

# Final

*por* Ismael Garces

---

**Fecha de entrega:** 17-abr-2019 05:08p.m. (UTC+0200)

**Identificador de la entrega:** 1114314894

**Nombre del archivo:** TFM-FINAL-TURNITIN.pdf (7.81M)

**Total de palabras:** 12624

**Total de caracteres:** 80610



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Universitat Politècnica de València – Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

Trabajo de Fin de Máster  
Tutor: Fernando Francisco Buchón Moragues  
Tutora de empresa: Alexa Ferrer Lucas

Ismael Garcés Ferrer

Mayo 2019

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## Índice

1. Introducción .....	12
1.1 Proyecto .....	12
1.2 Empresa.....	12
2. Objetivos .....	14
3. Marco teórico/Conceptos previos .....	15
3.1 GNSS .....	15
3.2 Estación total.....	21
3.3 Laser escáner .....	23
4. Desarrollo.....	27
4.1 Localización.....	27
4.2 Georreferenciación del proyecto .....	29
4.3 Puntos de apoyo.....	54
4.4 Adquisición masiva de datos tridimensionales .....	60
4.5 Equipos .....	80
4.5.1 GPS (GS16) .....	80
4.5.2 TS16 .....	82
4.5.3 BLK360.....	85
4.5.4 GeoSlam Zeb-Revo.....	90

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

4.6	Programas .....	95
4.6.1	Leica Geo Office .....	95
4.6.2	Cyclone Register 360.....	96
4.6.3	BLK360 Data Manager .....	97
4.6.4	GeoSlam Desktop .....	97
4.6.5	Cloud Compare.....	98
5.	Comparativa .....	100
6.	Resultados.....	110
7.	Presupuesto .....	117
8.	Conclusiones.....	119
9.	Líneas futuras .....	120
10.	Bibliografía .....	121

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## Índice de figuras:

<i>Figura 1: Localización Topomarket. Nivel estatal. Captura obtenida de Google Maps.</i>	27
<i>Figura 2: Localización Topomarket. Nivel provincial. Captura obtenida de Google Maps.</i> .....	28
<i>Figura 3: Localización Topomarket. Detalle. Captura obtenida de Google Maps.</i> .....	28
<i>Figura 4: Estación GPS Punto Amarillo 1. Captura obtenida de Google Maps.</i> .....	30
<i>Figura 5: Estación GPS Punto Amarillo 2. Fotografía propia.</i> .....	30
<i>Figura 6: Estación GPS Punto Amarillo 4. Fotografía propia.</i> .....	30
<i>Figura 7: Estación GPS Punto Amarillo 3. Fotografía propia.</i> .....	30
<i>Figura 8: Estación GPS Punto Azul 1. Captura obtenida de Google Maps.</i> .....	31
<i>Figura 9: Estación GPS Punto Azul 2. Fotografía propia.</i> .....	31
<i>Figura 10: Estación GPS Punto Azul 3. Fotografía propia.</i> .....	31
<i>Figura 11: Estación GPS Punto Azul 4. Fotografía propia.</i> .....	31
<i>Figura 12: Estación GPS Punto Rojo 1. Captura obtenida de Google Maps.</i> .....	32
<i>Figura 13: Estación GPS Punto Rojo 2. Fotografía propia.</i> .....	32
<i>Figura 14: Estación GPS Punto Rojo 4. Fotografía propia.</i> .....	32
<i>Figura 15: Estación GPS Punto Rojo 3. Fotografía propia.</i> .....	32
<i>Figura 16: Captura de la web <a href="http://www.icv.es">www.icv.es</a> 1.</i> .....	33
<i>Figura 17: Captura de la web <a href="http://www.icv.es">www.icv.es</a> 2.</i> .....	33
<i>Figura 18: Captura de la web <a href="http://www.icv.es">www.icv.es</a> 3.</i> .....	34

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 19: Captura de la web www.icv.es 4</i> .....	34
<i>Figura 20: Captura de la web www.icv.es 5</i> .....	35
<i>Figura 21: Captura de la web www.icv.es 6</i> .....	35
<i>Figura 22: Captura de la web www.icv.es 7</i> .....	36
<i>Figura 23: Captura de la web www.icv.es 8</i> .....	36
<i>Figura 24: Captura de la web www.icv.es 9</i> .....	36
<i>Figura 25: Captura del programa Leica Geo Office 1</i> .....	37
<i>Figura 26: Captura del programa Leica Geo Office 2</i> .....	38
<i>Figura 27: Captura del programa Leica Geo Office 3</i> .....	38
<i>Figura 28: Captura del programa Leica Geo Office 4</i> .....	39
<i>Figura 29: Captura del programa Leica Geo Office 5</i> .....	39
<i>Figura 30: Captura del programa Leica Geo Office 6</i> .....	40
<i>Figura 31: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 1</i> .....	40
<i>Figura 32: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 2</i> .....	41
<i>Figura 33: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 3</i> .....	41
<i>Figura 34: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 4</i> .....	42
<i>Figura 35: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 5</i> .....	43
<i>Figura 36: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 6</i> .....	43
<i>Figura 37: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 7</i> .....	44

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 38: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 8.</i>	45
<i>Figura 39: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 9.</i>	45
<i>Figura 40: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 10.</i>	46
<i>Figura 41: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 11.</i>	47
<i>Figura 42: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 12.</i>	48
<i>Figura 43: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 13.</i>	49
<i>Figura 44: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 14.</i>	50
<i>Figura 45: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 15.</i>	51
<i>Figura 46: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 16.</i>	52
<i>Figura 47: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 17.</i>	53
<i>Figura 48: Estación Total Punto Amarillo 2. Fotografía propia.</i>	54
<i>Figura 49: Estación Total Punto Amarillo 1. Fotografía propia.</i>	54
<i>Figura 51: Punto de apoyo exterior 1. Fotografía propia.</i>	55
<i>Figura 50: Punto de apoyo exterior 2. Fotografía propia.</i>	55
<i>Figura 53: Punto de apoyo exterior 4. Fotografía propia.</i>	55
<i>Figura 52: Punto de apoyo exterior 3. Fotografía propia.</i>	55
<i>Figura 54: Punto estación Base Topo 2. Fotografía propia.</i>	56
<i>Figura 55: Punto estación Base Topo 1. Fotografía propia.</i>	56
<i>Figura 56: Punto estación Base Topo 3. Fotografía propia.</i>	56

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 58: Punto interior 2. Fotografía propia.</i>	57
<i>Figura 57: Punto interior 1. Fotografía propia.</i>	57
<i>Figura 59: Punto interior 3. Fotografía propia.</i>	57
<i>Figura 60: Punto interior 4. Fotografía propia.</i>	57
<i>Figura 61: Punto interior 5. Fotografía propia.</i>	58
<i>Figura 62: Punto interior 6. Fotografía propia.</i>	58
<i>Figura 63: Tabla con las coordenadas de todos los puntos.</i>	59
<i>Figura 64: Captura del programa BLK360 Data Manager.</i>	61
<i>Figura 65: Estación Base Topo BLK360. Fotografía propia.</i>	61
<i>Figura 66: Captura del programa Cyclone Register 360 1.</i>	62
<i>Figura 67: Captura del programa Cyclone Register 360 2.</i>	63
<i>Figura 68: Captura del programa Cyclone Register 360 3.</i>	63
<i>Figura 69: Captura del programa Cyclone Register 360 4.</i>	64
<i>Figura 70: Captura del programa Cyclone Register 360 5.</i>	64
<i>Figura 71: Captura del programa Cyclone Register 360 6.</i>	65
<i>Figura 72: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 1.</i>	66
<i>Figura 73: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 2.</i>	67
<i>Figura 74: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 3.</i>	68
<i>Figura 75: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 4.</i>	69

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 76: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 5.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 77: Captura del programa GeoSlam 1.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 78: Captura del programa GeoSlam 2.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 79: Captura del programa GeoSlam 3.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 80: Captura del programa Cloud Compare 1.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 81: Captura del programa Cloud Compare 2.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 82: Captura del programa Cloud Compare 3.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 83: Captura del programa Cloud Compare 4.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 84: Captura del programa Cloud Compare 5.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 85: Captura del programa Cloud Compare 6.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 86: Captura del programa Cloud Compare 7.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 87: Captura del programa Cloud Compare 8.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 88: Captura del programa Cloud Compare 9.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 89: Antena GS16. Fotografía propia.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 90: Controladora CS20. Fotografía propia.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 91: Estación TS16 2. Fotografía propia.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 92: Estación TS16 1. Fotografía propia.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 93: Estación TS16 3. Fotografía propia.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 94: BLK360 1. Fotografía propia.....</i>	<i>89</i>

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 95: BLK360 2. Fotografía propia.</i>	89
<i>Figura 96: GeoSlam 1. Fotografía propia.</i>	94
<i>Figura 97: GeoSlam 2. Fotografía propia.</i>	94
<i>Figura 98: GeoSlam 3. Fotografía propia.</i>	94
<i>Figura 99: GeoSlam 4. Fotografía propia.</i>	94
<i>Figura 100: Comparativa de las nubes. Captura del programa Cloud Compare.</i>	100
<i>Figura 101: Comparativa de las nubes 2. Captura del programa Cloud Compare.</i>	101
<i>Figura 102: Histograma de la comparativa. Captura del programa Cloud Compare.</i>	101
<i>Figura 103: Datos estadísticos de la comparativa. Captura del programa Cloud Compare.</i>	102
<i>Figura 104: Comparativa de las distancias entre nubes. Captura del programa Cloud Compare.</i>	102
<i>Figura 105: Comparativa de las distancias entre nubes 2. Captura del programa Cloud Compare.</i>	103
<i>Figura 106: Comparativa de las distancias entre nubes 3. Captura del programa Cloud Compare.</i>	103
<i>Figura 107: Puntos de control GeoSlam. Captura del programa Cloud Compare.</i>	104
<i>Figura 108: Puntos de control GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare.</i>	104
<i>Figura 109: Puntos de control GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare.</i>	105
<i>Figura 110: Puntos de control GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare.</i>	105
<i>Figura 111: Puntos de control GeoSlam 5. Captura del programa Cloud Compare.</i>	105

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 112: Puntos de control GeoSlam 6. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	106
<i>Figura 113: Puntos de control BLK. Captura del programa Cloud Compare.....</i>	106
<i>Figura 114: Puntos de control GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	107
<i>Figura 115: Puntos de control GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	107
<i>Figura 116: Puntos de control GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	107
<i>Figura 117: Puntos de control GeoSlam 5. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	108
<i>Figura 118: Puntos de control GeoSlam 6. Captura del programa Cloud Compare. ..</i>	108
<i>Figura 119: Tabla comparativa de las coordenadas de la estación, GeoSlam y BLK360. .....</i>	109
<i>Figura 120: Vista en planta. Resultado final GeoSlam 1. Captura del programa Cloud Compare. ....</i>	110
<i>Figura 121: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare. ....</i>	111
<i>Figura 122: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare. ....</i>	111
<i>Figura 123: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare. ....</i>	112
<i>Figura 124: Vista en planta con imagen. Resultado final BLK360 1. Captura del programa Cloud Compare.....</i>	112
<i>Figura 125: Vista en planta. Resultado final BLK360 2. Captura del programa Cloud Compare. ....</i>	113
<i>Figura 126: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 3. Captura del programa Cloud Compare.....</i>	113

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

<i>Figura 127: Vista aérea. Resultado final BLK360 4. Captura del programa Cloud Compare.</i> .....	114
<i>Figura 128: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 5. Captura del programa Cloud Compare.</i> .....	114
<i>Figura 129: Vista aérea. Resultado final BLK360 6. Captura del programa Cloud Compare.</i> .....	115
<i>Figura 130: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 7. Captura del programa Cloud Compare.</i> .....	115
<i>Figura 131: Vista aérea. Resultado final BLK360 8. Captura del programa Cloud Compare.</i> .....	116
<i>Figura 132: Presupuesto 1BLK360.</i> .....	118
<i>Figura 133: Presupuesto 2 GeoSlam</i> .....	118

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Resumen:**

La base y objetivo de este trabajo es el estudio, análisis y la comparativa de la obtención de datos de diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

El objetivo del proyecto es obtener el modelo en 3D de las oficinas de TOPOMARKET sitas el Parque Tecnológico de Paterna (Valencia) en la Ronda Narciso Monturiol y Estarriol nº 4, local 9-A del Centro Empresarial Destro.

Para esto se han utilizado diferentes equipos topográficos como GPS, estación total y láser escáner que precisa de un conocimiento previo a su utilización para obtener los datos necesarios y precisos que supone nuestro objetivo.

Los equipos topográficos utilizados nos proporcionan los datos necesarios para obtener finalmente los modelos en 3D.

Obtenidos los modelos, se realizará una comparativa entre las diferentes nubes de puntos. Esta comparativa nos permitirá el estudio de las diferencias entre cada instrumento utilizado para la toma de datos según sus características técnicas.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## **1. Introducción**

### **1.1 Proyecto**

El fundamento del proyecto es la utilización de varios equipos de adquisición masiva de datos tridimensionales, analizar los datos que proporcionan y hacer una comparativa de los mismos.

Este trabajo proporciona un conocimiento de cada aparato y conocer exactamente cuál es el más idóneo para cada trabajo a realizar.

Para completar este trabajo, se utiliza un sistema de GNSS y estación total para georreferenciar los escaneados obtenidos con los equipos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

### **1.2 Empresa**

TOPOMARKET es una empresa que nace de un proyecto conjunto desarrollado por LEICA GEOSYSTEMS e INSTOP.

Su objetivo es ofrecer y dar, desde su ubicación estratégica (Parque Tecnológico de Paterna (Valencia)), las óptimas soluciones de medición y servicio a cualquier profesional de la medición.

Para que este objetivo sea una realidad, TOPOMARKET dispone:

- Ubicación estratégica en el Parque tecnológico de Paterna (Valencia), que comunica con las principales carreteras del área.
- Herramientas e instrumentos de medición de última generación y de marca líder en el mercado (LEICA GEOSYSTEMS), tanto en venta como alquiler.
- Servicio técnico de reparación.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Ingenieros técnicos en topografía para orientar al profesional de la medición tanto de los aparatos más adecuados a utilizar en cada trabajo como la correcta manipulación del mismo.
- Servicio de entrega, recogida y asesoramiento al profesional de la medición.
- Amplio stock de equipos, accesorios y recambios.
- Servicio de verificación y control, limpieza y puesta a punto de equipos de medición.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 2. Objetivos

El principal objetivo del proyecto es la adquisición de un modelo 3D, con diferentes equipos de medición, de la oficina de TOPOMARKET sita en el Parque tecnológico de Paterna (Valencia).

Para conseguir el objetivo del proyecto y poder hacer la comparativa de las nubes de puntos que nos proporcionan los diferentes equipos, se han utilizado instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales y programas que dispone la empresa para el tratamiento de los datos.

Los equipos utilizados son: GNSS, estación total y laser escáner

Los programas utilizados son: Leica Geo Office, Cyclone Register 360, BLK Data Manager, GeoSlam y CloudCompare

Este proyecto permitirá, en un futuro, la elección más idónea de equipo y programa a utilizar para trabajos de georreferenciación, medición y escaneados.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 3. Marco teórico/Conceptos previos

A continuación se describen las características y funcionamiento de los diferentes instrumentos utilizados para la ejecución del objetivo de este proyecto.

#### 3.1 GNSS

##### **Sistema global de navegación por satélite, (Global Navigation Satellite System)**

###### **Descripción del sistema.**

Utiliza una constelación de satélites artificiales transmisores de rangos y señales que permiten posicionamiento y localización en cualquier parte mundo, tanto en tierra, mar o aire, con gran exactitud, en cualquier condición climatológica y a cualquier hora.

El sistema permite la determinación de coordenadas geográficas, velocidad y tiempo de cualquier punto demandado al sistema.

La obtención de estos datos es consecuencia del recibo de señales que provienen de la nube de satélites artificiales que usa el sistema.

Estos datos de posicionamiento del punto demandado al sistema son usados habitualmente en transporte, navegación, agrícolas, geodésicas, hidrográficas y otras actividades que precisen de la localización y altimetría.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Características de los receptores GNSS**

El receptor GNSS es la interface del usuario con el sistema que aporta datos desde los satélites artificiales.

Procesan las “Señales en el Espacio” que transmiten los satélites artificiales.

Un gran número de estos receptores están basados en soluciones de navegación que aportan velocidad, tiempo y posición.

La clasificación de estos receptores es compleja, pues existen multitud de aplicaciones y características de los mismos.

Se pueden clasificar:

- Tipos de recepción:
  - Trabajan con un solo código.
  - Trabajan con código y fase:
    - Trabajan con código y una fase.
    - Trabajan con código y dos fases.
- Tipo y constelación que recibe:
  - GPS: su origen es militar y está controlado por EEUU.
  - GALILEO: sistema independiente que controla la Unión Europea.
  - GLONASS: su origen también es militar y está controlado por Rusia.
  - BEIDU: sistema que controla China.
- Datos proporcionados al usuario:
  - Para usos de mano cartográficos (SIS).
  - De estación de referencia.
  - Destinados geodesia y topografía.
  - Destinados a agricultura de precisión.
  - Destinados a navegación aérea.
  - Destinados a navegación marítima.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Navegadores GPS.
- Destinado al ocio (fitness, deportes, etc...).
- Según la precisión de medida:
  - RTK.
  - SBAS.
  - Diferencial.
  - Cinemático.
  - Estático.
- Tipo de comunicación entrada salida.
- Si disponen o no de integrada telefonía.
- Si disponen o no de radio.

### **Marcos y sistemas de referencia**

#### **Marco de referencia**

El marco de referencia es una agrupación de puntos materializados y que disponen de coordenadas en relación al sistema de referencia teórico geodésico.

En la práctica se tiene que materializar mediante un "DATUM".

Para definir un "DATUM", habitualmente, para fines geodésicos y topográficos hay que establecer un marco de referencia.

La materialización se realiza mediante monumentación o bien por medio un instrumento de medición estacionado, por ejemplo un receptor de GPS.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Datum**

Datum geodésico: conjunto de parámetros mínimo que nos permite definir de manera única la orientación y situación de un sistema de coordenadas con fines geodésicos.

Existen varias formas de definir un sistema geodésico de referencia:

- Definiendo la localización del su origen y la orientación de los ejes en un sistema cartesiano
- Por medio de un conjunto de puntos representados y los cuales están dotados de coordenadas respecto a un sistema geodésico de referencia.
- Con parámetros de transformación que permiten la relación del sistema geodésico de referencia con otro que estará definido con anterioridad.

### **Sistema de referencia**

Se define como sistema geodésico de referencia al grupo de parámetros que nos permiten definir una organización geométrica para localizar puntos del espacio y detallar el modelo práctico de las observaciones.

Tradicionalmente, las observables geodésicas son puntos materializados en el terreno referenciados con ángulos y distancias.

Actualmente se utilizan mediciones electrónicas de distancia realizadas a satélites artificiales.

En ambos casos la medición siempre es relativa, no permite obtener coordenadas absolutas. Para conseguir las coordenadas absolutas es imprescindible relacionar estas con puntos de los cuales conozcamos sus coordenadas, para lo cual es necesario establecer de antemano un sistema

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

geodésico de referencia. De ahí que uno de los cometidos de la geodesia sea la definición de sistemas geodésicos de referencia.

### **Sistema de referencia oficial ED50**

Sistema de referencia oficial de la cartografía en España hasta el 2007, en el ámbito militar y civil. Se obtiene por el medio clásico de ajustar un elipsoide al geoide en una zona determinada (Europa occidental).

El sistema de referencia ED-50 se considera como el primer proyecto de unificar el sistema de referencia geodésico para Europa Occidental, estableciéndose además de una red geodésica planimétrica unificada.

La precisión del continente del sistema de referencia ED-50 varía alrededor de unos pocos metros en el centro de Europa y más de diez metros en el extremo sur. Esto considera, para el caso de la red geodésica española, una exactitud relativa de unas 10ppm, que muestra aproximadamente 10cm entre vértices separados 10km. La precisión es totalmente válida para la mayor parte de los fines cartográficos, pero no es suficiente cuando se utilizan instrumentos de 1-3ppm de precisión relativa, como por ejemplo el GPS o los distanciómetros.

### **Sistema de referencia oficial ETRS89**

El ETRS89 (European Terrestrial Referente System 1989) es el Datum geodésico espacial (tridimensional) para adquisición, análisis y almacenamiento de datos georreferenciados. Se basa en el elipsoide GRS80 y es el principio para el Sistema de Referencia Coordinado utilizando coordenadas elipsoidales.

Por medio del REAL DECRETO 1071/2007 por el cual está regulado el sistema geodésico de referencia oficial español, se establece que el sistema de coordenadas europeo oficial es el ETRS89 el cual coexistió en un período de transición, con el sistema ED50 hasta el año 2015.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

El elipsoide GRS80, es prácticamente equivalente al WGS83, los giros y factor de escala a efectos topográficos son idénticos. La única diferencia es que los semiejes menores es de alguna décima de milímetro por lo cual se podría confundir a nivel práctico el GRS80 con el WGS84.

### **Técnica de observación de la red. Método estático**

En geodesia este método se utiliza para el cálculo y densificación de redes.

El método consiste en estacionar receptores efectuando una recepción simultánea durante un periodo de tiempo, obteniendo como resultado un vector dado por las coordenadas geocéntricas cartesianas del sistema de referencia de las efemérides empleadas.

El tiempo de medición varía entre 15-20 minutos a una hora, depende de la longitud de los vectores, calidad de la señal, número de satélites disponibles, geometría de los mismos, efecto multipath y condiciones ionosféricas en el momento de la toma de datos.

Cuando la medición se realiza con receptores GNSS, se consigue una mayor productividad y se evitan los problemas de intervisibilidad entre los puntos a medir.

Con este método, que hace que se eviten los cambios de estación de los métodos clásicos, se reducen las acumulaciones y propagaciones de errores debidos a las largas distancias entre puntos geodésicos.

La precisión en el método estático con lectura de fase según las características técnicas y en condiciones favorables se estima en:

- Horizontal: 3mm+1ppm

- Vertical: 6mm+2ppm.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

La cual podrá variar según los factores de geometría y número de los satélites, efecto multipath, etc.

### **3.2 Estación total**

#### **Descripción del sistema.**

La estación total es un instrumento electro óptico que se utilizado en topografía.

Su funcionamiento está basado en la tecnología electrónica, se fundamenta en la incorporación al aparato de un microprocesador y un a un distanciómetro teodolito electrónico.

#### **Características.**

Cuenta con características que carecen los teodolitos electrónicos como:

- Leds.
- Pantalla de cristal líquido alfanumérica (LCD).
- Iluminación independiente.
- Trakeador para seguir la trayectoria
- Formatos digitales que permiten utilizar los ficheros en ordenadores.
- Distanciómetro.
- Incluyen programas sencillos los cuales permiten replanteo de puntos, cálculo de coordenadas, cálculo de distancias y acimuts.

#### **Funcionamiento.**

El estacionamiento y verticalización se hace igual que con un teodolito, aunque la estación total está equipada con nivelación electrónica que facilita el trabajo.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Hay que tener en cuenta los tres ejes con sus respectivos errores: los de colimación e inclinación del eje secundario y el de verticalidad, que con la doble compensación ve reducida su influencia sobre las lecturas horizontales, con el mismo comportamiento que en un teodolito clásico, estos errores pueden ser corregidos por software o por métodos mecánicos en un servicio técnico autorizado.

Las mediciones de las distancias se calculan por medio de una onda electromagnética portadora (microondas o infrarrojos) con diferentes frecuencias que inciden en un prisma ubicado en el punto a medir y retorna, midiendo el instrumento el desfase entre las ondas. Existen estaciones totales que son capaces de medir sobre superficie (no reflectante), por tanto no sería necesario el uso de un prisma.

Posibilita obtener coordenadas de puntos respecto a sistemas definidos y materializados, y también a un sistema local o arbitrario.

Para obtener dichas coordenadas el instrumento ejecuta una serie de lecturas y cálculos sobre estas y sobre datos proporcionados por el usuario.

Las lecturas que obtenidas con la estación total son las de ángulos verticales, horizontales y distancias.

La precisión en las medidas de ángulos es del orden de la diezmilésima de gradián y en distancias de milímetros.

Nos permite introducir datos como códigos, correcciones de presión y temperatura, coordenadas de puntos...

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 3.3 Laser escáner

#### Descripción del sistema.

El láser escáner es un instrumento que toma información de los puntos de un objeto o el entorno y guarda los datos de su forma y según que escáner de su color.

Una de las principales aplicaciones en la que podemos usar la información obtenida es para la realización de modelos tridimensionales que se utilizan en diferentes aplicaciones técnicas.

Al principio se desarrollan en aplicaciones industriales (metrología, automóvil) y posteriormente se aplican en diversas actividades como la arquitectura, ingeniería, arqueología, y entretenimiento.

#### Funcionamiento.

El objetivo principal, normalmente, es crear una nube de puntos a partir de muestras geométricas en la superficie de un objeto.

Obtenidos los puntos, podemos extrapolar para obtener las dimensiones y forma del objeto a lo cual denominaremos "reconstrucción"

Si se incluye la información se puede determinar el color en los puntos obtenidos.

Definiendo un sistema de coordenadas esférico y considerando al escáner como origen, asociaremos cada uno de los puntos con una distancia y coordenadas. Dichas coordenadas definirán la posición tridimensional de los puntos en el modelo en un sistema relativo.

Por lo general se necesitaran varios escaneos para obtener un modelo del objeto o escena. Todos los escaneos se integraran en un sistema común de referencia, a este proceso le llamaremos alineación, y transformara las

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

coordenadas locales de cada uno de los escaneos en coordenadas generales del modelo.

### Métodos de captura de datos:

El escáner calculará la distancia desde el emisor hasta cada uno de los puntos del objeto mediante un haz láser.

El escáner hace incidir dicho haz, gracias a un espejo o varios espejos giratorios, en una cantidad de puntos de la zona donde trabajaremos, obteniendo la distancia.

La nube generada también contiene la información de la distancia entre sí de los distintos puntos del objeto.

Se necesitaran varias tomas dependiendo de la distancia al objeto y la precisión que se busque.

A la hora de orientar las tomas se utilizaran diferentes aplicaciones y software para producir el modelo deseado.

### Tipos de escáner

Fundamentalmente existen dos clases de escáner 3D dependiendo de si tienen contacto con el objeto o no tienen contacto con el objeto.

Se describen a continuación los escáneres 3D utilizados para la realización de este proyecto. Todos situados dentro de la categoría de no contacto.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Activos:

Emiten luz por un emisor y analiza el entorno para capturar geoméricamente el objeto o escena.

Utilizan ultrasonidos y radiaciones electromagnéticas como por ejemplo ondas de radio o rayos X.

### Tiempo de vuelo:

Midiendo el tiempo de ida y vuelta de un pulso de luz se determina la distancia.

Al conocer la velocidad de la luz, y sabiendo que el tiempo será dos veces la distancia determinada del viaje de la luz del escáner a la superficie. Si  $T$  es el tiempo del viaje completo, calcularemos la distancia mediante  $(C * T)/2$ .

La precisión de este tipo de escáner dependerá de la precisión a la hora de medir el tiempo.

Se usan laser visibles o verdes y laser invisibles o de infrarrojo cercano.

La medición suele ser entre 10000 y 100000 puntos por segundo.

Tiene un sistema de medición el cual se reinicia al alcanzar su objetivo.

Alta precisión (por debajo del centímetro) se utiliza en proyectos con monumentos o elementos constructivos para analizar transformaciones.

Rápido muestreo y alta densidad de puntos.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Diferencia de fase:

Estos escáner miden la diferencia entre la luz que emiten y reciben para calcular la distancia al objeto.

El haz láser es continuo y de potencia modulada.

La precisión y rango es intermedio, estando como una opción intermedio entre tiempo de vuelo y escáner de triangulación.

El alcance llega hasta 200 en las mejores condiciones y el error ronda los 2mm por cada 25m.

La velocidad de medición de los puntos es muy alta siendo esta entre 100000 y el millón de puntos.

Alcance limitado por el fenómeno de ambigüedad de la onda en función de la frecuencia utilizada.

Posibilidad de establecer un modo de multifrecuencia y tiempo de adquisición intermedio.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 4. Desarrollo

### 4.1 Localización

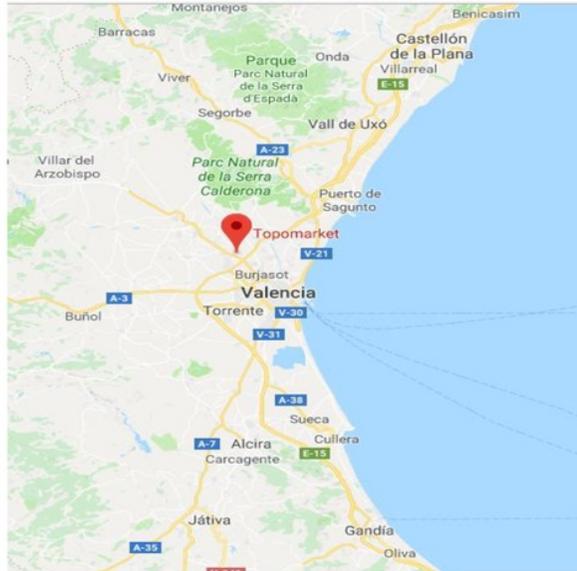
El proyecto se sitúa en las oficinas de TOPOMARKET sitas en la Ronda Narciso Monturiol y Estarriol nº 4, local 9-A del Centro Empresarial Destro del Parque Tecnológico de Paterna (Valencia).



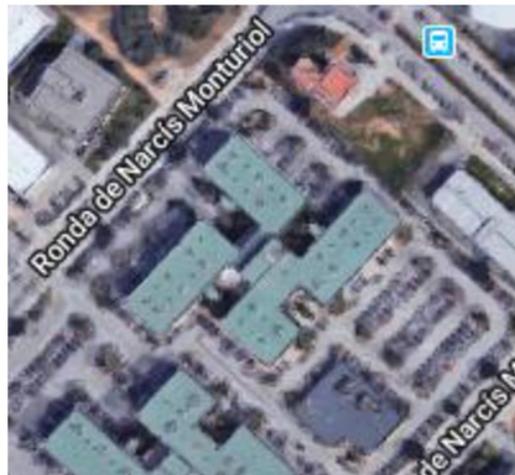
*Figura 1: Localización Topomarket. Nivel estatal. Captura obtenida de Google Maps.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



*Figura 2: Localización Topomarket. Nivel provincial. Captura obtenida de Google Maps.*



*Figura 3: Localización Topomarket. Detalle. Captura obtenida de Google Maps.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.2 Georreferenciación del proyecto**

Para la georreferenciación se utiliza el método estático.

Se configura la antena GS16 mediante la controladora CS20 para que reciba los datos y los almacene en la tarjeta SD que incorpora (para no tener que usar, de nuevo, la controladora).

Los datos se registran cada segundo.

Se estaciona en tres puntos señalizados (sería suficiente con dos puntos, pero se opta por un tercero para tener mayor certeza)

Se realizan mediciones de media hora en cada uno de los puntos

Las mediciones se hacen entre las 11:00 y las 14:00 horas del día 2 de Agosto de 2018.

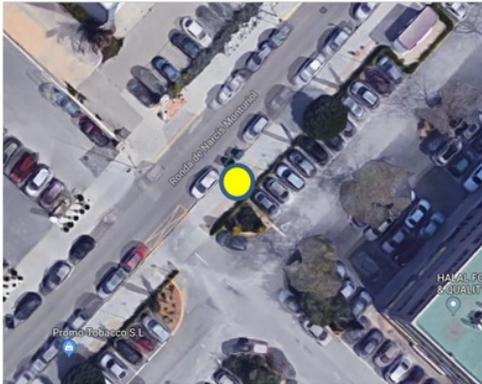
# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 1ª estación Punto Amarillo

Altura: 1,340 m

Hora: 11:35 – 12:05



*Figura 4: Estación GPS Punto Amarillo 1. Captura obtenida de Google Maps.*



*Figura 5: Estación GPS Punto Amarillo 2. Fotografía propia.*



*Figura 7: Estación GPS Punto Amarillo 3. Fotografía propia.*



*Figura 6: Estación GPS Punto Amarillo 4. Fotografía propia.*

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 2ª estación Punto Azul

Altura: 1,275 m

Hora: 12:11 – 12:41

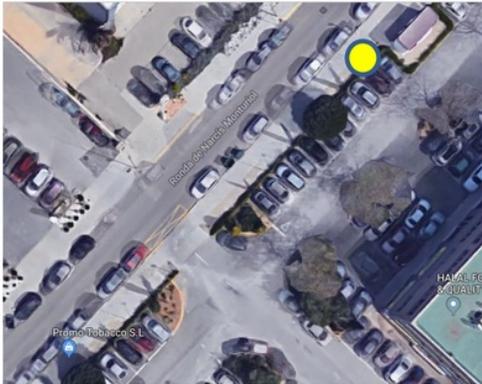


Figura 8: Estación GPS Punto Azul 1. Captura obtenida de Google Maps



Figura 9: Estación GPS Punto Azul 2. Fotografía propia.



Figura 10: Estación GPS Punto Azul 3. Fotografía propia.



Figura 11: Estación GPS Punto Azul 4. Fotografía propia.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 3ª estación Punto Rojo

Altura: 1,245 m

Hora: 12:48 – 13:18

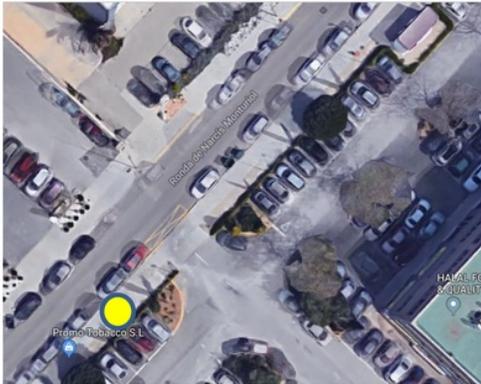


Figura 12: Estación GPS Punto Rojo 1. Captura obtenida de Google Maps



Figura 13: Estación GPS Punto Rojo 2. Fotografía propia.



Figura 15: Estación GPS Punto Rojo 3. Fotografía propia.



Figura 14: Estación GPS Punto Rojo 4. Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

Se extraen los datos almacenados y se procede a la descarga de los datos RINEX y a calcular las coordenadas de cada una de las estaciones con el programa Leica Geo Office.

Los RINEX se obtienen:

- Acceder a la web del ICV para descargar los ficheros RINEX del día de la toma de datos.

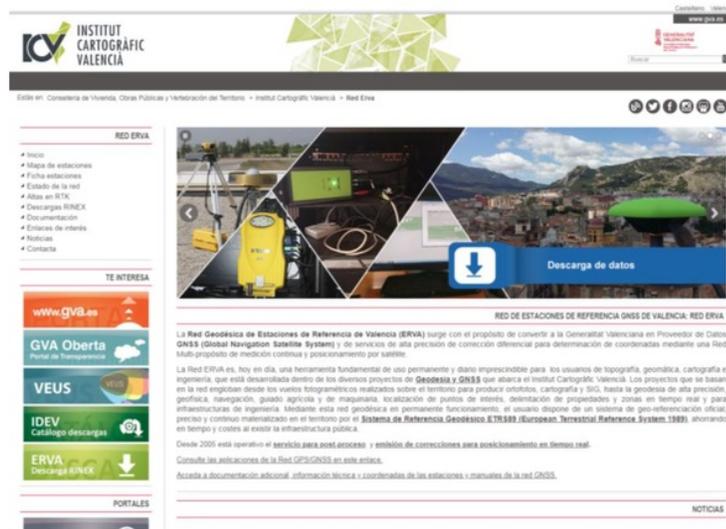


Figura 16: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 1.

- Seleccionar la opción "Selección en el mapa de datos de todas las estaciones"



Figura 17: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 2.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

- Seleccionar “Generar ficheros RINEX a demanda”

[>Generar ficheros RINEX a demanda / Generació de fitxers RINEX a demanda](#)

[>Fichas de estaciones y coordenadas / Fitxes d'estacions i coordenades](#)

[Salir / Eixir](#)

Figura 18: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 3.

- Seleccionar la estación de Valencia Pinedo (VCIA) en el mapa.

### Multiple RINEX – Reference Stations

Seleccione una o varias estaciones en el mapa o el menú y pulse continuar.  
Seleccioneu una o diverses estacions al mapa o el menú i premeu continuar.



Figura 19: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 4.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

- Configurar la descarga datos RINEX.

Se selecciona la hora del día y la fecha y datos cada segundo ya que la configuración de nuestro GPS es "cada segundo". Destacar que la hora seleccionada es las 9:00 cuando la toma de datos se empezó a las 11:00. Esto es debido a que estamos en horario de verano y en España es GMT + 1.

## Multiple RINEX – Date & Time Selection

Estación seleccionada: / Estació seleccionada:

VCTA

Introduzca el periodo de observación a utilizar.

-Ficheros de 24horas: Acceda a [Diario\\_20seg\\_carneta](#).

-Otras observaciones, consulte las carpetas de datos horarios o rellene el formulario.

Introduci el període d' Observació a utilitzar

-Fitxers de 24 hores : Pot accedir a [Diario\\_20seg](#).

-Altres Observacions, consulteu les carpetes de dades horaris o ompliu el formulari :

Periodo de observación / Període d'observació	
Fecha / Data	02 August 2016
Hora de inicio / Hora d'inici	09 h 0 m 1 s
Duración de la medición (<24 h!!!!) / Duració de la medició (<24 h!!!!)	3 h 00 m
Épocas de medición / Èpoques de medició:	1 s
Escala de tiempo / Escala de temps	GPS [GPS time = Local time - 2 hour(s) (summer time)] [GPS time = Local time - 1 hour(s) (winter time)]
	<input checked="" type="checkbox"/> Efemerides (recomendado) / Efemèrids (recomanat)
<input data-bbox="646 997 711 1016" type="button" value=" &lt;&lt; Volver "/> <input data-bbox="722 997 771 1016" type="button" value=" Reset "/> <input data-bbox="782 997 847 1016" type="button" value=" Continuar &gt;&gt; "/>	

\*La duración de la medición no debe sobrepasar las 00.00 horas del día siguiente / La durada de la medició no ha de sobrepasar les 00.00 hores del dia següent.

Figura 20: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 5.

- Petición

## Multiple RINEX – Petición / Petició

Datos solicitados / Dades sol·licitades

Estacion	Inicio/Inici	Final / Final	Duración/Duració (<24h!!)	Intervalo / Interval:	Épocas / èpoques	Efemerides / Efemèrids	Acción / Acció
VCTA	06/02/16 09:00 AM	12:00 PM	180	1	10800	yes	Choose action

Total: 180 10800

Escala de tiempo: GPS-Time / Escala de temps: GPS-Time

Figura 21: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 6.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## - Formato de la descarga

### Multiple RINEX –

Descargar

Elija el formato de ficheros / Seleccione el tipus d'arxiu

Formato:  
 RINEX compacto (Hatanaka)  
 RINEX

<< Back Ok >>

Figura 22: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 7.

### Multiple RINEX – Data Generation

Your requested RINEX files are being generated.  
Please wait...

Processing Status  
Files generated: 0 / 1  
Current file progress: 1 38.0 %  
Total progress: 1 37.8 %

Note that you don't have to remain on this page for the entire file generation process. You can go back to the overview or any other page and return later to download the data.

<< View / Show / Details / Cancelar / Cancelar

Figura 23: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 8.

### Multiple RINEX – Order #7736

The following RINEX data files have been generated. You may view the details of each data file, remove single files from the order or finally submit the order and download the whole package.

Estacion	Inicio/Inici	Final / Final	Duración/Duració (<24h>)	Intervalo / Interval:	Epochs req. / available	Tiempo generado	Eliminado / Eliminado	Acción / Acció
VCSA	06/02/18 09:00 AM	12:00 PM	180	1	10800 / 10800	180	yes	Details / Eines
Total:			180		10800 / 10800	180		

Back Cancelar / Cancelar Descarga / Descarrega

Escala de tiempo: GPS-Time / Escala de tiempo: GPS-Time

Figura 24: Captura de la web [www.icv.es](http://www.icv.es) 9.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Las coordenadas de los puntos en Leica Geo Office se obtienen:

- Generar un nuevo proyecto en el programa sobre el cual trabajaremos.

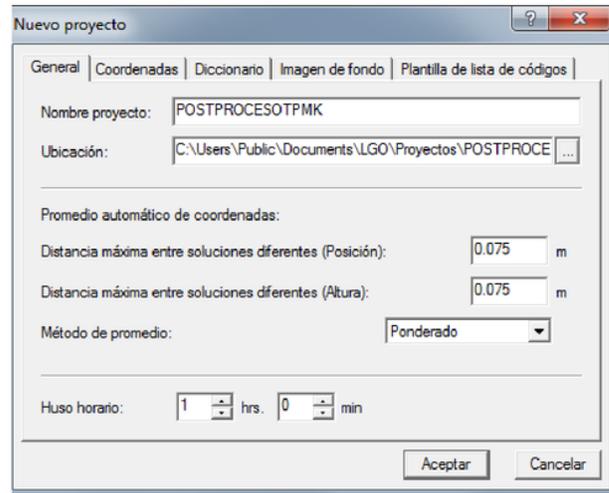


Figura 25: Captura del programa Leica Geo Office 1.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

- Asignar el sistema de coordenadas actual ETRS89UTM 30N, con el que se trabaja en el proyecto.

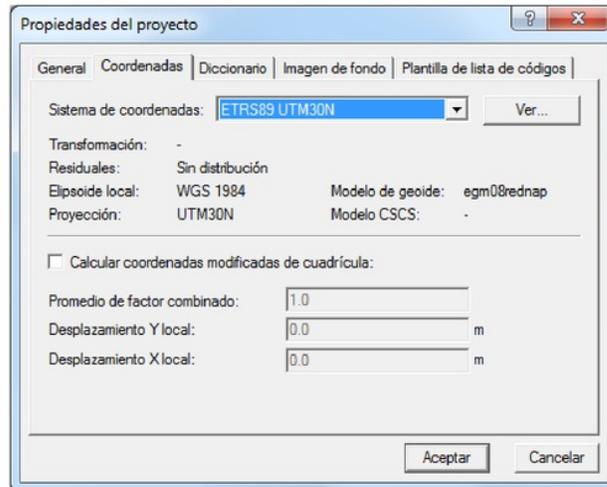


Figura 26: Captura del programa Leica Geo Office 2.

- Importar las observaciones de cada uno de los puntos (exportados desde la tarjeta SD de la antena GPS al pc como archivos de texto) y los ficheros RINEX descargados desde la página web del ICV.

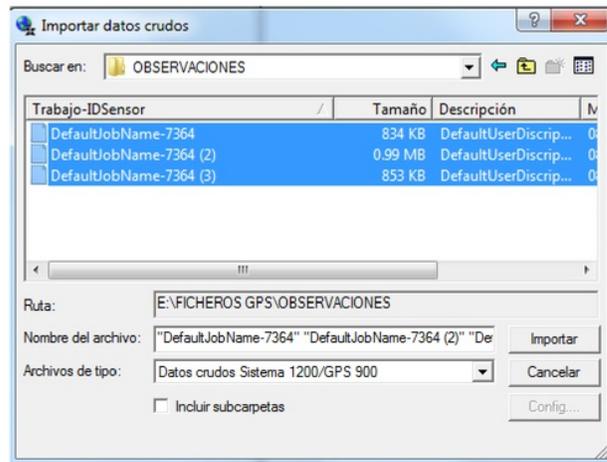


Figura 27: Captura del programa Leica Geo Office 3.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

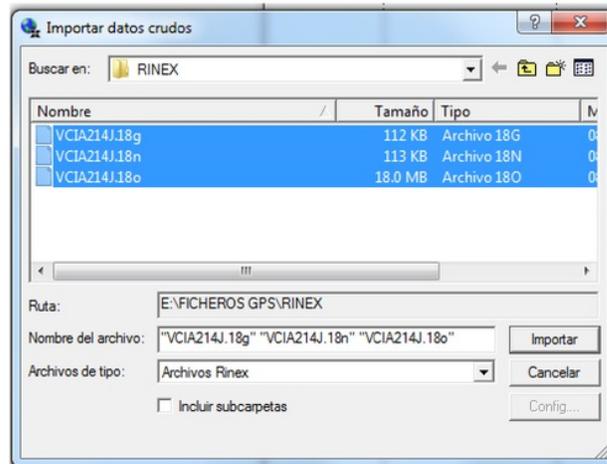


Figura 28: Captura del programa Leica Geo Office 4.

- Comprobar que el fichero de observación del ICV abarca las tres observaciones individuales de los estacionamientos GPS.

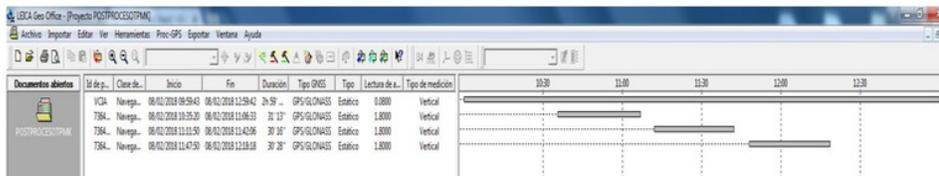


Figura 29: Captura del programa Leica Geo Office 5.

- Seleccionar como referencia (rojo) el archivo RINEX descargado y como observables (verde) nuestras estaciones GPS.
- Modificar la altura de nuestras estaciones. Botón derecho sobre la línea seleccionada y editar la altura.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.



*Figura 30: Captura del programa Leica Geo Office 6.*

Tras procesar los datos, se obtiene:

- Un resumen general de las coordenadas de las estaciones.

Id del punto	Época	Guardado	Estado ambigüedades	Tipo GNSS	Tipo	Tipo de solución	X local	Y local	Alt. Elip.	Alt. Ortom.	Ond. geoidal	Q Posic.	Q Alt.	Pos. + Q Alt.
B1-AMARILLO	08/02/2018 10:35:42	Si	si	GPS/GLONASS	Estático	Fase: todo fijo	717685.7551	4380888.5710	161.2868	110.9129	50.3740	0.0003	0.0004	0.0005
B2-AZUL	08/02/2018 11:12:01	Si	si	GPS/GLONASS	Estático	Fase: todo fijo	717700.2801	4380906.5517	161.2933	110.8193	50.3740	0.0002	0.0003	0.0004
B3-ROJO	08/02/2018 11:48:04	Si	si	GPS/GLONASS	Estático	Fase: todo fijo	717666.5141	4380868.1129	161.4606	111.0867	50.3739	0.0003	0.0004	0.0005

*Figura 31: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 1.*

- Informes de cada uno de nuestras estaciones.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## Punto Amarillo



### Resultados - Línea base

#### VCIA - B1-AMARILLO

##### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	POSTPROCESOTPMK
Fecha de creación:	08/03/2018 09:30:53
Huso horario:	1h 00'
Sistema de coordenadas:	ETRS89 UTM30N
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 7.0
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	08/03/2018 09:48:16

##### Información de punto

	Referencia: VCIA	Móvil: B1-AMARILLO
Tipo de receptor / N/S:	GRX1200GGPRO / 356632	Desconocido / -
Tipo de antena / N/S:	AX1202 GG / -	GS16 Pole / -
Altura de antena:	0.0600 m	1.3400 m
Coordenadas iniciales:		
Latitud:	39° 26' 08.54509" N	39° 33' 00.32502" N
Longitud:	0° 20' 38.05809" W	0° 27' 59.33907" W
Alt Elip.:	62.9280 m	159.5564 m
Intervalo de observación:	08/02/2018 10:35:42 - 08/02/2018 11:06:33	
Duración:	30' 51"	

Figura 32: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 2.

##### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección	Usado	Comentario
Ángulo de elevación:	15°	15°	
Tipo de efemérides (GPS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de efemérides (GLONASS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de solución:	Automático	Fase, todo fijo	
Tipo GNSS:	Automático	Automático	
Frecuencia:	Automático	Automático	
Fijar ambigüedades hasta:	80 km	80 km	
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"	5' 00"	
Intervalo de muestreo:	Usar todas	1	
Modelo troposférico:	Hopfield	Hopfield	
Modelo ionosférico:	Automático	Calculada	
Emplear modelo estocástico:	Si	Si	
Dist. mínima:	8 km	8 km	
Actividad ionosférica:	Automático	Automático	

##### Selección de satélites

Satélites GPS inhabilitados manualmente (PRNs):	Ninguno
Satélites GLONASS inhabilitados manualmente (Slot id):	Ninguno

Figura 33: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 3.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

### Información de antena

	Referencia: VCIA	Móvil: B1-AMARILLO
Tipo de antena:	AX1202 GG	GS16 Pole
Desplazamiento horizontal:	0.0000 m	0.0000 m
Desplazamiento vertical:	0.0000 m	0.0000 m
Correcciones adicionales:	Elevación y azimut	Elevación y azimut

Desplaz. centro de fase	L1 (Referencia)	L2 (Referencia)	L1 (Móvil)	L2 (Móvil)
Vertical:	0.0644 m	0.0640 m	0.0887 m	0.0887 m
Este:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m
Norte:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m

### Estadísticas de ambigüedades

Número total de ambigüedades GPS:	19
Número de ambigüedades GPS fijas:	19
Número total de ambigüedades GLONASS:	20
Número de ambigüedades GLONASS fijas:	16
Número de fijas independientes:	185
Tiempo promedio entre fijas independientes:	10"
Porcentaje de épocas fijas (L1):	100%
Porcentaje de épocas fijas (L2):	100%
Porcentaje de épocas fijas (totalidad):	100%

### Estadísticas totales:

Estado	Desde	A	Duración
Fijo	08/02/2018 10:35:42	08/02/2018 11:06:33	30' 51"

### Coordenadas finales

	Referencia:VCIA	Móvil:B1-AMARILLO	
Coordenadas:			
Latitud:	39° 26' 08.54509" N	39° 33' 00.30262" N	
Longitud:	0° 20' 38.05609" W	0° 27' 59.36744" W	
Alt Elip.:	62.9280 m	161.2868 m	
Tipo de solución:	Fase: todo fijo		
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS		
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)		
Ambigüedad:	Si		
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.0002 m Q Posic.: 0.0003 m	Desv. Est. Lon: 0.0002 m Desv. Est. geom.: 0.0002 m	Desv. Est. Alt.: 0.0004 m
Número de satélites usados:	GPS: 7 GLONASS: 4		

*Figura 34: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 4.*

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## Punto Azul



### Resultados - Línea base

#### VCIA - B2-AZUL

##### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	POSTPROCESOTPMK
Fecha de creación:	08/03/2018 09:30:53
Huso horario:	1h 00'
Sistema de coordenadas:	ETRS89 UTM30N
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 7.0
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	08/03/2018 09:48:18

##### Información de punto

	Referencia: VCIA	Móvil: B2-AZUL
Tipo de receptor / N/S:	GRX1200GGPRO / 356632	Desconocido / -
Tipo de antena / N/S:	AX1202 GG / -	GS16 Pole / -
Altura de antena:	0.0800 m	1.2750 m
Coordenadas iniciales:		
Latitud:	39° 26' 08.54509" N	39° 33' 00.87506" N
Longitud:	0° 20' 38.05809" W	0° 27' 58.72594" W
Alt. Elip.:	62.9280 m	159.4961 m
Intervalo de observación:	08/02/2018 11:12:01 - 08/02/2018 11:42:06	
Duración:	30' 05"	

Figura 35: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 5.

##### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección	Usado	Comentario
Ángulo de elevación:	15°	15°	
Tipo de efemérides (GPS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de efemérides (GLONASS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de solución:	Automático	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	Automático	Automático	
Frecuencia:	Automático	Automático	
Fijar ambigüedades hasta:	80 km	80 km	
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"	5' 00"	
Intervalo de muestreo:	Usar todas	1	
Modelo troposférico:	Hopfield	Hopfield	
Modelo ionosférico:	Automático	Calculada	
Emplear modelo estocástico:	Sí	Sí	
Dist. mínima:	8 km	8 km	
Actividad ionosférica:	Automático	Automático	

##### Selección de satélites

Satélites GPS inhabilitados manualmente (PRNs):	Ninguno
Satélites GLONASS inhabilitados manualmente (Slot Id):	Ninguno

Figura 36: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 6.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Información de antena

	Referencia: VCIA	Móvil: B2-AZUL
Tipo de antena:	AX1202 GG	GS16 Pole
Desplazamiento horizontal:	0.0000 m	0.0000 m
Desplazamiento vertical:	0.0000 m	0.0000 m
Correcciones adicionales:	Elevación y azimut	Elevación y azimut

Desplaz. centro de fase	L1 (Referencia)	L2 (Referencia)	L1 (Móvil)	L2 (Móvil)
Vertical:	0.0644 m	0.0640 m	0.0887 m	0.0887 m
Este:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m
Norte:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m

### Estadísticas de ambigüedades

Número total de ambigüedades GPS:	64
Número de ambigüedades GPS fijas:	18
Número total de ambigüedades GLONASS:	44
Número de ambigüedades GLONASS fijas:	15
Número de fijas independientes:	180
Tiempo promedio entre fijas independientes:	10"
Porcentaje de épocas fijas (L1):	99%
Porcentaje de épocas fijas (L2):	99%
Porcentaje de épocas fijas (totalidad):	100%

### Estadísticas totales:

Estado	Desde	A	Duración
No fijo	08/02/2018 11:12:01	08/02/2018 11:12:04	3"
Fijo	08/02/2018 11:12:04	08/02/2018 11:42:06	30' 02"

### Coordenadas finales

	Referencia:VCIA	Móvil:B2-AZUL	
Coordenadas:			
Latitud:	39° 26' 08.54509" N	39° 33' 00.87204" N	
Longitud:	0° 20' 38.05809" W	0° 27' 58.73821" W	
Alt Elip.:	62.9280 m	161.1934 m	
Tipo de solución:	Fase: todo fijo		
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS		
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)		
Ambigüedad:	Sí		
Calidad:	Desv. Est. Lat.: 0.0002 m Q Posic.: 0.0002 m	Desv. Est. Lon.: 0.0001 m Desv. Est. geom.: 0.0001 m	Desv. Est. Alt.: 0.0003 m
Número de satélites usados:	GPS: 7 GLONASS: 5		

*Figura 37: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 7.*

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## Punto Rojo



### Resultados - Línea base

#### VCIA - B3-ROJO

##### Información del proyecto

Nombre del proyecto:	POSTPROCESOTPMK
Fecha de creación:	08/03/2018 09:30:53
Huso horario:	1h 00'
Sistema de coordenadas:	ETRS89 UTM30N
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 7.0
Kernel de procesamiento:	PSI-Pro 2.0
Procesado:	08/03/2018 09:48:21

##### Información de punto

	Referencia: VCIA	Móvil: B3-ROJO
Tipo de receptor / N/S:	GRX1200GGPRO / 356632	Desconocido / -
Tipo de antena / N/S:	AX1202 GG / -	GS16 Pole / -
Altura de antena:	0.0600 m	1.2450 m
Coordenadas iniciales:		
Latitud:	39° 26' 06.54509" N	39° 32' 59.64819" N
Longitud:	0° 20' 38.05809" W	0° 28' 00.18045" W
Alt Elip.:	62.9280 m	161.0717 m
Intervalo de observación:	08/02/2018 11:48:04 - 08/02/2018 12:18:18	
Duración:	30' 14"	

Figura 38: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 8.

##### Parámetros de procesamiento

Parámetros	Selección	Usado	Comentario
Ángulo de elevación:	15°	15°	
Tipo de efemérides (GPS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de efemérides (GLONASS):	Transmitidas	Transmitidas	
Tipo de solución:	Automático	Fase: todo fijo	
Tipo GNSS:	Automático	Automático	
Frecuencia:	Automático	Automático	
Fijar ambigüedades hasta:	80 km	80 km	
Duración mínima para solución flotante (estático):	5' 00"	5' 00"	
Intervalo de muestreo:	Usar todas	1	
Modelo troposférico:	Hopfield	Hopfield	
Modelo ionosférico:	Automático	Calculada	
Emplear modelo estocástico:	Sí	Sí	
Dist. mínima:	8 km	8 km	
Actividad ionosférica:	Automático	Automático	

##### Selección de satélites

Satélites GPS inhabilitados manualmente (PRNs):	Ninguno
Satélites GLONASS inhabilitados manualmente (Slot Id):	Ninguno

Figura 39: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 9.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

### Información de antena

	Referencia: VCIA	Móvil: B3-ROJO
Tipo de antena:	AX1202 GG	GS16 Pole
Desplazamiento horizontal:	0.0000 m	0.0000 m
Desplazamiento vertical:	0.0000 m	0.0000 m
Correcciones adicionales:	Elevación y azimut	Elevación y azimut

Desplaz. centro de fase	L1 (Referencia)	L2 (Referencia)	L1 (Móvil)	L2 (Móvil)
Vertical:	0.0544 m	0.0540 m	0.0887 m	0.0887 m
Este:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m
Norte:	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0000 m

### Estadísticas de ambigüedades

Número total de ambigüedades GPS:	19
Número de ambigüedades GPS fijas:	14
Número total de ambigüedades GLONASS:	20
Número de ambigüedades GLONASS fijas:	16
Número de fijas independientes:	182
Tiempo promedio entre fijas independientes:	10"
Porcentaje de épocas fijas (L1):	100%
Porcentaje de épocas fijas (L2):	100%
Porcentaje de épocas fijas (totalidad):	100%

### Estadísticas totales:

Estado	Desde	A	Duración
Fijo	08/02/2018 11:48:04	08/02/2018 12:18:18	30' 14"

### Coordenadas finales

	Referencia:VCIA	Móvil:B3-ROJO	
Coordenadas:			
Latitud:	39° 26' 08.54509" N	39° 32' 59.65722" N	
Longitud:	0° 20' 38.05809" W	0° 28' 00.19699" W	
Alt Elip.:	62.9280 m	161.4606 m	
Tipo de solución:	Fase: todo fijo		
Tipo GNSS:	GPS / GLONASS		
Frecuencia:	Sin ionosfera (L3)		
Ambigüedad:	Si		
Calidad:	Desv. Est. Lat: 0.0002 m Q Posic.: 0.0003 m	Desv. Est. Lon: 0.0002 m Desv. Est. geom.: 0.0002 m	Desv. Est. Alt.: 0.0005 m
Número de satélites usados:	GPS: 7 GLONASS: 6		

*Figura 40: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 10.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Líneas Base desde la referencia a cada estación

### **Valencia - Punto Amarillo**

Propiedad	Valor
Id Referencia	VCIA
Id Móvil	B1-AMARILLO
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Inicio	08/02/2018 10:35:42
Fin	08/02/2018 11:06:33
Duración	30' 51"
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
dX	-8074.7635
dY	-10488.4438
dZ	9862.3603
Q Posic.	0.0003
Q Alt.	0.0004
Pos. + Q Alt.	0.0005
Distancia geométrica	16506.8292
Desv. Est. dist. geométrica	0.0002
Alt. Ant. Ref.	0.0800
Alt. Ant. Móvil	1.3400
Desv. Est. X	0.0003
Desv. Est. Y	0.0002
Desv. Est. Z	0.0003
M0	0.2534
Q11	0.00000170
Q12	-0.00000010
Q13	0.00000097
Q22	0.00000055
Q23	-0.00000006
Q33	0.00000126
GDOP (mín)	1.9
GDOP (máx)	2.6
PDOP (mín)	1.6
PDOP (máx)	2.2
HDOP (mín)	0.9
HDOP (máx)	1.2
VDOP (mín)	1.3
VDOP (máx)	1.8

Figura 41: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 11.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

### Valencia - Punto Azul

Propiedad	Valor
Id Referencia	VCIA
Id Móvil	B2-AZUL
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Inicio	08/02/2018 11:12:01
Fin	08/02/2018 11:42:06
Duración	30' 05"
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
dX	-8085.8954
dY	-10473.3294
dZ	9875.8421
Q Posic.	0.0002
Q Alt.	0.0003
Pos. + Q Alt.	0.0004
Distancia geométrica	16510.7416
Desv. Est. dist. geométrica	0.0001
Alt. Ant. Ref.	0.0800
Alt. Ant. Móvil	1.2750
Desv. Est. X	0.0003
Desv. Est. Y	0.0001
Desv. Est. Z	0.0002
M0	0.1993
Q11	0.00000246
Q12	-0.00000024
Q13	0.00000089
Q22	0.00000053
Q23	-0.00000002
Q33	0.00000098
GDOP (mín)	1.8
GDOP (máx)	3.5
PDOP (mín)	1.6
PDOP (máx)	2.9
HDOP (mín)	0.9
HDOP (máx)	1.6
VDOP (mín)	1.3
VDOP (máx)	2.4

Figura 42: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 12.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Valencia - Punto Rojo

Propiedad	Valor
Id Referencia	VCIA
Id Móvil	B3-ROJO
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Inicio	08/02/2018 11:48:04
Fin	08/02/2018 12:18:18
Duración	30' 14"
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
dX	-8062.1168
dY	-10508.3539
dZ	9847.1229
Q Posic.	0.0003
Q Alt.	0.0004
Pos. + Q Alt.	0.0005
Distancia geométrica	16504.2133
Desv. Est. dist. geométrica	0.0002
Alt. Ant. Ref.	0.0800
Alt. Ant. Móvil	1.2450
Desv. Est. X	0.0004
Desv. Est. Y	0.0002
Desv. Est. Z	0.0003
M0	0.2592
Q11	0.00000207
Q12	0.00000006
Q13	0.00000115
Q22	0.00000048
Q23	0.00000028
Q33	0.00000150
GDOP (mín)	1.6
GDOP (máx)	2.2
PDOP (mín)	1.4
PDOP (máx)	1.9
HDOP (mín)	0.8
HDOP (máx)	1.1
VDOP (mín)	1.2
VDOP (máx)	1.5

Figura 43: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 13.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Información de cada uno de los puntos

### Punto Amarillo

Propiedad	Valor
Id del punto	B1-AMARILLO
Época	08/02/2018 10:35:42
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
X local	717685.7551
Y local	4380888.5710
Alt Elip.	161.2868
Alt Ortom.	110.9129
Ond. geoidal	50.3740
Q Posic.	0.0003
Q Alt.	0.0004
Pos. + Q Alt.	0.0005
Alt. Ant.	1.3400
Desv. Est. Y local	0.0002
Desv. Est. X local	0.0002
Desv. Est. Altura	0.0004
M0	0.2534
Q11	0.00000049
Q12	0.00000002
Q13	-0.00000004
Q22	0.00000055
Q23	-0.00000010
Q33	0.00000247
GDOP (mín)	1.9
GDOP (máx)	2.6
PDOP (mín)	1.6
PDOP (máx)	2.2
HDOP (mín)	0.9
HDOP (máx)	1.2
VDOP (mín)	1.3
VDOP (máx)	1.8

Figura 44: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 14.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Punto Azul

Propiedad	Valor
Id del punto	B2-AZUL
Época	08/02/2018 11:12:01
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
X local	717700.2801
Y local	4380906.5517
Alt Elip.	161.1933
Alt Ortom.	110.8193
Ond. geoidal	50.3740
Q Posic.	0.0002
Q Alt.	0.0003
Pos. + Q Alt.	0.0004
Alt. Ant.	1.2750
Desv. Est. Y local	0.0002
Desv. Est. X local	0.0001
Desv. Est. Altura	0.0003
M0	0.1993
Q11	0.00000071
Q12	0.00000013
Q13	-0.00000056
Q22	0.00000053
Q23	-0.00000018
Q33	0.00000273
GDOP (mín)	1.8
GDOP (máx)	3.5
PDOP (mín)	1.6
PDOP (máx)	2.9
HDOP (mín)	0.9
HDOP (máx)	1.6
VDOP (mín)	1.3
VDOP (máx)	2.4

Figura 45: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 15.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Punto Rojo

Propiedad	Valor
Id del punto	B3-ROJO
Época	08/02/2018 11:48:04
Guardado	Sí
Estado ambigüedades	sí
Tipo GNSS	GPS/GLONASS
Tipo	Estático
Tipo de solución	Fase: todo fijo
Frecuencia	S/Ionosfera (L3)
X local	717666.5141
Y local	4380868.1129
Alt Elip.	161.4606
Alt Ortom.	111.0867
Ond. geoidal	50.3739
Q Posic.	0.0003
Q Alt.	0.0004
Pos. + Q Alt.	0.0005
Alt. Ant.	1.2450
Desv. Est. Y local	0.0002
Desv. Est. X local	0.0002
Desv. Est. Altura	0.0004
M0	0.2592
Q11	0.00000060
Q12	0.00000018
Q13	-0.00000006
Q22	0.00000048
Q23	0.00000024
Q33	0.00000297
GDOP (mín)	1.6
GDOP (máx)	2.2
PDOP (mín)	1.4
PDOP (máx)	1.9
HDOP (mín)	0.8
HDOP (máx)	1.1
VDOP (mín)	1.2
VDOP (máx)	1.5

Figura 46: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 16.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

### - Parámetros

Propiedad	Valor
General	
Ángulo de elevación	15 °
Tipo de efemérides	Transmitidas
Tipo de solución	Automático
Tipo GNSS	Automático
Satélites inhabilitados	-
Estrategia	
Frecuencia	Automático
Fijar ambigüedades hasta	80 km
Duración mínima para solución flotante (estática)	300 seg
Intervalo de muestreo	Usar todas
Modelo troposférico	Hopfield
Modelo ionosférico	Automático
Modelo estocástico	Sí
Distancia mínima	8 km
Actividad ionosférica	Automático
Resultados avanzados	
Valores DOP, Azimut/Elevación	Sí
Intervalo DOPs/Azimut/Elevación	20% del intervalo de datos
Residuales	No
Procesamiento Automático	
Tiempo mínimo para datos comunes	5 min
Longitud máxima de línea base	50 km
Modo de procesamiento	Todas las líneas base
Criterio de selección automática	Hora
Sesión por sesión	No
Usar soluciones flotantes como referencia	No
Calcular nuevamente líneas base ya calculadas	No
Calcular líneas base entre tripletas de control	No

Figura 47: Captura del programa Leica Geo Office. Resultados 17.

Los resultados obtenidos son muy buenos pues el error en cada uno de los puntos es inferior al milímetro.

Por tanto utilizaremos las coordenadas para el proyecto.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 4.3 Puntos de apoyo

Procederemos a estacionar la estación total sobre el punto amarillo con una altura del instrumento de 1.584 m

Desde la estación del punto amarillo se observa otro punto de coordenadas conocidas (punto azul), comprobando que las coordenadas que indica la estación son las mismas que las que nos proporciona el programa.

Para la observación al "punto azul" se utiliza un mini prisma con una altura de 12 cm.

Dependiendo del objetivo al que apuntemos (mini prisma, diana, superficie plana...) habrá que modificar el parámetro en la estación.



*Figura 49: Estación Total Punto Amarillo 1. Fotografía propia.*



*Figura 48: Estación Total Punto Amarillo 2. Fotografía propia.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Toma de puntos de apoyo (una vez estacionados y orientados)

- Puntos en exteriores: se utilizan dianas Leica que se distribuyen sobre diferentes superficies de edificios cercanos y sobre la fachada de Topomarket



Figura 50: Punto de apoyo exterior 1.  
Fotografía propia.



Figura 51: Punto de apoyo exterior 2.  
Fotografía propia.



Figura 53: Punto de apoyo exterior 3.  
Fotografía propia.



Figura 52: Punto de apoyo exterior 4.  
Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Puntos interiores:

Con mini prisma, a un punto situado dentro de las instalaciones de Topomarket (punto de apoyo interior Base Topo).

Estacionamos sobre el punto de interior y se comprueba que la referencia es buena con el punto amarillo. El instrumento se sitúa a una altura de 1.647 m.



Figura 55: Punto estación Base Topo 1.  
Fotografía propia.



Figura 54: Punto estación Base Topo 2.  
Fotografía propia.



Figura 56: Punto estación Base Topo 3.  
Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Se toman los puntos interiores sobre superficie



Figura 58: Punto interior 1. Fotografía propia.



Figura 57: Punto interior 2. Fotografía propia.



Figura 59: Punto interior 3. Fotografía propia.



Figura 60: Punto interior 4. Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



Figura 61: Punto interior 5. Fotografía propia.



Figura 62: Punto interior 6. Fotografía propia.

Tabla de resultados:

Nomenclatura de los puntos (todas las medidas en metros):

B1, B2, B3: Son las mediciones de las estaciones GPS.

VCIA: Referencia descargada del ICV.

D1, D3, D4, D5, D6, D7: Puntos de apoyo medidos con las dianas en la fachada exterior.

BASE-TOPO: Punto base medido en el interior de la tienda.

P1, P2, P3, P4, P5, P6: Puntos de apoyo del interior de la tienda.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

	x	y	Alt. Ort
B1 - Amarillo	717685,755	4380888,571	110,913
B2 - Azul	717700,280	4380906,552	110,819
B3 - Rojo	717666,514	4380868,113	111,087
VCIA	728594,657	4368496,302	12,968
D1	717702,344	4380869,746	113,628
D3	717709,749	4380878,139	113,649
D4	717666,699	4380890,372	113,243
D5	717665,229	4380907,521	113,582
D6	717702,190	4380869,569	112,970
D7	717703,910	4380904,530	113,274
BASE TOPO	717706,081	4380871,157	111,132
P1	717707,070	4380872,787	113,917
P2	717709,262	4380870,892	113,919
P3	717710,391	4380869,907	113,928
P4	717707,013	4380866,066	113,918
P5	717703,010	4380869,524	113,917
P6	717706,292	4380873,463	113,924

Figura 63: Tabla con las coordenadas de todos los puntos.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.4 Adquisición masiva de datos tridimensionales**

Para iniciar el proceso principal del proyecto, se utilizan dos tipos de instrumentos: el BLK360 y el GeoSlam Zeb-Revo.

#### **BLK360**

Con el BLK360, se hace un estudio previo de la ubicación de las estaciones laser escáner.

Cada estación debe estar solapada, al menos, con otra estación para que existan puntos homólogos y unir los escaneos realizados.

Con la ubicación de las estaciones clara, se procede a la configuración del BLK360, mediante el programa BLK360 Data Manager y se conecta el instrumento (vía wifi) con el PC.

Para la calidad de la nube de puntos se puede optar por tres calidades: baja, media o alta. Se opta por una calidad baja.

Para la calidad de la imagen se puede optar por dos calidades: HDR y LDR. Se opta por una calidad HDR

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

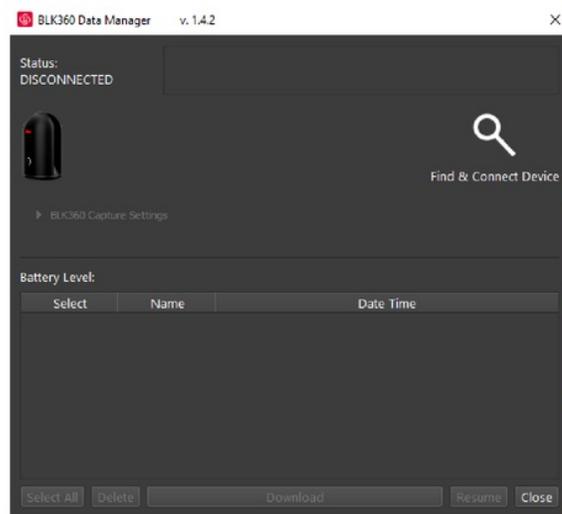


Figura 64: Captura del programa BLK360 Data Manager.

Realización de los escaneados con el BLK.



Figura 65: Estación Base Topo BLK360. Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

En total se realizan 10 estacionamientos.

Se procede a descargar los datos mediante el mismo programa con el que hacemos la configuración y se importan al Cyclone Register 360 los estacionamientos.

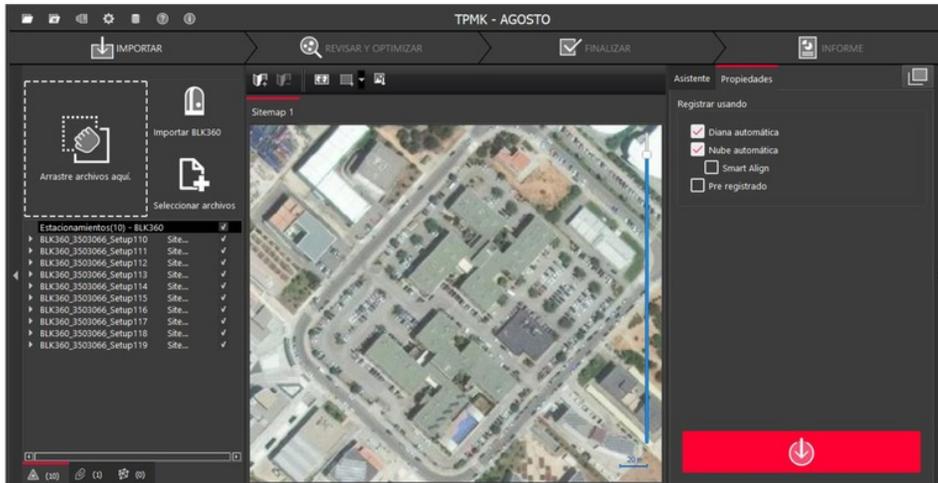


Figura 66: Captura del programa Cyclone Register 360 1.

Se comprueba la unión de los diferentes escaneos y se observa que el programa (que realiza de forma automática la unión de los diferentes escaneos) ha dejado 4 estacionamientos sin unión. Se procede a hacer la unión de estos estacionamientos manualmente.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

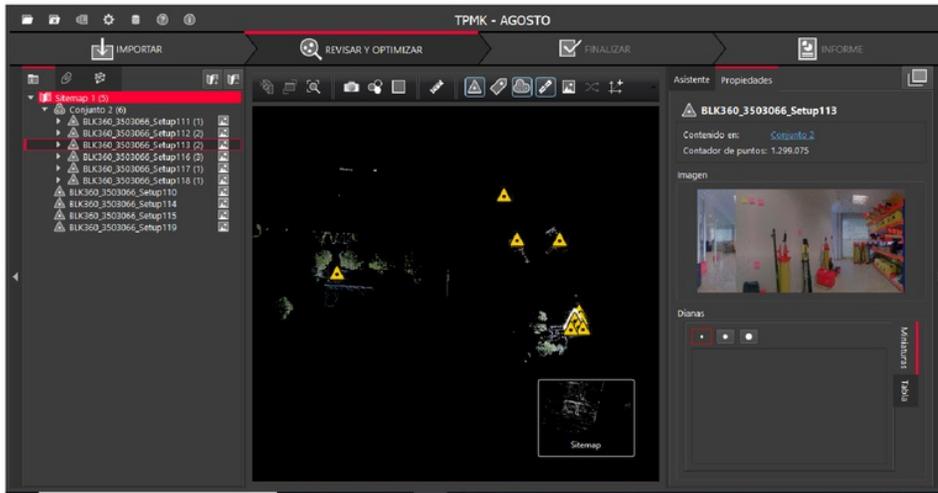


Figura 67: Captura del programa Cyclone Register 360.2.

Ejemplo de la unión manual de algunos escaneos.

Se selecciona dos escaneados y se gira de tal forma que se unan los puntos homólogos.

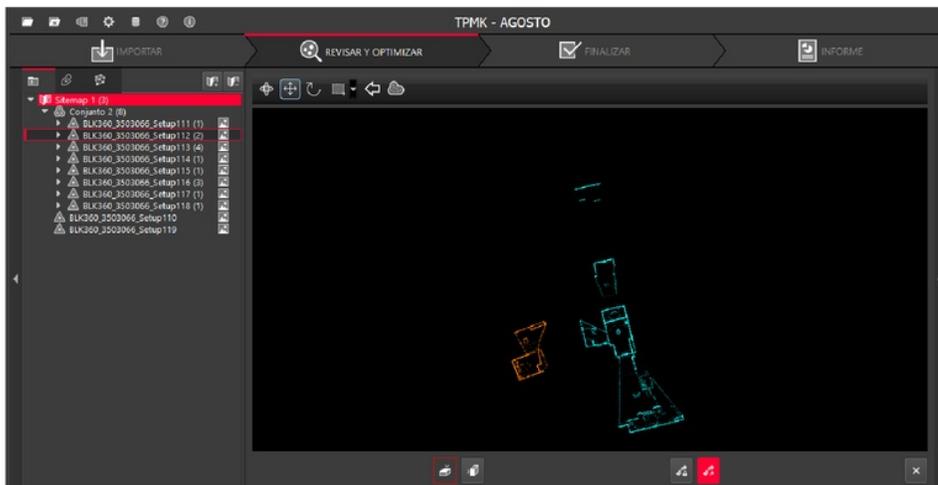


Figura 68: Captura del programa Cyclone Register 360.3.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

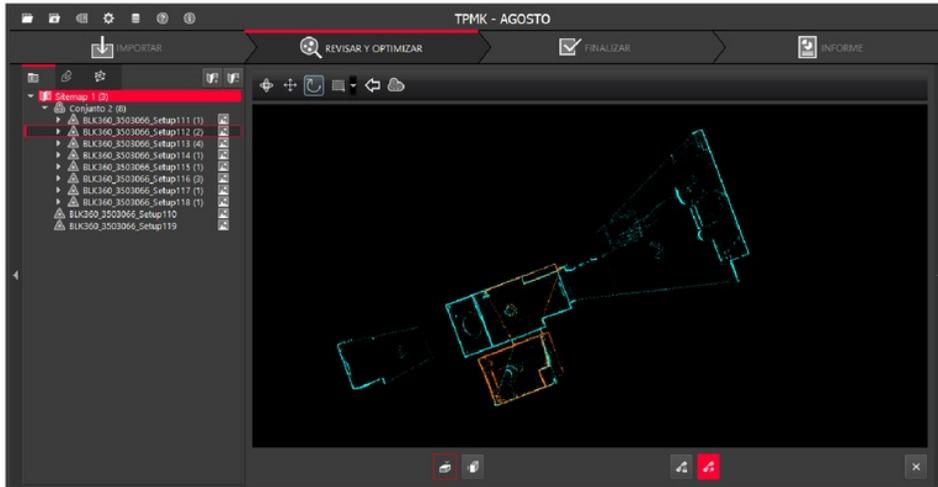


Figura 69: Captura del programa Cyclone Register 360 4.

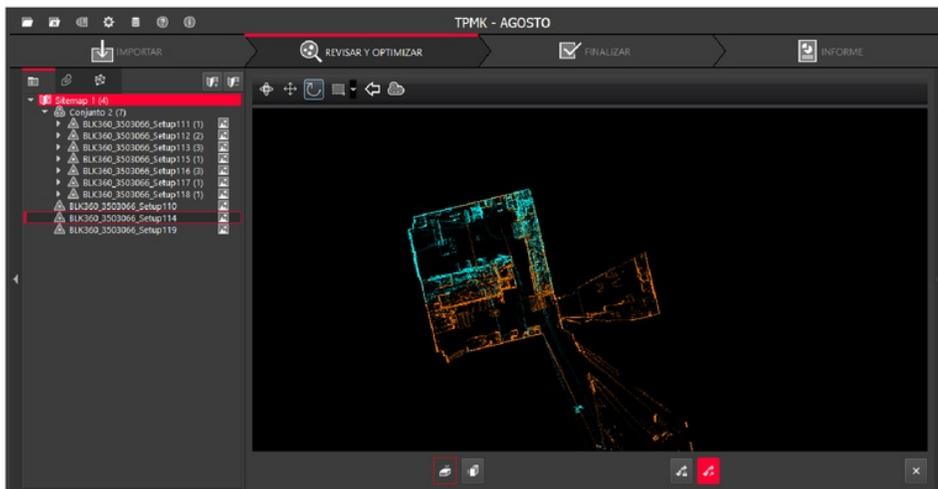


Figura 70: Captura del programa Cyclone Register 360 5.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

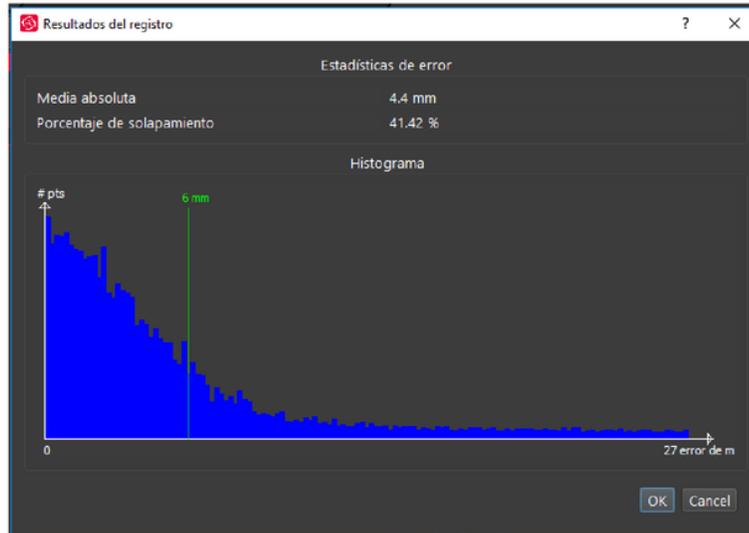


Figura 71: Captura del programa Cyclone Register 360 6.

Con este proceso se obtiene la nube de puntos con la que se va a trabajar, a la vez de un informe que nos permite conocer la calidad de los escaneados realizados.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## Cyclone REGISTER 360 Informe de registro



ago. 7, 2018

Certificado por:  
Ismael Garcés

TOPOMARKET



Sitemap 1

### Calidad general

#### Resultados de error para Conjunto 1

Contador de estacionamiento: 10  
Contador de enlaces: 9  
Fuerza: 72 %  
Solapamiento: 44 %

Error de conjunto 0.005 m	
Solapamiento 44 %	Fuerza 72 %
Nube a nube 0.005 m	Error de diana --

Figura 72: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 1.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

■ Error máximo de 0.015 m.   ■ Error máximo de 0.020 m.   ■ Error mayor de 0.020 m.

## Matriz de calidad de enlace (1 de 1) -

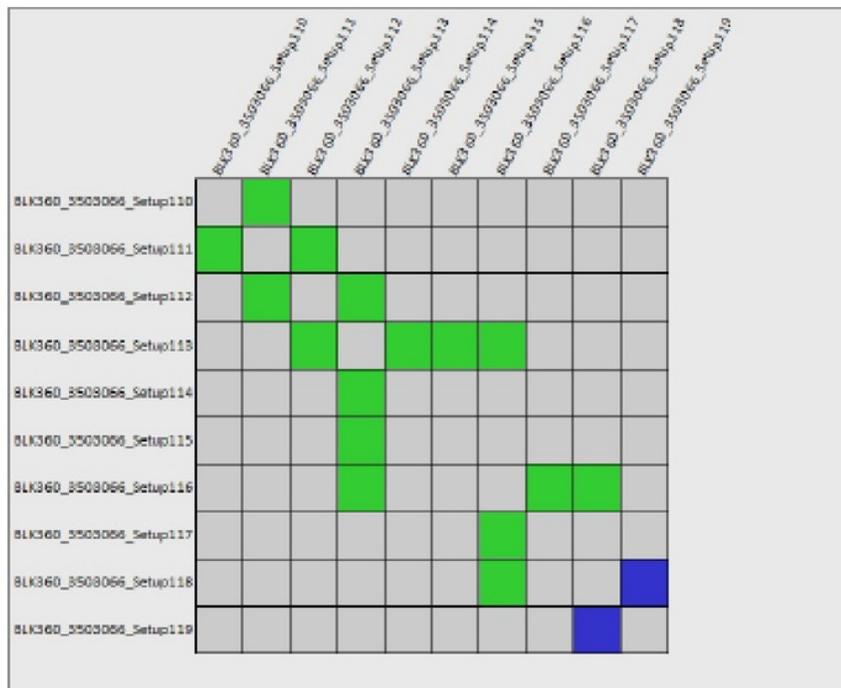


Figura 73: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 2.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## Resultados de error de enlace

### 1 Vista general

Nombre de enlace	Estacionamiento 1	Estacionamiento 2	Solapamiento	Error medio Abs.
Enlace 1	BLK360_3503066_Setup116	BLK360_3503066_Setup117	78 %	0.006 m
Enlace 2	BLK360_3503066_Setup116	BLK360_3503066_Setup118	47 %	0.004 m
Enlace 3	BLK360_3503066_Setup112	BLK360_3503066_Setup113	39 %	0.004 m
Enlace 4	BLK360_3503066_Setup111	BLK360_3503066_Setup112	44 %	0.004 m
Enlace 5	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup116	28 %	0.005 m
Enlace 6	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup115	41 %	0.004 m
Enlace 7	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup114	36 %	0.005 m
Enlace 8	BLK360_3503066_Setup110	BLK360_3503066_Setup111	55 %	0.005 m
Enlace 9	BLK360_3503066_Setup118	BLK360_3503066_Setup119	26 %	0.000 m

### 2 Detalles

Nombre de enlace	Estacionamiento 1	Estacionamiento 2	Solapamiento	Error medio Abs.
Enlace 1	BLK360_3503066_Setup116	BLK360_3503066_Setup117	78 %	0.006 m
		Nube a nube		0.006 m
		Diana	Error medio de diana:	--
Nombre de enlace	Estacionamiento 1	Estacionamiento 2	Solapamiento	Error medio Abs.
Enlace 2	BLK360_3503066_Setup116	BLK360_3503066_Setup118	47 %	0.004 m
		Nube a nube		0.004 m
		Diana	Error medio de diana:	--
Nombre de enlace	Estacionamiento 1	Estacionamiento 2	Solapamiento	Error medio Abs.

Figura 74: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 3.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

Enlace 3	BLK360_3503066_Setup112	BLK360_3503066_Setup113	39 %	0.004 m
		Nube a nube		0.004 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 4	BLK360_3503066_Setup111	BLK360_3503066_Setup112	44 %	0.004 m
		Nube a nube		0.004 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 5	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup116	28 %	0.005 m
		Nube a nube		0.005 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 6	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup115	41 %	0.004 m
		Nube a nube		0.004 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 7	BLK360_3503066_Setup113	BLK360_3503066_Setup114	36 %	0.005 m

*Figura 75: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 4.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

				m
		Nube a nube		0.005 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 8	BLK360_3503066_Setup110	BLK360_3503066_Setup111	55 %	0.005 m
		Nube a nube		0.005 m
		Diana	Error medio de diana:	--
<b>Nombre de enlace</b>	<b>Estacionamiento 1</b>	<b>Estacionamiento 2</b>	<b>Solapamiento</b>	<b>Error medio Abs.</b>
Enlace 9	BLK360_3503066_Setup118	BLK360_3503066_Setup119	26 %	0.000 m
		Nube a nube		0.000 m
		Diana	Error medio de diana:	--

*Figura 76: Captura del programa Cyclone Register 360 Informe 5.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **GeoSlam Zeb-Revo**

El procedimiento de este instrumento se diferencia sustancialmente del BLK360 ya que al ser un escáner de mano no precisa de estacionamiento.

Toma de datos para el trabajo:

El escáner se conecta con la base de carga y almacenamiento. El aparato mediante una secuencia luminosa nos indica su operatividad.

La base de carga se coloca en una mochila para permitir el desplazamiento del técnico con mayor facilidad.

Con el instrumento operativo, se ubica en un punto sobre una superficie plana.

El punto donde se ubica para iniciar el proceso es el mismo que se utilizará para finalizar este proceso.

Se gira manualmente el cabezal para que el escáner inicie la toma de datos. Tras este paso pulsaremos el botón de inicio y el escáner comenzara a girar de forma automática, indicando que se puede empezar a trabajar.

Desplazaremos por toda la zona de estudio el escáner. El escáner al ser manual se manipula como si tratase de una linterna, apuntando a las zonas que queremos escanear. En pocos minutos se realiza el escaneado. Para finalizar se coloca en el lugar inicial y se desactiva con el botón de apagado.

La descarga de los datos, se realiza mediante un cable especial que permite conectar un USB a la base de carga. La descarga es automática y se obtiene un Zip con la nube de puntos sin procesar.

El procesado de datos se realiza desde el programa propiedad de GeoSlam.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

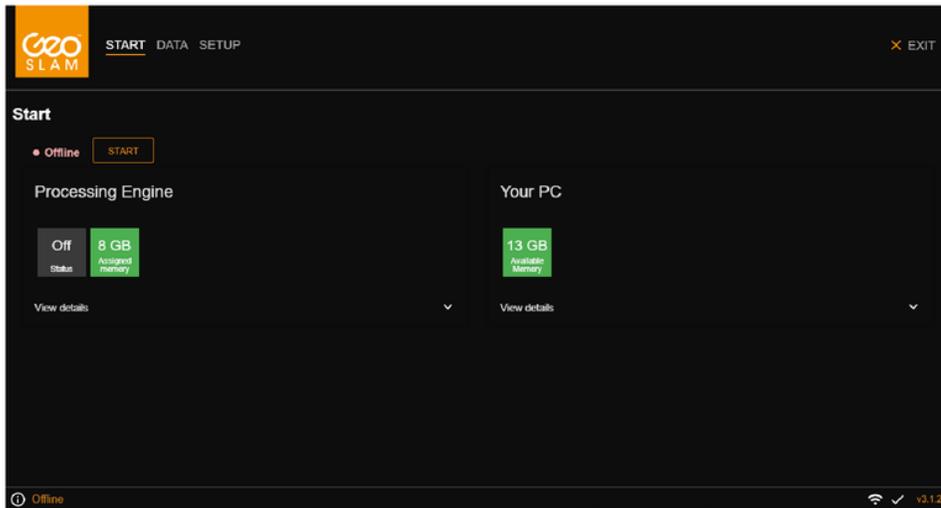


Figura 77: Captura del programa GeoSlam 1.

Cuando presionamos el botón “start”, el programa nos pide insertar el dongle de GeoSlam. Cuando es procesado este paso podemos adjuntar la carpeta que anteriormente hemos descargado.

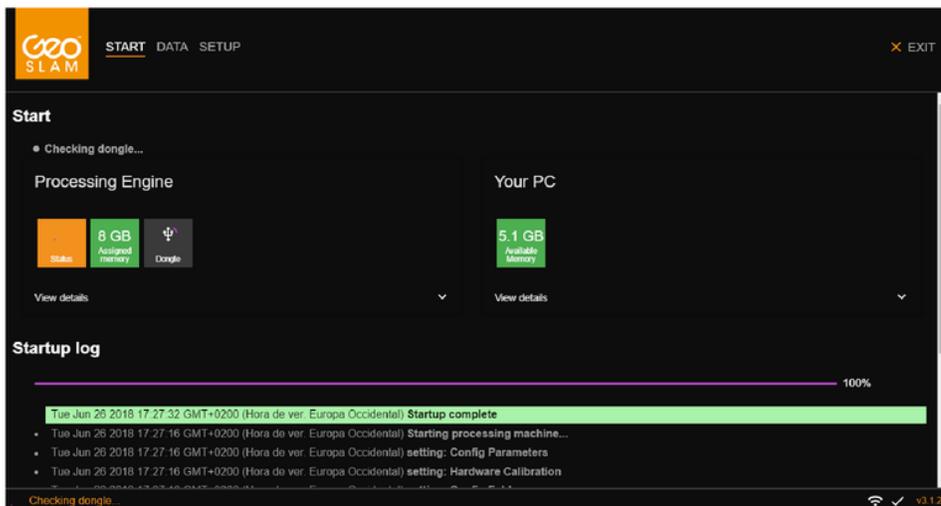
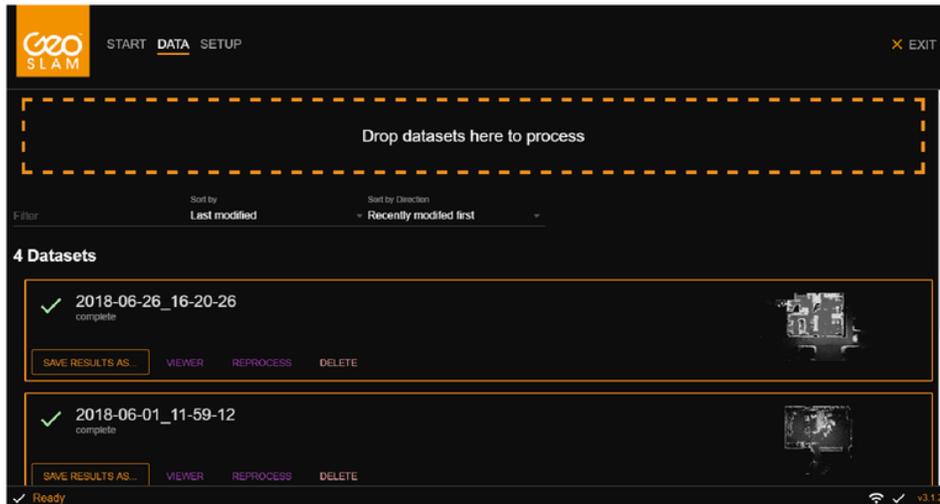


Figura 78: Captura del programa GeoSlam 2.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Seleccionar “process data” para empezar a procesar los datos.



*Figura 79: Captura del programa GeoSlam 3.*

Adjuntar el archivo Zip. Una vez acaba el procesamiento se pulsa sobre “save results as” y guardará el archivo .las.

Una vez obtenidas las dos nubes de puntos se procede a trabajar en Cloud Compare.

Los pasos que se describen a continuación se realizan de forma individual tanto para la nube de puntos de GeoSlam como para la del BLK360.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

- Se importa la nube de puntos

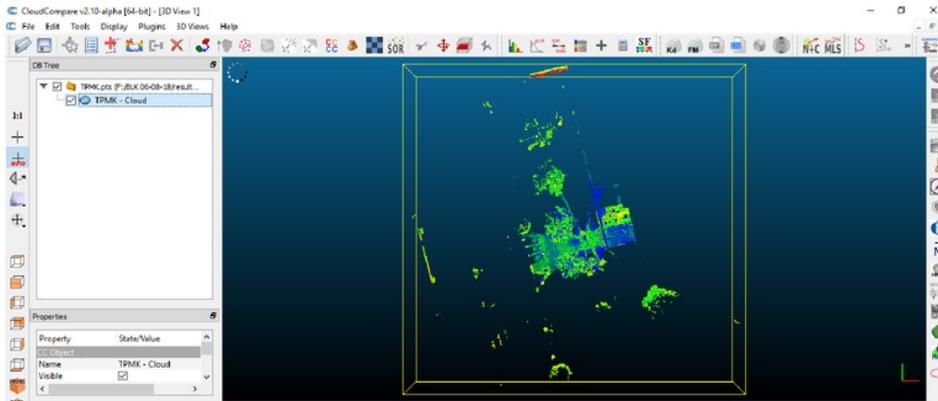


Figura 80: Captura del programa Cloud Compare 1.

- Se modifica el color de visualización a "ninguno" y se le pasa un filtro de EDL para visualizar mejor la nube.

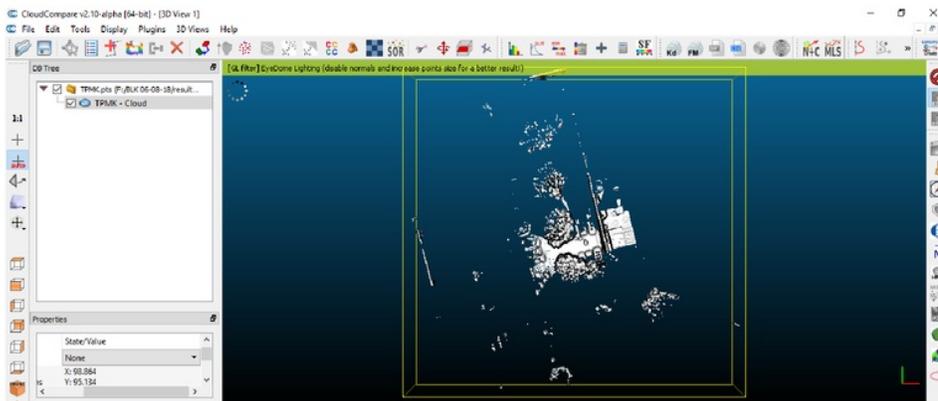


Figura 81: Captura del programa Cloud Compare 2.

- Se recorta la nube de puntos. Esto permite eliminar puntos con los cuales no vamos a trabajar. Cada vez que realizamos un corte el programa crea una nube de puntos con el interior del segmento recortado y otra con el exterior. La nube exterior se eliminara en estos pasos.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Se debe tener en cuenta que la modificación se realiza sobre el escáner marcado en azul. Se pueden marcar varios escáner en azul.

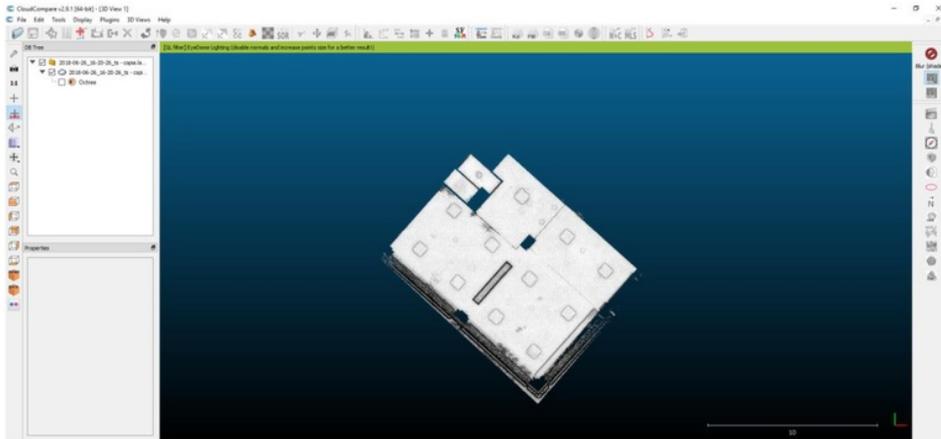


Figura 82: Captura del programa Cloud Compare 3.

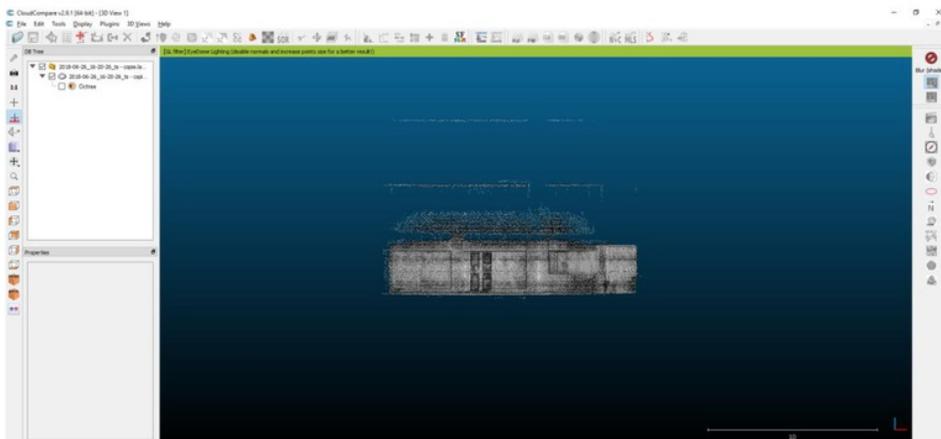
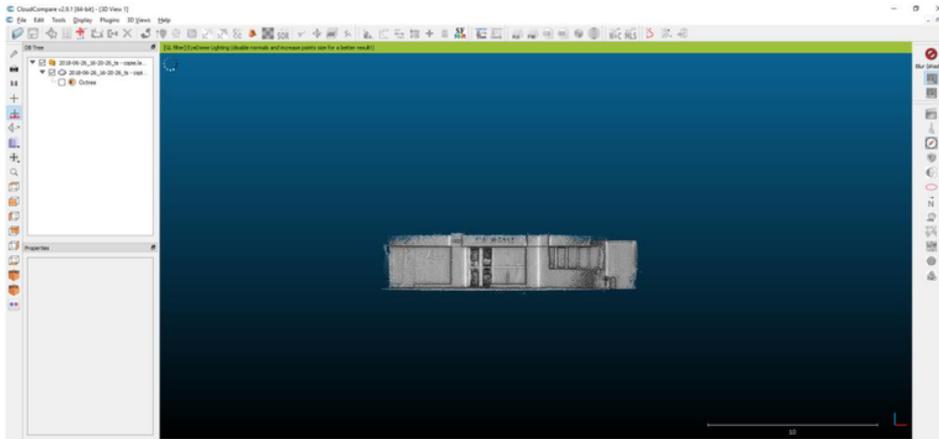


Figura 83: Captura del programa Cloud Compare 4.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



*Figura 84: Captura del programa Cloud Compare 5.*

- Una vez delimitada la zona de trabajo haremos un corte transversal que nos permite ver el interior del escaneado. Esta vez no borraremos ninguna de las nubes que crea.
- Se trabajará con la parte del techo de la oficina ya que nuestros puntos de apoyo están tomados ahí.
- Se seleccionan los puntos y se procede a la transformación escribiendo las coordenadas que se obtuvieron con la estación total.

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

Unidades de las tablas en metros.

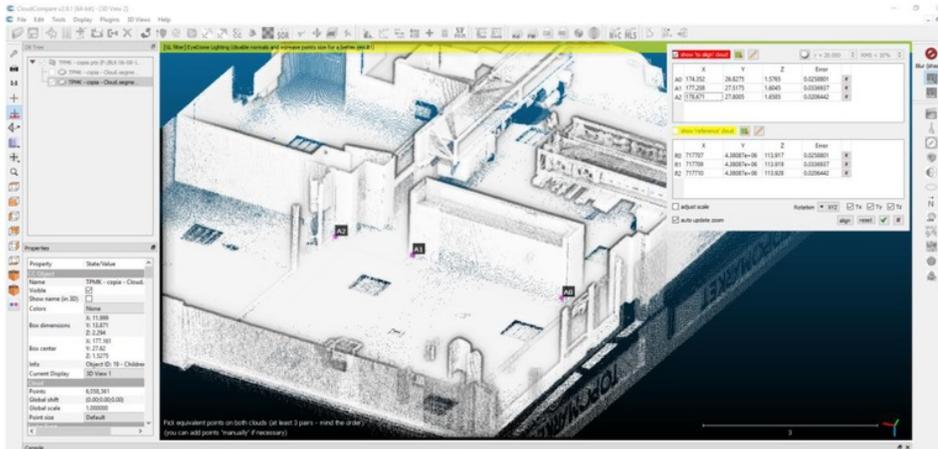


Figura 85: Captura del programa Cloud Compare 6.

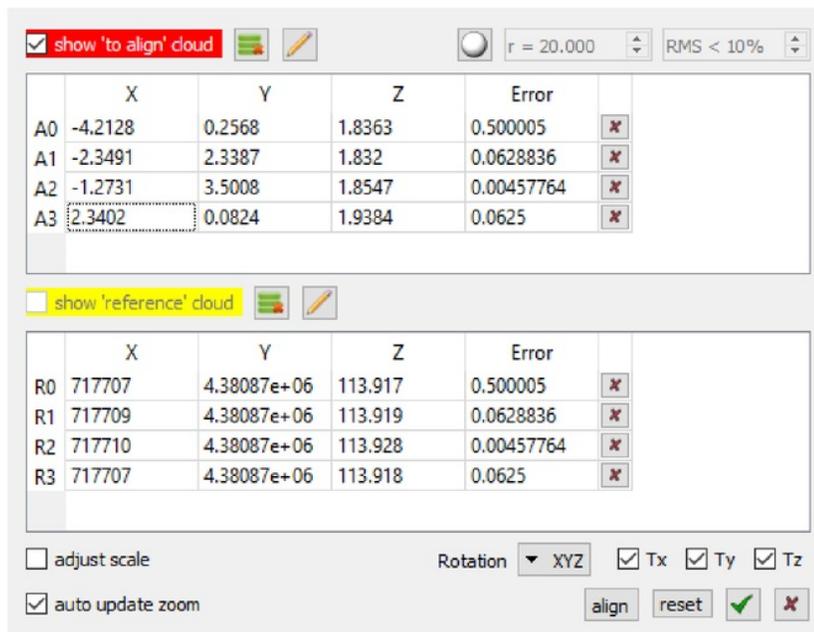


Figura 86: Captura del programa Cloud Compare 7.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

- Introducidos todos los puntos pulsamos “align” y “OK” para guardar.
- En esta operación, puede aparecer un mensaje correspondiente a las coordenadas, que nos indica que trabaja con los últimos dígitos para no tener que trabajar con todas las coordenadas, especialmente en el caso de coordenadas UTM.

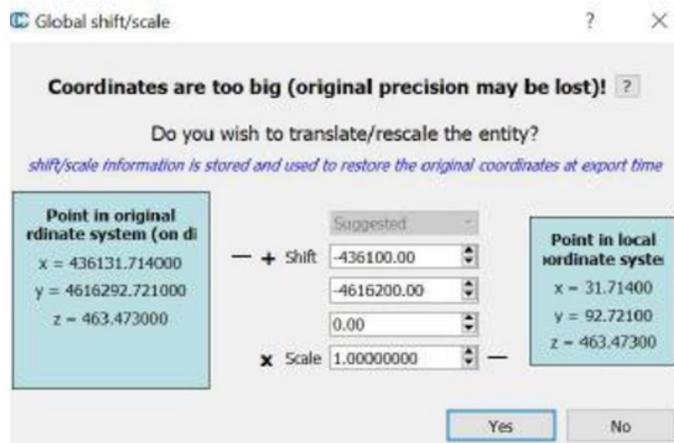


Figura 87: Captura del programa Cloud Compare 8.

- Antes de finalizar este paso el programa nos mostrará la matriz de transformación que aplica para llevar la mitad superior de la nube de puntos a las coordenadas indicadas. Esta matriz se copia puesto que más tarde aplicaremos la misma transformación a la otra mitad de la nube para que visualmente se unan.
- Después de este paso se utiliza la herramienta “merge” para unir las dos mitades en una sola nube de puntos.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

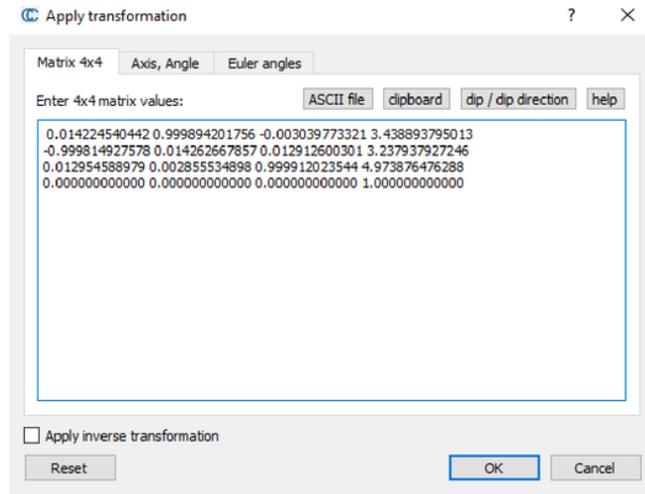


Figura 88: Captura del programa Cloud Compare 9.

- Para finalizar se abrirán las dos nubes, una de cada instrumento, en el mismo proyecto y se comprueba que se superponen para ver que efectivamente están bien referenciadas.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.5 Equipos**

#### **4.5.1 GPS (GS16)**

##### **Descripción:**

Leica Viva GS16, antena GNSS compacta y potente. Capaz de utilizar la tecnología RTK.

La antena Viva GS16 es capaz de realizar mediciones precisas gracias a la tecnología RTKplus y SmartLink.

La constelación de satélites es cada vez mayor, esto provoca un creciente número de señales. Esto provoca que cada vez se necesiten antenas más potentes.

La tecnología RTK plus se adapta a estos cambios que van surgiendo captan de forma óptima las señales y capaz de otorgar más precisión en sus mediciones.

##### **Especificaciones:**

###### **Operación**

Capaz de realizar un posicionamiento preciso sin interrupciones aunque el servicio de corrección no esté disponible o haya problemas en la cobertura.

El servicio SmartLink global es capaz de trabajar de manera remota aunque no tenga datos de referencia disponibles.

###### **Software**

Esta antena se complementa con el software Leica Captivate, capaz de convertir los datos en modelos 3D más sencillos para el manejo.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Aplicaciones sencillas y manejo táctil mediante la controladora CS20.

Este software permite cambiar de aplicación de manera muy sencilla y trabajar con diferentes instrumentos como GNSS o estaciones totales.

Leica Captivate realiza la captura de los datos y modelos en el campo y Leica Infinity procesa la información en el estudio.



*Figura 89: Antena GS16. Fotografía propia.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



Figura 90: Controladora CS20. Fotografía propia.

### 4.5.2 TS16

#### Descripción

Es una estación con auto-aprendizaje, que se ajusta automáticamente a cualquier entorno.

Por a su capacidad de imaginación, la TS16 puede capturar las condiciones exactas para cualquier lugar de trabajo a través de la capacidad de auto-aprendizaje de Leica Viva.

#### Especificaciones

##### Generales:

Revolucionario software Captivate.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Trasferencia de datos fluida, trabajo rápido y eficiente en oficina.

Tecnología superior ATRplus.

### Software

El software utilizado es el mismo que en la antena Viva GS16.

Utiliza un ATRplus que maximiza la capacidad de la estación total para permanecer fijada en su objetivo, haciendo caso omiso a otras distracciones en el campo.

Leica Viva TS16 aprende del medio ambiente, proporciona posiciones precisas incluso en aplicaciones dinámicas difíciles, y ofrece la re-fijación más rápida en caso de perder de vista el objetivo.



*Figura 92: Estación TS16 1.  
Fotografía propia.*



*Figura 91: Estación TS16 2.  
Fotografía propia.*

Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos  
de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



*Figura 93: Estación TS16 3.  
Fotografía propia.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 4.5.3 BLK360

#### Descripción:

El escáner está diseñado por Autodesk y Leica y permite al usuario realizar un escaneado completo de la zona de estudio en un breve periodo de tiempo.

Tamaño y peso reducido (10cm de diámetro, 16cm de altura y 1kg de peso)

El manejo se realiza mediante un botón.

Puede ser controlado por un iPad.

Capaz de transmitir los datos de forma inalámbrica al programa ReCap 360 Pro Mobile.

Puede capturar 360000 puntos por segundo, alcanza hasta 60 metros y tiene una precisión en torno al medio centímetro.

Tienes varios métodos a la hora de escanear, imagen láser, luz visible y sensores infrarrojos para imagen térmica.

#### Especificaciones:

##### Parámetros técnicos y diseño.

Exterior: Superficie tratada, aluminio negro anodizado

Cubierta de transporte: Asa tipo gancho con soporte de suelo integrado

Dimensiones: Alto: 165 mm. Diámetro: 100 mm Peso: 1 Kg

Mecanismo de montaje: Botón de pulsación para iniciación rápida

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Operación**

Operación por si solo: Con un único botón

Operación Remota: iPad app. Apple iPad Pro® 12,9"/iOS 10 o posterior

Comunicación inalámbrica: Integrada LAN inalámbrica (802.11 b/g/n)

Orientación del Instrumento: De pie, tanto hacia arriba como hacia abajo

Estacionamiento del Instrumento: En el suelo y sobre trípode

### **Alimentación**

Tipo de Batería: Estándar Leica GEB212 de Li-Ion, recargable

Capacidad: Típicamente > 40 estacionamientos

### **Escaneado**

Medición de distancia: Tiempo de vuelo de alta velocidad con tecnología de digitalización de la forma de la onda (WFD-Waveform Digitazing)

Seguridad para el ojo: Láser clase 1

Longitud de onda: 830 nm

Campo de visión: 360° (horizontal) / 300° (vertical)

Alcance: Min. 0.6 - hasta 60 m

Velocidad de medición de puntos Hasta 360.000 Ptos/seg

Precisión de distancia: 4 mm @ 10m / 7mm @ 20m

Modos de medición: 3 parámetros de resolución seleccionables por el usuario

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Imagen**

Sistema de Cámara: 15 Mpixel. Sistema de 3-cámaras, 150Mpx captura de bóveda completa, HDR, soporta flash LED imagen esférica calibrada, 360° x 300°

Cámara Térmica: Última tecnología FLIR basada en imagen panorámica térmica, 360° x 70°, de larga longitud de onda Infrarroja - Longwave Infrared (LWI)

### **Prestaciones**

Velocidad de medida: < 3 min para un escaneado de bóveda completa con imagen esférica e imagen térmica

Precisión de punto 3D: 6mm @ 10m / 8mm @ 20m

### **Medio ambiental**

Temperatura de operación: +5 a +40° C

Robustez: Diseñado para uso interior y exterior

Polvo/Humedad: Partículas sólidas/Protección contra ingresos de líquidos IP54 (IEC 60529)

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## Adquisición de datos

Escáner 3D de imagen con sistema de imagen esférica integrado y sistema de sensor termográfico panorámico

DURACIÓN ESCANEADOS	DE	Resolución en mm@10m	Duración bóveda (MM:SS)	estimada completa
Modo de densidad de puntos				
Rápida (Baja)		20	00:40	
Estándar (Media)		10	01:50	
Alta densidad (Alta)		5	03:40	

TIEMPO DE CAPTURA DE IMÁGENES	Duración	estimada	de	imágenes
Tipo de cámara	(MM:SS)			
De imagen	01:40			

Resolución (mm@10m) o densidad	Duración nube de puntos + imagen (MM:SS)
Rápida (Baja)	02:20
Estándar (Media)	03:30
Alta densidad (Alta)	05:20

## TAMAÑO DE LOS ESCANEADOS

Resolución (mm@10m) o densidad	Tamaño aproximado de escaneado (millones de puntos)
Rápida (Baja)	3
Estándar (Media)	18
Alta densidad (Alta)	65

Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos  
de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



Figura 94: BLK360 1. Fotografía propia.



Figura 95: BLK360 2. Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 4.5.4 GeoSlam Zeb-Revo

#### Descripción

Se trata de un láser ligero y portátil. Esto da sencillez a esta tarea.

Debido a la auto-rotación de la cabeza del sensor, hace que el "Zeb-Revo" pueda ser de mano, desplegado en un poste, montado en una mochila o incluso en un vehículo autónomo.

La velocidad de línea de 100 Hz y el campo de visión de 360° permiten una captura de datos rápidos, precisos y de alta calidad.

El ZEB-REVO produce 2,5 veces más líneas de exploración que el ZEB1, y una nube de puntos más estructurada.

La mejora de la precisión da como resultado una resolución más alta que facilita la extracción de características mejoradas y un registro de SLAM de automac más preciso con un solo bucle cerrado.

El ZEB-REVO es utilizado para completar encuestas mediadas de interiores de edificios, documentar accidentes de tráfico y escenas de delitos, mapear redes subterráneas de minas y cuevas, medir propiedades para evaluaciones de bienes y facilitar la planificación de contingencias.

A diferencia de los sistemas SLAM basados en trole, el ZEB de mano es fácil de usar en entornos de varios niveles, como escaleras y minas, por lo que es ideal para la topografía y la cartografía desafiante de ambientes tridimensionales multi-nivel.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Especificaciones**

#### **Diseño y parámetros técnicos**

Año: 2016

Altura: 29 cm

Profundidad: 11 cm

Ancho: 9 cm

Peso total: 1 kg

Material hardware: Aluminio

#### **Escaneado**

Fuente de luz: Activo

Fuente de luz de longitud de onda: 905 nm

Min. Rango: 1000 mm

Max. Rango: 30000 mm

Max. Campo de visión vertical: 360 deg

Max. Campo de visión horizontal: 270 deg

Densidad del punto de imagen: 43200

Precisión de medición 3D: 20-30 mm

Ruido típico: 10-15 mm

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Adquisición de datos**

Velocidad de adquisición de datos:

43200 puntos por segundo

Registro de color: N

Velocidad de escaneo: 100 Hz

Calibración: Anualmente

Clase de laser: Clase 1

### **Baterías**

Tipo de batería: Polímero de litio

Tiempo de escaneo por batería: 4h

### **Funcionalidad**

Malla como salida: N

Nombre del programa: GeoSlam Desktop

Visualización en tiempo real durante el escaneo: N

Max. Tamaño del modelo: 10000000 puntos

Otros formatos: .las .laz

Certificación de seguridad: IP64

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **Aplicación**

Usuarios principales: Topógrafos, operarios de minas, arquitectos, fuerzas de seguridad, gestión forestal

Principales aplicaciones: Levantamiento, escaneo BIM, cartografía de cuevas y minas, cálculos de volumen de arsenales, levantamientos forestales, cartografía marina.

### **Otra información**

Ligero, portátil, rápido, fácil de usar, resistente.

### **Conectividad y sensores**

EN S: N

Wifi: N

Bluetooth: N

Puerto USB: Y

### **Características de operación**

Temperatura de funcionamiento: mín. 0°

Temperatura de funcionamiento: máx. 50°

Rango de humedad: <85%

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



Figura 96: GeoSlam 1. Fotografía propia.



Figura 97: GeoSlam 2. Fotografía propia.



Figura 98: GeoSlam 3. Fotografía propia.



Figura 99: GeoSlam 4. Fotografía propia.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.6 Programas**

#### **4.6.1 Leica Geo Office**

Software que permite ver y utilizar los datos de estaciones totales, niveles o GPS.

Transferencia de datos: importa y exporta datos de manera muy rápida y la exportación se puede ejecutar en cualquier formato (G.I.S., CAD....) o en libretas de campo e informes personalizados.

Permite la gestión y el control de los datos con total flexibilidad para organizar los proyectos. Personalizable para trabajar de la manera más eficaz posible según cada usuario.

Permite visualizar la calidad de los datos.

Para revisar los datos y su calidad de información, tiene acceso directo a los datos de punto, línea, área, coordenadas, código y atributo. Y además permite corregir, añadir o eliminar datos previos al proceso y al exportar los mismos.

Permite diferentes formas a la hora de procesar los datos para todo tipo de sistema GNSS, nivel digital y estación total, así como ajuste de redes y transformación de coordenadas.

Puede calcular modelos digitales o volúmenes sobre una altura de referencia, así como introducir líneas de rotura y límite de cálculos de manera automática. También permite ver el modelo digital en dos o tres dimensiones.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.6.2 Cyclone Register 360**

Leica Cyclone REGISTER 360, software actualizado de registro de nubes de puntos de escaneo láser 3D. Esta actualización incorpora nuevas capacidades, desde flujos de trabajo sencillos y guiados hasta resultados de automatizados de registro que están listos, tan sólo, con pulsar un botón.

Es de gran ayuda al usuario de cualquier nivel a trabajar de forma más inteligente, obtener resultados más precisos, visualizar datos con más detalle y colaborar con mayor eficacia. Da absoluta prioridad al usuario.

Se puede utilizar como solución independiente o como parte de una solución de escaneo laser completa e integrada. Esto hace que Cyclone REGISTER 360 sea una de las opciones más rápidas y sencillas para realizar el trabajo de manera óptima.

Ahorra tiempos, conjeturas y mejora la productividad desde la creación del proyecto hasta la confección de los informes finales debido a las rutinas por lotes de subprocesos múltiples, la importación y el procesamiento de un paso, los flujos de trabajo guiados, las herramientas de QA/QC integradas y los informes automatizados.

Puede gestionar los proyectos complejos con cientos de escaneos con facilidad eliminando su dificultad y pudiendo el usuario escalar de acuerdo a sus necesidades.

Este software proporciona flujos de trabajo de registro guiados que ayudan a los nuevos usuarios y aceleran el proceso para los usuarios experimentados.

Las herramientas y los informes de QA intuitivos eliminan las conjeturas acerca de la calidad del registro.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Exporta en Batch los productos finales en diversos formatos y programas, y envía datos en vivo a la nube para facilitar la colaboración global con tan solo pulsar un botón.

### **4.6.3 BLK360 Data Manager**

Software propiedad de Leica GeoSystems. Este programa se comunica única y exclusivamente con el láser BLK360. Por medio de este software permite:

- Modificar la calidad del escaneo según el uso que vayamos a hacer. (baja media o alta).
- Modificar la calidad de la imagen (HDR o LDR)
- Visualizar los escaneos almacenados en nuestro instrumento.
- Visualizar la batería del instrumento.
- Descargar o eliminar los escaneos que seleccionemos.

### **4.6.4 GeoSlam Desktop**

Software propiedad de GeoSlam.

El programa se utiliza para descargar y descomprimir los archivos que obtenemos con el GeoSlam ZEB-REVO.

Como resultado final proporcionará una archivo que contendrá la nube de puntos que hayamos escaneado previamente.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **4.6.5 Cloud Compare**

Software capaz de procesar nubes de puntos 3D. También puede procesar imágenes calibradas y mallas triangulares.

Creado durante una colaboración de la división de I+D de EDF y Telecom ParisTech.

Este proyecto se inicia en 2003 mediante el doctorado de Daniel Girardeau Montaut sobre detección de cambios en datos geométricos.

El objetivo inicial era detectar los cambios de las nubes de puntos de alta densidad que se obtenían mediante laser escáner.

Luego evoluciono hasta el software para procesar datos más general y avanzado que tenemos actualmente.

Proyecto de código abierto independiente y con un software libre.

Este programa es capaz de proporcionar un conjunto de herramientas básicas para editar y renderizar manualmente nubes de puntos 3D y mallas triangulares.

Dispone de varios algoritmos avanzados de procesamiento, entre los cuales se encuentran los métodos para realizar:

- Proyecciones (basadas en ejes, cilindros...)
- Registro
- Cálculo de distancia
- Cálculo estadístico

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

- Segmentación (etiquetado de componentes conectados, propagación frontal basada, ...) estimación de características geométricas (densidad, curvatura, rugosidad, orientación del plano geológico, ...)

El programa puede manejar campos escalares ilimitados por nube de puntos en los que se pueden aplicar varios algoritmos dedicados (suavizado, evaluación de degradado, etc.).

Tiene la opción de usar el programa para visualizar datos N-D.

Permite al usuario segmentar interactivamente entidades tridimensionales (con una polilínea 2D dibujada en la pantalla), rotar / traducir interactivamente una o varias entidades relativamente a las demás, seleccionar interactivamente puntos individuales o parejas de puntos (para obtener la longitud de segmento correspondiente) o tripletas de puntos (para obtener el ángulo y plano correspondientes normales).

# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

## 5. Comparativa

En este apartado se hará la comparativa de las dos nubes de puntos superpuestas desde un punto de vista estadístico. De la nube obtenida con GeoSlam y de la nube obtenida con BLK.

El primer paso será hacer la unión para la comparativa después de que las nubes estén en el mismo sistema de coordenadas. Una de las nubes se establece como la referencia. En este caso se establece la nube de referencia la de GeoSlam.

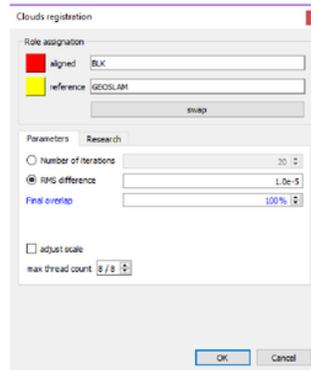


Figura 100: Comparativa de las nubes. Captura del programa Cloud Compare.

Se modificara el color de cada una de las nubes para apreciar mejor las diferencias y así poder realizar mejor la comparativa.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

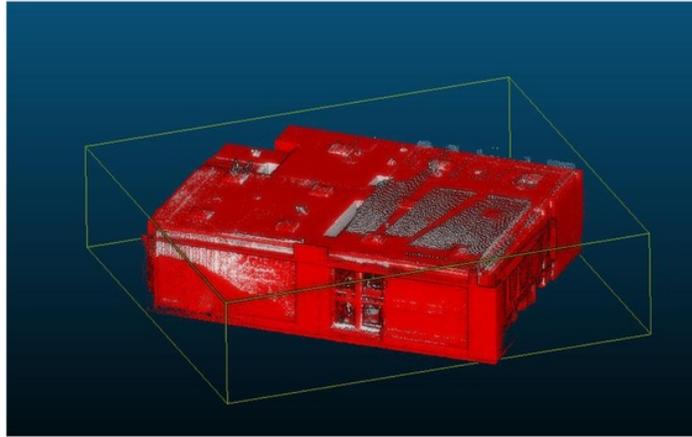


Figura 101: Comparativa de las nubes 2. Captura del programa Cloud Compare.

A continuación se procede a la diferencia de distancias entre los puntos de las nubes. Vemos las estadísticas y visualmente como la mayor parte se ve en azul (diferencia de distancias muy aproximadas a cero).

Donde se aprecian mayores distancias es en exteriores y elementos que no definen la estructura principal del inmueble (sillas, mesas...) estos elementos no estaban en el mismo sitio a la hora de hacer las dos tomas.

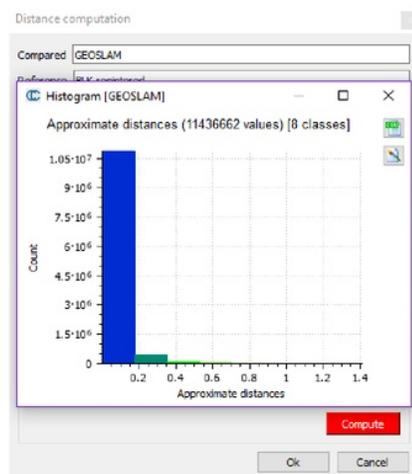


Figura 102: Histograma de la comparativa. Captura del programa Cloud Compare.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

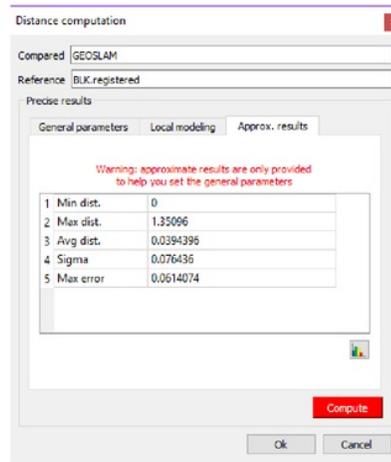


Figura 103: Datos estadísticos de la comparativa. Captura del programa Cloud Compare.

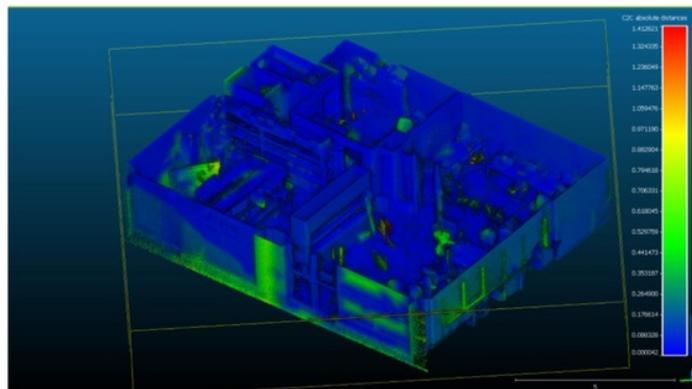


Figura 104: Comparativa de las distancias entre nubes. Captura del programa Cloud Compare.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

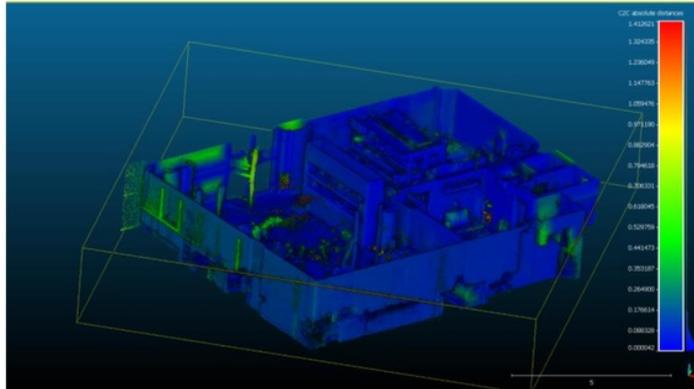


Figura 105: Comparativa de las distancias entre nubes 2. Captura del programa Cloud Compare.

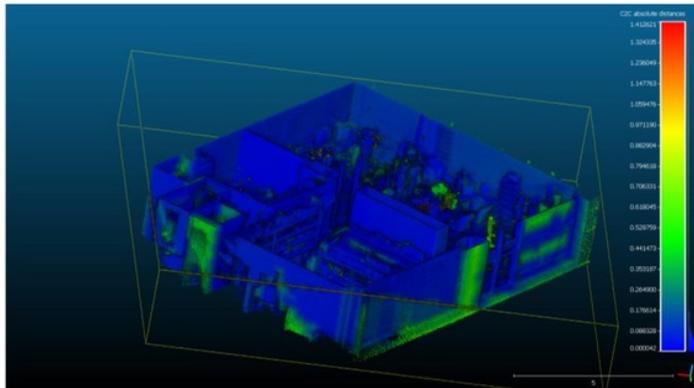


Figura 106: Comparativa de las distancias entre nubes 3. Captura del programa Cloud Compare.

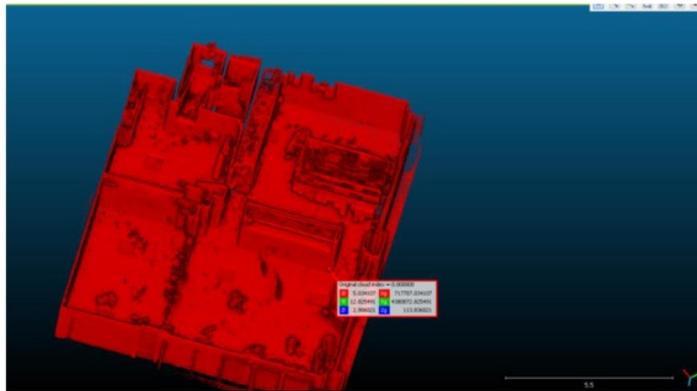
En este paso se marcarán en la nube los puntos de control tomados con la estación para ver las diferencias de distancias en cada una de las nubes con los datos que nos proporciona la estación.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

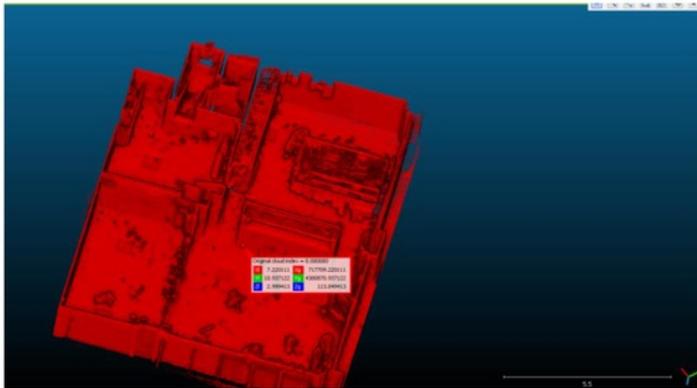
---

### Nube GeoSlam

Con una de las opciones del programa marcamos los puntos que hemos tomado de control con la estación total. Este paso nos permitirá hacer la comparativa de distancias. En las siguientes capturas observamos la selección de los puntos de control y la muestra de las coordenadas de la nube de puntos de GeoSlam. Dado que en las imágenes no se llega a apreciar las coordenadas al final del apartado se muestra una tabla comparativa.



*Figura 107: Puntos de control GeoSlam. Captura del programa Cloud Compare.*



*Figura 108: Puntos de control GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

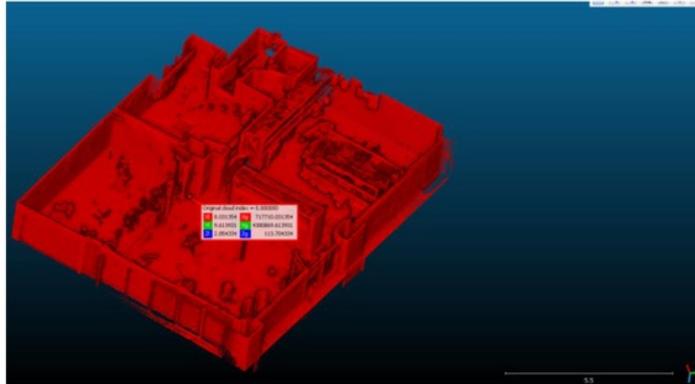


Figura 109: Puntos de control GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare.



Figura 110: Puntos de control GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare.

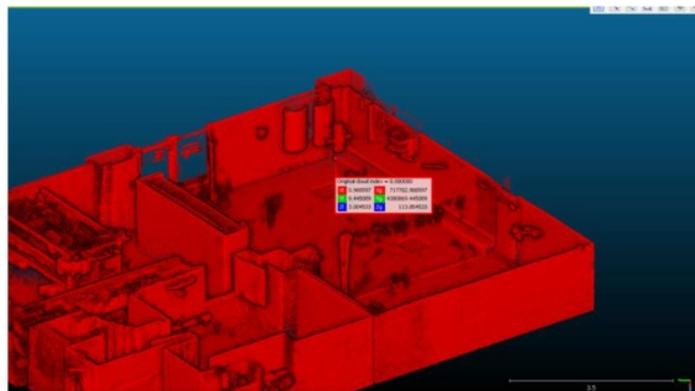


Figura 111: Puntos de control GeoSlam 5. Captura del programa Cloud Compare.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

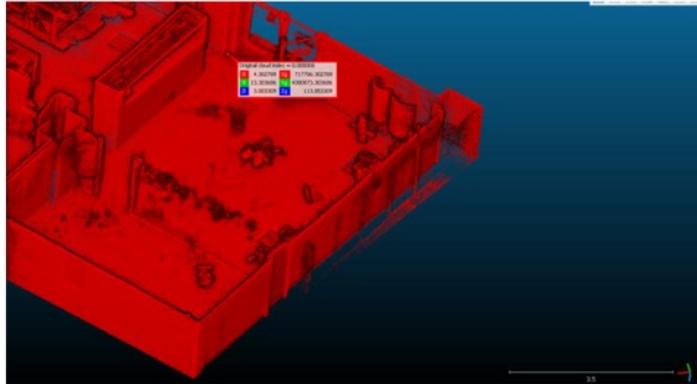


Figura 112: Puntos de control GeoSlam 6. Captura del programa Cloud Compare.

### Nube BLK

En este apartado se muestra la misma información que en el anterior pero con la nube de puntos obtenida desde el BLK. La tabla de las diferentes coordenadas en esta nube también se muestra al final del apartado para su correcta visualización.

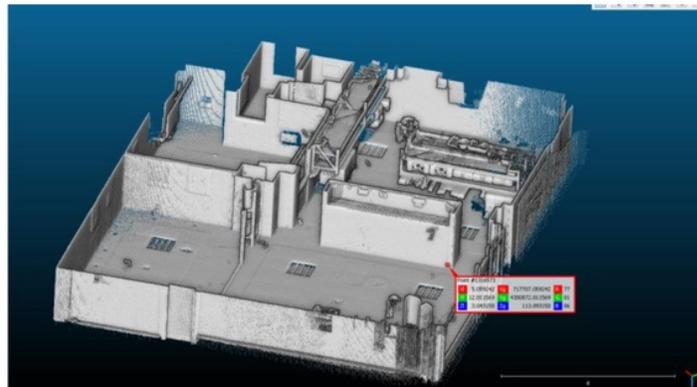


Figura 113: Puntos de control BLK. Captura del programa Cloud Compare.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

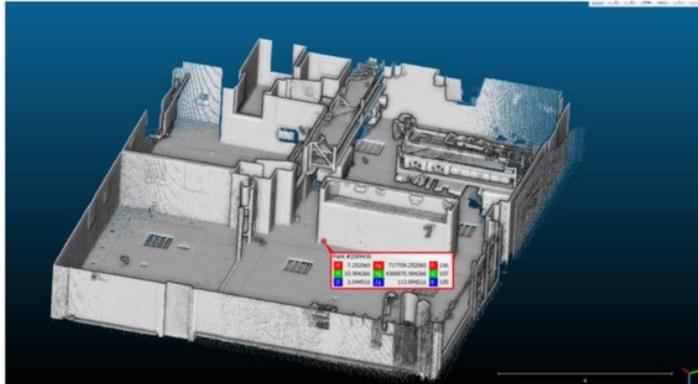


Figura 114: Puntos de control GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare.



Figura 115: Puntos de control GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare.

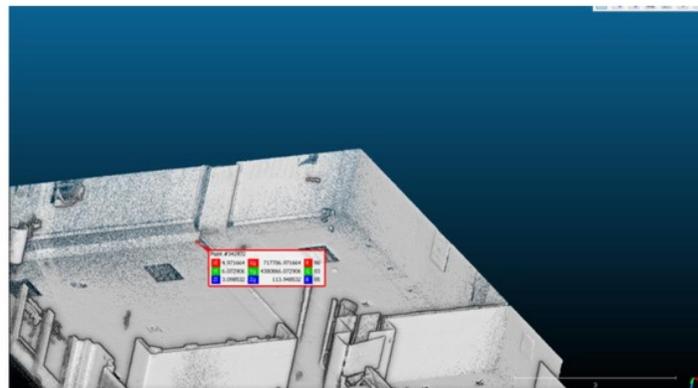


Figura 116: Puntos de control GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

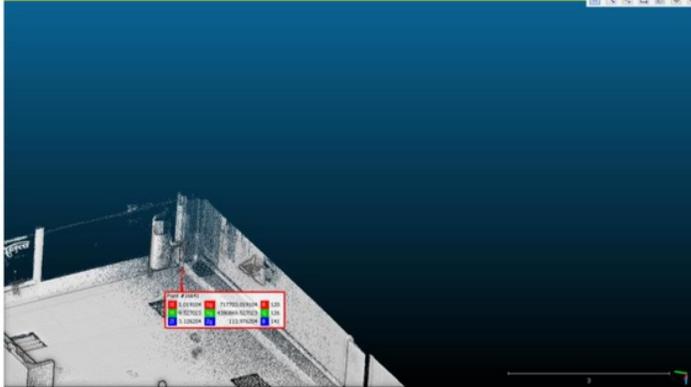


Figura 117: Puntos de control GeoSlam 5. Captura del programa Cloud Compare.

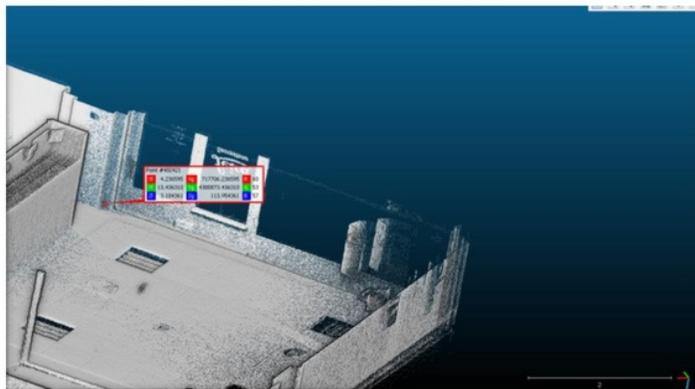


Figura 118: Puntos de control GeoSlam 6. Captura del programa Cloud Compare.

En la siguiente tabla podemos observar las coordenadas dadas con la estación y las que nos muestra el programa con los puntos seleccionados. Todos los puntos están medidos en metros.

Destacar que en el punto 5 debido al ruido de dicha esquina no se puede tomar de manera precisa en el programa lo que provoca que en la coordenada x de las dos nubes exista una diferencia considerable. A la hora de sacar la media de las diferencias no se tendrá en cuenta este dato.

En las dos nubes las diferencias no superan los 10cm con respecto a la estación, siendo mucho menores en el BLK. Se cumple por tanto que tenga mejor precisión.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

	Estacion			GeoSlam			BLK		
P1	717707,070	4380872,787	113,917	717707,034	4380872,825	113,836	717707,059	4380872,812	113,893
P2	717709,262	4380870,898	113,917	717709,220	4380870,937	113,849	717709,252	4380870,904	113,895
P3	717710,391	4380869,907	113,928	717710,031	4380869,614	113,704	717710,422	4380869,879	113,914
P4	717707,013	4380866,066	113,918	717707,055	4380865,977	113,907	717706,972	4380866,073	113,949
P5	717707,010	4380869,524	113,917	717702,981	4380869,445	113,854	717703,019	4380869,527	113,976
P6	717706,292	4380873,463	113,924	717706,303	4380873,304	113,853	717706,237	4380873,436	113,954
				0,036	-0,038	0,081	0,011	-0,025	0,024
				0,042	-0,039	0,068	0,010	-0,006	0,022
			Diferencias	0,360	0,293	0,224	-0,031	0,028	0,014
				-0,042	0,089	0,011	0,041	-0,007	-0,031
				4,029	0,079	0,063	3,991	-0,003	-0,059
				-0,011	0,159	0,071	0,055	0,027	-0,030
			Media	0,077	0,090	0,086	0,017	0,002	-0,010

Figura 119: Tabla comparativa de las coordenadas de la estación, GeoSlam y BLK360.

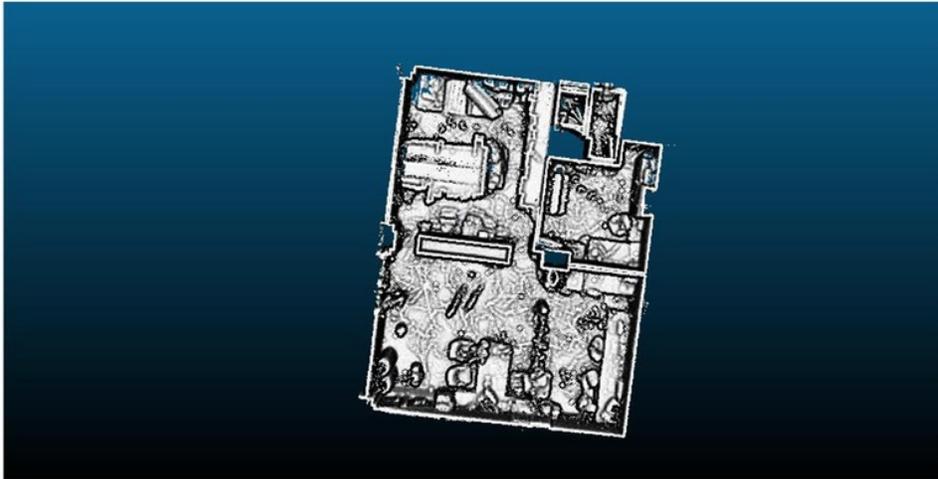
# Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

## 6. Resultados

### GeoSlam

Vista en planta del resultado final de la nube de puntos de GeoSlam.

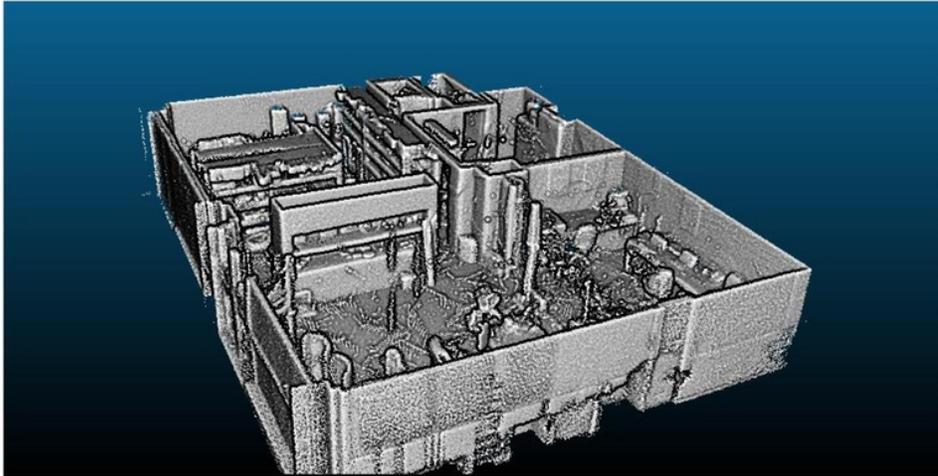


*Figura 120: Vista en planta. Resultado final GeoSlam 1. Captura del programa Cloud Compare.*

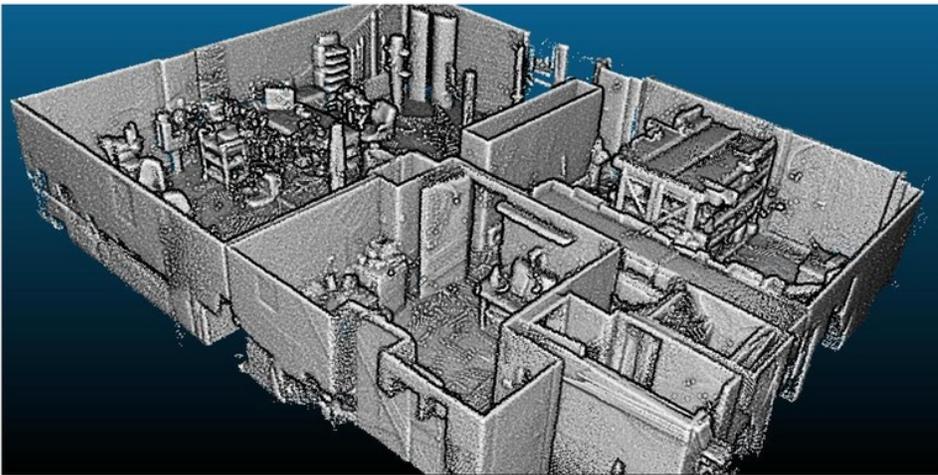
## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

Vista superior con recorte del techo de la nube de puntos de GeoSlam.



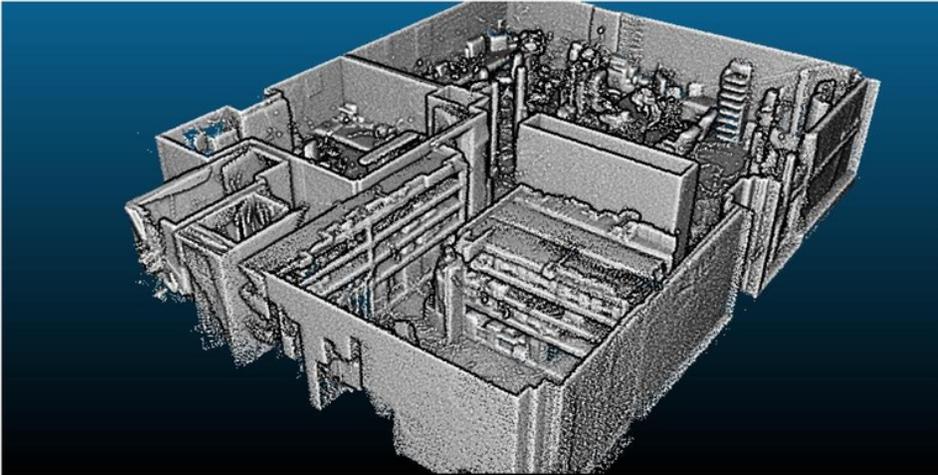
*Figura 121: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 2. Captura del programa Cloud Compare.*



*Figura 122: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 3. Captura del programa Cloud Compare.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

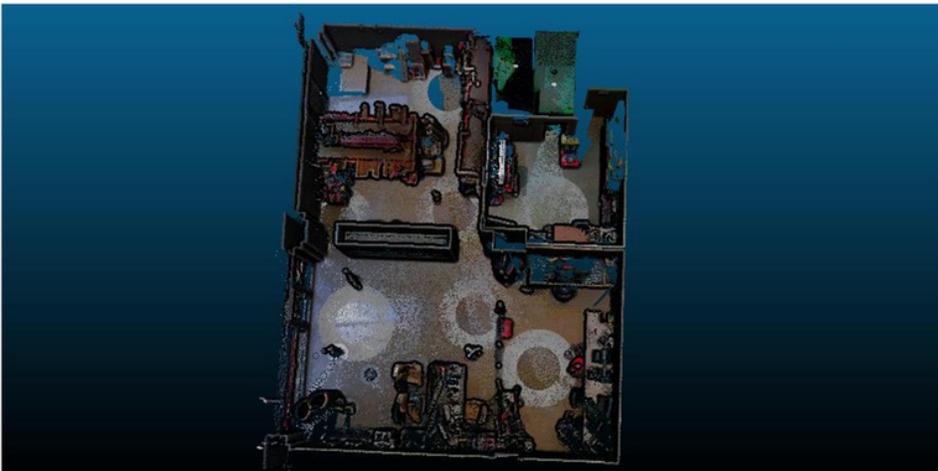
---



*Figura 123: Vista aérea. Resultado final GeoSlam 4. Captura del programa Cloud Compare.*

### **BLK360**

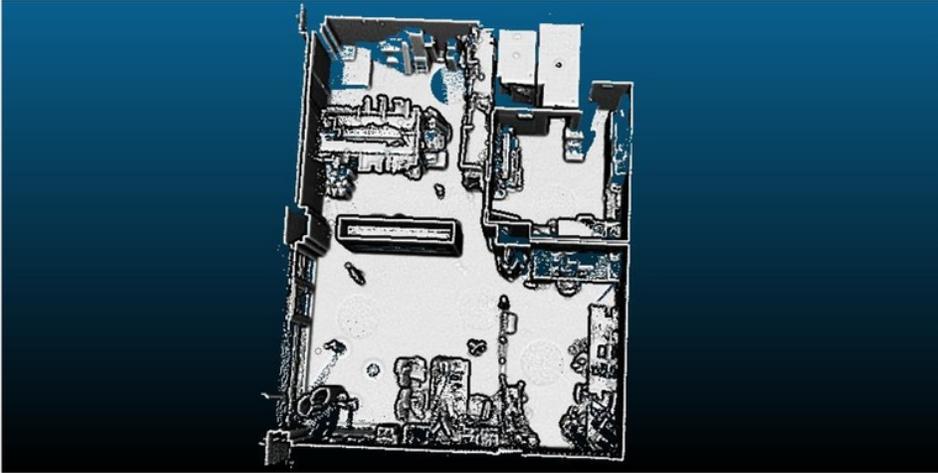
Vista en planta del resultado final de la nube de puntos de BLK360 con y sin imagen.



*Figura 124: Vista en planta con imagen. Resultado final BLK360 1. Captura del programa Cloud Compare.*

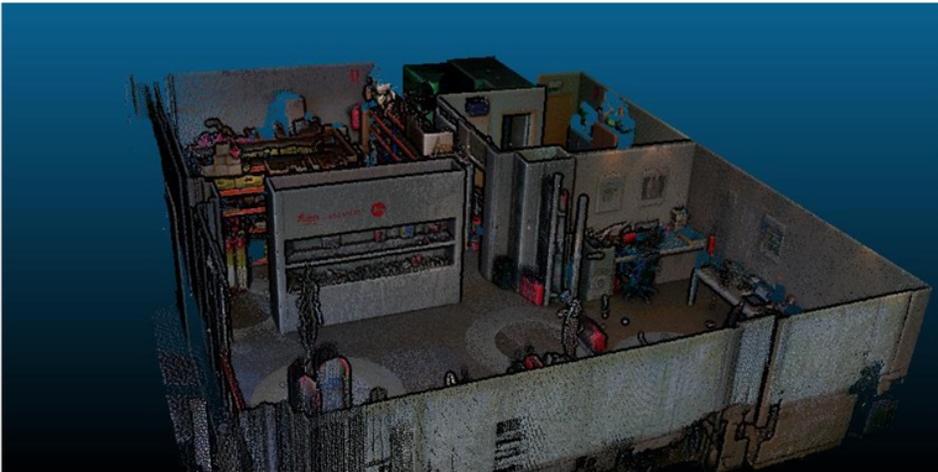
## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



*Figura 125: Vista en planta. Resultado final BLK360 2. Captura del programa Cloud Compare.*

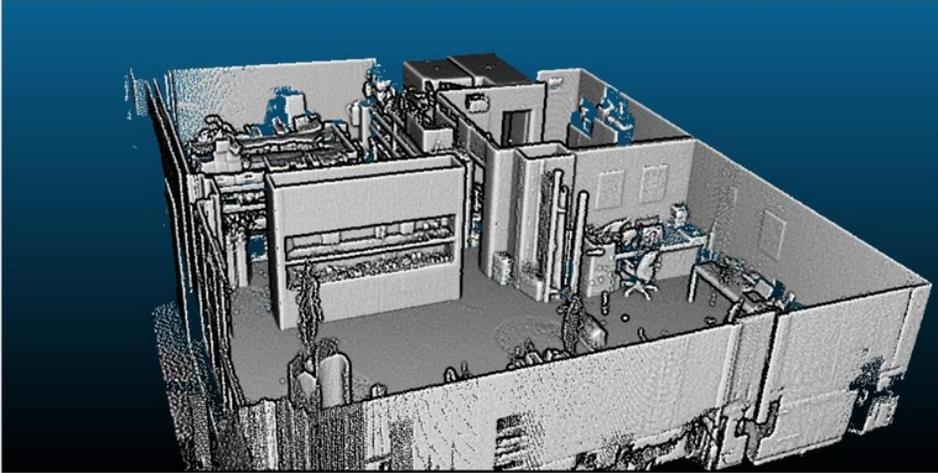
Vista superior con recorte del techo de la nube de puntos de BLK360 con y sin imagen.



*Figura 126: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 3. Captura del programa Cloud Compare.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



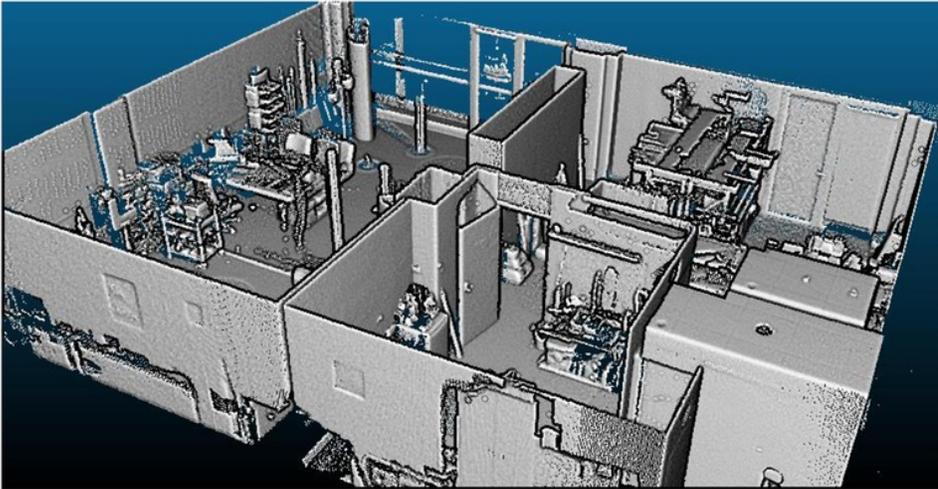
*Figura 127: Vista aérea. Resultado final BLK360 4. Captura del programa Cloud Compare.*



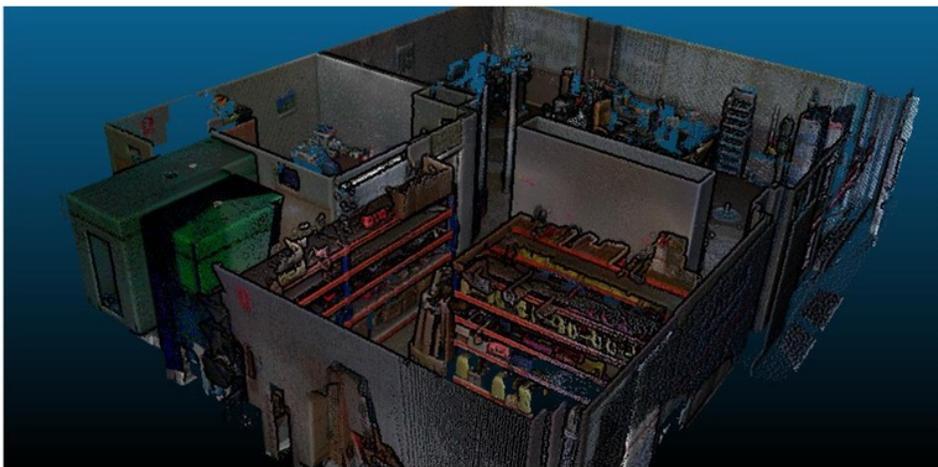
*Figura 128: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 5. Captura del programa Cloud Compare.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



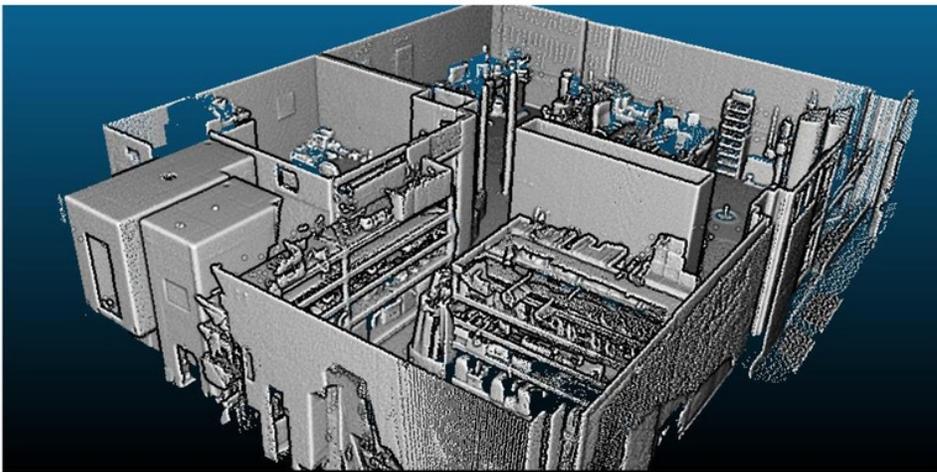
*Figura 129: Vista aérea. Resultado final BLK360 6. Captura del programa Cloud Compare.*



*Figura 130: Vista aérea con imagen. Resultado final BLK360 7. Captura del programa Cloud Compare.*

Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos  
de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---



*Figura 131: Vista aérea. Resultado final BLK360 8. Captura del programa Cloud Compare.*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **7. Presupuesto**

Este presupuesto se ha confeccionado teniendo en cuenta los instrumentos, programas técnicos, desplazamientos, dietas y horas de graduado en ingeniería geomática y topografía utilizadas en la ejecución del trabajo demandado.

Para el trabajo se ha estimado una duración de dos jornadas en campo y dos jornadas en gabinete.

Para los desplazamientos se tiene en cuenta como punto de partida la UPV. La distancia hasta Topomarket es de 18 km. Calculando ida y vuelta desde el punto de partida dos días.

Se presentan dos presupuestos, uno para la solución con BLK360 y otro para la solución con GeoSlam.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### Presupuesto BLK360

U	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
D	Alquiler estación total	1,00	102,85	102,85
D	Alquiler GPS	1,00	127,05	127,05
D	Alquiler BLK360 + Register	1,00	423,50	423,50
D	Graduado en geomatica y topografía, campo	2,00	45,00	90,00
D	Graduado en geomatica y topografía, gabinete	2,00	30,00	60,00
D	Dietas	2,00	10	20,00
KM	Desplazamientos	72,00	0,15	10,80
PA	Pequeño material, material fungible y medios auxiliares	1,00	40,00	40,00
<b>Total importe IVA incluido</b>				874,20
Asciende este presupuesto a la cantidad de:				
		<b>Ochocientos setenta y cuatro euros con veinte centimos</b>	<b>(874,20 .-€)</b>	

*Figura 132: Presupuesto 1BLK360*

### Presupuesto GeoSlam

U	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
D	Alquiler estación total	1,00	102,85	102,85
D	Alquiler GPS	1,00	127,05	127,05
D	Alquiler GeoSlam	1,00	356,95	356,95
D	Graduado en geomatica y topografía, campo	2,00	45,00	90,00
D	Graduado en geomatica y topografía, gabinete	2,00	30,00	60,00
D	Dietas	2,00	10	20,00
KM	Desplazamientos	72,00	0,15	10,80
PA	Pequeño material, material fungible y medios auxiliares	1,00	40,00	40,00
<b>Total importe IVA incluido</b>				807,65
Asciende este presupuesto a la cantidad de:				
		<b>Ochocientos siete euros con sesenta y cinco centimos</b>	<b>(807,65 .-€)</b>	

*Figura 133: Presupuesto 2 GeoSlam*

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 8. Conclusiones

Dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar cada instrumento tendrá sus ventajas e inconvenientes las cuales se detallan a continuación.

#### GeoSlam

Recomendado para trabajos en los cuales no necesitemos tanta precisión, que el tiempo de trabajo sea más limitado; además de que no se tenga una superficie para poder estacionar fácilmente y fundamentalmente que el trabajo a realizar sea en interiores.

#### Ejemplos:

- Obtención de planos de un edificio completo.
- Utilización en lugares de difícil accesibilidad que no permitan estacionamientos. (cuevas, simas, canalizaciones...)
- Toma de objetos de pequeñas o medianas dimensiones (mobiliario, vehículos...)

#### BLK360

Recomendado para trabajos en los cuales se necesite mayor precisión y calidad de la nube de puntos; sea importante o necesaria la toma de imagen o fotografía para dar textura a la nube de manera automática, tanto para interior como exterior aunque su uso más aconsejado es para interiores.

#### Ejemplos:

- Realización de visitas virtuales 3D.
- Control de deformaciones de elementos constructivos (flechado de vigas, deformación de arcos y bóvedas...)
- Recreación de escenarios con alta precisión. (peritajes forenses, accidentes...)

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### **9. Líneas futuras**

Después de realizar el estudio con los dos instrumentos se planteó la posibilidad del estudio de parcelas rústicas con la tecnología de GeoSlam. Poder realizar las mediciones y comparativas según la parcela, por su área, forma y longitud máxima. Así se podrá estudiar la dispersión de dicho instrumento y calcular los errores también según el tiempo de medición y el recorrido realizado.

Se estudió también la posibilidad de ampliar la zona de estudio, teniendo una mayor superficie y nube de puntos tratando de unir nubes de puntos en exteriores de mayor tamaño (no solo la captura de las fachadas).

Realización de un recorrido virtual por las nubes de puntos realizadas.

## Estudio, análisis y comparativa entre diferentes instrumentos de adquisición masiva de datos tridimensionales.

---

### 10. Bibliografía

Aereal <<https://www.aereal.pro/>> [Consulta: 3 de agosto de 2018]

Cartif <<https://www.cartif.com/>> [Consulta: 1 de julio de 2018]

Computer Desing <<https://computerdesign.cl/>> [Consulta: 17 de junio de 2018]

GeoSlam <<https://geoslam.com/>> [Consulta: 10 de mayo de 2018]

Gredos Universidad de Salamanca <<https://gredos.usal.es/jspui>> [Consulta: 31 de julio de 2018]

Grupo Acre <<https://grupoacre.es/>> [Consulta: 11 de mayo de 2018]

Instituto Cartográfico Valenciano <<http://www.icv.gva.es/es>> [Consulta: 13 de junio de 2018]

Instop <<https://www.instop.es/>> [Consulta: 8 de mayo de 2018]

Leica GeoSystems <<https://leica-geosystems.com/>> [Consulta: 15 de mayo de 2018]

Natalia Garrido-Villen <<http://nagarvil.webs.upv.es/>> [Consulta: 22 de junio de 2018]

Wikipedia <<https://es.wikipedia.org/>> [Consulta: 20 de julio de 2018]

# Final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**4%**

INDICE DE SIMILITUD

**4%**

FUENTES DE  
INTERNET

**0%**

PUBLICACIONES

**1%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

2%

★ **es.wikipedia.org**

Fuente de Internet

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

# Final

---

## INFORME DE GRADEMARK

---

NOTA FINAL

**/0**

COMENTARIOS GENERALES

**Instructor**

---

PÁGINA 1

---

PÁGINA 2

---

PÁGINA 3

---

PÁGINA 4

---

PÁGINA 5

---

PÁGINA 6

---

PÁGINA 7

---

PÁGINA 8

---

PÁGINA 9

---

PÁGINA 10

---

PÁGINA 11

---

PÁGINA 12

---

PÁGINA 13

---

PÁGINA 14

---

PÁGINA 15

---

PÁGINA 16

---

PÁGINA 17

---

PÁGINA 18

---

PÁGINA 19

---

PÁGINA 20

---

PÁGINA 21

---

PÁGINA 22

---

PÁGINA 23

---

PÁGINA 24

---

PÁGINA 25

---

PÁGINA 26

---

PÁGINA 27

---

PÁGINA 28

---

PÁGINA 29

---

PÁGINA 30

---

PÁGINA 31

---

PÁGINA 32

---

PÁGINA 33

---

PÁGINA 34

---

PÁGINA 35

---

PÁGINA 36

---

PÁGINA 37

---

PÁGINA 38

---

PÁGINA 39

---

PÁGINA 40

---

PÁGINA 41

---

PÁGINA 42

---

PÁGINA 43

---

PÁGINA 44

---

PÁGINA 45

---

PÁGINA 46

---

PÁGINA 47

---

PÁGINA 48

---

PÁGINA 49

---

PÁGINA 50

---

PÁGINA 51

---

PÁGINA 52

---

PÁGINA 53

---

PÁGINA 54

---

PÁGINA 55

---

PÁGINA 56

---

PÁGINA 57

---

PÁGINA 58

---

PÁGINA 59

---

PÁGINA 60

---

PÁGINA 61

---

PÁGINA 62

---

PÁGINA 63

---

PÁGINA 64

---

PÁGINA 65

---

PÁGINA 66

---

PÁGINA 67

---

PÁGINA 68

---

PÁGINA 69

---

PÁGINA 70

---

PÁGINA 71

---

PÁGINA 72

---

PÁGINA 73

---

PÁGINA 74

---

PÁGINA 75

---

PÁGINA 76

---

PÁGINA 77

---

PÁGINA 78

---

PÁGINA 79

---

PÁGINA 80

---

PÁGINA 81

---

PÁGINA 82

---

PÁGINA 83

---

PÁGINA 84

---

PÁGINA 85

---

PÁGINA 86

---

PÁGINA 87

---

PÁGINA 88

---

PÁGINA 89

---

PÁGINA 90

---

PÁGINA 91

---

PÁGINA 92

---

PÁGINA 93

---

PÁGINA 94

---

PÁGINA 95

---

PÁGINA 96

---

PÁGINA 97

---

PÁGINA 98

---

PÁGINA 99

---

PÁGINA 100

---

PÁGINA 101

---

PÁGINA 102

---

PÁGINA 103

---

PÁGINA 104

---

PÁGINA 105

---

PÁGINA 106

---

PÁGINA 107

---

PÁGINA 108

---

PÁGINA 109

---

PÁGINA 110

---

PÁGINA 111

---

PÁGINA 112

---

PÁGINA 113

---

PÁGINA 114

---

PÁGINA 115

---

PÁGINA 116

---

PÁGINA 117

---

PÁGINA 118

---

PÁGINA 119

---

PÁGINA 120

---

