



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO EN RÍO SAN PEDRO,
SAN PEDRO DE ATACAMA, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

INFORME FINAL

VOLUMEN II: TOPOGRAFÍA

SANTIAGO, FEBRERO DE 2014

Estudio Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

INDICE INFORME FINAL

VOLUMEN II: TOPOGRAFIA

| Acápites | Descripción | Página |
|-------------|--|---------------|
| 1. | RESTITUCION AEROFOTOGRAMÉTRICA | 1 - 1 |
| 1.1. | INTRODUCCIÓN | 1 - 1 |
| 1.1.1. | Objetivo General | 1 - 1 |
| 1.1.2. | Objetivos Específicos | 1 - 1 |
| 1.2. | ETAPA MEDICIÓN GPS | 1 - 2 |
| 1.2.1. | Marco Teórico | 1 - 2 |
| 1.2.1.1. | Método Estático | 1 - 2 |
| 1.2.1.2. | Configuración y Tiempos de Medición de Puntos de Referencia. | 1 - 3 |
| 1.2.1.3. | Procedimiento de Medición | 1 - 3 |
| 1.2.1.4. | Estático Rápido | 1 - 3 |
| 1.2.1.5. | Objetivos de la Medición Gps. | 1 - 4 |
| 1.2.1.6. | Procesamiento de la Información. | 1 - 4 |
| 1.2.1.7. | Software de Procesamiento. | 1 - 5 |
| 1.2.1.8. | Receptores (Gps) Empleados. | 1 - 6 |
| 1.3. | METODOLOGÍA y PROCEDIMIENTO DE TERRENO | 1 - 6 |
| 1.3.1. | Metodología de Terreno. | 1 - 6 |
| 1.3.2. | Precisiones de Equipos Gps. | 1 - 9 |
| 1.3.3. | Vinculación Planimétrica del Levantamiento. | 1 - 10 |
| 1.3.4. | Vinculación Altimétrica del Levantamiento. | 1 - 10 |
| 1.4. | COMENTARIOS | 1 - 11 |
| 2. | TOPOGRAFÍA | 2 - 1 |
| 2.1. | TRABAJOS REALIZADOS BRIGADA 1 y 2 | 2 - 1 |
| 2.1.1. | Metodología de Trabajo | 2 - 2 |
| 2.1.1.1. | Antecedentes Topográficos Generales | 2 - 2 |
| 2.1.1.2. | Instrumentos | 2 - 3 |
| 2.1.1.3. | Levantamiento de Perfiles Transversales, Canales y Fajas de Canalización | 2 - 5 |
| 2.1.1.4. | Metodología | 2 - 6 |
| 2.1.2. | Trabajos Realizados | 2 - 9 |
| 2.1.2.1. | Levantamiento de Perfiles Transversales | 2 - 9 |
| 2.1.2.2. | Levantamiento de Canales Matrices | 2 - 10 |
| 2.1.2.3. | Levantamiento de Faja de Canalización | 2 - 11 |
| 2.1.2.4. | Levantamientos de Portales de Entrada y Salida de Túnel En San Bartolo | 2 - 12 |

INDICE INFORME FINAL

VOLUMEN II: TOPOGRAFIA

| Acápites | Descripción | Página |
|-------------|---|---------------|
| 2.1.3. | Enlace Altimétrico | 2 - 13 |
| 2.2. | BRIGADA 3 | 2 - 14 |
| 2.2.1. | Instrumental | 2 - 15 |
| 2.2.2. | Poligonal Red Secundaria Vértices Cada 500 M En Rio Salado (12 Km) y Rio Grande y San Pedro (35 Km) . | 2 - 15 |
| 2.2.3. | Sistema Referencia | 2 - 23 |
| 2.2.4. | Informe Gns Solutions de Poligonal Red Secundaria Proyecto | 2 - 24 |
| 2.2.5. | Coordenadas Utm Vértices Poligonal Secundaria Rio Grande | 2 - 24 |
| 2.2.6. | Coordenadas Utm Vértices Poligonal Secundaria Rio Salado | 2 - 26 |
| 2.2.7. | Nivelación | 2 - 27 |
| 2.2.8. | Reducción de Coordenadas Utm A Planas Topográficas | 2 - 31 |
| 2.2.9. | Coordenadas Topográficas Planas | 2 - 35 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--------------------|---|
| ANEXO 1 - 1 | CERTIFICADOS CALIBRACION DE EQUIPOS CUADRO DE COORDENADAS (DIGITAL) DATOS GPS (DIGITAL) FOTOGRAFÍAS AEREAS ESCALA (DIGITAL) MONOGRAFÍAS (DIGITAL) REFERENCIA PLANIMÉTRICA Y ALTIMÉTRICA MONOGRAFÍAS POLIGONAL PRIMARIA REPORTE AJUSTE MEDICIONES GPS (DIGITAL) |
| ANEXO 2 - 1 | CERTIFICADOS CALIBRACION DE EQUIPOS LEVANTAMIENTOS (DIGITAL) NIVELACION (DIGITAL) |
| ANEXO 2 - 2 | ARCHIVOS GPS (DIGITAL) CALCULOS COORDENADAS PLANAS (DIGITAL) CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN MONOGRAFÍAS POLIGONAL SECUNDARIA NIVELACIONES (DIGITAL) |

PUNTOS LEVANTAMIENTOS (DIGITAL)
RESUMEN DE PUNTOS TOMADOS (DIGITAL)
INFORME TÉCNICO DE TRABAJOS (DIGITAL)

1. RESTITUCION AEROFOTOGRAMÉTRICA

1.1. *Introducción*

El siguiente informe considera la realización de la Red Geodésica Principal Proyecto Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego, San Pedro Atacama, Región de Antofagasta., solicitado por la Comisión Nacional de Riego (CNR). Los trabajos solicitados requieren realizar la monumentación de veinte monolitos medidos con el sistema de posicionamiento satelital GPS. A continuación se entregan los resultados de la Red Geodésica Principal de las mediciones GPS efectuadas.

Todo esto se efectuara según las normativas vigentes por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) 2011.

1.1.1. **Objetivo General**

Determinar las coordenadas Norte, Este y Cota de los veinte monolitos materializados en terreno para efectos del estudio solicitado. Estas coordenadas se enmarcan dentro de la Red Geodésica GPS para el Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego, San Pedro Atacama, Región de Antofagasta.

1.1.2. **Objetivos Específicos**

- Monumentar veinte monolitos en terreno a objeto de establecer la Red Geodésica Principal GPS.
- Realizar las mediciones GPS Geodésicas Diferenciales de las líneas bases que definen los vértices, Datum de Origen Geodésico SIRGAS (WGS-84).
- Calcular a través del programa de Postproceso los resultados estadísticos de las líneas bases GPS y posteriormente realizar el cierre o ajuste compensando de las poligonales geodésicas.
- Determinar las Coordenadas Geográficas/UTM de los vértices través del sistema de posicionamiento GPS Diferencial, en la proyección Universal Transversal de Mercator UTM Sur Huso 19.
- Entregar las coordenadas UTM SIRGAS (Norte, Este y Cota) de los vértices involucrados.
- Todos los trabajos se ajustan a las Normativas Técnicas Topográficas ETT-DOH año 2011 según los solicitado por la Comisión Nacional de Riego (CNR).

1.2. Etapa Medición GPS

1.2.1. Marco Teórico

1.2.1.1. Método Estático

Es el método tradicional en mediciones de alta precisión, siendo a su vez muy confiable. Este método requiere que se registre información por un período prolongado de tiempo, usualmente por más de una hora, de manera que se asegure una cantidad suficiente de datos que permita resolver las ambigüedades y por tanto llegar a la mayor precisión posible, normalmente especificada en los 5mm + 1ppm.

Entre los equipos geodésicos se debe distinguir entre los de frecuencia simple y los de doble frecuencia. Los primeros registran información de código C/A y fase de la onda portadora L1, estando limitados en la distancia de trabajo entre base y remoto para la lograr la alta precisión especificada, ya que al hacer uso de solo una frecuencia no es posible corregir el error debido al retardo de la señal producida por la refracción atmosférica. La distancia recomendada es de unos 20 km para lograr la resolución de ambigüedades.

Los receptores de doble frecuencia hacen normalmente uso de “todos los observables”, es decir, registran toda la información enviada por los satélites, esto es, códigos C/A y P y las portadoras L1 y L2. Al registrar las dos frecuencias, permite resolver los retardos atmosféricos de las señales y por lo tanto se puede mantener las especificaciones de precisión, no importando la distancia, desde luego mientras se mantenga la cantidad suficiente de satélites comunes.

Aplicaciones:

- Control Geodésico.
- Redes Nacionales e Internacionales.
- Control de movimientos tectónicos.
- Control de deformaciones en diques y estructuras.

Ventajas:

- Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos tradicionales.
- Sustituye el método clásico de triangulación.

1.2.1.2. Configuración y Tiempos de Medición de Puntos de Referencia.

Para esta etapa del trabajo, con la finalidad de asegurar resultados confiables y dentro de las precisiones exigidas, es que se plantea la siguiente ecuación empírica para determinar los

tiempos de medición en la vinculación de los puntos denominados GPS, que conformarán las bases de una red geodésica, cuyo sistema de referencia es el elipsoide WGS-84.

$$A \sin * \text{Kilometro} + B \sin + C * \Delta H_{km}$$

Esta es una ecuación donde los parámetros (A, B, C) se ajustan según las condiciones del terreno. El intervalo de grabación de los datos será de 5 segundos y un ángulo de corte de 10° sobre el horizonte de la antena.

1.2.1.3. Procedimiento de Medición

Para el posicionamiento planialtimétrico de los puntos, se efectuó la siguiente metodología:

- Se utilizó posicionamiento estático y estático rápido midiendo y registrando pseudo distancias satélite del centro eléctrico de la antena y fase de la onda portadora en las frecuencias L1/L2 - GPS + Glonass.
- Las mediciones fueron simultáneas en el tiempo, para su posterior procesamiento diferencial de las líneas.
- Las mediciones fueron continuas y por un período de tiempo según el método de posicionamiento utilizado, con PDOP inferior a 4 y ángulo de elevación inferior a 10 grados sobre el horizonte de la antena.
- Para cada medición se procedió a medir la altura de antena antes y después de la sesión, hora de inicio y fin, y cualquier hecho relevante para el procesamiento.

1.2.1.4. Estático rápido

Este es básicamente análogo al método estático, contando como diferencia fundamental, que el tiempo de observación puede reducirse considerablemente a períodos que van desde los 15 a los 30 minutos. Es decir, uno de los receptores actúa de “base” en un punto de coordenadas conocidas recepcionando datos durante todo el tiempo que dure la sesión mientras que el otro, que se denomina “rover”, lo hará en todos los puntos que se pretendan determinar sus coordenadas durante el período de tiempo antes enunciado.

Aplicaciones:

- Levantamientos de Control, densificación.
- Sustituye al método clásico de poligonación.
- Determinación de puntos de control, ingeniería civil, bases de replanteo.
- Levantamiento de detalles y deslindes.
- Cualquier trabajo que requiera la determinación rápida de un elevado número de puntos.

- Apoyos Fotogramétricos.

Ventajas:

- Sencillo, rápido y eficiente comparado con los métodos clásicos.

1.2.1.5. Objetivos de la Medición GPS.

El objetivo principal del proceso de medición es posicionar en Norte, Este y Altura sobre la superficie terrestre los vértices de apoyo del proyecto en estudio. Para ello se realizaron una serie de actividades técnicas conducentes a obtener como resultados finales un listado de coordenadas, reducciones, cálculos de la ubicación y el establecimiento físico de algunos monolitos (vértices), para posteriormente ocuparlos como bases de la topografía del proyecto.

1.2.1.6. Procesamiento de la Información.

Las mediciones de fase y de códigos GPS con receptores geodésicos fueron analizadas y procesadas en gabinete en forma diferencial mediante sistemas computacionales que tienen a lo menos las siguientes características:

- Chequeo y combinación de parámetros orbitales registrados en las diferentes estaciones, detección y eliminación automática de "cycle-slips".
- Aplicación de correcciones ionosféricas, troposféricas, por rotación terrestre y otros efectos relativísticos.
- Determinación de líneas bases mediante diferencias simples, dobles y triples con indicaciones estadísticas sobre precisión y confiabilidad de los resultados.
- Ajuste de Red Satelital en sistema cartesiano (x,y,z) si existiera redundancia de información.
- Cálculo de la ondulación geoidal para la zona de trabajo, correlación entre cotas elipsoidales y geoidales para puntos en ambos sistemas.
- Transformación de coordenadas WGS-84 a sistema local considerando ondulaciones geoidales en sistema cartesiano (x, y, z).

1.2.1.7. Software de Procesamiento.

Trimble Business Center es un software diseñado para añadir la fuerza de la tecnología receptora de satélites R-Track™ de Trimble. Con el software Trimble Business Center se puede transferir, datos GNSS y ópticos capturados en el campo a la oficina, para luego ser procesados. Una vez que los mismos hayan sido procesados, simplemente se exportan los datos al programa de software de nuestros clientes.



Fuente: Software Calculo Trimble Business Center

El software Trimble Business Center integra tareas comunes en un paquete unificado y singular, tareas tales como:

- Importación y exportación de datos de levantamientos topográficos GNSS
- Procesamiento de datos de levantamientos topográficos GNSS, incluyendo las señales GLONASS
- Garantía de calidad y control de calidad de datos (GC/CC)
- Procesamiento de línea base GNSS extremadamente rápido
- Ajuste de red de levantamientos topográficos de mínimos cuadrados para datos GNSS
- Modelo de superficie, contornos rápidos y visualización 3D
- Funciones COGO avanzadas
- Transformación de datos y proyecciones
- Creación de sistemas de coordenadas terrestres, y definiciones de sitio basadas en cientos de sistemas de coordenadas publicadas de todo el mundo
- Calibraciones de Sitio
- Reportes

1.2.1.8. Receptores (GPS) Empleados.

Las mediciones fueron realizadas con cinco receptores Trimble Modelo R6 Doble frecuencia (L1 y L2) GPS + Glonass RTK con 72 Canales y Portadora L1/L2 de ciclo completo, lo cual garantiza obtener la información necesaria para la solución del tipo Geodésica. Los receptores mencionados se componen como unidad Compacta, tal como se muestra en la Figura 1.2.1.8-1:

FIGURA 1.2.1.8-1-1
EQUIPOS GPS DOBLE FRECUENCIA

MARCA TRIMBLE – MODELO R6



Fuente: Elaboración Propia.

1.3. Metodología y Procedimiento de Terreno

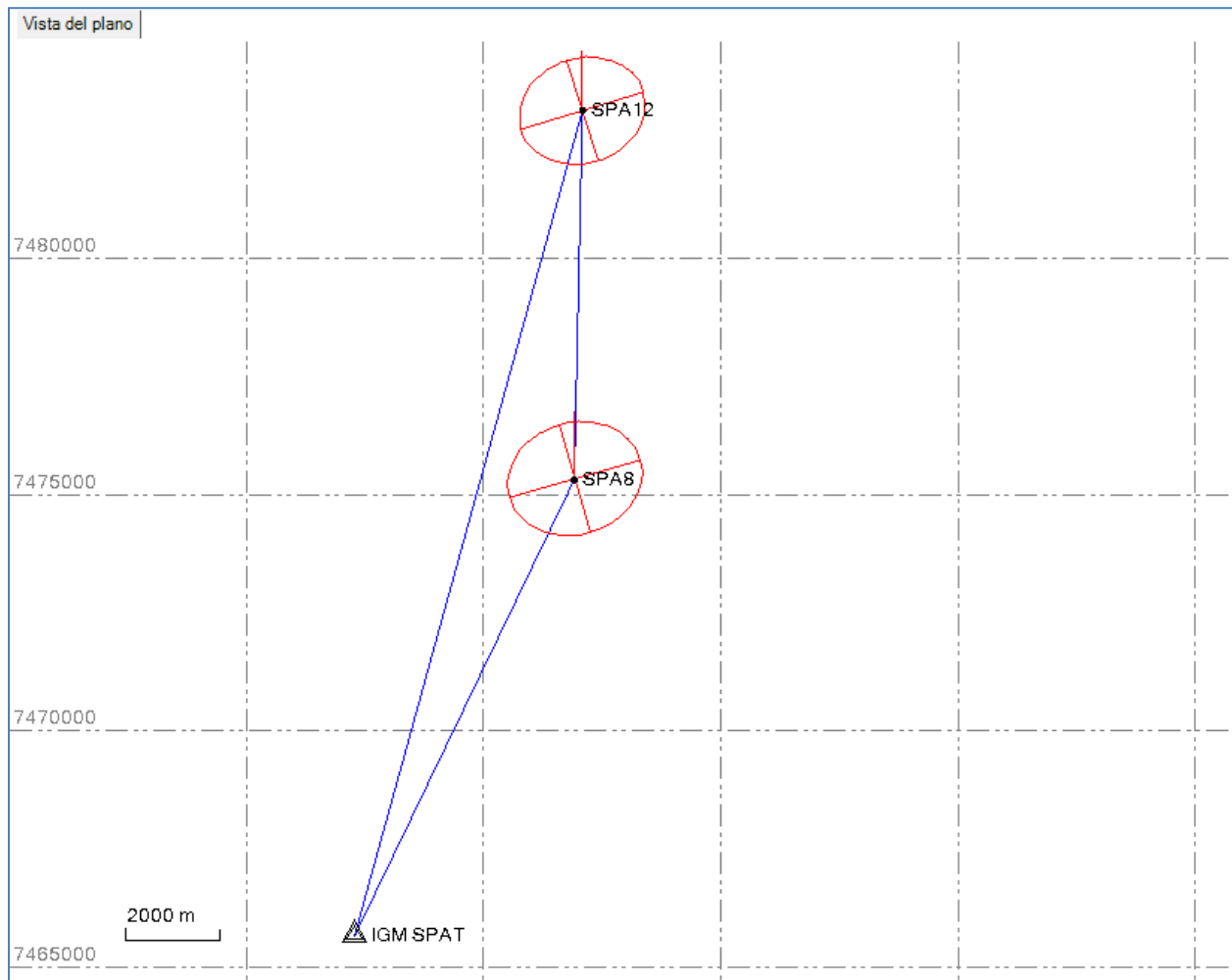
1.3.1. Metodología de terreno.

Los trabajos desarrollados para el proyecto “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego en Río San Pedro” se efectuaron a partir de las Normativas Técnicas Topográficas **ETT-DOH Año 2011**, de la Dirección de Obras Hidráulicas.

De acuerdo a una previa programación en Google Earth, se establecieron los vértices de vinculación denominados SPA12 y SPA8. Posteriormente se desarrollaron los cuadriláteros que conforman la Red Geodésica Principal que tiene como finalidad mantener el control de los vértices para el desarrollo de las postas entre vértices cada 500 metros.

Para efectos de las mediciones se utilizaron equipos GPS Diferenciales Doble Frecuencia, GPS + GLONASS, en método de posicionamiento Estático, lo cual asegura una precisión en las observaciones GPS y la confiabilidad en los resultados estadísticos. En el Cuadro 1.3.1-1 al Cuadro 1.3.1-3 se presentan las coordenadas de la poligonal primaria.

FIGURA 1.3.1-1
RED GPS VINCULACIÓN – SAN PEDRO DE ATACAMA
DATUM SIRGAS (WGS-84) HUSO 19.



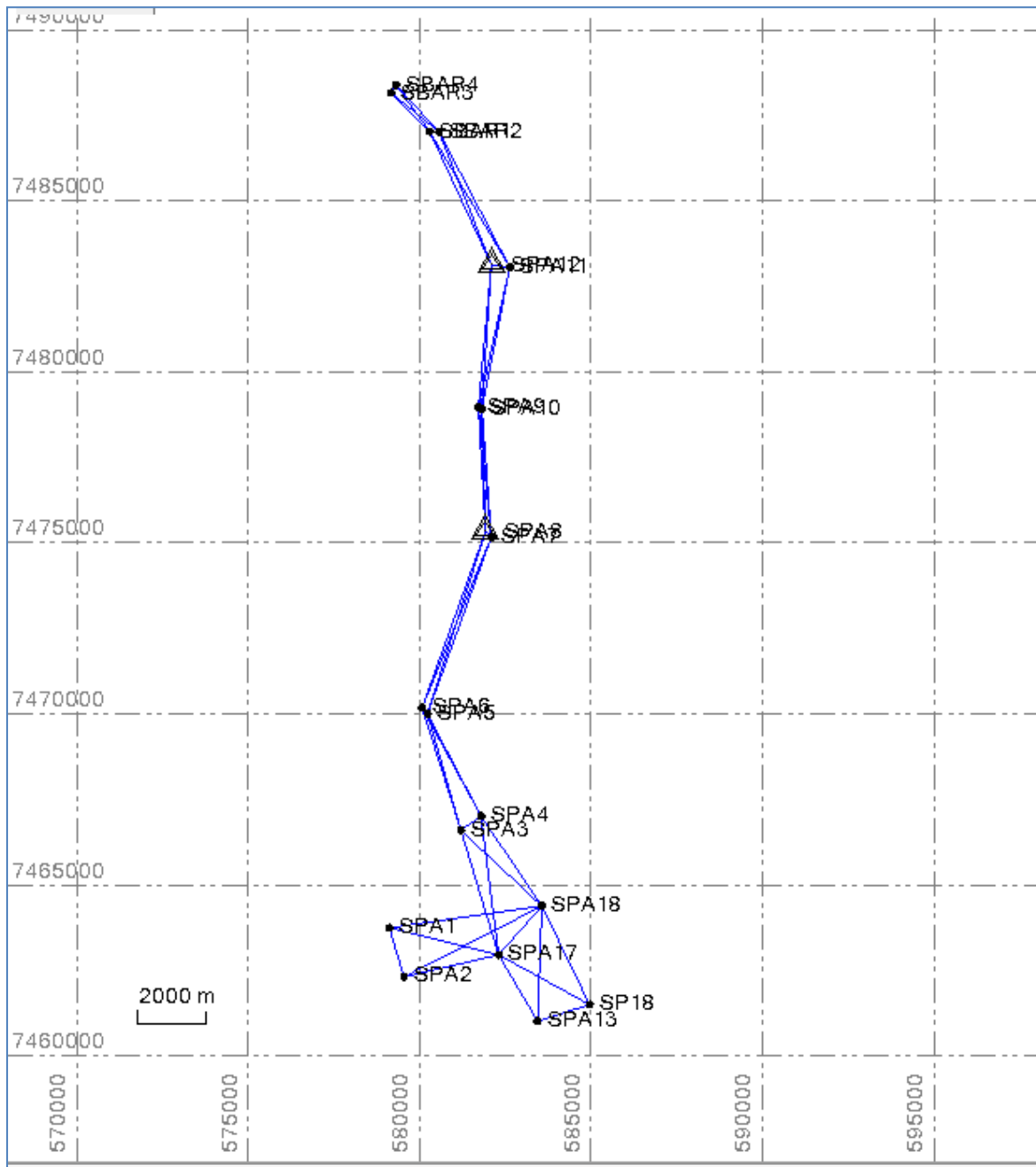
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 1.3.1-1
COORDENADAS UTM DE RED DE CUADRILATEROS SAN PEDRO

| RED VINCULACION IGM SPAT | | | |
|--------------------------|-------------|------------|--------------------|
| Vertice | Norte | Este | Altura Ortométrica |
| IGM SPAT | 7465631,154 | 577265,590 | 2603,667 |
| SPA8 | 7475304,322 | 581905,795 | 2543,788 |
| SPA12 | 7483114,207 | 582078,937 | 2697,761 |

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 1.3.1-2
RED CUADRILÁTEROS GPS – SAN PEDRO DE ATACAMA
DATUM SIRGAS (WGS-84) HUSO 19



Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 1.3.1-2
COORDENADAS UTM DE RED DE CUADRILATEROS SAN PEDRO**

| Vértice | Norte | Este | Altura Ortométrica |
|---------|-------------|------------|--------------------|
| SBAR1 | 7487009,962 | 580279,463 | 2836,257 |
| SBAR2 | 7486998,762 | 580548,510 | 2847,526 |
| SBAR3 | 7488142,508 | 579152,928 | 2992,917 |
| SBAR4 | 7488371,878 | 579295,662 | 2951,581 |
| SP18 | 7461468,738 | 584947,342 | 2393,085 |
| SPA1 | 7463714,137 | 579101,762 | 2413,627 |
| SPA2 | 7462279,345 | 579529,430 | 2400,405 |
| SPA3 | 7466567,218 | 581193,096 | 2455,386 |
| SPA4 | 7466982,563 | 581777,981 | 2452,545 |
| SPA5 | 7470412,585 | 580220,777 | 2479,504 |
| SPA6 | 7470154,843 | 580057,479 | 2482,171 |
| SPA7 | 7475145,535 | 582077,896 | 2544,483 |
| SPA8 | 7475304,322 | 581905,795 | 2543,788 |
| SPA9 | 7478956,967 | 581704,131 | 2595,883 |
| SPA10 | 7478903,154 | 581802,482 | 2601,918 |
| SPA11 | 7483034,247 | 582618,236 | 2684,487 |
| SPA12 | 7483114,207 | 582078,937 | 2697,762 |
| SPA13 | 7460986,609 | 583427,823 | 2392,446 |
| SPA17 | 7462925,667 | 582290,838 | 2406,004 |
| SPA18 | 7464353,948 | 583553,821 | 2410,513 |

Fuente: Elaboración Propia

1.3.2. Precisiones de Equipos GPS.

La precisión obtenida de los equipos GPS, está determinada por el fabricante y corresponde a:

Levantamientos GNSS static y faststatic¹

Horizontal.....3 mm + 0,1 ppm RMS

Vertical.....3, 5 mm + 0,4 ppm RMS

Levantamientos cinemáticos¹

Horizontal.....10 mm + 1 ppm RMS

Vertical.....20 mm + 1 ppm RMS

Tiempo de inicialización³.....por lo general, menos de 25 segundos

Fiabilidad de la inicialización⁴.....por lo general, más de un 99,9%

(1) La precisión y la fiabilidad pueden estar sujetas a anomalías debido a multitrayecto, obstrucciones, geometría de satélites y condiciones atmosféricas. Siempre siga las prácticas de levantamiento recomendadas.

(3) Puede resultar afectado por las condiciones atmosféricas, multitrayecto de señal, obstrucciones y geometría de satélites.

(4) Puede resultar afectado por las condiciones atmosféricas, multitrayecto de señal y geometría de satélites. La fiabilidad de la inicialización se monitorea constantemente para asegurar la más alta calidad.

1.3.3. Vinculación Planimétrica del Levantamiento.

La vinculación planimétrica de la georreferenciación del estudio se efectuó a partir del traslado Geodésico GPS desde el vértice de control **IGM SPAT** Datum SIRGAS (WGS-84), Elipsoide GRS-80 y altura elipsoidal. En el Cuadro 1.3.3-1.

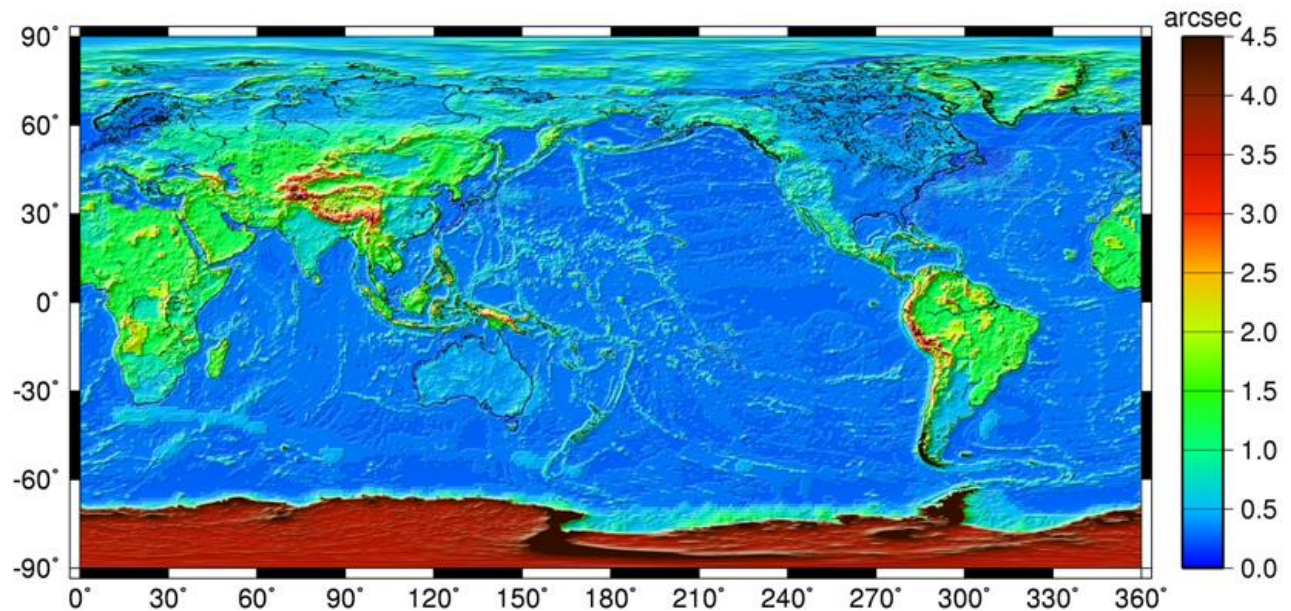
CUADRO 1.3.3-1
RED VINCULACION IGM SPAT

| Vertice | Norte | Este | Altura |
|----------|-------------|------------|----------|
| IGM SPAT | 7465631,154 | 577265,590 | 2603,667 |
| SPA8 | 7475304,322 | 581905,795 | 2543,788 |
| SPA12 | 7483114,207 | 582078,937 | 2697,761 |

Fuente: Elaboración Propia

1.3.4. Vinculación Altimétrica del Levantamiento.

La vinculación altimétrica de los vértices de control, se realizó a partir del vértice **PN-4B-69**. Después para efectos de reducir todas las alturas elipsoidales a Nivel Medio del Mar se utilizó el Modelo Geoidal Global (EGM2008) aplicando la reducción de la ondulación geoidal a cada punto de acuerdo a la zona comprendida.



Modelo Geoidal EGM2008

1.4. Comentarios

Dado los resultados obtenidos en cuanto a la Red GPS Vinculación Geodésica y Red de Cuadriláteros GPS podemos mencionar lo siguiente:

- La materialización de la Red Geodésica de Vinculación GPS y su conformación geométrica a partir de cuadriláteros o triángulos fue lo suficientemente consistente en cuanto a los resultados esperados, dado los tiempos y condiciones de medición se obtuvieron resultado de cierre de ciclos bastante confiables.
- Los resultados del Postproceso y sus tolerancias cumplieron con las exigencias solicitadas por las Normativas Técnicas ETT-DOH año 2011, considerando tiempos de medición entre vértices sobre 35 minutos, intervalo de grabación de 5 segundos y mascara de elevación de 10 grados.

2. topografía

Para poder realizar las campañas ordenadamente, los trabajos se han desarrollado de la siguiente forma; se han dividido los trabajos presentados en el Cuadro 2-1, en tres brigadas. Estas tres brigadas están a cargo del Señor Ricardo Meza, Jefe y encargado de los trabajos

topográficos del proyecto. La restitución Aerofotogramétrica se encuentra en el Capítulo 1 de este Informe.

CUADRO 2-1 RESUMEN DE TRABAJOS TOPOGRÁFICOS REALIZADOS

| # | BRIGADA | TRABAJOS REALIZADOS TOPOGRAFIA |
|----|-----------|---|
| 1 | Nº 1, Nº2 | Construcción de vértices poligonal base cada 6 km. pares intervisibles en 35 km. |
| 2 | Nº 1, Nº2 | Medición en terreno poligonal base. |
| 3 | Nº 1, Nº2 | Nivelación de vinculación a red IGM. |
| 4 | Nº2 | Levantamiento de 160 perfiles transversales en el rio San Pedro. |
| 5 | Nº 1, Nº2 | Levantamiento portal de entrada y salida túnel trasvasije en San Bartolo. |
| 6 | Nº 1, Nº2 | Levantamiento 1/1000 trazado de faja de canalización de las aguas salinas del rio Salado. |
| 7 | Nº 1, Nº2 | Levantamiento 1/1000 trazado de faja de canalización hasta las 6 bocatomas de los canales de riego. |
| 8 | Nº 2 | Levantamiento de perfiles transversales cada 200 m. mas sus singularidades en 6 canales matrices. |
| 9 | Nº 3 | Construcción vértices poligonal secundaria (visibles 500 m) 12 km por el río Salado y 35 km río San Pedro |
| 10 | Nº 3 | Medición en terreno de poligonal secundaria. |
| 11 | Nº 3 | Cálculo poligonal secundaria. |
| 12 | Nº 3 | Nivelación de la poligonal secundaria |
| 13 | Nº 3 | Levantamientos 1/1000 de alternativas de presa mas instalación de 4 PRs |
| 14 | Nº 3 | Dos levantamientos 1/2000 de yacimientos mas instalación de 4 PRs |
| 15 | Nº 3 | Levantamiento de 210 perfiles transversales rio Grande y 160 perfiles río San Pedro. |

Fuente: Elaboración Propia

2.1. Trabajos Realizados brigada 1 y 2

Los trabajos realizados corresponden a los siguientes y enumerados en Cuadro 2.1-1.

- Construcción de PRs Poligonal Base.
- Medición Poligonal base.
- Levantamiento Portal de Entrada y Salida Túnel de trasvasije en San Bartolo. Además, construcción y medición de 4 PRs.
- Levantamiento de 160 perfiles transversales en rio San Pedro desde la confluencia de los ríos Salado y Grande.
- Nivelación geométrica para vinculación de poligonal secundaria a red IGM.
- Levantamiento escala 1/1000 de trazado de canalización correspondiente a la conducción de las aguas salinas del rio Salado.
- Levantamiento escala 1/1000 de trazado de las aguas del rio Grande hasta las distintas bocatomas de los 6 canales de riego.

- Levantamiento de perfiles transversales cada 200 m. mas sus singularidades en 6 canales matrices: Cuchabrache, Patilla, Catarpe, Huachar, Bellavista y San Pedro.

CUADRO 2.1-1 RESUMEN TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

| # | ITEM | LONGITUD | Nº DE PR's | Nº DE CHAPAS |
|---|--|----------|------------|--------------|
| 1 | Construcción de PRs poligonal base. | 35 km. | 13 | 7 |
| 2 | Medición poligonal base. | 35 km | 13 | 7 |
| 3 | Levantamiento portal de entrada y salida túnel de trasvasije en San Bartolo, construcción y medición de 4 PRs. | 4.5 Hás. | - | 4 |
| 4 | Levantamiento de 160 perfiles transversales en el rio San Pedro. | 16 Km. | 10 | 2 |
| 5 | Nivelación geométrica vinculación a IGM. | 1200 m. | 1 | - |
| 6 | Levantamiento 1/1000 trazado de faja de canalización de las aguas salinas del rio Salado. | 16 km. | 6 | 4 |
| 7 | Levantamiento 1/1000 trazado de faja de canalización hasta las 6 bocatomas de los canales de riego. | 12 km. | 6 | 4 |
| 8 | Levantamiento de perfiles transversales cada 200 m. mas sus singularidades en 6 canales matrices. | 18 km. | 13 | 1 |

Fuente: Elaboración Propia

2.1.1. Metodología de Trabajo

La metodología ocupada en la realización de los trabajos topográfico, ya sea, en la construcción y ubicación de los monolitos para PRs, nivelación geométrica, poligonal GPS y levantamientos, se basó en las Especificaciones Técnicas Topográficas de la Dirección de Obras Hidráulicas (ETT-DOH) y Términos de Referencia de este Estudio, mediante la utilización de la instrumentación adecuada, tal que se cumplan con los requerimientos de precisión y tolerancias que se exige.

2.1.1.1. Antecedentes Topográficos Generales

Los trabajos relacionados con la nivelación del proyecto de estudio de ingeniería se ejecutó tomando como base el PN IGM B4 69 1956, ubicado al costado del reten de carabineros en la plaza de San Pedro de Atacama, este punto es un monolito de hormigón con una placa metálica y cuya cota fue entregada por el IGM, la cual se muestra en el Cuadro de cotas dentro

de este informe. Además, se creó una red principal de vértices que cubre toda el área de estudio, dicha poligonal geodésica se genero tomando como base el punto IGM SPAT en datum SIRGAS con equipos GPS doble frecuencia.

2.1.1.2. Instrumentos

Los instrumentos ocupados son los adecuados a estos tipos de trabajos, de tal manera que se cumplan con los requerimientos de precisión y tolerancias en cada uno de ellos. Para el caso de la nivelación del PR RSP 29 de la poligonal secundaria se ocupó el siguiente instrumental:

- **Nivel Digital Trimble DINI**
 - Precisión en 1 km de Doble nivelación:
 - Mira Invar: 0,7 mm
 - Mira Código de Barra Normal: 1.3 mm.
 - Rango de Medición entre 1,5 m. y 100 m.
 - Precisión de Distancia:
 - Mira Invar: 25 mm
 - Mira Código de Barra Normal: 30 mm
 - Tiempo de Medición: 3 s
 - Zoom Telescopio: 26X
 - Rango de Compensador: $\pm 15'$
 - Graduación: 400 grads/360°

Para el caso de los levantamientos de los canales, perfiles transversales y fajas de canalización, se ocupó el siguiente instrumental:

- **Estación Total Topcon Gts 3007**
 - Aumento Telescopio 29.5X
 - Precisión medición angular 10 segundos centesimales
 - Precisión del distanciómetro, 2 mm + 2 ppm
 - Memoria interna para almacenar las mediciones de terreno

- Corrección automática por presión y temperatura
- Compensadores electrónicos de 2 ejes
- **Estación Total Trimble M3**
 - Aumento Telescopio 30X
 - Precisión medición angular 5 segundos centesimales
 - Precisión del distanciómetro, 2 mm + 2 ppm
 - Memoria interna para almacenar las mediciones de terreno
 - Corrección automática por presión y temperatura

Para el caso de la poligonal geodésica, se ocupó el siguiente instrumental:

- **Sistema GPS Trimble R4 Doble Frecuencia**
 - Levantamientos GNSS Static y FastStatic
 - Horizontal 3 mm + 0.1ppm RMS
 - Vertical 3.5 mm + 0.4 ppm RMS
 - Levantamientos Cinematicos
 - Horizontal 10 mm + 1 ppm RMS
 - Vertical 20 mm + 1 ppm RMS
 - Tiempo de inicialización por lo general, menos de 25 segundos
 - Fiabilidad de la inicialización por lo general, más de un 99.9 %
 - Posicionamiento GPS diferencial de código
 - Horizontal 0.25 m + 1 ppm RMS
 - Vertical 0.50 m + 1 ppm RMS
 - Precisión de posicionamiento diferencial WAAS

Por lo general, menos de 5 m 30 RMS

2.1.1.3. Levantamiento de Perfiles Transversales, Canales y Fajas de Canalización

Brigada Topográfica

Se constituyó en terreno 2 brigadas compuestas por un Ingeniero Geomensor y dos ayudantes especializados, cada una, utilizando el siguiente instrumental:

- 3 Equipos de comunicación
- 1 Nivel Digital
- 2 Miras BMI
- 1 Equipo GPS doble frecuencia.
- 2 Estaciones Totales.

Metodología

La coordenada de cada elemento de terreno de los levantamientos se obtuvo mediante mediciones topográficas con instrumental GPS doble frecuencia en modo cinemático Stop & Go, esto se realiza midiendo el punto de interés, el cual queda registrado en la libreta electrónica del GPS, que con un proceso posterior a la etapa de terreno se le asigna a cada punto coordenadas NEZ, de acuerdo al amarre a los PRs correspondientes, asignándole también a cada elemento un código predeterminado. También se ocupó dos estaciones totales cuya coordenada de cada elemento de los levantamientos se obtuvo mediante mediciones topográficas electrónicas con colector de datos, esto se realiza midiendo al punto de interés, el cual queda registrado en el instrumento con coordenadas NEZ, de acuerdo al amarre a los PRs correspondientes, asignándole a cada elemento un código predeterminado.

Puntos de Referencia

Se materializaron 20 puntos de referencia (PR) para la construcción de la poligonal primaria en la zona de estudio, obteniéndose sus correspondientes coordenadas y cotas mediante una poligonal GPS.

Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete consistió en procesar toda la información obtenida en terreno y cálculos topográficos. Este trabajo se hizo con el Software de aplicación topográfica. Trimble Business Center y AutoCAD Land Desktop 2009.

2.1.1.4. METODOLOGIA

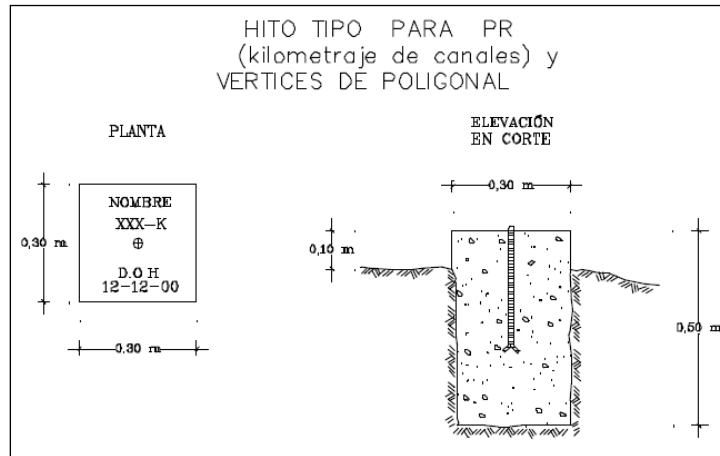
Construcción de monolitos para PRs

La ubicación de los **Puntos de Referencia (PR)** cumplirá con las siguientes condiciones:

- Se construyeron cercanos a la zona de estudio, permitiendo que de una sola operación instrumental sea posible el control o los replanteos correspondientes.
- La ubicación de los puntos de referencia (PR) se fijó considerando el proyecto en su totalidad, con el objeto de evitar su reposición por la construcción de caminos o canales, ensanches o variantes de obras, acopio de materiales, instalaciones anexas, etc.
- La ubicación de estos puntos se situó en lo posible, alejado al curso natural del río, propiedades privadas. No obstante deberán mantener la distancia exigida en los términos de referencia para el arrastre de la coordenada y cota, considerando la existencia de pares intervisibles entre ellos en la zona del estudio.
- La señalización de los puntos de referencia tiene por objeto ubicar en el terreno la referencia topográfica. Cada PR será pintado en color azul y el nombre del PR en relieve y de color blanco.

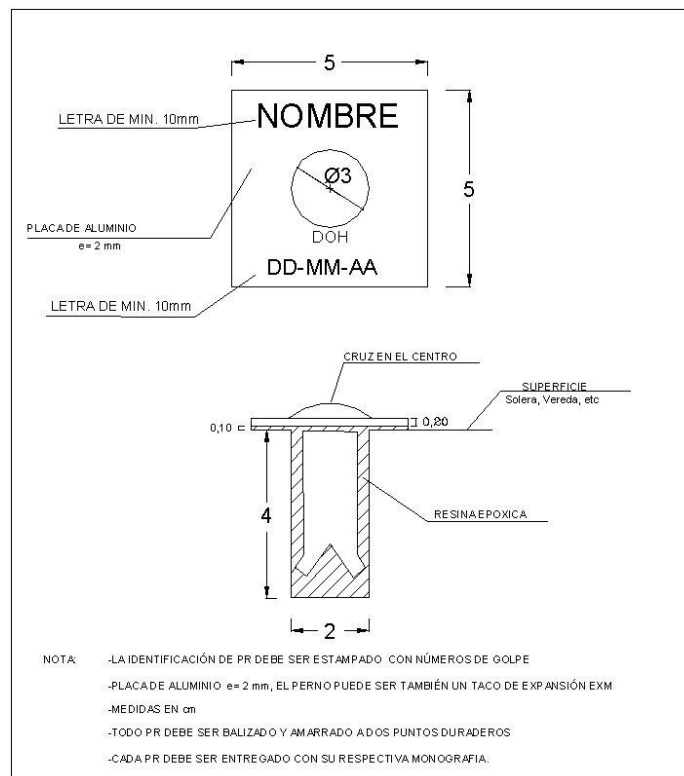
La Figura 2.1.1.4-1 y 2.1.1.4-2 indica las dimensiones y características que de cada PR monumentado en terreno.

FIGURA 2.1.1.4-1 MONUMENTACIÓN DE PR'S



Fuente: ETT Topografía DOH

**FIGURA 2.1.1.4-2
MONUMENTACIÓN DE PR'S**



Fuente: ETT Topografía DOH

Poligonal

Antes de empezar los trabajos, se efectuó un reconocimiento del terreno a levantar de modo de distribuir estratégicamente y con visión panorámica los vértices de la poligonal, con la finalidad, de que con estos se cubra la faja en estudio. Antes de realizar los trabajos de medición, se materializó la red de vértices, los que cumplen con las especificaciones correspondientes.

Con los vértices materializados se desarrolló una poligonal, la cual, comenzó desde el punto IGM SPAT. La medición de la poligonal geodésica fue a través de receptores GPS doble frecuencia, obteniéndose coordenadas UTM utilizando el datum SIRGAS y transformadas posteriormente a Planas Topográficas.

Las tolerancias para una poligonal GPS que parte en un vértice IGM y cierra sobre otro vértice IGM u otro vértice de una red de mayor orden es de 1:50000 la longitud de la poligonal.

La tolerancia de cierre para una poligonal GPS sobre el mismo vértice de inicio es de 1:20000 la longitud de la poligonal.

Nivelación

La Nivelación Geométrica de los PR's para este tipo de estudios de prefactibilidad se ha utilizado el método de nivelación corriente con cierre, ésta nivelación se realiza avanzando desde un PR con cota geométrica definida y luego retornando al PR inicial. Las visuales no excedieron los 100 m.

Para realizar estas nivelaciones se utilizó un nivel digital marca Trimble modelo DINI.

La altimetría del presente estudio fue vinculada al PN IGM B4 69 1956, el cual se ubica en el reten de carabineros en la plaza de San Pedro de Atacama en cuyo certificado consta con cota referida al nivel medio del mar.

Una vez obtenida la cota del PN IGM se niveló geoméricamente el PR RSP 29 de la poligonal secundaria ubicados dentro de la zona de estudio.

La tolerancia máxima admisible para la nivelación corriente para este estudio está determinada por la expresión:

$e = + 0,01 * K^{0.5}$ Nivelación Corriente

Donde: "e" es el error de cierre expresado en metros y "K" es la distancia de avance total del recorrido, medido en kilómetros

Si la nivelación cerrada cumple con la tolerancia se ejecuta la compensación del error, el cual se distribuye por partes iguales si las distancias son constantes o una distribución proporcional a la distancia existente entre cada punto.

Levantamiento de Perfiles Transversales, Canales, Fajas de Canalización y Portales de Entrada y Salida de Túnel en San Bartolo

Para el levantamiento de los perfiles transversales, canales matrices y fajas de canalización se ocuparon como punto base PRs de la poligonal primaria y secundaria, los cuales serán detallados más adelante, en coordenadas, cotas y nombres, en todos los sectores se tomaron detalladamente todas las singularidades existentes de importancia del terreno involucrado.

Monografías

Por cada vértice y punto de referencia se hizo una monografía con la balización del monolito de hormigón, esta monografía contiene, una foto referencial, croquis, descripción de las balizas, coordenadas Planas Topográficas, cotas Geométricas y cotas GPS, donde correspondan.

2.1.2. Trabajos Realizados

2.1.2.1. Levantamiento de Perfiles Transversales

Para los perfiles transversales se realizó un levantamiento topográfico, considerando el curso actual del río y sus singularidades en sus riveras hasta los anchos pedidos en los términos de referencias. Este levantamiento comenzó instalándose en el PR RSP 33 y haciendo el calaje correspondiente al PR RSP 31, desde aquí en adelante se realizaron estaciones arbitrarias para el avance y a medida que se encontraban PRs por el recorrido se tomaban para tener un control topográfico de este trabajo.

Para el levantamiento se utilizaron los PR's nombrados en el Cuadro 2.1.2.1-1 construidos en este estudio de prefactibilidad. El levantamiento se realizó en su totalidad con estación total, obteniendo coordenadas y cotas de todos los puntos medidos en terreno referidas a los PR's ya mencionados. Las coordenadas de estos PR's se presentan en el Cuadro 2.1.2.1-2.

CUADRO 2.1.2.1-1
COORDENADAS UTM Y COTAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LOS PERFILES
TRANSVERSALES

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|-------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| SPA 8 | 7475304.322 | 581905.795 | 2543.788 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.1.2.1-2
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMETRICAS DE PRS PARA EL
LEVANTAMIENTO DE LOS PERFILES TRANSVERSALES

| PR | COORDENADAS PLANAS TOPOGRÁFICAS | | |
|--------|---------------------------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| RSP 33 | 7464390.628 | 580187.613 | 2412.987 |
| RSP 31 | 7465244.397 | 580790.961 | 2423.038 |
| RSP 25 | 7467986.902 | 580958.407 | 2448.610 |
| RSP 22 | 7469409.738 | 580114.303 | 2466.593 |

CUADRO 2.1.2.1-2
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMETRICAS DE PRS PARA EL
LEVANTAMIENTO DE LOS PERFILES TRANSVERSALES

| PR | COORDENADAS PLANAS TOPOGRÁFICAS | | |
|--------|---------------------------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| RSP 21 | 7469972.996 | 580126.511 | 2472.264 |
| RSP 19 | 7471089.626 | 580219.329 | 2482.120 |
| RSP 18 | 7471686.068 | 580290.597 | 2488.789 |
| RSP 16 | 7472683.470 | 580806.821 | 2502.452 |
| XSP11A | 7476907.684 | 581863.065 | 2559.138 |
| XSP 16 | 7477933.648 | 582134.772 | 2572.760 |
| RSP 10 | 7475250.550 | 581988.726 | 2539.092 |

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2.2. Levantamiento de Canales Matrices

Para el trabajo de los 6 canales matrices involucrados en este estudio, se realizó un levantamiento topográfico, en los cuales se considero perfiles transversales cada 200 metros más todas sus singularidades para su posterior análisis.

Para los levantamientos se utilizaron los PR's incluidos en el Cuadro 2.1.2.2-1 construidos en este estudio de prefactibilidad. Estos levantamientos se realizaron en un porcentaje con el sistema de GPS Stop & Go del GPS Doble Frecuencia, obteniendo coordenadas y cotas referidas al los PRs RSP 12, RSP 14, SPA 2, SPA 3, SPA 13, SPA 17 y RSP 33, después de un proceso de calibración tomando como base la poligonal primaria y poligonal secundaria que tienen coordenadas y cota, instalándose un equipo base en los PRs ya mencionados y un equipo móvil con el cual se recorrió el terreno involucrado en estos levantamientos. Además, se tomaron puntos con Estación Total, instalándose en los PRs SPA 5, SPA 6, SPA 8, RSP 10, RSP 22, RSP 23 y RSP 25, levantándose puntos del terreno natural, bordes de canal, fondos de canal y eje. Las coordenadas de estos PR's se presentan en el Cuadro 2.1.2.2-2.

CUADRO 2.1.2.2-1
COORDENADAS UTM Y COTAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LOS CANALES
MATRICES

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|-------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| SPA 2 | 7462279.345 | 579529.430 | 2400.405 |
| SPA 3 | 7466567.218 | 581193.096 | 2455.386 |
| SPA 5 | 7470412.585 | 580220.777 | 2479.504 |
| SPA 6 | 7470154.843 | 580057.479 | 2482.171 |

CUADRO 2.1.2.2-1
COORDENADAS UTM Y COTAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LOS CANALES
MATRICES

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|--------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| SPA 8 | 7475304.322 | 581905.795 | 2543.788 |
| SPA 13 | 7460986.609 | 583427.823 | 2392.446 |
| SPA 17 | 7462925.667 | 582290.838 | 2406.004 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.1.2.2-2
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMETRICAS DE PRS PARA EL
LEVANTAMIENTO DE LOS CANALES MATRICES

| PR | COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS | | |
|--------|---------------------------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| RSP 10 | 7475250.550 | 581988.726 | 2539.092 |
| RSP 12 | 7474426.413 | 582050.410 | 2525.948 |
| RSP 14 | 7473495.316 | 581594.808 | 2515.534 |
| RSP 22 | 7469409.738 | 580114.303 | 2466.593 |
| RSP 23 | 7468865.831 | 580202.304 | 2459.988 |
| RSP 25 | 7467986.902 | 580958.407 | 2448.610 |
| RSP 33 | 7464390.628 | 580187.613 | 2412.987 |

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2.3. Levantamiento de Faja de Canalización

Para el trabajo correspondiente a la faja de canalización, se realizó un levantamiento topográfico por los ríos: Salado, Grande y San Pedro, para su posterior análisis, diseño de la tubería y obras complementarias..

Para los levantamientos se utilizaron los PR's incluidos en el Cuadro 2.1.2.3-1 construidos en este estudio de prefactibilidad. Estos levantamientos se realizaron en un porcentaje con el sistema de GPS Stop & Go del GPS Doble Frecuencia, obteniendo coordenadas y cotas referidas al los PRs XES 4, RSP 14, SPA 10 y RSP 25, después de un proceso de calibración tomando como base la poligonal primaria y poligonal secundaria que tienen coordenadas y cota, instalándose un equipo base en los PRs ya mencionados y un equipo móvil con el cual se recorrió el terreno involucrado en estos levantamientos. Además, se tomaron puntos con Estación Total, instalándose en los PRs XSP 16, XSP 15, SPA 9, RSP 16, RSP 17 y RSP 18,

levantándose puntos del terreno natural. Las coordenadas de estos PR's se presentan en el Cuadro 2.1.2.3-2.

CUADRO 2.1.2.3-1
COORDENADAS UTM Y COTAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA FAJA DE
CANALIZACION

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|--------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| SPA 10 | 7478903.154 | 581802.482 | 2601.918 |
| SPA 9 | 7478956.967 | 581704.131 | 2595.883 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.1.2.3-2
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO
DE LA FAJA DE CANALIZACION

| PR | COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS | | |
|--------|---------------------------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | COTA |
| XSP 16 | 7477932.559 | 582135.451 | 2572.760 |
| XSP 15 | 7478360.620 | 582034.738 | 2576.870 |
| XES 4 | 7487105.937 | 579245.290 | 2856.825 |
| RSP 14 | 7473495.316 | 581594.808 | 2515.534 |
| RSP 16 | 7472683.470 | 580806.821 | 2502.452 |
| RSP 17 | 7472213.659 | 580368.493 | 2495.446 |
| RSP 18 | 7471687.068 | 580290.597 | 2488.789 |
| RSP 25 | 7467986.902 | 580958.407 | 2448.610 |

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2.4. Levantamientos de Portales de Entrada y Salida de Túnel en San Bartolo

Para los trabajos en los portales de entrada y salida del túnel en San Bartolo, se realizaron dos levantamientos topográficos, de una dimensión de 150 x 150 metros aproximadamente según lo pedido en los términos de referencia de este estudio para el posterior análisis y diseño de las obras correspondientes.

Para el levantamiento del portal de entrada se utilizaron los SBAR 3 y SBAR 4, así como en el de salida se utilizaron los PR's SBAR 1 y SBAR 2, construidos en este estudio de prefactibilidad. Estos levantamientos se realizaron en su totalidad con estación total,

obteniendo coordenadas y cotas de todos los puntos medidos en terreno referidas a los PR's ya mencionados. Las coordenadas de estos PR's se presentan en el Cuadro 2.1.2.4-1.

CUADRO 2.1.2.4-1

COORDENADAS UTM Y ALTURAS ORTOMETRICAS PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DEL PORTAL DE ENTRADA

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|--------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | ALTURA |
| SBAR 3 | 7488142.508 | 579152.928 | 2992.917 |
| SBAR 4 | 7488371.878 | 579295.662 | 2951.581 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.1.2.4-2

COORDENADAS UTM Y ALTURAS ORTOMETRICAS PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DEL PORTAL DE SALIDA

| PR | COORDENADAS UTM | | |
|--------|-----------------|------------|----------|
| | NORTE | ESTE | ALTURA |
| SBAR 1 | 7487009.962 | 580279.463 | 2836.257 |
| SBAR 2 | 7486998.762 | 580548.510 | 2847.526 |

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3. ENLACE ALTIMETRICO

Se realizó la nivelación cerrada requerida para ligar en altura el vértice de la poligonal secundaria que está dentro de la zona estudio.

Para la realización de esta nivelación, se midió sobre el fierro empotrado en el monolito de hormigón, para su uso se dejaron fraguar aproximadamente por cuatro días, para posteriormente, comenzar la medición sobre él.

La Nivelación Geométrica del PR fue del tipo nivelación cerrada de tipo corriente. Las visuales no excedieron los 70 m.

El registro de nivelación se adjunta en Anexo 2 - 1

El certificado del pilar de nivelación se adjunta en Anexo 2 -1.

La tolerancia máxima admisible para la nivelación cerrada corriente para este trabajo está determinada por la expresión:

$$e = + 0,01 K^{0,5} \text{ Nivelación corriente}$$

Donde:

e = error de cierre expresado en metros.

K = distancia de avance total del recorrido ida y vuelta, medido en kilómetros

Se presenta en el Cuadro 2.1.3-1 un resumen del desnivel y cota del PR dentro de la zona de estudio.

CUADRO 2.1.3-1
DESNIVEL Y COTA GEOMETRICA COMPENSADA DE PR

| PR | | Desnivel (m) | | Error (m) | Toler. (m) | Desn. Prom. (m) | Cota Comp. (m) |
|----------------|--------|--------------|--------|-----------|------------|-----------------|----------------|
| De | A | ida | vuelta | | | | |
| IGM B4 69 1956 | | | | | | | 2437.913 |
| IGM B4 69 1956 | RSP 29 | 8.988 | -8.996 | 0.0073 | 0.0098 | -8.992 | 2428.921 |

Fuente: Elaboración Propia

2.2. *Brigada 3*

Los trabajos realizados fueron los siguientes:

- Construcción de vértices poligonal red secundaria cada 500 m en 12 Km rio Salado y 35 Km Rio Grande San Pedro.
- Medición poligonal cada 500 m
- Nivelación de 47 kms cada 500 m.
- Levantamiento 1:1000, 2 sitios de presa de 5 há cada uno.
- Levantamiento 1:2000, zona de 2 empréstitos de 5 há cada uno. (7 días)
- Levantamiento 210 perfiles transversales Rio Grande cada 50 y 100 m en 12 kms. (24 días)

2.2.1. INSTRUMENTAL

Las mediciones se están realizando a partir del 10 de diciembre de 2012, con los siguientes equipos de última generación.

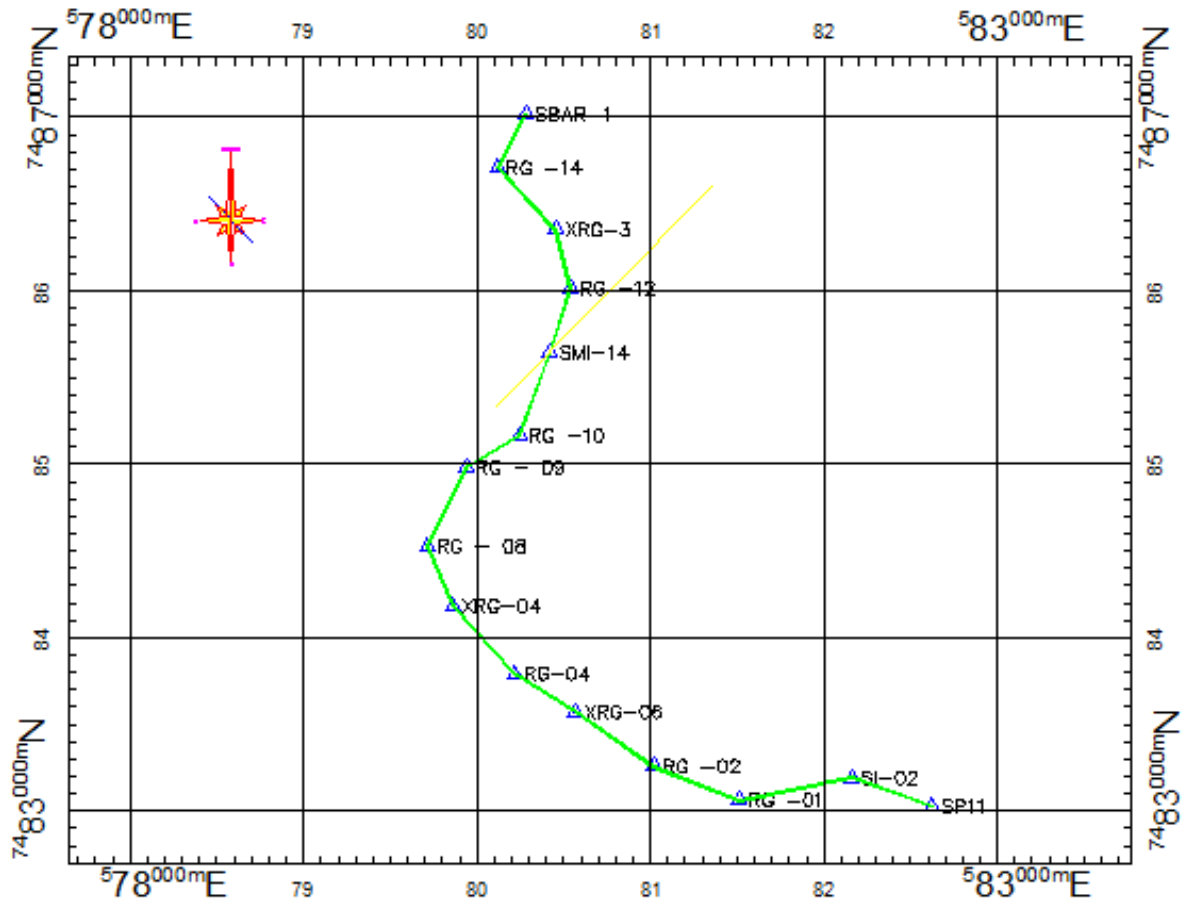
- 2 receptores GPS geodésicos, marca MAGELLAN mod. Promark3
- Nivel Ingeniero con desviación estándar de 1 mm por kilometro, marca TOPCON, mod AT-F4.
- Estación Total , marca TOPCON mod. GTS 212
- GNSS Solutions , software utilizado en procesamiento de datos.

2.2.2. POLIGONAL RED SECUNDARIA VÉRTICES CADA 500 M EN RIO SALADO (12 KM) Y RIO GRANDE Y SAN PEDRO (35 KM) .

La construcción de vértices de la poligonal red secundaria cada 500 m a la fecha 12/12/12 se encuentra materializada totalmente en los 12 Km del rio Salado y 35 Km Rio Grande y San Pedro.

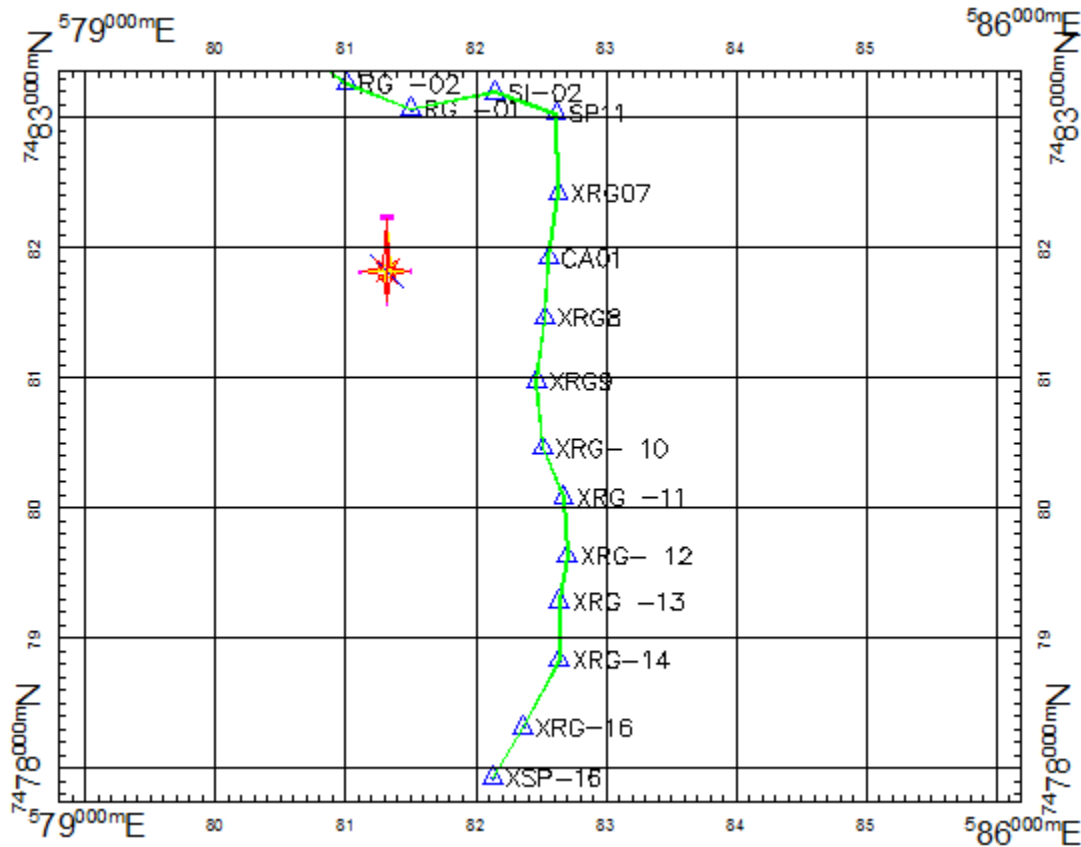
Con el instrumental antes individualizado, se procedió a medir en forma de “postas” de todos los lados del triángulo, obteniéndose solo soluciones FIJAS, indicadas en la Figura 2.2.2-1 a la 2.2.2-8.

**FIGURA 2.2.2-1
POLIGONAL RIO GRANDE 1/2**



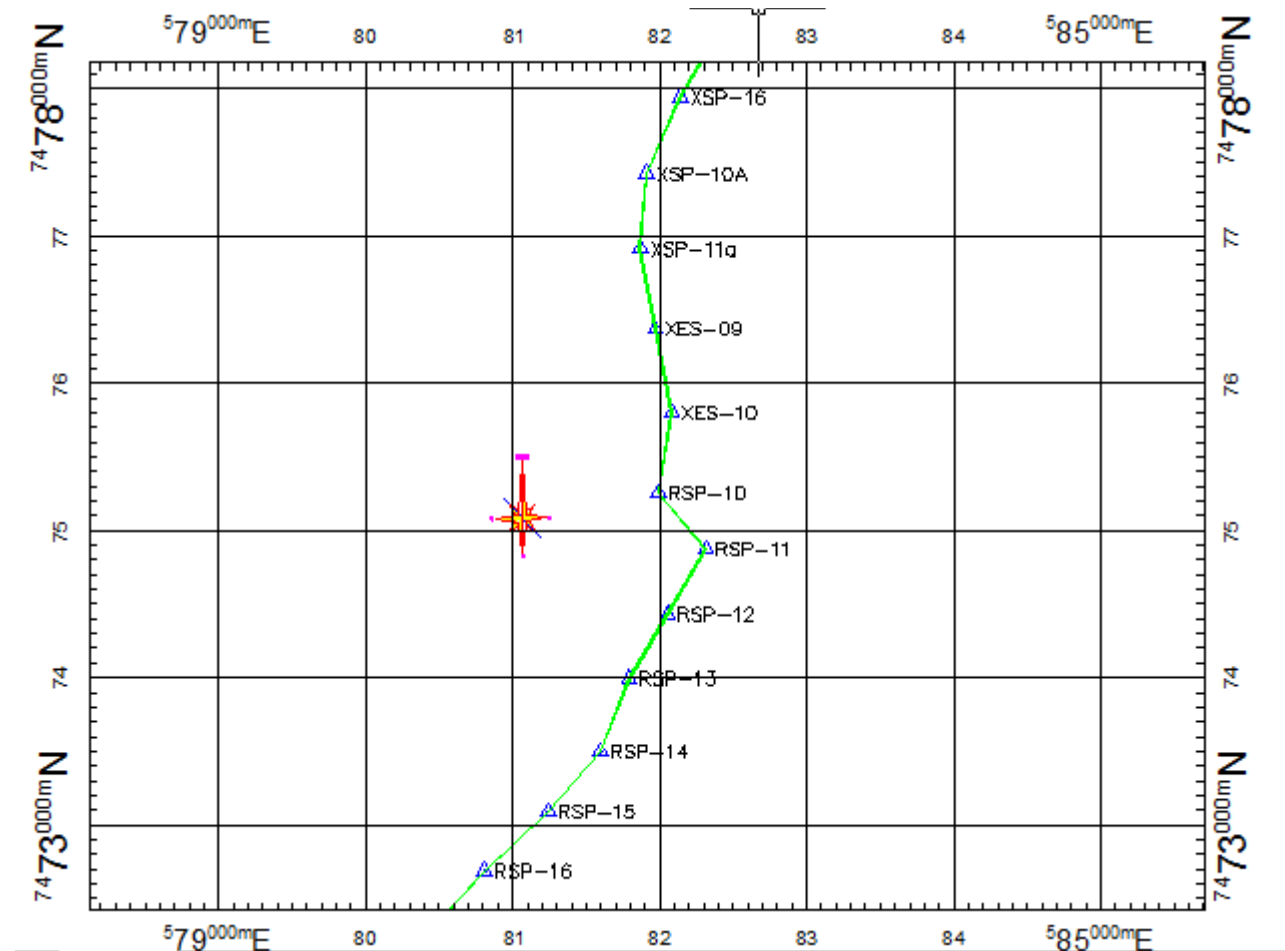
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-2
POLIGONAL RIO GRANDE 2/2



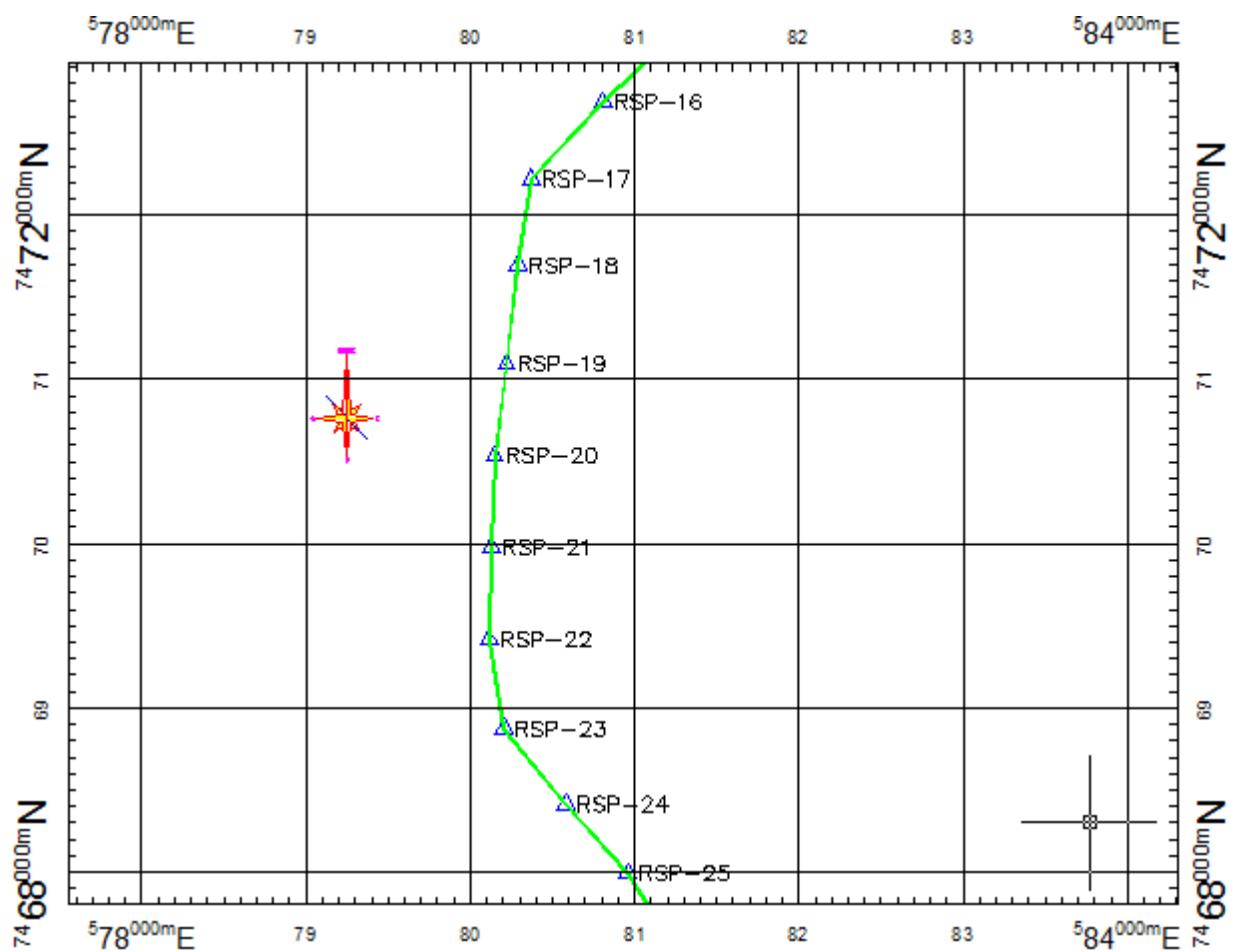
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-3
POLIGONAL RÍO SAN PEDRO 1/3



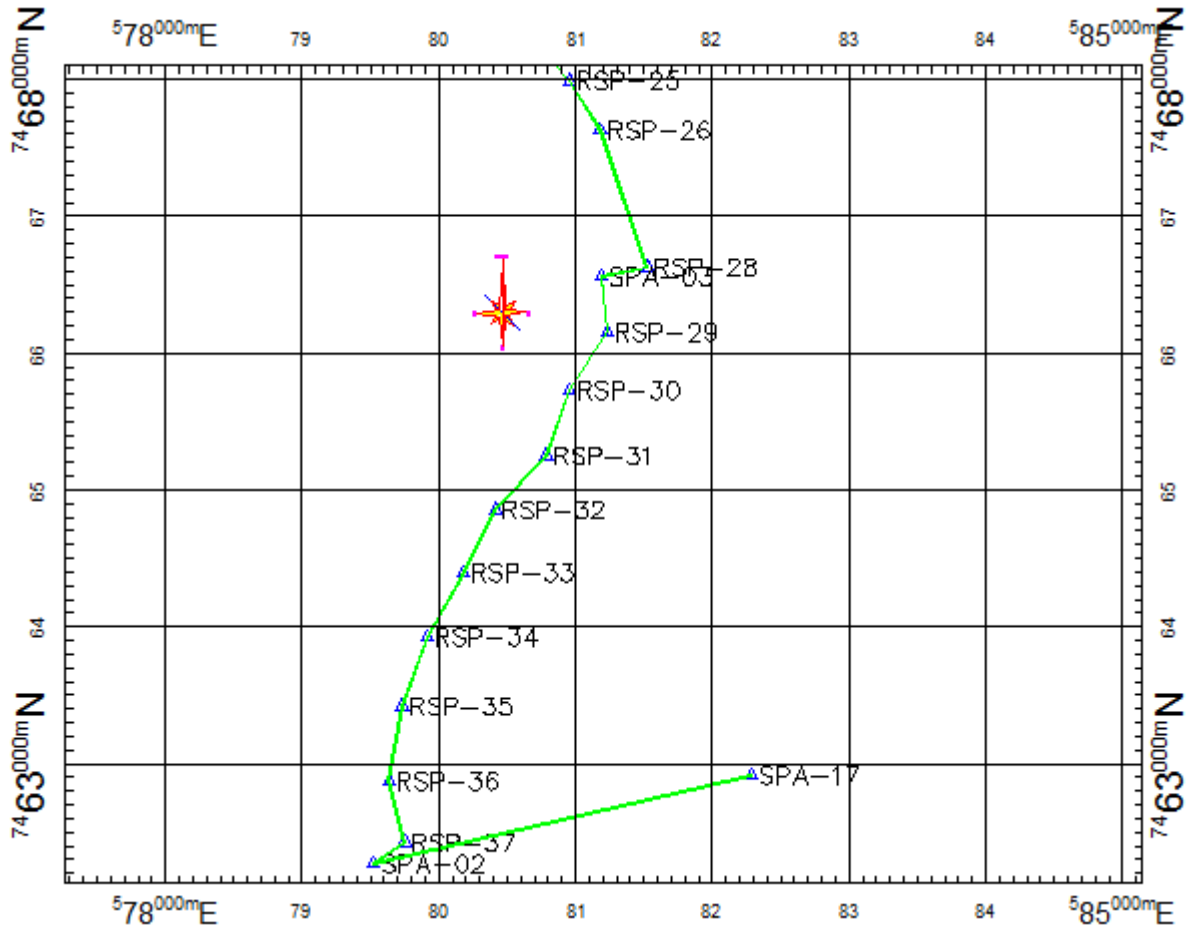
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-4
POLIGONAL RÍO SAN PEDRO 2/3



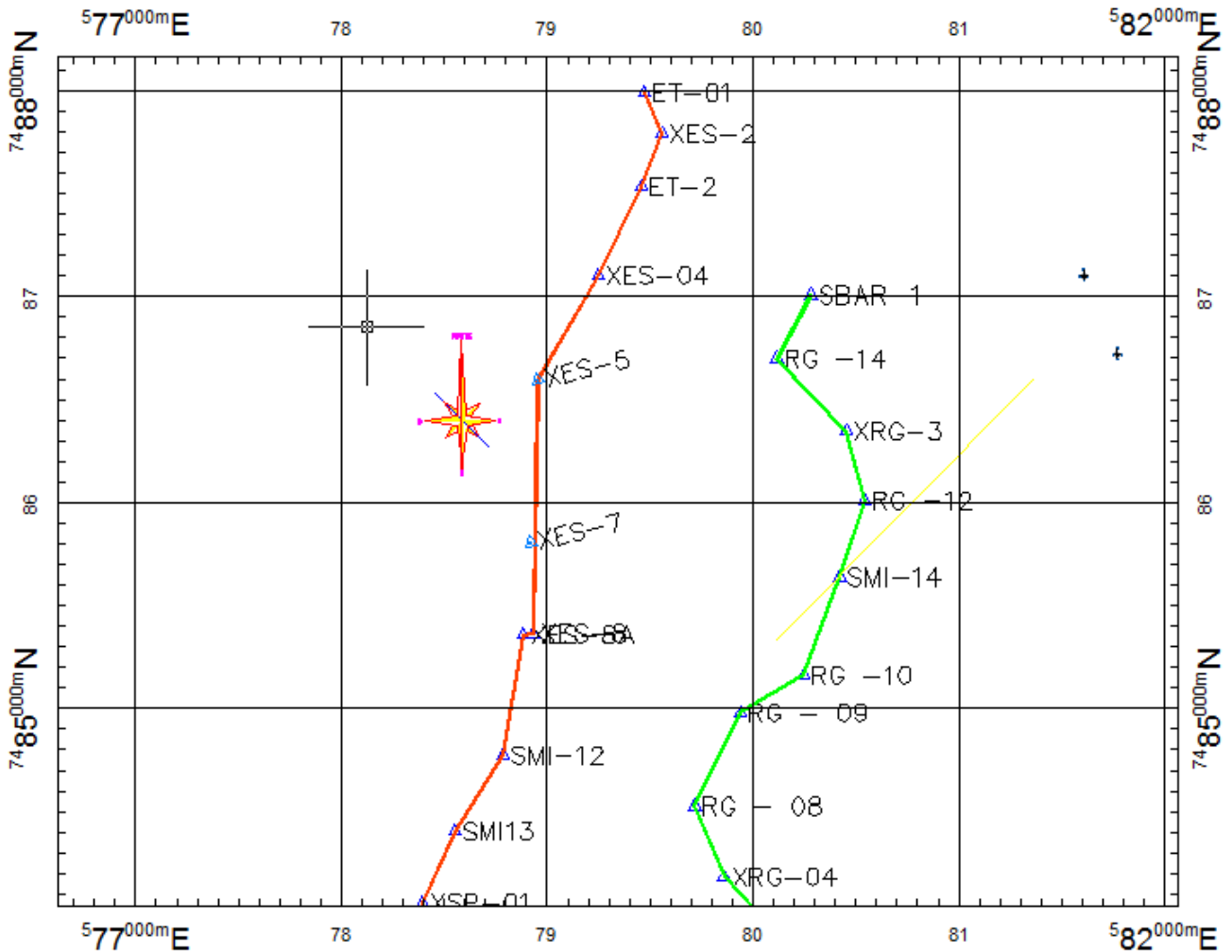
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-5
POLIGONAL RÍO SAN PEDRO 3/3



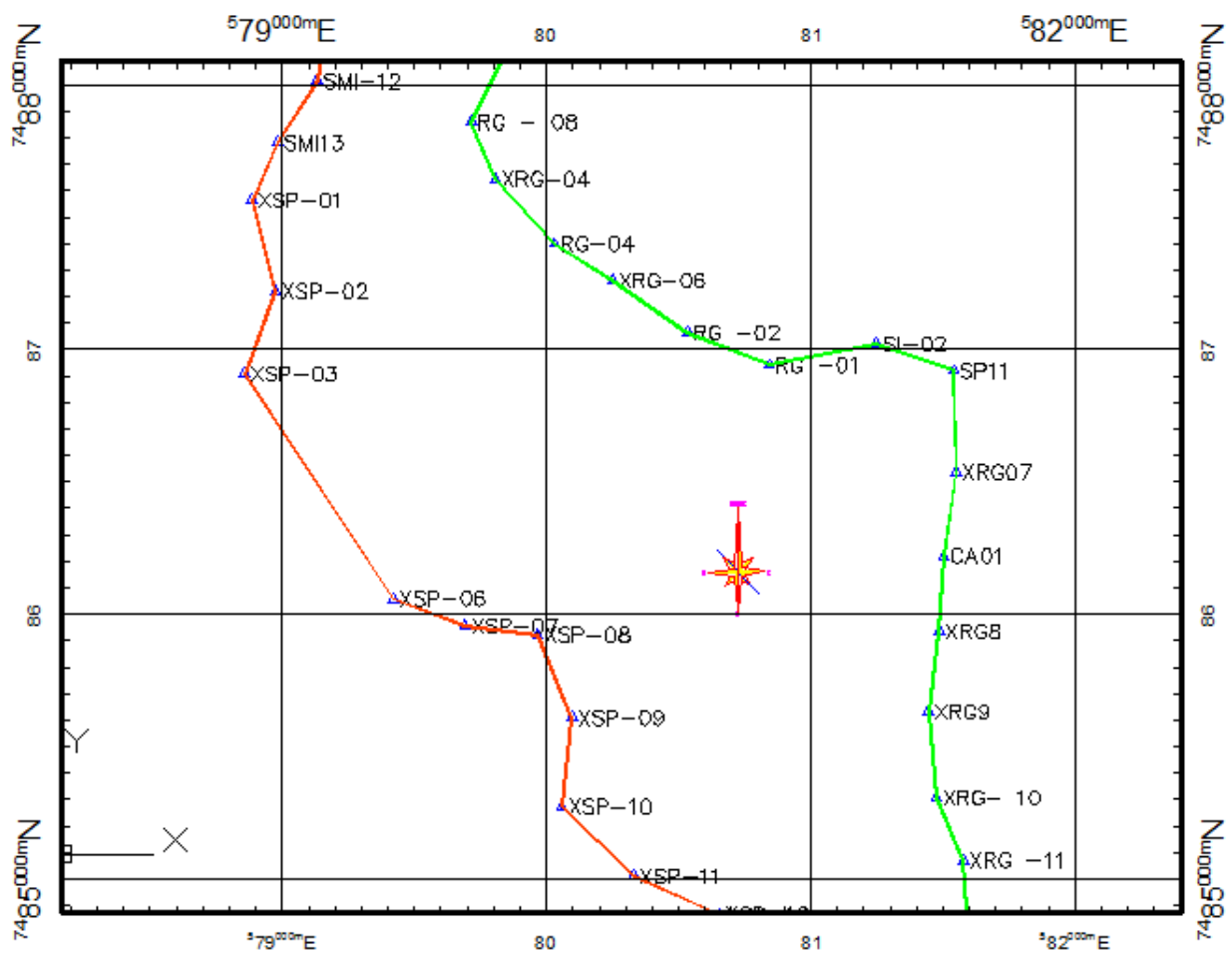
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-6
POLIGONAL RÍO SALADO 1/3



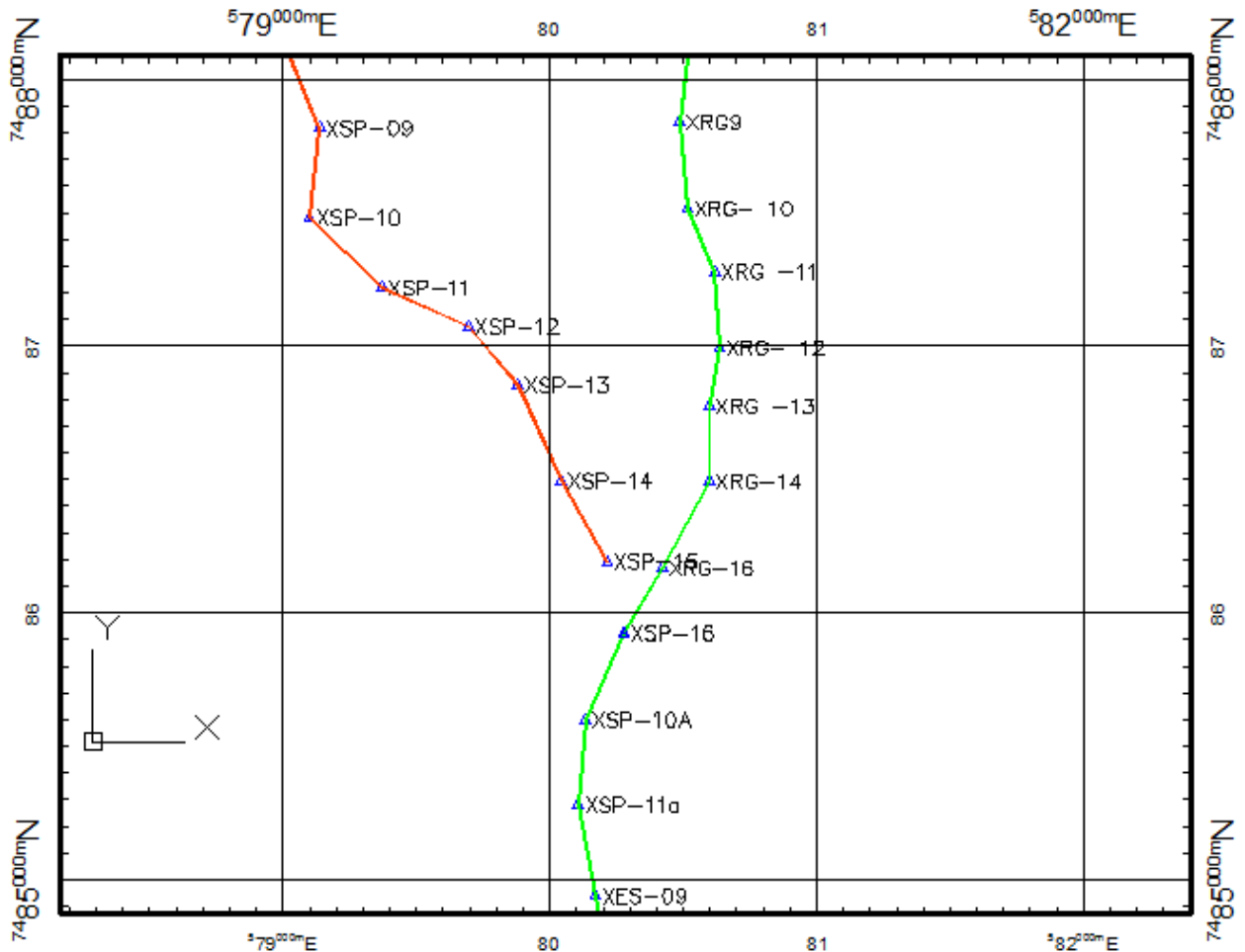
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-7
POLIGONAL RÍO SALADO 2/3



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 2.2.2-8
POLIGONAL RÍO SALADO 3/3



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Sistema Referencia

Se definió como referencia planimétrica al Vértice IGM SPAT ubicado en el valle de la luna a un costado de la carretera que une San Pedro con Calama(Km.90), vértice de la poligonal primaria(informe restitución aerofotogramétrica), y de referencia altimétrica al punto gravimétrico [SAPE](#) ubicado en la comisaria de Carabineros de San Pedro. En la Figura 2.2.3-1 se observa el punto SPAT.

FIGURA 2.2.3-1

PUNTO DE VINCULACIÓN SPAT



Fuente: Elaboración Propia

El sistema de referencia corresponde a UTM, Huso 19, con Datum de Referencia SIRGAS (WGS-84),

2.2.4. Informe GNSS Solutions de poligonal red secundaria Proyecto

El informe se puede observar en el Anexo 2 - 2 de este Informe.

Las soluciones obtenidas para la poligonal secundaria son de buena calidad. Esto se ve reflejado en los valores estadísticos de cada vector. La tolerancia de cierre para una poligonal GPS sobre el mismo vértice de inicio es de 1:100000 la longitud de la poligonal.

El cierre obtenido es muy preciso dentro tolerancia, lo que nos permite realizar los ajustes correspondientes.

2.2.5. COORDENADAS UTM VÉRTICES POLIGONAL SECUNDARIA RIO GRANDE

Las coordenadas de los vértices de la poligonal secundaria rio grande son las que se detallan en el Cuadro 2.2.5-1.

CUADRO 2.2.5-1

COORDENADAS UTM – HUSO 19 – SIRGAS (WGS84) RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. |
|---------|-------------|------------|------------|
| SBAR1 | 7487009.962 | 580279.463 | 2836.257 |
| RG14 | 7486701.097 | 580114.571 | 2824.523 |
| XRG-3 | 7486346.668 | 580451.233 | 2809.481 |
| RG -12 | 7486012.337 | 580539.478 | 2803.923 |
| SM-14 | 7485640.232 | 580419.040 | 2790.899 |
| RG -10 | 7485164.642 | 580244.028 | 2781.307 |
| RG-09 | 7484981.843 | 579937.959 | 2773.032 |
| RG - 08 | 7484529.015 | 579714.788 | 2758.218 |

CUADRO 2.2.5-1
COORDENADAS UTM – HUSO 19 – SIRGAS (WGS84) RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. |
|----------|-------------|------------|------------|
| XRG-04 | 7484185.696 | 579858.257 | 2743.699 |
| RG-04 | 7483797.053 | 580213.717 | 2733.326 |
| XRG-06 | 7483576.239 | 580563.518 | 2724.120 |
| RG-02 | 7483262.521 | 581014.400 | 2711.985 |
| RG -01 | 7483068.599 | 581507.644 | 2702.577 |
| SI-02 | 7483196.202 | 582153.746 | 2690.929 |
| SPA -11 | 7483034.247 | 582618.236 | 2684.487 |
| XRG - 7 | 7482426.671 | 582632.982 | 2668.123 |
| CA -01 | 7481922.987 | 582559.151 | 2659.951 |
| XRG - 08 | 7481467.866 | 582530.358 | 2652.981 |
| XRG - 9 | 7480984.554 | 582466.688 | 2646.419 |
| XRG - 10 | 7480469.300 | 582515.030 | 2633.517 |
| EM-01 | 7480293.519 | 582548.469 | 2665.847 |
| XRG -11 | 7480094.484 | 582676.982 | 2623.940 |
| XRG- 12 | 7479640.466 | 582705.437 | 2612.174 |
| rib-9 | 7479312.040 | 582651.559 | 2604.064 |
| XRG -13 | 7479292.408 | 582644.023 | 2605.325 |
| XRG-14 | 7478843.876 | 582644.473 | 2596.260 |
| XRG-16 | 7478327.350 | 582364.880 | 2581.442 |
| XSP-16 | 7477940.362 | 582133.384 | 2574.633 |
| XSP-10A | 7477422.937 | 581905.696 | 2565.581 |
| XSP-11a | 7476915.137 | 581861.872 | 2560.996 |
| XES-09 | 7476372.933 | 581964.530 | 2554.665 |
| XES-10 | 7475802.698 | 582076.696 | 2548.923 |
| RSP-10 | 7475259.190 | 581987.441 | 2541.008 |
| SPA -07 | 7475145.535 | 582077.896 | 2544.483 |
| RSP-11 | 7474878.609 | 582306.558 | 2534.552 |
| RSP-12 | 7474435.642 | 582049.081 | 2527.743 |
| RSP-13 | 7474000.641 | 581787.767 | 2523.798 |
| RSP-14 | 7473505.208 | 581593.803 | 2517.323 |
| RSP-15 | 7473098.221 | 581236.401 | 2510.439 |
| RSP-16 | 7472693.941 | 580806.376 | 2504.199 |
| RSP-17 | 7472224.464 | 580368.360 | 2497.177 |
| RSP-18 | 7471697.249 | 580290.519 | 2490.540 |
| RSP-19 | 7471101.230 | 580219.302 | 2483.856 |
| RSP-20 | 7470540.982 | 580148.673 | 2478.663 |
| RSP-21 | 7469985.392 | 580126.549 | 2474.002 |
| RSP-22 | 7469422.533 | 580114.349 | 2468.329 |

CUADRO 2.2.5-1
COORDENADAS UTM – HUSO 19 – SIRGAS (WGS84) RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. |
|---------|-------------|------------|------------|
| RSP-23 | 7468879.010 | 580202.288 | 2461.739 |
| RSP-24 | 7468421.274 | 580579.747 | 2455.404 |
| RSP-25 | 7468000.700 | 580957.857 | 2450.310 |
| RSP-26 | 7467638.041 | 581186.607 | 2445.708 |
| RSP-28 | 7466637.216 | 581526.767 | 2436.329 |
| SPA-03 | 7466567.218 | 581193.096 | 2455.386 |
| RSP-29 | 7466162.578 | 581237.850 | 2430.572 |
| RSP-30 | 7465738.704 | 580961.401 | 2427.757 |
| RSP-31 | 7465260.117 | 580790.526 | 2424.696 |
| RSP-32 | 7464865.973 | 580413.416 | 2419.882 |
| RSP-33 | 7464406.945 | 580187.600 | 2414.611 |
| RSP-34 | 7463936.305 | 579921.425 | 2412.637 |
| RSP-35 | 7463431.502 | 579737.378 | 2407.913 |
| RSP-36 | 7462883.600 | 579640.190 | 2404.234 |
| RSP-37 | 7462434.724 | 579753.279 | 2401.498 |
| SPA-02 | 7462279.345 | 579529.430 | 2400.405 |
| SPA-17 | 7462925.667 | 582290.838 | 2406.004 |

Fuente: Elaboración Propia

2.2.6. COORDENADAS UTM VÉRTICES POLIGONAL SECUNDARIA RIO SALADO

CUADRO 2.2.6-1
COORDENADAS UTM – HUSO 19 – SIRGAS (WGS84) RÍO SALADO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. |
|---------|-------------|------------|------------|
| SBAR4 | 7488371.878 | 579295.662 | 2951.581 |
| XES-1 | 7488190.995 | 579405.863 | 2891.712 |
| ET-01 | 7487993.575 | 579469.038 | 2895.631 |
| XES-2 | 7487791.888 | 579555.716 | 2883.153 |
| ET-2 | 7487538.054 | 579456.637 | 2879.045 |
| XES-04 | 7487106.917 | 579245.327 | 2858.698 |
| XES-5 | 7486599.592 | 578952.740 | 2831.706 |
| XES-7 | 7485808.953 | 578918.694 | 2797.310 |
| XES-8 | 7485368.026 | 578931.359 | 2779.058 |
| XES-8A | 7485360.253 | 578880.771 | 2783.147 |
| SMI-12 | 7484776.434 | 578785.733 | 2760.853 |

**CUADRO 2.2.6-1
COORDENADAS UTM – HUSO 19 – SIRGAS (WGS84) RÍO SALADO**

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. |
|---------|-------------|------------|------------|
| SMI13 | 7484406.443 | 578549.240 | 2750.331 |
| XSP-01 | 7484059.679 | 578393.879 | 2737.587 |
| XSP-02 | 7483512.569 | 578533.343 | 2723.365 |
| XSP-03 | 7483016.361 | 578348.770 | 2710.082 |
| XSP-06 | 7481666.327 | 579243.461 | 2665.695 |
| XSP-07 | 7481502.989 | 579675.436 | 2654.109 |
| XSP-08 | 7481450.743 | 580112.326 | 2646.267 |
| XSP-09 | 7480951.045 | 580318.581 | 2634.733 |
| XSP-10 | 7480417.212 | 580258.784 | 2624.977 |
| XSP-11 | 7479998.778 | 580690.894 | 2614.549 |
| XSP-12 | 7479768.216 | 581206.256 | 2604.763 |
| XSP-13 | 7479418.101 | 581501.625 | 2596.621 |
| XSP-14 | 7478848.010 | 581759.668 | 2587.583 |
| XSP-15 | 7478368.115 | 582032.742 | 2578.743 |

Fuente: Elaboración Propia

2.2.7. NIVELACIÓN

Con el instrumental mencionado anteriormente, se procedió a trasladar la coordenada altimétrica, geoméricamente desde el vértice SAPE hacia los vértices de la POLIGONAL SECUNDARIA. Se presenta el Cuadro 2.2.7-1 al 2.2.7-3 con las cotas definitivas.

**CUADRO 2.2.7-1
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO SAN PEDRO**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|--------|--------|--------------|--------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | 2404.428 | SPA-17 |
| SPA-17 | RSP-37 | -4.532 | 4.536 | 0.004 | -4.534 | 2399.894 | RSP-37 |
| RSP-37 | RSP-36 | 2.743 | -2.744 | -0.001 | 2.744 | 2402.638 | RSP-36 |
| RSP-36 | RSP-35 | 3.654 | -3.650 | 0.004 | 3.652 | 2406.290 | RSP-35 |
| RSP-35 | RSP-34 | 4.722 | -4.717 | 0.005 | 4.720 | 2411.009 | RSP-34 |
| RSP-34 | RSP-33 | 1.981 | -1.974 | 0.007 | 1.978 | 2412.987 | RSP-33 |
| RSP-33 | RSP-32 | 5.253 | -5.249 | 0.004 | 5.251 | 2418.238 | RSP-32 |
| RSP-32 | RSP-31 | 4.804 | -4.796 | 0.008 | 4.800 | 2423.038 | RSP-31 |
| RSP-31 | RSP-30 | 3.068 | -3.074 | -0.006 | 3.071 | 2426.109 | RSP-30 |
| RSP-30 | RSP-29 | 2.814 | -2.806 | 0.008 | 2.810 | 2428.919 | RSP-29 |
| RSP-29 | RSP-28 | 5.726 | -5.732 | -0.006 | 5.729 | 2434.648 | RSP-28 |
| RSP-28 | RSP-26 | 9.377 | -9.380 | -0.003 | 9.379 | 2444.027 | RSP-26 |
| RSP-26 | RSP-25 | 4.581 | -4.585 | -0.004 | 4.583 | 2448.610 | RSP-25 |

**CUADRO 2.2.7-1
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO SAN PEDRO**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|---------|---------|--------------|--------|--------------|-------------------|------------|----------------|
| RSP-25 | RSP-24 | 5.063 | -5.061 | 0.002 | 5.062 | 2453.672 | RSP-24 |
| RSP-24 | RSP-23 | 6.315 | -6.318 | -0.003 | 6.317 | 2459.988 | RSP-23 |
| RSP-23 | RSP-22 | 6.607 | -6.602 | 0.005 | 6.605 | 2466.593 | RSP-22 |
| RSP-22 | RSP-21 | 5.672 | -5.671 | 0.001 | 5.671 | 2472.264 | RSP-21 |
| RSP-21 | RSP-20 | 4.662 | -4.670 | -0.008 | 4.666 | 2476.930 | RSP-20 |
| RSP-20 | RSP-19 | 5.190 | -5.190 | 0.000 | 5.190 | 2482.120 | RSP-19 |
| RSP-19 | RSP-18 | 6.672 | -6.665 | 0.007 | 6.669 | 2488.789 | RSP-18 |
| RSP-18 | RSP-17 | 6.660 | -6.654 | 0.006 | 6.657 | 2495.446 | RSP-17 |
| RSP-17 | RSP-16 | 7.008 | -7.004 | 0.004 | 7.006 | 2502.452 | RSP-16 |
| RSP-16 | RSP-15 | 6.218 | -6.212 | 0.006 | 6.215 | 2508.667 | RSP-15 |
| RSP-15 | RSP-14 | 6.863 | -6.871 | -0.008 | 6.867 | 2515.534 | RSP-14 |
| RSP-14 | RSP-13 | 6.472 | -6.478 | -0.006 | 6.475 | 2522.009 | RSP-13 |
| RSP-13 | RSP-12 | 3.937 | -3.941 | -0.004 | 3.939 | 2525.948 | RSP-12 |
| RSP-12 | RSP-11 | 6.780 | -6.786 | -0.006 | 6.783 | 2532.731 | RSP-11 |
| RSP-11 | RSP-10 | 6.460 | -6.461 | -0.001 | 6.461 | 2539.191 | RSP-10 |
| RSP-10 | XES-10 | 7.946 | -7.947 | -0.001 | 7.946 | 2547.138 | XES-10 |
| XES-10 | XES-09 | 5.769 | -5.763 | 0.006 | 5.766 | 2552.904 | XES-09 |
| XES-09 | XSP-11a | 6.330 | -6.338 | -0.008 | 6.334 | 2559.238 | XSP-11a |
| XSP-11a | XSP-10A | 4.557 | -4.561 | -0.004 | 4.559 | 2563.797 | XSP-10A |
| XSP-10A | XSP-16 | 9.063 | -9.063 | 0.000 | 9.063 | 2572.860 | XSP-16 |

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 2.2.7-2
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO GRANDE**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|----------|----------|--------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | 2572.860 | XSP-16 |
| XSP-16 | XRG-16 | 6.776 | -6.780 | -0.004 | 6.778 | 2579.638 | XRG-16 |
| XRG-16 | XRG-14 | 14.829 | -14.833 | -0.004 | 14.831 | 2594.469 | XRG-14 |
| XRG-14 | XRG -13 | 9.090 | -9.084 | 0.006 | 9.087 | 2603.556 | XRG -13 |
| XRG -13 | rib-9 | -1.268 | 1.268 | 0.000 | -1.268 | 2602.288 | rib-9 |
| rib-9 | XRG- 12 | 8.122 | -8.126 | -0.004 | 8.124 | 2610.412 | XRG- 12 |
| XRG- 12 | XRG -11 | 11.747 | -11.741 | 0.006 | 11.744 | 2622.156 | XRG -11 |
| XRG -11 | EM-01 | | | 0.000 | 0.000 | 2622.156 | EM-01 |
| EM-01 | XRG - 10 | | | 0.000 | 0.000 | 2631.738 | XRG - 10 |
| XRG - 10 | XRG - 9 | 12.884 | -12.883 | 0.001 | 12.884 | 2644.622 | XRG - 9 |
| XRG - 9 | XRG - 08 | 6.537 | -6.540 | -0.003 | 6.539 | 2651.160 | XRG - 08 |

**CUADRO 2.2.7-2
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO GRANDE**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|----------|---------|--------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | | | | | 2572.860 | XSP-16 |
| XRG - 08 | CA -01 | 6.947 | -6.946 | 0.001 | 6.946 | 2658.107 | CA -01 |
| CA -01 | XRG - 7 | 8.144 | -8.145 | -0.001 | 8.144 | 2666.251 | XRG - 7 |
| XRG - 7 | SPA -11 | 16.324 | -16.322 | 0.002 | 16.323 | 2682.574 | SPA -11 |
| SPA -11 | RG -01 | 18.061 | -18.067 | -0.006 | 18.064 | 2700.638 | RG -01 |
| RG -01 | SI-02 | -11.630 | 11.628 | -0.002 | -11.629 | 2689.009 | SI-02 |
| SI-02 | RG-02 | 21.050 | -21.051 | -0.001 | 21.051 | 2710.060 | RG-02 |
| RG-02 | XRG-06 | 12.128 | -12.132 | -0.004 | 12.130 | 2722.190 | XRG-06 |
| XRG-06 | RG-04 | 9.201 | -9.204 | -0.003 | 9.203 | 2731.392 | RG-04 |
| RG-04 | XRG-04 | 10.364 | -10.363 | 0.001 | 10.363 | 2741.756 | XRG-04 |
| XRG-04 | RG - 08 | 14.518 | -14.514 | 0.004 | 14.516 | 2756.272 | RG - 08 |
| RG - 08 | RG-09 | 14.807 | -14.805 | 0.002 | 14.806 | 2771.078 | RG-09 |
| RG-09 | RG -10 | 8.259 | -8.261 | -0.002 | 8.260 | 2779.338 | RG -10 |
| RG -10 | SM-14 | 9.603 | -9.605 | -0.002 | 9.604 | 2788.942 | SM-14 |
| SM-14 | RG -12 | 13.021 | -13.025 | -0.004 | 13.023 | 2801.965 | RG -12 |
| RG -12 | XRG-3 | 5.573 | -5.574 | -0.001 | 5.573 | 2807.538 | XRG-3 |
| XRG-3 | RG14 | 15.024 | -15.025 | -0.001 | 15.024 | 2822.563 | RG14 |
| RG14 | SBAR1 | 11.812 | -11.810 | 0.002 | 11.811 | 2834.374 | SBAR1 |

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 2.2.7-3
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO SALADO**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|--------|--------|--------------|--------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | 2572.860 | XSP-16 |
| XSP-16 | XSP-15 | -4.113 | 4.107 | -0.006 | -4.110 | 2576.970 | XSP-15 |
| XSP-15 | XSP-14 | -8.842 | 8.838 | -0.004 | -8.840 | 2585.810 | XSP-14 |
| XSP-14 | XSP-13 | -9.039 | 9.037 | -0.002 | -9.038 | 2594.848 | XSP-13 |
| XSP-13 | XSP-12 | -8.140 | 8.144 | 0.004 | -8.142 | 2602.990 | XSP-12 |
| XSP-12 | XSP-11 | -9.787 | 9.785 | -0.002 | -9.786 | 2612.776 | XSP-11 |
| XSP-11 | XSP-10 | -10.430 | 10.425 | -0.005 | -10.428 | 2623.204 | XSP-10 |
| XSP-10 | XSP-09 | -9.758 | 9.754 | -0.004 | -9.756 | 2632.960 | XSP-09 |
| XSP-09 | XSP-08 | -11.532 | 11.536 | 0.004 | -11.534 | 2644.494 | XSP-08 |

**CUADRO 2.2.7-3
RESUMEN DE NIVELACION PRS RÍO SALADO**

| Desde | Hasta | Desnivel ida | vuelta | error cierre | Desnivel Promedio | Cota final | Punto |
|--------|--------|-----------------|--------|-----------------|----------------------|---------------|---------------|
| XSP-08 | XSP-07 | -7.840 | 7.844 | 0.004 | -7.842 | 2652.336 | XSP-07 |
| XSP-07 | XSP-06 | -11.583 | 11.588 | 0.005 | -11.586 | 2663.922 | XSP-06 |
| XSP-06 | XSP-03 | -44.383 | 44.391 | 0.008 | -44.387 | 2708.309 | XSP-03 |
| XSP-03 | XSP-02 | -13.284 | 13.281 | -0.003 | -13.283 | 2721.592 | XSP-02 |
| XSP-02 | XSP-01 | -14.221 | 14.223 | 0.002 | -14.222 | 2735.814 | XSP-01 |
| XSP-01 | SMI13 | -12.743 | 12.745 | 0.002 | -12.744 | 2748.558 | SMI13 |
| SMI13 | SMI-12 | -10.520 | 10.523 | 0.003 | -10.522 | 2759.080 | SMI-12 |
| SMI-12 | XES-8A | -22.296 | 22.292 | -0.004 | -22.294 | 2781.374 | XES-8A |
| XES-8A | XES-8 | 4.089 | -4.088 | 0.001 | 4.089 | 2777.285 | XES-8 |
| XES-8 | XES-7 | -18.282 | 18.288 | 0.006 | -18.285 | 2795.570 | XES-7 |
| XES-7 | XES-05 | -34.362 | 34.363 | 0.001 | -34.363 | 2829.933 | XES-05 |
| XES-05 | XES-04 | -26.994 | 26.990 | -0.004 | -26.992 | 2856.925 | XES-04 |
| XES-04 | ET-2 | -20.346 | 20.347 | 0.001 | -20.347 | 2877.272 | ET-2 |
| ET-2 | XES-2 | -4.109 | 4.108 | -0.001 | -4.108 | 2881.380 | XES-2 |
| XES-2 | ET-01 | -12.476 | 12.480 | 0.004 | -12.478 | 2893.858 | ET-01 |
| ET-01 | XES-1 | 3.917 | -3.920 | -0.003 | 3.919 | 2889.939 | XES-1 |

Fuente: Elaboración Propia

2.2.8. REDUCCION DE COORDENADAS UTM A PLANAS TOPOGRAFICAS

En conformidad a la normativa vigente de la Dirección de Obras Hidráulicas, en cuanto, a los trabajos topográficos, se transformaron las coordenadas UTM a Planas topográficas.

CUADRO 2.2.8-1

POLIGONAL SECUNDARIA RÍO GRANDE - RIO SAN PEDRO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. | Alt.Media | Dist. UTM | XVIII | K | D.Geod. | D.Terr. | (t-T) seg. | Az.correg. | N | E | Vertice |
|----------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|------------|------------|--------------|------------|----------|
| SBAR1 | 7487009,962 | 580279,463 | 2836,257 | | | 0,0123712 | | | | 0,2 | | 7.487.009,96 | 580.279,46 | SBAR1 |
| RG14 | 7486701,097 | 580114,571 | 2824,523 | 2830,39 | 350,124 | 0,0123712 | 0,99968 | 350,236 | 350,392 | 0,2 | 231,2179 | 7.486.700,86 | 580.114,45 | RG14 |
| XRG-3 | 7486346,668 | 580451,233 | 2809,481 | 2817,002 | 488,837 | 0,0123712 | 0,99968 | 488,993 | 489,209 | 0,22 | 151,6363 | 7.486.346,16 | 580.451,36 | XRG-3 |
| RG -12 | 7486012,337 | 580539,478 | 2803,923 | 2806,702 | 345,781 | 0,0123712 | 0,99968 | 345,891 | 346,044 | 0,21 | 183,5714 | 7.486.011,58 | 580.539,68 | RG -12 |
| SM-14 | 7485640,232 | 580419,04 | 2790,899 | 2797,411 | 391,111 | 0,0123712 | 0,99968 | 391,236 | 391,407 | 0,24 | 219,9278 | 7.485.639,19 | 580.419,15 | SM-14 |
| RG -10 | 7485164,642 | 580244,028 | 2781,307 | 2786,103 | 506,769 | 0,0123712 | 0,99968 | 506,932 | 507,153 | 0,3 | 222,4478 | 7.485.163,24 | 580.244,00 | RG -10 |
| RG-09 | 7484981,843 | 579937,959 | 2773,032 | 2777,17 | 356,502 | 0,0123712 | 0,999679 | 356,616 | 356,772 | 0,12 | 265,7248 | 7.484.980,30 | 579.937,70 | RG-09 |
| RG - 08 | 7484529,015 | 579714,788 | 2758,218 | 2765,625 | 504,835 | 0,0123712 | 0,999679 | 504,997 | 505,216 | 0,28 | 229,1509 | 7.484.527,13 | 579.714,36 | RG - 08 |
| XRG-04 | 7484185,696 | 579858,257 | 2743,699 | 2750,959 | 372,09 | 0,0123712 | 0,999679 | 372,21 | 372,371 | 0,22 | 174,8006 | 7.484.183,55 | 579.857,94 | XRG-04 |
| RG-04 | 7483797,053 | 580213,717 | 2733,326 | 2738,513 | 526,683 | 0,0123712 | 0,999679 | 526,852 | 527,079 | 0,24 | 152,8371 | 7.483.794,62 | 580.213,67 | RG-04 |
| XRG-06 | 7483576,239 | 580563,518 | 2724,12 | 2728,723 | 413,666 | 0,0123712 | 0,99968 | 413,798 | 413,976 | 0,14 | 135,8471 | 7.483.573,64 | 580.563,73 | XRG-06 |
| RG-02 | 7483262,521 | 581014,4 | 2711,985 | 2718,053 | 549,285 | 0,0123712 | 0,999681 | 549,46 | 549,694 | 0,2 | 138,6997 | 7.483.259,69 | 581.014,95 | RG-02 |
| RG -01 | 7483068,599 | 581507,644 | 2702,577 | 2707,281 | 529,996 | 0,0123712 | 0,999682 | 530,164 | 530,39 | 0,12 | 123,8473 | 7.483.065,62 | 581.508,56 | RG -01 |
| SI-02 | 7483196,202 | 582153,746 | 2690,929 | 2696,753 | 658,582 | 0,0123712 | 0,999683 | 658,791 | 659,07 | -0,08 | 87,5867 | 7.483.193,32 | 582.155,14 | SI-02 |
| SPA -11 | 7483034,247 | 582618,236 | 2684,487 | 2687,708 | 491,915 | 0,0123712 | 0,999684 | 492,071 | 492,278 | 0,11 | 121,3581 | 7.483.031,25 | 582.619,97 | SPA -11 |
| XRG - 7 | 7482426,671 | 582632,982 | 2668,123 | 2676,305 | 607,755 | 0,0123712 | 0,999684 | 607,947 | 608,202 | 0,4 | 198,4552 | 7.482.423,22 | 582.634,73 | XRG - 7 |
| CA -01 | 7481922,987 | 582559,151 | 2659,951 | 2664,037 | 509,066 | 0,0123712 | 0,999684 | 509,227 | 509,44 | 0,33 | 209,2657 | 7.481.919,17 | 582.560,84 | CA -01 |
| XRG - 08 | 7481467,866 | 582530,358 | 2652,981 | 2656,466 | 456,031 | 0,0123712 | 0,999684 | 456,175 | 456,365 | 0,3 | 204,0222 | 7.481.463,71 | 582.532,03 | XRG - 08 |
| XRG - 9 | 7480984,554 | 582466,688 | 2646,419 | 2649,7 | 487,488 | 0,0123712 | 0,999684 | 487,642 | 487,844 | 0,31 | 208,3386 | 7.480.980,05 | 582.468,31 | XRG - 9 |
| XRG - 10 | 7480469,3 | 582515,03 | 2633,517 | 2639,968 | 517,517 | 0,0123712 | 0,999684 | 517,68 | 517,895 | 0,33 | 194,0445 | 7.480.464,42 | 582.516,69 | XRG - 10 |
| EM-01 | 7480293,519 | 582548,469 | 2665,847 | 2649,682 | 178,933 | 0,0123712 | 0,999684 | 178,99 | 179,064 | 0,11 | 188,0325 | 7.480.288,51 | 582.550,16 | EM-01 |
| XRG -11 | 7480094,484 | 582676,982 | 2623,94 | 2644,894 | 236,919 | 0,0123712 | 0,999684 | 236,994 | 237,092 | 0,13 | 163,5005 | 7.480.089,33 | 582.678,76 | XRG -11 |
| XRG- 12 | 7479640,466 | 582705,437 | 2612,174 | 2618,057 | 454,909 | 0,0123712 | 0,999685 | 455,052 | 455,239 | 0,3 | 196,0152 | 7.479.634,98 | 582.707,24 | XRG- 12 |
| rib-9 | 7479312,04 | 582651,559 | 2604,064 | 2608,119 | 332,816 | 0,0123712 | 0,999685 | 332,921 | 333,057 | 0,21 | 210,3515 | 7.479.306,32 | 582.653,32 | rib-9 |
| XRG -13 | 7479292,408 | 582644,023 | 2605,325 | 2604,695 | 21,029 | 0,0123712 | 0,999684 | 21,035 | 21,044 | 0,01 | 223,3333 | 7.479.286,67 | 582.645,78 | XRG -13 |
| XRG-14 | 7478843,876 | 582644,473 | 2596,26 | 2600,793 | 448,532 | 0,0123712 | 0,999684 | 448,674 | 448,857 | 0,29 | 199,9361 | 7.478.837,81 | 582.646,23 | XRG-14 |
| XRG-16 | 7478327,35 | 582364,88 | 2581,442 | 2588,851 | 587,343 | 0,0123712 | 0,999684 | 587,528 | 587,767 | 0,34 | 231,5849 | 7.478.320,92 | 582.366,44 | XRG-16 |
| XSP-16 | 7477940,362 | 582133,384 | 2574,633 | 2578,038 | 450,944 | 0,0123712 | 0,999684 | 451,086 | 451,269 | 0,25 | 234,3198 | 7.477.933,65 | 582.134,77 | XSP-16 |
| XSP-10A | 7477422,937 | 581905,696 | 2565,581 | 2570,107 | 565,306 | 0,0123712 | 0,999683 | 565,485 | 565,713 | 0,33 | 226,3905 | 7.477.415,85 | 581.906,92 | XSP-10A |
| XSP-11a | 7476915,137 | 581861,872 | 2560,996 | 2563,289 | 509,688 | 0,0123712 | 0,999683 | 509,849 | 510,054 | 0,33 | 205,4805 | 7.476.907,68 | 581.863,07 | XSP-11a |
| XES-09 | 7476372,933 | 581964,53 | 2554,665 | 2557,831 | 551,837 | 0,0123712 | 0,999683 | 552,012 | 552,233 | 0,35 | 188,0876 | 7.476.365,09 | 581.965,80 | XES-09 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.2.8-2

POLIGONAL SECUNDARIA RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. | Alt.Media | Dist. UTM | XVIII | K | D.Geod. | D.Terr. | (t-T) seg. | Az.correg. | N | E | Vertice |
|---------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|--------------|------------|---------|
| XES-10 | 7475802,698 | 582076,696 | 2548,923 | 2551,794 | 581,162 | 0,0123712 | 0,999683 | 581,346 | 581,579 | 0,37 | 187,6354 | 7.475.794,45 | 582.078,04 | XES-10 |
| RSP-10 | 7475259,19 | 581987,441 | 2541,008 | 2544,966 | 550,788 | 0,0123712 | 0,999683 | 550,963 | 551,182 | 0,35 | 210,3621 | 7.475.250,55 | 581.988,73 | RSP-10 |
| SPA -07 | 7475145,535 | 582077,896 | 2544,483 | 2542,746 | 145,257 | 0,0123712 | 0,999683 | 145,303 | 145,361 | 0,07 | 157,2052 | 7.475.136,81 | 582.079,25 | SPA -07 |
| RSP-11 | 7474878,609 | 582306,558 | 2534,552 | 2539,518 | 351,477 | 0,0123712 | 0,999684 | 351,588 | 351,728 | 0,17 | 154,9055 | 7.474.869,70 | 582.308,07 | RSP-11 |
| RSP-12 | 7474435,642 | 582049,081 | 2527,743 | 2531,148 | 512,361 | 0,0123712 | 0,999684 | 512,524 | 512,727 | 0,29 | 233,5194 | 7.474.426,41 | 582.050,41 | RSP-12 |
| RSP-13 | 7474000,641 | 581787,767 | 2523,798 | 2525,771 | 507,455 | 0,0123712 | 0,999683 | 507,616 | 507,817 | 0,28 | 234,4379 | 7.473.991,10 | 581.788,91 | RSP-13 |
| RSP-14 | 7473505,208 | 581593,803 | 2517,323 | 2520,561 | 532,049 | 0,0123712 | 0,999683 | 532,218 | 532,428 | 0,32 | 223,7561 | 7.473.495,32 | 581.594,81 | RSP-14 |
| RSP-15 | 7473098,221 | 581236,401 | 2510,439 | 2513,881 | 541,641 | 0,0123712 | 0,999682 | 541,813 | 542,027 | 0,26 | 245,8761 | 7.473.088,04 | 581.237,15 | RSP-15 |
| RSP-16 | 7472693,941 | 580806,376 | 2504,199 | 2507,319 | 590,224 | 0,0123712 | 0,999681 | 590,412 | 590,644 | 0,26 | 251,9638 | 7.472.683,47 | 580.806,82 | RSP-16 |
| RSP-17 | 7472224,464 | 580368,36 | 2497,177 | 2500,688 | 642,08 | 0,0123712 | 0,99968 | 642,285 | 642,537 | 0,3 | 247,7938 | 7.472.213,66 | 580.368,49 | RSP-17 |
| RSP-18 | 7471697,249 | 580290,519 | 2490,54 | 2493,859 | 532,93 | 0,0123712 | 0,99968 | 533,101 | 533,31 | 0,33 | 209,332 | 7.471.686,07 | 580.290,60 | RSP-18 |
| RSP-19 | 7471101,23 | 580219,302 | 2483,856 | 2487,198 | 600,259 | 0,0123712 | 0,99968 | 600,451 | 600,685 | 0,38 | 207,5709 | 7.471.089,63 | 580.219,33 | RSP-19 |
| RSP-20 | 7470540,982 | 580148,673 | 2478,663 | 2481,26 | 564,682 | 0,0123712 | 0,99968 | 564,863 | 565,083 | 0,35 | 207,9835 | 7.470.528,98 | 580.148,65 | RSP-20 |
| RSP-21 | 7469985,392 | 580126,549 | 2474,002 | 2476,333 | 556,03 | 0,0123712 | 0,999679 | 556,209 | 556,425 | 0,35 | 202,5337 | 7.469.973,00 | 580.126,51 | RSP-21 |
| RSP-22 | 7469422,533 | 580114,349 | 2468,329 | 2471,166 | 562,991 | 0,0123712 | 0,999679 | 563,172 | 563,39 | 0,36 | 201,3796 | 7.469.409,74 | 580.114,30 | RSP-22 |
| RSP-23 | 7468879,01 | 580202,288 | 2461,739 | 2465,034 | 550,591 | 0,0123712 | 0,999679 | 550,768 | 550,981 | 0,34 | 189,7883 | 7.468.865,83 | 580.202,30 | RSP-23 |
| RSP-24 | 7468421,274 | 580579,747 | 2455,404 | 2458,572 | 593,294 | 0,0123712 | 0,99968 | 593,484 | 593,713 | 0,29 | 156,1003 | 7.468.407,77 | 580.580,03 | RSP-24 |
| RSP-25 | 7468000,7 | 580957,857 | 2450,31 | 2452,857 | 565,553 | 0,0123712 | 0,999681 | 565,733 | 565,951 | 0,27 | 153,3815 | 7.467.986,90 | 580.958,41 | RSP-25 |
| RSP-26 | 7467638,041 | 581186,607 | 2445,708 | 2448,009 | 428,775 | 0,0123712 | 0,999681 | 428,912 | 429,077 | 0,23 | 164,1755 | 7.467.623,99 | 581.187,32 | RSP-26 |
| RSP-28 | 7466637,216 | 581526,767 | 2436,329 | 2441,019 | 1057,052 | 0,0123712 | 0,999682 | 1057,389 | 1057,794 | 0,64 | 179,1423 | 7.466.622,46 | 581.527,72 | RSP-28 |
| SPA-03 | 7466567,218 | 581193,096 | 2455,386 | 2445,858 | 340,934 | 0,0123712 | 0,999682 | 341,043 | 341,173 | 0,04 | 286,8358 | 7.466.552,41 | 581.193,81 | SPA-03 |
| RSP-29 | 7466162,578 | 581237,85 | 2430,572 | 2442,979 | 407,107 | 0,0123712 | 0,999682 | 407,237 | 407,393 | 0,26 | 192,9873 | 7.466.147,49 | 581.238,60 | RSP-29 |
| RSP-30 | 7465738,704 | 580961,401 | 2427,757 | 2429,165 | 506,057 | 0,0123712 | 0,999681 | 506,218 | 506,411 | 0,27 | 236,7913 | 7.465.723,32 | 580.961,96 | RSP-30 |
| RSP-31 | 7465260,117 | 580790,526 | 2424,696 | 2426,227 | 508,177 | 0,0123712 | 0,999681 | 508,339 | 508,533 | 0,3 | 221,8318 | 7.465.244,40 | 580.790,96 | RSP-31 |
| RSP-32 | 7464865,973 | 580413,416 | 2419,882 | 2422,289 | 545,492 | 0,0123712 | 0,99968 | 545,666 | 545,874 | 0,25 | 248,5942 | 7.464.849,98 | 580.413,59 | RSP-32 |
| RSP-33 | 7464406,945 | 580187,6 | 2414,611 | 2417,247 | 511,566 | 0,0123712 | 0,99968 | 511,73 | 511,924 | 0,29 | 229,1051 | 7.464.390,63 | 580.187,61 | RSP-33 |
| RSP-34 | 7463936,305 | 579921,425 | 2412,637 | 2413,624 | 540,695 | 0,0123712 | 0,999679 | 540,869 | 541,073 | 0,3 | 232,7675 | 7.463.919,66 | 579.921,25 | RSP-34 |
| RSP-35 | 7463431,502 | 579737,378 | 2407,913 | 2410,275 | 537,308 | 0,0123712 | 0,999679 | 537,48 | 537,683 | 0,32 | 222,2571 | 7.463.414,50 | 579.737,08 | RSP-35 |
| RSP-36 | 7462883,6 | 579640,19 | 2404,234 | 2406,074 | 556,455 | 0,0123712 | 0,999679 | 556,634 | 556,844 | 0,34 | 211,1762 | 7.462.866,22 | 579.639,82 | RSP-36 |
| RSP-37 | 7462434,724 | 579753,279 | 2401,498 | 2402,866 | 462,903 | 0,0123712 | 0,999679 | 463,051 | 463,226 | 0,28 | 184,2881 | 7.462.417,03 | 579.752,99 | RSP-37 |
| SPA-02 | 7462279,353 | 579529,423 | 2400,386 | 2400,942 | 272,492 | 0,0123712 | 0,999678 | 272,579 | 272,682 | 0,1 | 261,3742 | 7.462.261,55 | 579.528,98 | SPA-02 |
| SPA-17 | 7462925,678 | 582290,842 | 2406,027 | 2403,207 | 2836,048 | 0,0123712 | 0,999681 | 2836,954 | 2838,023 | -0,41 | 85,3631 | 7.462.908,32 | 582.292,32 | SPA-17 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.2.8-2
POLIGONAL SECUNDARIA RÍO SALADO

| Vértice | Norte UTM | Este UTM | Cota Orto. | Alt.Media | Dist. UTM | XVIII | K | D.Geod. | D.Terr. | Az.correg. | N | E | Vertice |
|---------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|------------|---------|
| SBAR4 | 7488371,878 | 579295,662 | 2951,581 | | | 0,0123712 | | | | | 7.488.371,88 | 579.295,66 | SBAR4 |
| XES-1 | 7488190,995 | 579405,863 | 2891,712 | 2921,647 | 211,809 | 0,0123712 | 0,999678 | 211,877 | 211,974 | 165,1651 | 7.488.190,85 | 579.405,95 | XES-1 |
| ET-01 | 7487993,575 | 579469,038 | 2895,631 | 2893,672 | 207,282 | 0,0123712 | 0,999678 | 207,349 | 207,443 | 180,2835 | 7.487.993,28 | 579.469,17 | ET-01 |
| XES-2 | 7487791,888 | 579555,716 | 2883,153 | 2889,392 | 219,524 | 0,0123712 | 0,999678 | 219,595 | 219,694 | 174,1596 | 7.487.791,44 | 579.555,92 | XES-2 |
| ET-2 | 7487538,054 | 579456,637 | 2879,045 | 2881,099 | 272,486 | 0,0123712 | 0,999678 | 272,573 | 272,696 | 223,6913 | 7.487.537,41 | 579.456,76 | ET-2 |
| XES-04 | 7487106,917 | 579245,327 | 2858,698 | 2868,872 | 480,136 | 0,0123712 | 0,999678 | 480,291 | 480,507 | 229,0117 | 7.487.105,94 | 579.245,29 | XES-04 |
| XES-5 | 7486599,592 | 578952,74 | 2831,706 | 2845,202 | 585,65 | 0,0123712 | 0,999677 | 585,839 | 586,1 | 233,3034 | 7.486.598,22 | 578.952,48 | XES-5 |
| XES-7 | 7485808,953 | 578918,694 | 2797,31 | 2814,508 | 791,372 | 0,0123712 | 0,999677 | 791,627 | 791,977 | 202,7396 | 7.485.806,98 | 578.918,41 | XES-7 |
| XES-8 | 7485368,026 | 578931,359 | 2779,058 | 2788,184 | 441,109 | 0,0123712 | 0,999677 | 441,251 | 441,444 | 198,1719 | 7.485.365,72 | 578.931,08 | XES-8 |
| XES-8A | 7485360,253 | 578880,771 | 2783,147 | 2781,103 | 51,182 | 0,0123712 | 0,999677 | 51,198 | 51,221 | 290,2941 | 7.485.357,94 | 578.880,46 | XES-8A |
| SMI-12 | 7484776,434 | 578785,733 | 2760,853 | 2772 | 591,504 | 0,0123712 | 0,999677 | 591,695 | 591,952 | 210,2732 | 7.484.773,68 | 578.785,35 | SMI-12 |
| SMI13 | 7484406,443 | 578549,24 | 2750,331 | 2755,592 | 439,115 | 0,0123712 | 0,999677 | 439,257 | 439,447 | 236,2068 | 7.484.403,40 | 578.548,67 | SMI13 |
| XSP-01 | 7484059,679 | 578393,879 | 2737,587 | 2743,959 | 379,977 | 0,0123712 | 0,999676 | 380,1 | 380,263 | 226,8154 | 7.484.056,38 | 578.393,20 | XSP-01 |
| XSP-02 | 7483512,569 | 578533,343 | 2723,365 | 2730,476 | 564,606 | 0,0123712 | 0,999676 | 564,789 | 565,03 | 184,1103 | 7.483.508,86 | 578.532,77 | XSP-02 |
| XSP-03 | 7483016,361 | 578348,77 | 2710,082 | 2716,724 | 529,424 | 0,0123712 | 0,999676 | 529,595 | 529,821 | 222,6706 | 7.483.012,28 | 578.348,05 | XSP-03 |
| XSP-06 | 7481666,327 | 579243,461 | 2665,695 | 2687,889 | 1619,588 | 0,0123712 | 0,999677 | 1620,111 | 1620,794 | 162,7409 | 7.481.661,24 | 579.243,41 | XSP-06 |
| XSP-07 | 7481502,989 | 579675,436 | 2654,109 | 2659,902 | 461,824 | 0,0123712 | 0,999678 | 461,973 | 462,166 | 123,0139 | 7.481.497,78 | 579.675,71 | XSP-07 |
| XSP-08 | 7481450,743 | 580112,326 | 2646,267 | 2650,188 | 440,003 | 0,0123712 | 0,999679 | 440,144 | 440,327 | 107,5771 | 7.481.445,50 | 580.112,92 | XSP-08 |
| XSP-09 | 7480951,045 | 580318,581 | 2634,733 | 2640,5 | 540,592 | 0,0123712 | 0,99968 | 540,765 | 540,989 | 175,079 | 7.480.945,43 | 580.319,33 | XSP-09 |
| XSP-10 | 7480417,212 | 580258,784 | 2624,977 | 2629,855 | 537,172 | 0,0123712 | 0,99968 | 537,344 | 537,565 | 207,1014 | 7.480.411,21 | 580.259,49 | XSP-10 |
| XSP-11 | 7479998,778 | 580690,894 | 2614,549 | 2619,763 | 601,503 | 0,0123712 | 0,99968 | 601,696 | 601,943 | 148,9764 | 7.479.992,47 | 580.691,91 | XSP-11 |
| XSP-12 | 7479768,216 | 581206,256 | 2604,763 | 2609,656 | 564,586 | 0,0123712 | 0,999681 | 564,766 | 564,997 | 126,7808 | 7.479.761,74 | 581.207,65 | XSP-12 |
| XSP-13 | 7479418,101 | 581501,625 | 2596,621 | 2600,692 | 458,065 | 0,0123712 | 0,999682 | 458,211 | 458,397 | 155,3865 | 7.479.411,37 | 581.503,23 | XSP-13 |
| XSP-14 | 7478848,01 | 581759,668 | 2587,583 | 2592,102 | 625,771 | 0,0123712 | 0,999682 | 625,97 | 626,225 | 172,9409 | 7.478.840,86 | 581.761,46 | XSP-14 |
| XSP-15 | 7478368,115 | 582032,742 | 2578,743 | 2583,163 | 552,149 | 0,0123712 | 0,999683 | 552,324 | 552,548 | 167,0654 | 7.478.360,62 | 582.034,73 | XSP-15 |

2.2.9. COORDENADAS TOPOGRÁFICAS PLANAS

Las coordenadas topográficas planas se muestran en el Cuadro 2.2.9-1 para la poligonal río san Pedro - río Grande y en Cuadro 2.2.9-2 poligonal río Salado.

CUADRO 2.2.9-1
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| VERTIC E | NORTE UTM | ESTE UTM | COTA GEOMÉTRICA |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| SBAR1 | 7487009,962 | 580279,463 | 2834,3728 |
| RG14 | 7486700,861 | 580114,445 | 2822,5618 |
| XRG-3 | 7486346,162 | 580451,364 | 2807,5378 |
| RG -12 | 7486011,576 | 580539,676 | 2801,9648 |
| SM-14 | 7485639,189 | 580419,147 | 2788,9418 |
| RG -10 | 7485163,239 | 580244,002 | 2779,3378 |
| RG-09 | 7484980,301 | 579937,702 | 2771,0778 |
| RG - 08 | 7484527,131 | 579714,363 | 2756,2718 |
| XRG-04 | 7484183,554 | 579857,940 | 2741,7558 |
| RG-04 | 7483794,619 | 580213,667 | 2731,3928 |
| XRG-06 | 7483573,640 | 580563,729 | 2722,1898 |
| RG-02 | 7483259,688 | 581014,948 | 2710,0598 |
| SI-02 | 7483065,622 | 581508,558 | 2700,6378 |
| RG -01 | 7483193,320 | 582155,139 | 2689,0088 |
| SPA -11 | 7483031,245 | 582619,972 | 2682,5738 |
| XRG - 7 | 7482423,222 | 582634,729 | 2666,2508 |

CUADRO 2.2.9-1
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| VERTIC E | NORTE UTM | ESTE UTM | COTA GEOMÉTRICA |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| CA -01 | 7481919,169 | 582560,844 | 2658,1068 |
| XRG - 08 | 7481463,714 | 582532,030 | 2651,1608 |
| XRG - 9 | 7480980,049 | 582468,314 | 2644,6218 |
| XRG - 10 | 7480464,418 | 582516,691 | 2631,7378 |
| EM-01 | 7480288,509 | 582550,155 | |
| XRG -11 | 7480089,328 | 582678,762 | 2622,1568 |
| XRG- 12 | 7479634,981 | 582707,238 | 2610,4128 |
| rib-9 | 7479306,317 | 582653,321 | 2602,2883 |
| XRG -13 | 7479286,670 | 582645,779 | 2603,5563 |
| XRG-14 | 7478837,814 | 582646,230 | 2594,4693 |
| XRG-16 | 7478320,915 | 582366,435 | 2579,6383 |
| XSP-16 | 7477933,648 | 582134,772 | 2572,8603 |
| XSP-10A | 7477415,850 | 581906,921 | 2563,7973 |
| XSP-11a | 7476907,684 | 581863,065 | 2559,2383 |
| XES-09 | 7476365,091 | 581965,797 | 2552,9043 |
| XES-10 | 7475794,447 | 582078,044 | 2547,1383 |
| RSP-10 | 7475250,550 | 581988,726 | 2539,1923 |
| SPA -07 | 7475136,813 | 582079,245 | |
| RSP-11 | 7474869,697 | 582308,071 | 2532,7313 |
| RSP-12 | 7474426,413 | 582050,410 | 2525,9483 |
| RSP-13 | 7473991,102 | 581788,910 | 2522,0093 |
| RSP-14 | 7473495,315 | 581594,808 | 2515,5343 |
| RSP-15 | 7473088,038 | 581237,152 | 2508,6673 |
| RSP-16 | 7472683,470 | 580806,820 | 2502,4523 |
| RSP-17 | 7472213,659 | 580368,493 | 2495,4463 |
| RSP-18 | 7471686,068 | 580290,597 | 2488,7893 |
| RSP-19 | 7471089,626 | 580219,329 | 2482,1203 |
| RSP-20 | 7470528,980 | 580148,651 | 2476,9303 |
| RSP-21 | 7469972,996 | 580126,511 | 2472,2643 |
| RSP-22 | 7469409,738 | 580114,303 | 2466,5933 |
| RSP-23 | 7468865,831 | 580202,304 | 2459,9883 |
| RSP-24 | 7468407,772 | 580580,030 | 2453,6713 |
| RSP-25 | 7467986,902 | 580958,406 | 2448,6103 |
| RSP-26 | 7467623,988 | 581187,317 | 2444,0273 |
| RSP-28 | 7466622,462 | 581527,717 | 2434,6483 |
| SPA-03 | 7466552,414 | 581193,812 | |
| RSP-29 | 7466147,490 | 581238,597 | 2428,9193 |
| RSP-30 | 7465723,320 | 580961,955 | 2426,1093 |
| RSP-31 | 7465244,398 | 580790,961 | 2423,0383 |
| RSP-32 | 7464849,978 | 580413,587 | 2418,2383 |

CUADRO 2.2.9-1
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS RÍO GRANDE - RÍO SAN PEDRO

| VERTICE | NORTE UTM | ESTE UTM | COTA GEOMÉTRICA |
|----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| RSP-33 | 7464390,628 | 580187,613 | 2412,9873 |
| RSP-34 | 7463919,659 | 579921,252 | 2411,0093 |
| RSP-35 | 7463414,503 | 579737,077 | 2406,2903 |
| RSP-36 | 7462866,218 | 579639,821 | 2402,6383 |
| RSP-37 | 7462417,028 | 579752,989 | 2399,8943 |
| SPA-02 | 7462261,549 | 579528,977 | |
| SPA-17 | 7462908,322 | 582292,319 | 2404,4283 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 2.2.9-2
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS RÍO SALADO

| VERTICE | Norte UTM | Este UTM | Cota Geométrica |
|----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| SBAR4 | 7488371,88 | 579295,662 | 2889,839 |
| XES-1 | 7488190,85 | 579405,949 | 2893,758 |
| ET-01 | 7487993,28 | 579469,173 | 2881,280 |
| XES-2 | 7487791,44 | 579555,918 | 2877,172 |
| ET-2 | 7487537,41 | 579456,763 | 2856,825 |
| XES-04 | 7487105,94 | 579245,29 | 2829,833 |
| XES-5 | 7486598,22 | 578952,478 | 2795,470 |
| XES-7 | 7485806,98 | 578918,407 | 2777,185 |
| XES-8 | 7485365,72 | 578931,081 | 2781,274 |
| XES-8A | 7485357,94 | 578880,455 | 2758,980 |
| SMI-12 | 7484773,67 | 578785,345 | 2748,458 |
| SMI13 | 7484403,4 | 578548,674 | 2735,714 |
| XSP-01 | 7484056,38 | 578393,195 | 2721,492 |
| XSP-02 | 7483508,86 | 578532,765 | 2708,209 |
| XSP-03 | 7483012,28 | 578348,053 | 2663,822 |
| XSP-06 | 7481661,24 | 579243,413 | 2652,236 |
| XSP-07 | 7481497,78 | 579675,707 | 2644,394 |
| XSP-08 | 7481445,49 | 580112,919 | 2632,860 |
| XSP-09 | 7480945,43 | 580319,326 | 2623,104 |
| XSP-10 | 7480411,21 | 580259,485 | 2612,676 |
| XSP-11 | 7479992,47 | 580691,912 | 2602,890 |
| XSP-12 | 7479761,74 | 581207,649 | 2594,748 |
| XSP-13 | 7479411,37 | 581503,233 | 2585,710 |
| XSP-14 | 7478840,86 | 581761,463 | 2576,870 |
| XSP-15 | 7478360,62 | 582034,734 | 2572,760 |

CUADRO 2.2.9-2
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS RÍO SALADO

| VERTICE | Norte UTM | Este UTM | Cota Geométrica |
|----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| XSP-16 | 7477933,648 | 582134,772 | 2572,860 |

Fuente: Elaboración Propia