en el caso de una campaña donde participen multitud de receptores, por lo general de diferentes marcas, pero similares en tecnología, por lo que conviene esta evaluación por la distribución de Fisher, a fin de estar seguros, si sus

mediciones pertenecen o no al mismo tipo de población, es decir muestran desviaciones estandar similares y pueden ser usados en forma conjunta.

d.- Dos muestras de ISO 17123-8 h, tomadas con diferentes instrumentos, o calculadas en forma independiente, pertenecen a la misma población ?

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}} (\tilde{V}_k, \nu_k) \leq \frac{S^2_{-ISO-RTK_k}}{\tilde{S}^2_{-ISO-RTK_k}} \leq F_{1-\alpha/2} (\tilde{V}_k, \nu_k)$$

$$\frac{1}{F_{0.975(28,28)}} \leq \frac{S^2_{-ISO-RTK_k}}{\tilde{S}^2_{-ISO-RTK_k}} \leq F_{1-\alpha/2}(28,28)$$

$$F_{0.975(28,28)} = 2.13 \quad 0.47 \leq \frac{S^2_{-ISO-RTK_k}}{\tilde{S}^2_{-ISO-RTK_k}} \leq 2.13$$

Hacemos exactamente como en la pregunta anterior, vemos el valor que tomaron de las tablas de Fisher, pero ahora con sólo 28 grados de libertad, y vemos que es 2.13. Por lo tanto los valores extremos entre los que la razón las varinzas, para que se cumpla la hipótesis deben estar entre 0.47 y 2.13. Y concluimos que los valores de nuestras muestras nos permiten usar los equipos en el mismo

experimento, ya que están dentro del rango permitido.

Conclusiones.

El ISO 17123-8 nos permite realizar un diagnóstico fiel y preciso de las condiciones en que se encuentra un Receptor GNSS RTK, asumiendo que en la prueba, las condiciones ambientales sean favorables. Asimismo el ISO integra cualquier modalidad RTK disponible al momento, bien sea de Red Geodésica RTK, NTRIP, Virtual o FSK, o simplemente por conexión UHF, con tal de que el receptor pueda medir en Tiempo Real. El receptor GNSS lo tratamos aquí como un conjunto, pero a veces un simple cable o el conector ruidoso de la antena, puedan ser los responsables de que ese conjunto no funcione en absoluto, por lo que posterior a esta evaluación por el ISO, en caso de resultados negativos, debemos buscar y usar las mejores estrategias para aislar el componente, que degrada en forma solemne nuestras observaciones. También queremos hacer notar que actualmente en MECINCA, ejercitamos el ISO 17123-8 en los receptores RTK, y que adicionalmente realizamos evaluaciones a los receptores GPS, en la modalidad Estático Rápido y Stop & Go, con series similares a las usadas en el ISO 17123-8, a fin de conocer en forma fehaciente el comportamiento de un receptor o grupo de los mismos, que participan en campañas Geodésicas, Sísmicas o Cartográficas dentro del ámbito nacional. Finalmente, debemos advertir a título informativo, que las pruebas de calibración y homologación que se le realizan a los equipos GNSS en el laboratorio, son algo más complejas que las mostradas en el ISO 17123-8, ya que comprenden rutinas de chequeo del reloj maestro como la varianza de Allen, la relación SNR en los canales receptores, prueba de Distancia o Baseline Cero, el consumo de corriente, y muchas otras, que en su mayoría dependen del programa del fabricante del equipo GNSS, pero que al final es el ISO 17123-8 el que generosamente nos va a dictar si todos estos procedimientos realizados trabajan en forma conjunta.

Referencias:

- 1.-ISO 17123-8. International Estándar. First Edition 2007. ISO Switzerland
- 2.-Accuracy Standards for Positioning, Version 1.0. Geomatics Canada. Septiembre 1966.
- 3.-Good Norm for RTK-Services and GNSS Survey Practice in Denmark. Casper JEPSEN and Marianne KNUDSEN, Denmark. FIG Working week. 2008.
- 4.-The new ISO standard 17123-8 for checking GNSS field measuring systems. Hans HEISTER, Germany. FIG Working week 2008
- 5.-El DIN 18753 en la Calibración de Estaciones Totales y Teodolitos. A. Marquez, MECINCA 2000.
- 6.-Standards, Best Practice, Testing and Calibration in Global Navigation Satellite System (GNSS). European Synchrotron Radiation Facility. FIG Working week 2008