

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/374618239>

Diseño, observación y vinculación a sirgas de una red GNSS según el Manual de Carreteras Chileno

Poster · November 2022

DOI: 10.13140/RG.2.2.14371.02080

CITATIONS

0

READS

22

4 authors, including:



Felipe Carvajal Rodríguez
Universidade Federal do Paraná

15 PUBLICATIONS 18 CITATIONS

SEE PROFILE

DISEÑO, OBSERVACIÓN Y VINCULACIÓN A SIRGAS DE UNA RED GNSS SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS CHILENO

J. Carrasco ⁽¹⁾; F. Carvajal ⁽¹⁾; A. Silva ⁽¹⁾, C. Inostroza ⁽¹⁾

(1) GEOCOM, Soporte, Santiago, RM, Chile (jose.carrasco@geocom.cl, felipe.carvajal@geocom.cl, ariel.silva@geocom.cl, cristian.inostroza@geocom.cl)

INTRODUCCIÓN:

En Chile, el uso de redes GNSS en proyectos viales está normado mediante el Manual de Carreteras (MC), el cual establece los lineamientos técnicos y operativos para el diseño, observación, procesamiento y análisis de redes GNSS. En sus especificaciones, el MC define una red GNSS de mayor jerarquía llamada red de referencia principal (RRP), la cual debe ser vinculada a SIRGAS, además de considerar en su implantación especificaciones relacionadas a tiempos de observación, distancias entre vértices, geometría y criterios de visibilidad. En cuanto al procesamiento y tratamiento de los datos, MC también establece aspectos normativos al respecto. En este trabajo es presentada una metodología alternativa para la implantación de RRP en proyectos viales, privilegiando un enfoque más flexible, sustentado en la posibilidad de contar con una infraestructura geodésica más robusta y un procesamiento más eficiente, abordando en particular la geometría de la red. El esquema conformado por la Figura 1 y la Tabla 1 presentan las principales características de una RRP de acuerdo al MC

RRP

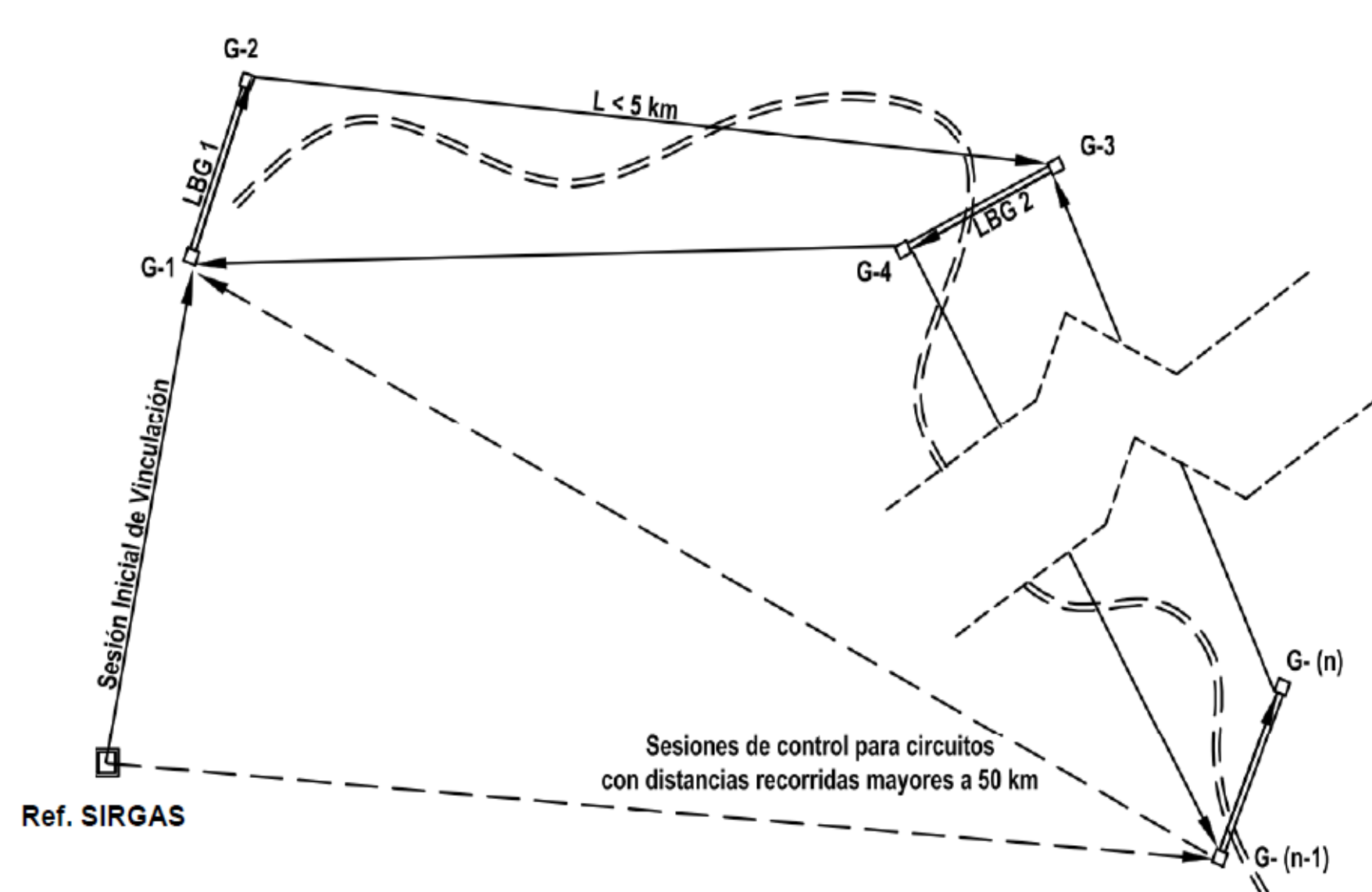


Figura 1: Criterios de diseño de una RRP MC

Estructura base	Longitud del proyecto vial (LP)	Numero de Líneas base GNSS (LGB)	Metodología de observación	Vinculación a SIRGAS
Líneas base GNSS (LGB) formadas por dos monolitos intervisibles entre si, "cielo despejado", Separados entre 400 m y 1000m	LP < 3 km	1	<ul style="list-style-type: none"> Estático Fase portadora Instrumental de 5mm +1ppm 	LP < 50 km Vinculación de una LGB (2 sesiones independientes)
	LP > 3 km	Cada 5 km (LGB en los extremos)	<ul style="list-style-type: none"> Cuadriláteros sucesivos entre cada par de LGB Precisión (cierre): 1:30.000 	LP > 50 km Poligonal Cerrada vértices extremos (RPP) y LGB cada 50 km

Tabla 1: Criterios de diseño de una RRP

ASPECTOS RELACIONADOS AL DISEÑO DE RED:

De acuerdo a la teoría de diseño de redes Geodésicas presentados por (Grafarend, 1974; Grafarend et al., 1979; Ogundare 2015). La RPP puede ser analizada de acuerdo a lo siguientes criterios:

Problema de orden cero (ZOD): El sistema de referencia de la RPP está dado por la vinculación a SIRGAS. Por lo tanto, en términos de deficiencia de Datum el origen del sistema está dado por las traslaciones del vértice SIRGAS, mientras que rotación y escala del sistema están definidos a partir de las componentes de las líneas bases y la magnitud de esta última respectivamente.

Problema de primer orden (FOD): El problema de la geometría o configuración está condicionado a la implantación de la RPP en base a los criterios de definición de las LGB de acuerdo a la longitud del proyecto vial. Por lo tanto criterios de optimización también estarán condicionados.

Problema de segundo orden (FOD): El problema de los pesos para una RPP está definido a partir de las tolerancias establecidas en el MC para el instrumental a emplear. Esto está directamente relacionado con las precisiones establecidas para los cuadriláteros de la RPP o también para la poligonal cerrada en casos de proyectos con longitud > 50. En ambos casos la metodología de observación también aborda este problema.

Problema de tercer orden (TOD): La incorporación de nuevas observaciones para mejoras en la calidad de la red no es un aspecto evaluado en la implantación de una RPP.

Problema combinado (COMD): La resolución simultánea de FOD y SOD es el enfoque tradicionalmente empleado para el diseño de una RRP, con las consideraciones de cada problema antes descrito

APLICACIÓN

Proyecto vial con una extensión de aproximadamente 100 km. Son diseñadas de acuerdo al MC 4 LBG separadas entre 28 km y 36 km.

La vinculación geodésica es realizada en Trimble Business Center mediante el vértice TLGT (SIRGAS 2021.00). La RRP esta constituida por observaciones GNSS (GPS + GLONASS), vectores independientes y tiempos de observación de acuerdo a lo establecido en MC. Finalmente mediante mínimos cuadrados es obtenida cada coordenada y su precisión

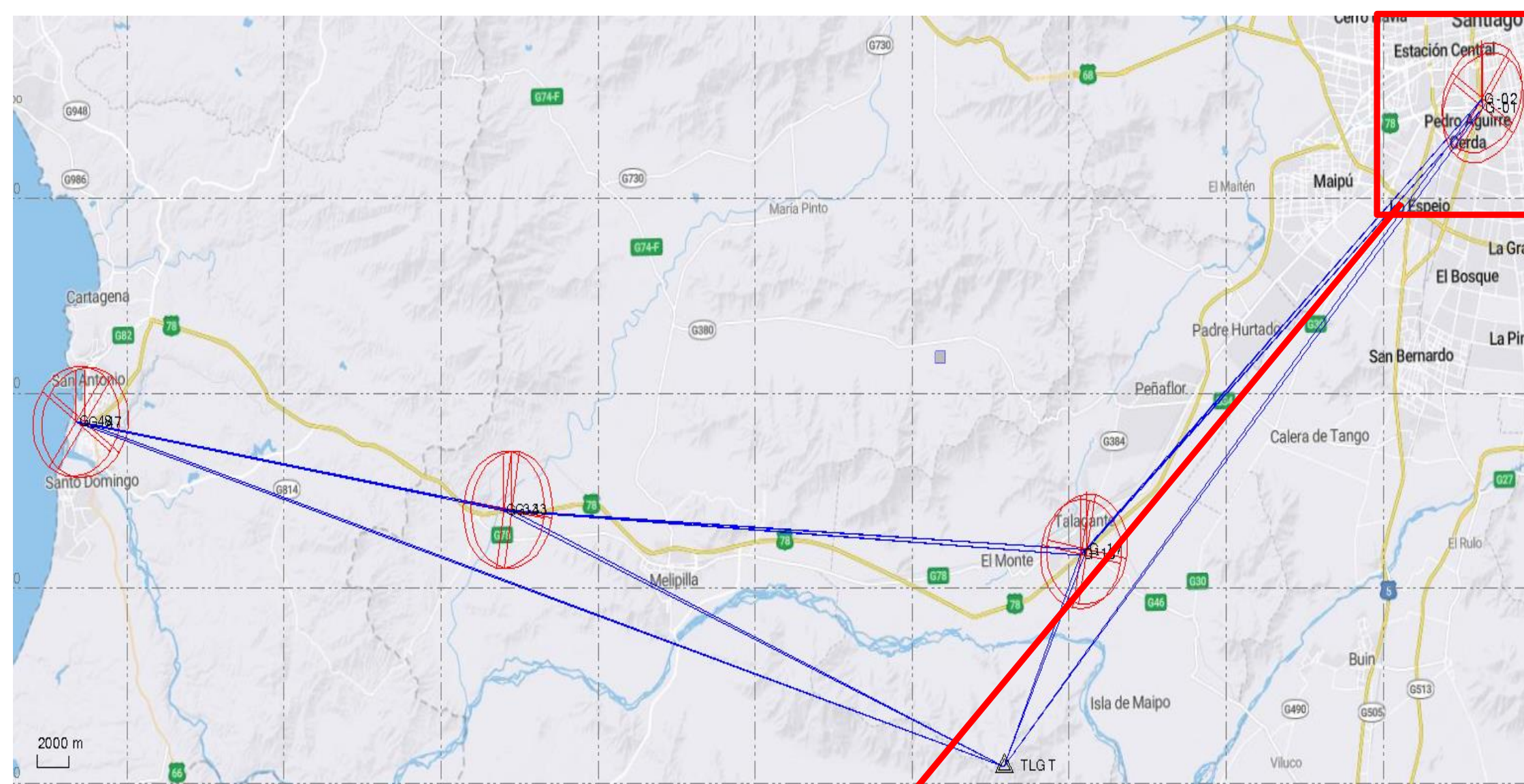


Figura 3: RRP vinculación

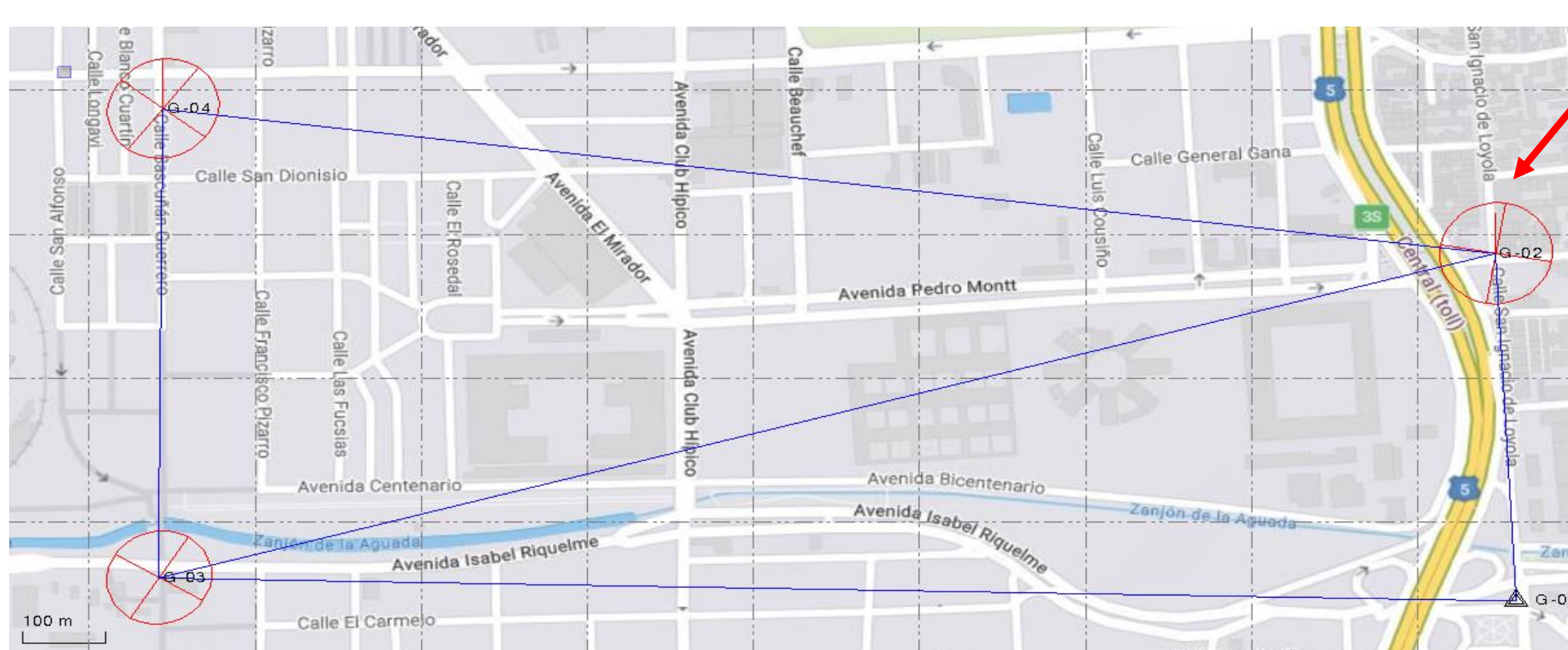


Figura 4: cuadrilátero correspondiente a la RRP

A partir de las 4 LBG diseñadas inicialmente, es realizada la densificación de la RRP. En total 23 cuadriláteros fueron generados, los cuales fueron procesados y ajustados secuencialmente fijando una de las coordenadas de cuadrilátero anterior.

Así para cada nuevo cuadrilátero son determinados 3 nuevos puntos coordenados. Para la última sesión es calculada la diferencia entre las coordenadas fijas y las de llegada.

Procesados y ajustados todos los cuadriláteros, fue realizado un análisis orientado a presentar los resultados de precisión mínima y máxima, estos valores son presentados en Tabla 1, mientras que el Grafico 1 muestra las precisiones para cada cuadrilátero

Precisión (m)	σ N (95%) (mm)	σ E (95%) (mm)	σ Altura (95%) (mm)
Mínima	1.0	1.0	2.0
Máxima	6.0	2.1	5.7
Promedio	4.0	1.1	2.9

Tabla 2: máximas y mínimas precisiones obtenidas para el ajuste secuencial de cuadriláteros

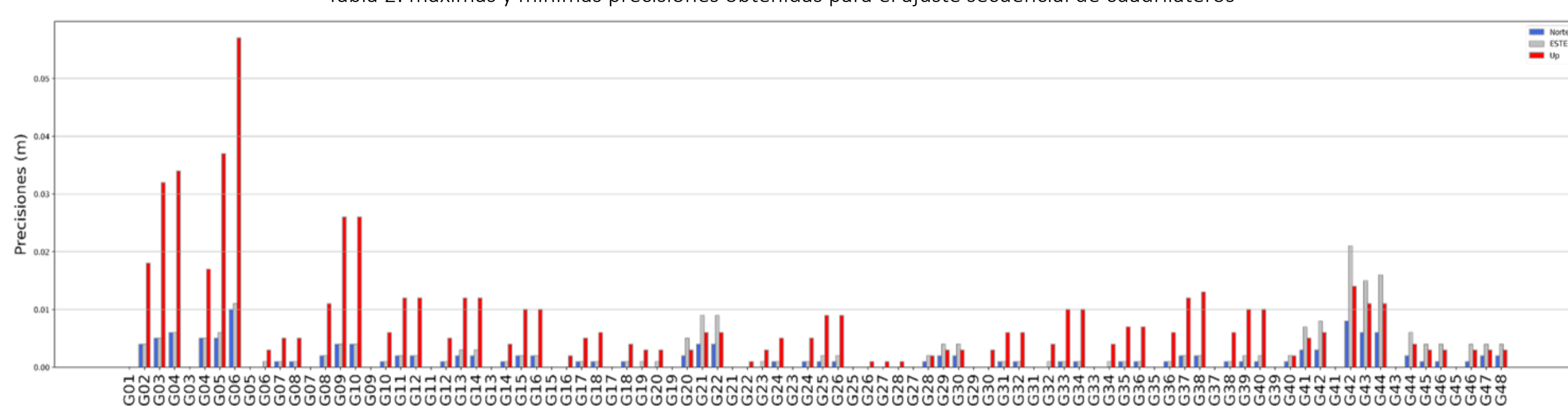


Grafico 1: Precisiones para los cuadriláteros observados

Bajo un enfoque más flexible la vinculación a SIRGAS y la construcción de la RRP podrían considerar aspectos de diseño de red con el objetivo de obtener resultados más robustos, abordando aspectos relativos a la optimización de redes geodésicas que favorecen tanto la logística y la propia calidad de la RRP. Un aspecto importante respecto al ajuste secuencial de cuadriláteros se relaciona con dualidad de las coordenadas de control, las cuales para el cuadrilátero anterior son determinadas en base al ajuste por mínimos cuadrados (parámetros) y para el siguiente cuadrilátero son fijas. En este sentido aspectos como propagación de errores o el modelo de ajuste por mínimos cuadrados deben ser considerados.

METODOLOGIA ALTERNATIVA

Un alternativa al procesamiento GNSS propuesto por el MC considera el ajuste completo de la RPP basado en las LBG principales (Figura 1). Estas últimas, provienen de una red de vinculación que incorpora estaciones activas (2 adicionales en este ejemplo), proporcionando una red más robusta. Mientras que la RPP es procesada de forma completa. Ambos enfoques son graficados en la Figura 5

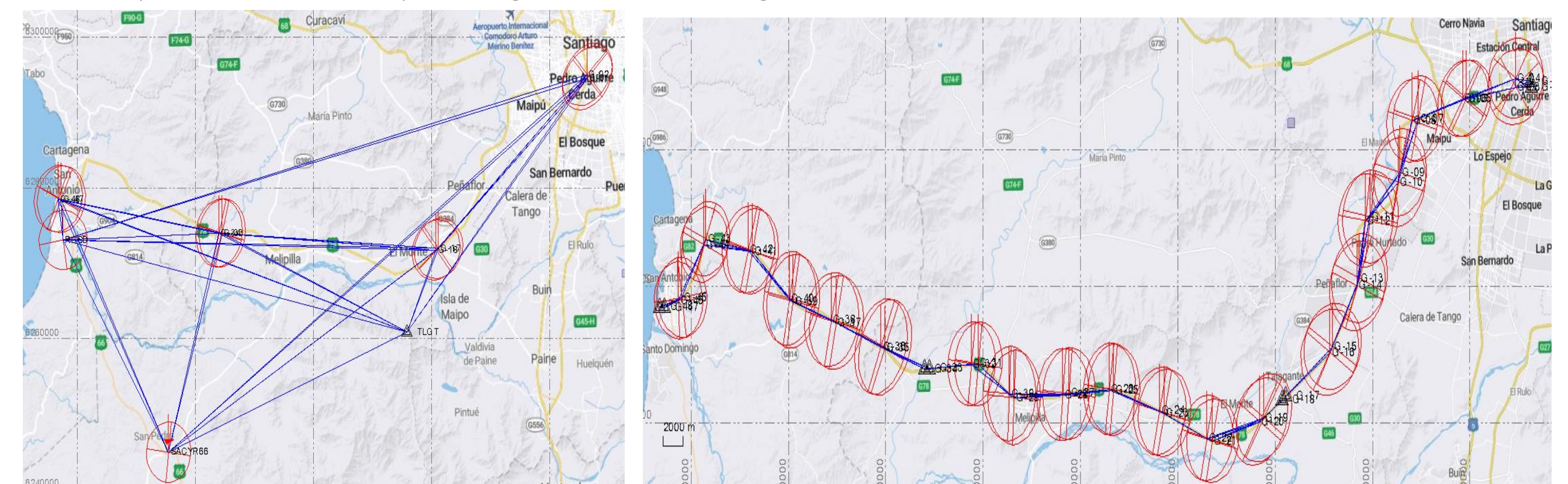


Figura 5: Izquierda: procesamiento de red de vinculación, derecha: procesamiento y ajuste de RPP completa

Los resultados en términos de precisión obtenidos del procesamiento y ajuste de la RPP (densificación) son presentados en la Tabla 3

Precisión	σ N (95%) (mm)	σ E (95%) (mm)	σ Altura (95%) (mm)
Mínima	1.0	1.0	1.4
Máxima	2.0	2.0	6.0
Promedio	2.0	2.0	3.7

Tabla 3: máximas y mínimas precisiones obtenidas para el ajuste secuencial de cuadriláteros par el procesamiento completo de la RPP

CONCLUSIONES :

Respecto a los experimentos realizados las principales conclusiones son presentadas a continuación

- Los resultados de las Tablas 2 y 3 presentan precisiones máximas y mínimas equivalentes entre ambos enfoques, favoreciendo al enfoque alternativo en algunas situaciones (ver Tabla 2 y Tabla 3)
- El empleo de estaciones activas GNSS adicionales proporcionan no solo una vinculación al marco geodésico nacional, también entregan la posibilidad de desarrollar redes más robustas. La red de vinculación presenta un factor de referencia de ~1.07 sin optimizar los pesos, el cual es mejor que el valor obtenido bajo la normativa de MC (~1.11). Esto un argumento para plantear diseños de redes de vinculación basados en el problema de primer orden (FOD)
- El ajuste completo de la RPP obtiene un factor de referencia (chi cuadrado) de ~1.26 para un proyecto de aproximadamente 100 km de extensión, este factor es incluso mejor que el obtenido en algunos cuadriláteros (~1.94).
- Considerando que ambos enfoques cumplen con lo establecido en MC. La metodología alternativa se presenta como una opción para proyectos que cuenten con una infraestructura geodésica (estaciones CORS) robusta, permitiendo obtener mejores resultados en algunos indicadores de calidad, como también un procesamiento más eficiente. (23 cuadriláteros procesados y ajustados, 1 RPP procesada y ajustada).

AGRADECIMIENTOS:

Los autores desean agradecer GEOCOM por la oportunidad de desarrollar este trabajo

REFERENCIAS:

- Ogundare, John. Precision Survey Properties and Techniques. Wiley 2015
- Grafarend EW. Optimization of geodetic networks. Bollettino di Geodesia e Scienze Affini 1974;33(4):351-406.
- MOP. Manual de carreteras. Chile procedimientos de estudios viales. Ingeniería básica aspectos geodésicos y topográficos 2.3 2022
- Grafarend EW, Heister H, Kelm R, Kropff H, Schaffrin B. Optimierung Geodetischer Messoperationen. Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag; 1979.
- Schmitt, G. ZOD- Zero order desing of Geodetic network. Curitiba 2015