
Contenido

Introducción	2
Monumentos	3
Imágenes de Monumentación	4
Levantamiento de Puntos de Controles y Chequeos	6
Imágenes Posicionamiento	6
Coordenadas Geográficas Ajustadas	8
Coordenadas Cartográficas Ajustadas	8
Coordenadas Cartesianas Ajustadas	9
Levantamiento Curvas de Nivel	9
Especificaciones Módulo Lidar Utilizado	9
Software de Posprocesamiento	13
Plano Perímetro Suministrado	20
Plano General Superpuesto con Orthophoto	21
Plano Curvas de Nivel e Implante de Pista	22
Plano Curvas de Nivel	23
Fichas de Puntos de Apoyo	24

Introducción

El proyecto Aeropuerto Cabo Rojo se encuentra en la comunidad Los Tres Charcos a unos 4 km del centro del pueblo de Oviedo, Municipio de Pedernales y a 3 km del poblado Manuel Golla.



Nos aproximamos al terreno para realizar un reconocimiento del área y así establecer el lugar de la monumentación de los puntos de controles.

Nos pusimos en contacto con el supervisor Agrim. Orlando Gómez, para recibir las orientaciones y recorrido por el terreno, los diferentes accesos en que se podía transitar para poder realizar el trabajo encomendado.

Ubicamos 4 puntos para la georreferenciación del proyecto, dentro del área de trabajo para utilizarlos en el levantamiento topográfico de la superficie y fueron colocados de la siguiente manera:



Monumentos

Procedimos a monumentar los puntos de controles según distribución antes graficado, de acuerdo a los límites del terreno recorrido.

De acuerdo a los requerimientos se colocó una placa de bronce con un punto central, colocado en una base de Hormigón de 60cm de diámetro y 60cm de profundidad.

Las Placas llevan la siguiente inscripción:





Ilustración 1 - Armado para Monumento



Ilustración 2 - Placas Colocadas

Imágenes de Monumentación



Ilustración 3 - Excavación para Monumento



Ilustración 4 - Mezcla Hormigón



Ilustración 6 - Colocación de Armado



Ilustración 5 - Colocación de Armado



Ilustración 7 - Hormigonado

Levantamiento de Puntos de Controles y Chequeos

Iniciamos el levantamiento topográfico de los puntos monumentados con doble ocupación de 180 épocas cada punto con un receptor GNSS Topcon Hiper VR, en tiempo real vía NTRIP (red de transporte RTCM a través de protocolo de Internet) conectado a la Estación Permanente de Operación Continua (CORS) denominada FCPE (FUND CORS RD PEDERNALES).

La Estación Permanente de Operación Continua FCPE, se encuentra ajustada con las CORS BARA y SROD, de la cual adjuntamos el resumen del procesamiento.

Imágenes Posicionamiento



Ilustración 8 - PG-1 = ACR-01

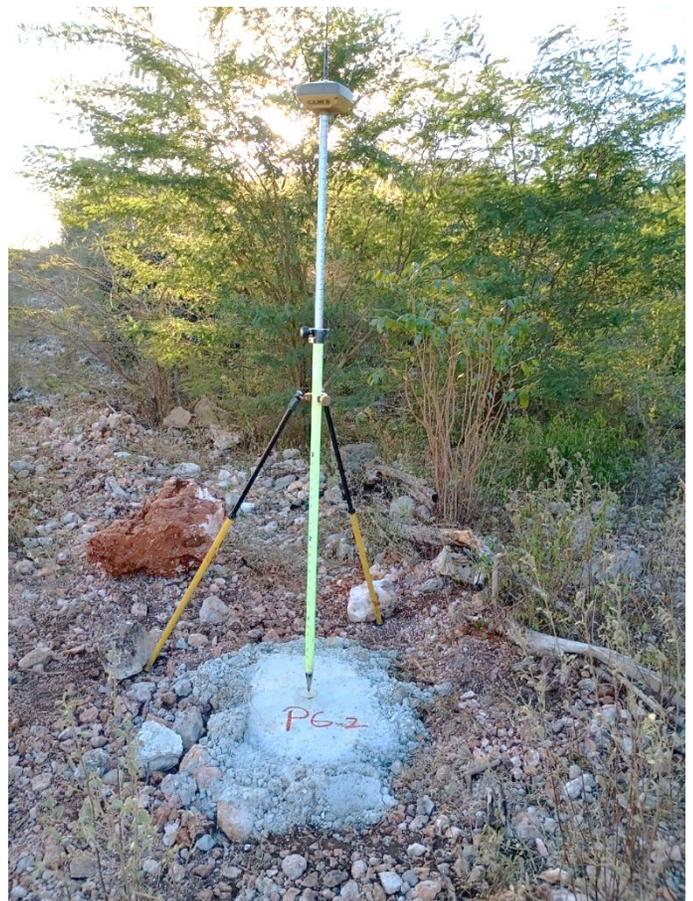


Ilustración 9 - PG-2 = ACR-02



Ilustración 11 - PG-3 = ACR-03



Ilustración 10 - PG-4 = ACR-04

Resultados obtenidos del levantamiento de los puntos de control y chequeos son los siguientes:

Coordenadas Geográficas Ajustadas

Punto	WGS84 Latitud	WGS84 Longitud	WGS84 H Elip. (m)	Código
105	17°50'18.01375"N	71°24'45.55768"W	81.832	PG-4
106	17°50'18.01378"N	71°24'45.55806"W	81.833	PG-4
107	17°49'07.27575"N	71°25'16.33298"W	33.595	PG-1
108	17°49'07.27591"N	71°25'16.33274"W	33.624	PG-1
109	17°49'07.27563"N	71°25'16.33219"W	33.632	PG-1
111	17°49'53.47527"N	71°25'58.38515"W	56.67	PG-3
112	17°49'53.47546"N	71°25'58.38530"W	56.682	PG-3
116	17°49'29.72739"N	71°23'37.13248"W	31.563	PG-2
117	17°49'29.72756"N	71°23'37.13229"W	31.539	PG-2
FCPE	18°02'14.13787"N	71°44'32.92693"W	-10.351	FCPE

Coordenadas Cartográficas Ajustadas

Punto	Coord Norte Cuadrícula (m)	Estnd Desv n (m)	Coord Este Cuadrícula (m)	Estnd Desv e (m)	Elevación (m)	Estnd Desv Hz (m)	Código
105	1973949.8315	0.0031	244296.5006	0.0040	110.5410	0.0051	PG-4
106	1973949.8325	0.0027	244296.4893	0.0040	110.5420	0.0048	PG-4
107	1971786.0635	0.0009	243361.8690	0.0016	62.3140	0.0019	PG-1
108	1971786.0685	0.0013	243361.8761	0.0021	62.3430	0.0024	PG-1
109	1971786.0594	0.0015	243361.8924	0.0023	62.3520	0.0027	PG-1
111	1973222.9682	0.0016	242141.5836	0.0020	85.2520	0.0026	PG-3
112	1973222.9743	0.0019	242141.5795	0.0024	85.2630	0.0030	PG-3
116	1972438.9385	0.0028	246292.8977	0.0025	60.4990	0.0038	PG-2
117	1972438.9435	0.0031	246292.9032	0.0027	60.4750	0.0041	PG-2
FCPE	1996460.7271	0.0000	209644.7196	0.0000	17.5340	0.0000	FCPE

Coordenadas Cartesianas Ajustadas

Punto	X (m)	Y (m)	z (m)	Código
105	1935925.2505	-5756691.1958	1941384.7399	PG-4
106	1935925.2400	-5756691.2001	1941384.7410	PG-4
107	1935263.8297	-5757567.6030	1939299.6210	PG-1
108	1935263.8447	-5757567.6255	1939299.6347	PG-1
109	1935263.8635	-5757567.6301	1939299.6288	PG-1
111	1933958.5176	-5757570.6969	1940658.8686	PG-3
112	1933958.5165	-5757570.7068	1940658.8778	PG-3
116	1937964.6144	-5756434.1461	1939956.1324	PG-2
117	1937964.6118	-5756434.1213	1939956.1299	PG-2
FCPE	1900602.9600	-5761217.1798	1962303.0270	FCPE

Levantamiento Curvas de Nivel

Luego de haber realizado las monumentaciones requeridas, se inició con el levantamiento del terreno.

El equipo utilizado para esta etapa fue el Drone DJI Matrice 300 RTK con un lente DJI Zenmuse L1 el cual contiene un sensor Lidar capaz de obtener hasta 500 puntos por metro cuadrado de superficie a una altitud de 100 mts desde el punto de origen. Por la topografía y la vegetación del lugar, se decidió utilizar este equipo ya que nos puede ofrecer una información acabada sin tener que iniciar un corte agresivo de árboles en la etapa de análisis físico del terreno.

Las especificaciones técnicas del equipo están anexas a éste informe.

Especificaciones Módulo Lidar Utilizado

General

- nombre del producto
 - Zenmuse L1
- Dimensiones
 - 152×110×169mm
- Peso
 - 930±10g
- Poder
 - típico: 30 W; máx.: 60 W
- Clasificación del IP

-
- IP54
 - Aeronaves compatibles
 - Matriz 300 RTK
 - Rango de temperatura de funcionamiento
 - -20° a 50° C (-4° a 122° F)
 - 0° a 50° C (32° a 122° F) (cuando se utiliza una cámara cartográfica RGB)
 - Rango de temperatura de almacenamiento
 - -20° a 60° C (-4° a 140° F)

Rendimiento de sistema

- Rango de detección
 - 450 m al 80 % de reflectividad, 0 klx;
 - 190 m al 10 % de reflectividad, 100 klx
- Tasa de puntos
 - Retorno único: máx. 240.000 pts/s ;
 - Retorno múltiple: máx. 480.000 puntos/s
- Precisión del sistema (RMS 1σ)¹
 - Horizontales: 10 cm @ 50 m;
 - Verticales: 5cm @ 50m
- Modos de coloreado de nubes de puntos en tiempo real
 - Reflectividad, Altura, Distancia, RGB

LIDAR

- Precisión de rango (RMS 1σ)²
 - 3cm @ 100m
- Devoluciones máximas admitidas
 - 3
- Modos de escaneo
 - Patrón de escaneo no repetitivo, Patrón de escaneo repetitivo
- campo de visión
 - Patrón de exploración no repetitivo: 70,4° (horizontal) × 77,2° (vertical) ;
 - Patrón de escaneo repetitivo: 70,4° (horizontal) × 4,5° (vertical)
- Seguridad láser
 - Clase 1 (IEC 60825-1:2014) (Seguridad ocular)

Sistema de navegación inercial

- Frecuencia de actualización de IMU
 - 200 Hz
- Rango del acelerómetro
 - ± 8 gramos
- Rango de medidor de velocidad angular
 - ± 2000 dps
- Precisión de guiñada (RMS 1σ) ¹
 - Tiempo real: $0,3^\circ$, posprocesamiento: $0,15^\circ$
- Precisión de cabeceo/balanceo (RMS 1σ) ¹
 - Tiempo real: $0,05^\circ$, posprocesamiento: $0,025^\circ$

Sensor de visión de posicionamiento auxiliar

- Resolución
 - 1280×960
- campo de visión
 - 95°

Cámara de mapeo RGB

- Tamaño del sensor
 - 1 pulgada
- Píxeles efectivos
 - 20 megapíxeles
- Tamaño de la foto
 - 5472×3078 (16:9); 4864×3648 (4:3); 5472×3648 (3:2)
- Longitud focal
 - 8,8 mm / 24 mm (equivalente)
- Velocidad de obturación
 - Velocidad de obturación mecánica: 1/2000 - 8 s
 - Velocidad de obturación electrónica: 1/8000 - 8 s
- YO ASI
 - Vídeo: 100 - 3200 (Auto), 100 - 6400 (Manual)
 - Foto: 100 - 3200 (Auto), 100 - 12800 (Manual)
- Rango de apertura
 - f/2.8 - f/11

-
- **Sistema de archivos compatible**
 - GRASA (≤ 32 GB); exFAT (> 32 GB)
 - **Formato de foto**
 - jpeg
 - **Formato de video**
 - MOV, MP4
 - **Resolución de video**
 - H.264, 4K: 3840×2160 30p

cardán

- **Sistema Estabilizado**
 - 3 ejes (inclinación, balanceo, panorámica)
- **Rango de vibración angular**
 - 0.01°
- **Montar**
 - Desmontable DJI SKYPORT
- **Rango Mecánico**
 - Inclinación: -120° a $+30^\circ$; Panorámica: $\pm 320^\circ$
- **Modos de operación**
 - Seguir/Libre/Volver a centrar
- **Almacenamiento de datos sin procesar**
 - Foto/IMU/almacenamiento de datos de nube de puntos/GNSS/archivos de calibración
- **Tarjetas microSD compatibles**
 - microSD: velocidad de escritura secuencial de 50 MB/s o superior y clasificación de velocidad UHS-I de grado 3 o superior; Capacidad máxima: 256 GB
- **Tarjetas microSD recomendadas** ³
 - SanDisk Extreme 128 GB UHS-I Grado de velocidad 3
 - SanDisk Extreme 64 GB UHS-I Grado de velocidad 3
 - SanDisk Extreme 32 GB UHS-I Grado de velocidad 3
 - SanDisk Extreme 16 GB UHS-I Grado de velocidad 3
 - Lexar 1066x 128 GB U3
 - Samsung EVO Plus 128 GB

Software de Posprocesamiento

El software que utilizamos para el procesamiento de la información obtenida a través del vuelo del drone es DJI Terra. A continuación el informe de calidad del procesamiento.

Informe de calidad de Aerotriangulación de DJI Terra

Parámetros

Parámetros	Valor
Densidad de puntos distintivos	Alto
Cálculo en clúster	No
Generar archivo XML	No

Vista general de la información de la imagen

Elemento	Valor
Número de imágenes	7535
Imagen con posición e inclinación de cámara	7319
Imagen calibrada	7318
Restringir con datos POS de la imagen	Sí
Error cuadrático medio de la georreferenciación	0.378 m
Componentes conectados	3
Máx. cantidad de imágenes de componentes	2871
Tiempo de aerotriangulación	43.403min

Vista general de la información de los puntos de control de tierra

Punto de control

Nombre	dx (m)	dy (m)	dz (m)
PG-1	-0.086167	0.213579	0.021656
PG-3	-0.039045	0.031730	-0.064572
PG-2	0.229538	-0.050756	0.200007

Error cuadrático medio del punto de control

dx (m)	dy (m)	dz (m)
0.143338	0.128061	0.121985

Estado de RTK

Estado	Cantidad de imágenes
Fijo	7319
Fluctuante	0
Único	0
Otros	0

Información de calibración de la cámara

Modelo de cámara EP800

N/S de cámara b85e36edc5c87215bdce3f8d67ab6576

Elemento	Distancia focal	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
Inicial	3711.54	2698.61	1803.86	-0.02016487	0.02509081	-0.01675293	-0.00277512	-0.00280854

Bloque0

Elemento	Distancia focal	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
Optimizada	3711.27	2698.62	1803.85	-0.02016184	0.02508516	-0.01674700	-0.00277471	-0.00280813

Matriz de covarianza

	Error	Distancia focal	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
Distancia focal	0.03197365	1.00000000	-0.04457130	0.12430485	-0.13243030	0.10586623	-0.08844869	-0.06997953	-0.02277475
Cx	0.00984701	-0.03032225	1.00000000	-0.00205891	0.00079419	-0.00090861	0.00185671	0.00681675	-0.10452828
Cy	0.00956624	0.07846814	-0.00015785	1.00000000	0.00125193	-0.00138177	0.00139151	0.81769302	-0.00105647
K1	0.00001204	-0.11323254	-0.01324205	-0.00037458	1.00000000	-0.94881069	0.86202286	-0.01579514	-0.01850562
K2	0.00003359	0.08776447	0.01840081	-0.00125909	-0.94939295	1.00000000	-0.97447086	0.01238206	0.01740185

K3	0.00002862	-0.07755499	-0.02128635	0.00068268	0.86061087	-0.97227803	1.00000000	-0.01180810	-0.02812622
P1	0.00000109	-0.08347336	0.00763751	0.82173754	-0.00957088	0.00957933	-0.01036458	1.00000000	-0.00453096
P2	0.00000063	-0.02133450	1.15745207	0.01261139	-0.01189678	0.01020502	-0.01949691	0.00990583	1.00000000

Vista general de la información del hardware

- CPU: Intel Core(TM) i7-10700 CPU @ 2.90GHz 16 cores
- Cantidad de CPU: 1
- GPU0: NVIDIA GeForce RTX 3060 Ti
- RAM: 65474 M

Informe de calidad del procesamiento de nube de puntos LiDAR de DJI Terra Part1

Vista general de los datos de entrada

Elemento	Valor
Tiempo de recopilación de datos POS	3h 29.537min
Tiempo de recopilación de los datos de nube de puntos	2h 49.369min
Cantidad de bloques de nube de puntos LiDAR	1
Utilizar los datos de la estación base personalizada	No

Información del punto de control

ID	Latitud	Longitud	Altitud
PG-1	17.8186877135229	-71.4212035098147	62.336300
PG-2	17.8249242986858	-71.393647884617	60.487000
PG-3	17.8315209328944	-71.4328847840423	85.257500
PG-4	17.8383371561268	-71.4126549623755	110.541500

Estado de POS

Estado	Tiempo total
Fijo	3h 29.537min
Otros	0.000min

Parámetros

Parámetros	Valor
Densidad de nube de puntos (por porcentaje)	Medio
Escenario	Procesamiento de nubes de puntos
Comprobación de precisión	Sí
Distancia efectiva de la nube de puntos	250m
Optimizar precisión de la nube de puntos	Sí
Nube de puntos fluida	Sí

Resultado

Lista de resultados
Archivo PNTS
Archivo LAS

Vista general del rendimiento

Elemento	Valor
Tiempo de procesamiento de datos POS	1h 23.745min
Tiempo de georreferenciación	2h 7.269min
Tiempo de optimización de la precisión de la nube de puntos	1h 50.226min
Tiempo de colorización de la nube de puntos	3.909min
Tiempo de guardado del resultado	6.353min
Tiempo total de procesamiento	6h 32.930min

Informe de calidad del procesamiento de nube de puntos LiDAR de DJI Terra Part2

Vista general de los datos de entrada

Elemento	Valor
Tiempo de recopilación de datos POS	3h 43.416min
Tiempo de recopilación de los datos de nube de puntos	3h 4.906min
Cantidad de bloques de nube de puntos LiDAR	1
Utilizar los datos de la estación base personalizada	No

Información del punto de control

ID	Latitud	Longitud	Altitud
PG-1	17.8186877135229	-71.4212035098147	62.336300
PG-2	17.8249242986858	-71.393647884617	60.487000
PG-3	17.8315209328944	-71.4328847840423	85.257500
PG-4	17.8383371561268	-71.4126549623755	110.541500

Estado de POS

Estado	Tiempo total
Fijo	3h 43.416min
Otros	0.000min

Parámetros

Parámetros	Valor
Densidad de nube de puntos (por porcentaje)	Medio
Escenario	Procesamiento de nubes de puntos
Comprobación de precisión	Sí
Distancia efectiva de la nube de puntos	250m
Optimizar precisión de la nube de puntos	Sí
Nube de puntos fluida	Sí

Resultado

Lista de resultados
Archivo PNTS
Archivo LAS

Vista general del rendimiento

Elemento	Valor
Tiempo de procesamiento de datos POS	10.767min
Tiempo de georreferenciación	45.617min
Tiempo de optimización de la precisión de la nube de puntos	1h 42.209min
Tiempo de colorización de la nube de puntos	4.247min
Tiempo de guardado del resultado	5.764min
Tiempo total de procesamiento	3h 32.351min

Informe de calidad del procesamiento de nube de puntos LiDAR de DJI Terra Part2

Vista general de los datos de entrada

Elemento	Valor
Tiempo de recopilación de datos POS	2h 32.564min
Tiempo de recopilación de los datos de nube de puntos	2h 7.533min
Cantidad de bloques de nube de puntos LiDAR	1
Utilizar los datos de la estación base personalizada	No

Información del punto de control

ID	Latitud	Longitud	Altitud
PG-1	17.8186877135229	-71.4212035098147	62.336300
PG-2	17.8249242986858	-71.393647884617	60.487000
PG-3	17.8315209328944	-71.4328847840423	85.257500
PG-4	17.8383371561268	-71.4126549623755	110.541500

Estado de POS

Estado	Tiempo total
Fijo	2h 32.564min
Otros	0.000min

Parámetros

Parámetros	Valor
Densidad de nube de puntos (por porcentaje)	Medio
Escenario	Procesamiento de nubes de puntos
Comprobación de precisión	Sí
Distancia efectiva de la nube de puntos	250m
Optimizar precisión de la nube de puntos	Sí
Nube de puntos fluida	Sí

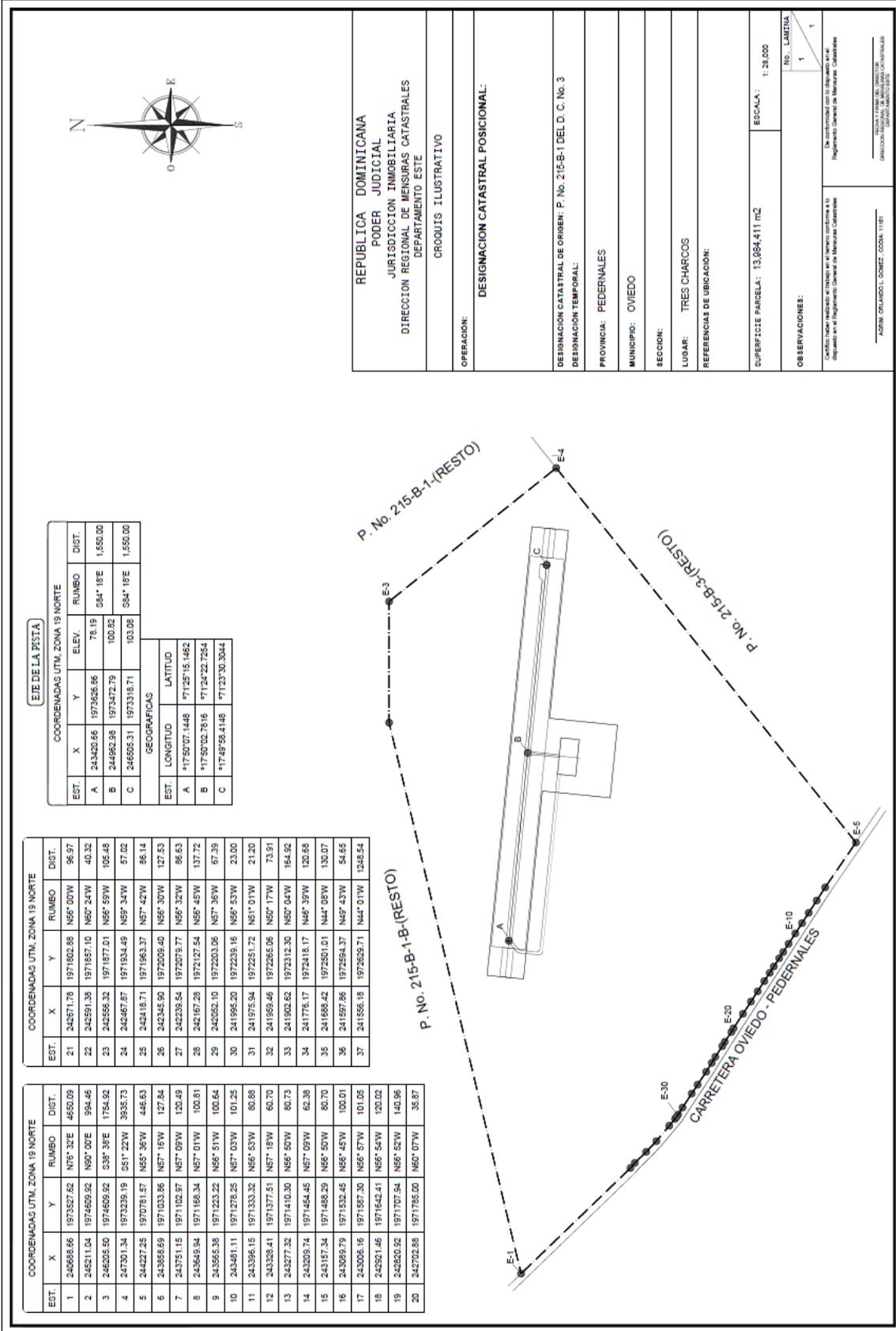
Resultado

Lista de resultados
Archivo PNTS
Archivo LAS

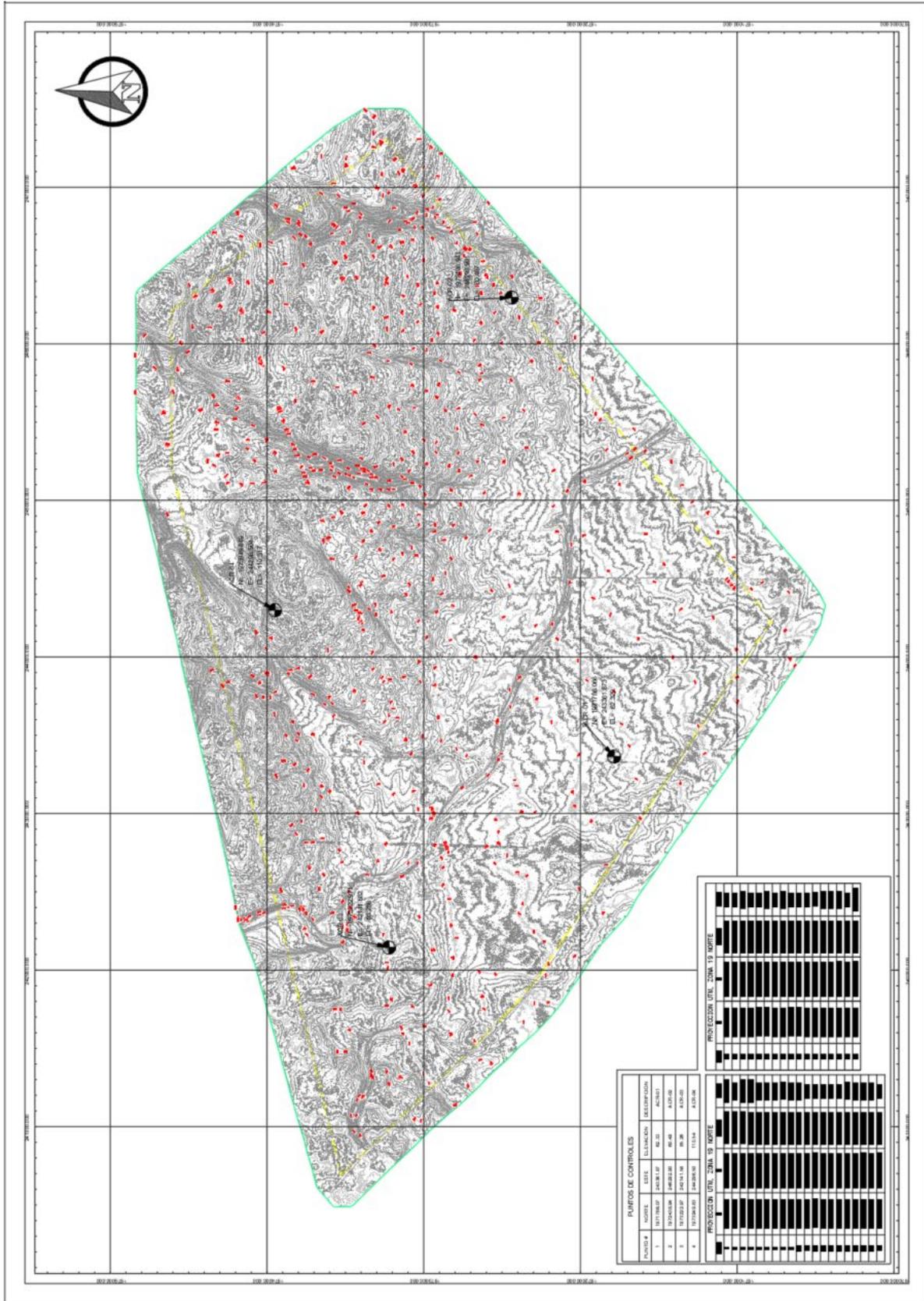
Vista general del rendimiento

Elemento	Valor
Tiempo de procesamiento de datos POS	8.851min
Tiempo de georreferenciación	26.668min
Tiempo de optimización de la precisión de la nube de puntos	1h 16.113min
Tiempo de colorización de la nube de puntos	3.319min
Tiempo de guardado del resultado	6.293min
Tiempo total de procesamiento	2h 38.764min

Plano Perímetro Suministrado



Plano Curvas de Nivel



Fichas de Puntos de Apoyo

Puntos Apoyo

ACR-01

Código

Macrorregión

Provincia

Municipio

SUR

PEDERNALES

OVIEDO

Fotografías de la Ocupación



Mapa Ilustrativo



Descripción Técnica

Fecha de Ocupación 23/01/2023

Tiempo de Ocupación 6 min

Cadencia 360

Máscara Obstáculos 13

Coordenadas Geográficas

Sistema Ref. ITRF2014 Elipsoide: IAGS-GRS80

Latitud 17°49'07.27591"N

Longitud 71°25'16.33274"W

Alt. Elipsoidal 33.624

Coordenadas Cartesianas ECEF

Sistema Ref. ECEF ITRF2014

X 1935263.8447

Y -5757567.6255

Z 1939299.6347

Coordenadas Cartográficas

Sistema Ref. ITRF2014 UTM Zona 19N

Norte 1971786.0685

Este 243361.8761

Elevación EGM08 62.343

Información Técnica

Marca y modeloreceptor GNSS: TOPCON HIPER VR

Código Antena: 00IQIWWAWX0

Día Juliano medio 2246,023

Estación Cors FCPE

Ubicación, acceso y materialización

Ubicación: En la Carretera Oviedo a Pedernales, en el paraje Los tres charcos a 20mts de la cancha de baloncesto, gira a la derecha, recorrer 1,280 mts hasta llegar al monumento a la derecha en el camino, debidamente identificado.

Materialización: Placa de bronce de 3" embebido en hormigón preparado in situ.

Puntos Apoyo

ACR-02

Código

Macrorregión

Provincia

Municipio

SUR

PEDERNALES

OVIEDO

Fotografías de la Ocupación



Descripción Técnica

Fecha de Ocupación 23/01/2023

Tiempo de Ocupación 6 min

Cadencia 360

Máscara Obstáculos 13

Coordenadas Geográficas

Sistema Ref. ITRF2014 Elipsoide: IAGS-GRS80

Latitud 17°49'29.72739"N

Longitud 71°23'37.13248"W

Alt. Elipsoidal 31.563

Coordenadas Cartesianas ECEF

Sistema Ref. ECEF ITRF2014

X 1937964.6144

Y -5756434.1461

Z 1939956.1324

Coordenadas Cartográficas

Sistema Ref. ITRF2014 UTM Zona 19N

Norte 1972438.9385

Este 246292.8977

Elevación EGM08 60.499

Información Técnica

Marca y modeloreceptor GNSS: TOPCON HIPER VR

Código Antena: 00IQIWWAWX0

Día Juliano medio 2246,023

Estación Cors FCPE

Mapa Ilustrativo



Ubicación, acceso y materialización

Ubicación: En la Carretera Oviedo a Pedernales, en el paraje Los tres charcos a 1,808mts de la cancha de baloncesto en dirección hacia Oviedo, girando a la izquierda en una nueva trocha realizada reciente, a 2,817mts se encuentra el monumento a la izquierda en el camino, debidamente identificado.

Materialización: Placa de bronce de 3" embebido en hormigón preparado in situ.

Puntos Apoyo

ACR-03

Código

Macrorregión

Provincia

Municipio

SUR

PEDERNALES

OVIEDO

Fotografías de la Ocupación



Descripción Técnica

Fecha de Ocupación 23/01/2023

Tiempo de Ocupación 6 min

Cadencia 360

Máscara Obstáculos 13

Coordenadas Geográficas

Sistema Ref. ITRF2014 Elipsoide: IAGS-GRS80

Latitud 17°49'53.47527"N

Longitud 71°25'58.38515"W

Alt. Elipsoidal 56.67

Coordenadas Cartesianas ECEF

Sistema Ref. ECEF ITRF2014

X 1933958.5176

Y -5757570.6969

Z 1940658.8686

Coordenadas Cartográficas

Sistema Ref. ITRF2014 UTM Zona 19N

Norte 1973222.9682

Este 242141.5836

Elevación EGM08 85.252

Información Técnica

Marca y modeloreceptor GNSS: TOPCON HIPER VR

Código Antena: 00IQIWWAWX0

Día Juliano medio 2246,023

Estación Cors FCPE

Mapa Ilustrativo



Ubicación, acceso y materialización

Ubicación: : En la Carretera Oviedo a Pedernales, en el paraje Los tres charcos a 20mts de la cancha de baloncesto, gira a la derecha, recorrer 750 mts, luego girar a la izquierda, a 515mts tendremos un cruce de camino, girar a la izquierda y a 1,370 mts se encuentra el monumento en el lateral izquierdo del camino, debidamente identificado.

Materialización: Placa de bronce de 3" embebido en hormigón preparado in situ.

