



*Escuela Técnica Superior De Ingeniería Geodésica,  
Cartográfica y Topográfica*

## **TRABAJO FINAL DE GRADO**

***IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL  
PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA***

**AUTOR DEL PROYECTO: DIYAEDDINE KHARRAT**

**PROFESOR TUTOR: ENRIQUE PRIEGO DE LOS SANTOS**

**TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA**

**FECHA: 07/05/2018**

***AGRADECIMIENTOS***

*Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, a mis padres y a mis hermanos  
por su apoyo incondicional.*

*Quiero también dar las gracias a todos los profesores y compañeros que me han  
ayudado durante mi traspaso por esta escuela.*

*Por último, mostrar mi agradecimiento a Enrique Priego de los Santos por su gran  
apoyo y por haberme dado la oportunidad de trabajar con él.*

## **RESUMEN**

La auscultación se ha convertido en nuestros días en una potente herramienta al servicio de la ingeniería, respondiendo a las necesidades de conocer y controlar adecuadamente el comportamiento de nuestras obras, por otra parte cada vez más complejas y ambiciosas.

El objetivo principal del presente trabajo final de grado es un estudio previo de cómo llevar a cabo la implantación de un sistema de auscultación en el puente de l'Assut de l'Or. Para ello se definen teóricamente que actividades serían necesarias para instaurar un sistema de auscultación geométrico o dimensional.

**ABSTRACT**

Nowadays, auscultation has become a powerful tool at the service of engineering, responding to the needs of knowing and adequately controlling the behavior of our works, that are rather increasingly complex and ambitious.

The main objective of this final degree's project is a preliminary study of the manner on how to carry out the implementation of an auscultation system on the Pont of l'Assut de l'Or. To do this, it is theoretically defined what activities would be necessary to establish a geometric or dimensional auscultation system.

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Organigrama proyecto de auscultación .....	11
Ilustración 2: Optimización proyecto de auscultación.....	12
Ilustración 3: Estación Total TRIMBLE S6 .....	18
Ilustración 4: Controles TRIMBLE S6 .....	19
Ilustración 5: Controles TRIMBLE S6 .....	19
Ilustración 6: Tecnología TRIMBLE VISION (S6) .....	20
Ilustración 7: Componentes tecnología Servoasistida Magdrive.....	21
Ilustración 8: Tecnología Servoasistida Magdrive .....	21
Ilustración 9: Estación Total TRIMBLE S8 .....	23
Ilustración 10: Tecnología TRIMBLE VISION (S8).....	24
Ilustración 11: Componentes tecnología Servoasistida Magdrive.....	25
Ilustración 12: Tecnología Servoasistida Magdrive .....	25
Ilustración 13: Software Trimble 4D Control.....	26
Ilustración 14: Estación Total LEICA TS30 .....	27
Ilustración 15: Componentes LEICA TS30.....	29
Ilustración 16: Estación Total Leica TM30 .....	31
Ilustración 17: Ubicación del puente .....	34
Ilustración 18: Ubicación del puente .....	35
Ilustración 19: Puente l'Assut de l'Or .....	35
Ilustración 20: Alzados del puente .....	36
Ilustración 21: Infografía del tablero, pilono y base (vista inferior).....	38
Ilustración 22: Infografía del tablero, pilono y base (vista superior) .....	38
Ilustración 23: Sección transversal tipo .....	39
Ilustración 24: Sección tipo del cajón central unicelular .....	39
Ilustración 25: Sección tipo y anclaje de tirante en pilono .....	40
Ilustración 26: Pilono.....	40
Ilustración 27: Base .....	41
Ilustración 28: Sección longitudinal del nudo Tablero-Pilono-Base.....	41
Ilustración 29: Esquemas del sistema constructivo .....	42
Ilustración 30: Atirantado .....	43
Ilustración 31: Anclaje retenida .....	44
Ilustración 32: Unión de pilono, tablero y base .....	44
Ilustración 33: Retenida de pilono .....	45
Ilustración 34: Trípode .....	49
Ilustración 35: Estrella .....	50
Ilustración 36: Diana.....	50
Ilustración 37: Estación Total TRIMBLE S6 .....	51
Ilustración 38: Croquis base de calibración UPV .....	54

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Ilustración 39: Pilar base de calibración UPV .....	55
Ilustración 40: Pilar base de calibración UPV .....	56
Ilustración 41: Esquema distancias .....	56
Ilustración 42: Prisma 1 .....	57
Ilustración 43: Prisma 2 .....	58
Ilustración 44: Prisma 3 .....	58
Ilustración 45: Prisma 4 .....	58
Ilustración 46: Bases topográficas .....	61
Ilustración 47: Red bases topográficas .....	62
Ilustración 48: Visual estación 1 .....	62
Ilustración 49: Visual estación 2 .....	63
Ilustración 50: Visual estación 3 .....	63
Ilustración 51: Visual estación 4 .....	63
Ilustración 52: Visual estación 5 .....	64
Ilustración 53: Visual estación 6 .....	64
Ilustración 54: Visual estación 7 .....	64
Ilustración 55: Visual estación 8 .....	65
Ilustración 56: Visual estación 9 .....	65
Ilustración 57: Visual estación 10 .....	66

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Tipos de errores accidentales .....	47
Tabla 2: Características específicas .....	47
Tabla 3: Errores accidentales TRIMBLE S6 .....	48
Tabla 4: Precisión distancias TRIMBLE S6 .....	48
Tabla 5: Datos seminario .....	51
Tabla 6: Croquis seminario .....	52
Tabla 7: Coordenadas dianas .....	52
Tabla 8: Coordenadas pilares .....	54
Tabla 9: Estadillo datos de campo .....	59
Tabla 10: Estadillo medidas corregidas de la constante .....	59
Tabla 11: Valores constante de cada prisma entre las bases 1-2-3.....	60
Tabla 12:Valores constante de cada prisma entre las bases 4-5-6.....	60
Tabla 13: Estadillo medidas corregidas la constante del prisma .....	60
Tabla 14: Distancias corregidas .....	60

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	8
2.	AUSCULTACIÓN.....	10
2.1.	¿POR QUÉ Y CUANDO SE AUSCULTA?.....	10
2.2.	TIPOS DE AUSCULTACIÓN.....	13
3.	SISTEMAS TOPOGRÁFICOS DE AUSCULTACIÓN .....	16
3.1.	INSTRUMENTACIÓN TOPOGRÁFICA.....	17
3.1.1.	TRIMBLE S6 .....	18
3.1.2.	TRIMBLE S8 .....	23
3.1.3.	LEICA TS30.....	27
3.1.4.	LEICA TM30 .....	31
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE.....	34
5.	AUSCULTACIÓN. CASO PRÁCTICO.....	46
5.1.	EQUIPO TOPOGRÁFICO: ESTACIÓN TOTAL.....	46
5.1.1.	ERROR ANGULAR: .....	46
5.1.2.	ERROR EN DISTANCIAS:.....	48
5.2.	SEMINARIO DE INSTRUMENTOS: PREPARACIÓN DE EQUIPOS.....	49
5.3.	BASE DE CALIBRACIÓN UPV .....	53
5.3.1.	DESCRIPCIÓN .....	53
5.3.2.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	54
5.3.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:.....	55
5.3.4.	MEDICIONES.....	56
5.4.	RED EXTERIOR DE CONTROL.....	61
6.	CONCLUSIONES .....	68
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	69
8.	ANEXOS .....	71



## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este trabajo fin de grado es la obtención del título de Graduado en Ingeniería en Geomática y Topografía en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad Politécnica de Valencia.

La tendencia actual para el control dimensional de ciertas estructuras de obra civil es la de implantar sistemas de auscultación para comprobar posibles movimientos durante un cierto periodo de tiempo, y de esta manera evitar riesgos y prevenir daños colaterales. La aparición de instrumentación de medida automática en la última década ha facilitado la implementación de estos sistemas de medida para el control de movimientos en obras urbanas, que permiten monitorizar su comportamiento.

En este trabajo fin de grado se ha realizado un estudio previo de cómo se llevaría a cabo una auscultación basada en instrumentos y métodos topográficos. Para ello, se definen teóricamente que actividades serían necesarias para instaurar un sistema de auscultación geométrica o dimensional en un puente ubicado en la ciudad de Valencia (España).

Se trata del puente de l'Assut de l'Or que atraviesa el antiguo cauce del río Turia próximo a la Ciudad de las Artes y las Ciencias. La peculiaridad de esta estructura corresponde a la disposición clásica de puente atirantado de un solo vano, sin vanos de compensación, con un pilono inclinado, de directriz curva, atirantado en su coronación.

En primer lugar se describen algunos de los instrumentos capaces de llevar a cabo un control y seguimiento de esta estructura. En este caso se está hablando de estaciones topográficas motorizadas y robotizadas capaces de realizar mediciones continuas de forma automatizada. El instrumento seleccionado para experimentar como se debería implantar un sistema de auscultación dimensional ha sido la estación total Trimble S6 del departamento de Ingeniería Cartográfica, al tratarse de un equipo motorizado.

En segundo lugar se ha realizado una calibración de distancias para determinar las constantes tanto del equipo como de los prismas en la base de calibración de la UPV. A continuación se realiza una calibración previa del equipo realizando mediciones en la red de control topográfico que hay en el seminario de instrumentos "Enrique Arrufat Molina" de la unidad docente de instrumentación topográfica (situado en la cuarta planta de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica). En este caso se han observado una serie de dianas midiendo ángulos y distancias sin prisma para completar como sería la preparación del equipo antes de realizar las observaciones topográficas en campo.

A partir de aquí se realiza el estudio previo de como implantar una red exterior de control para llevar a cabo los trabajos topográficos de auscultación.

## **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA**

---

Para concluir el trabajo, se ha visitado la zona de estudio y se ha materializado la que podría ser la red de bases topográficas más idónea para el control dimensional del tablero de dicho puente. A partir de aquí, habría que realizar la observación y ajuste de la red externa de control, desde la que se realizarían las observaciones topográficas, con la medición de ángulos y distancias, de una serie de puntos materializados con dianas en los puntos clave de la estructura (tablero de la misma).

Estas observaciones podrían llevarse a cabo midiendo de forma continua, con equipos robotizados; o bien, establecer una frecuencia de medidas, que permitiesen la comparación de los valores con los de una primera medición para controlar los posibles movimientos.

## **2. AUSCULTACIÓN**

El conocimiento del comportamiento estructural real de las obras civiles es de gran importancia, sobre todo para determinar la validez de los modelos utilizados en el proyecto de nuevas estructuras.

La auscultación se ha convertido en nuestros días en una potente herramienta al servicio de la ingeniería, respondiendo a las necesidades de conocer y controlar adecuadamente el comportamiento de nuestras obras, por otra parte cada vez más complejas y ambiciosas.

De una forma genérica se podría definir auscultación topográfica como un control geométrico intenso de alta precisión en una estructura. Dicho control geométrico se puede aplicar tanto en un desplazamiento de una ladera como en un asentamiento de una estructura de un edificio y los motivos que provocan estos movimientos pueden ser debidos a la naturaleza o a la acción humana tanto de forma directa como indirecta.

El objetivo principal de una auscultación es obtener la información necesaria acerca de la estructura para comprobar el comportamiento de la zona de estudio y detectar cualquier indicio que implique riesgo, haciendo así una valoración continua de la seguridad.

### **2.1. ¿POR QUÉ Y CUANDO SE AUSCULTA?**

La complejidad y las características de las puentes hace imprescindible la implantación de un sistema de auscultación, que permita controlar las deformaciones de la infraestructura que se ha proyectado, y de igual manera que nos permite controlar y predecir las posibles afecciones a estructuras anexas y edificaciones durante las distintas fases constructivas.

La finalidad de la auscultación es proporcionar información de gran valor sobre el inicio o desarrollo de daños que puedan poner en peligro la seguridad tanto de la obra como la seguridad humana, pudiendo tomar a tiempo las medidas correctas.

En general los puentes son estructuras sin juntas, generalmente, totalmente monolíticas. Por lo que en estas estructuras el comportamiento frente a deformaciones impuestas, fluencia, retracción y temperatura, concomitantes con las acciones gravitatorias es determinante.

En este tipo de obras, la auscultación como ya comentamos proporciona información de gran valor. Gracias a esta información se nos permitirá evaluar el estado de las obras en sus distintas fases, realizando la comparación entre el comportamiento real y el previsto.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

De esta forma, se facilitará la toma de decisiones, así como el diseño y aplicación de las medidas correctoras en caso necesario.

El organigrama de un proyecto de auscultación podría ser como el siguiente, redactado por Pablo Perez Vidiella en 2009.

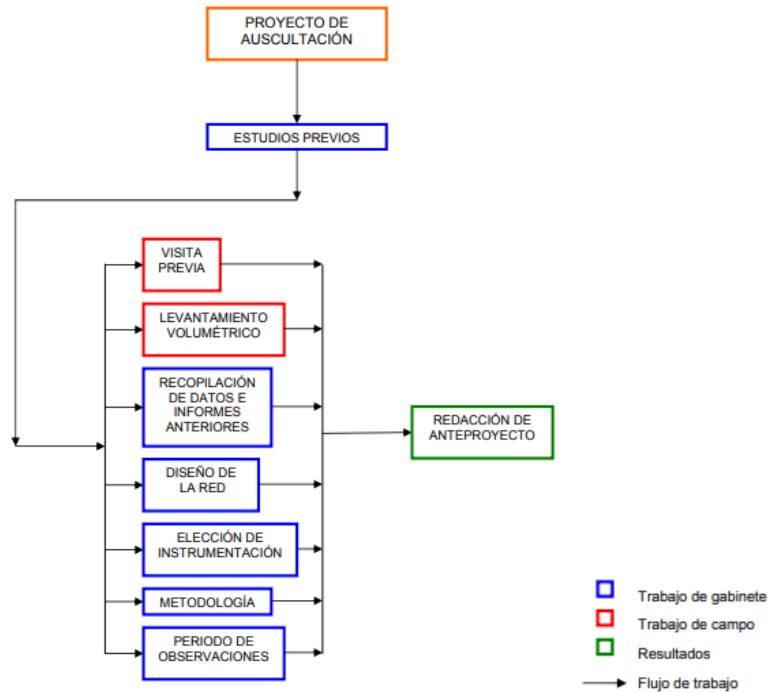


Ilustración 1: Organigrama proyecto de auscultación

La optimización de un proyecto de auscultación se realiza de la siguiente manera (Pablo Perez Vidiella., 2009).

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

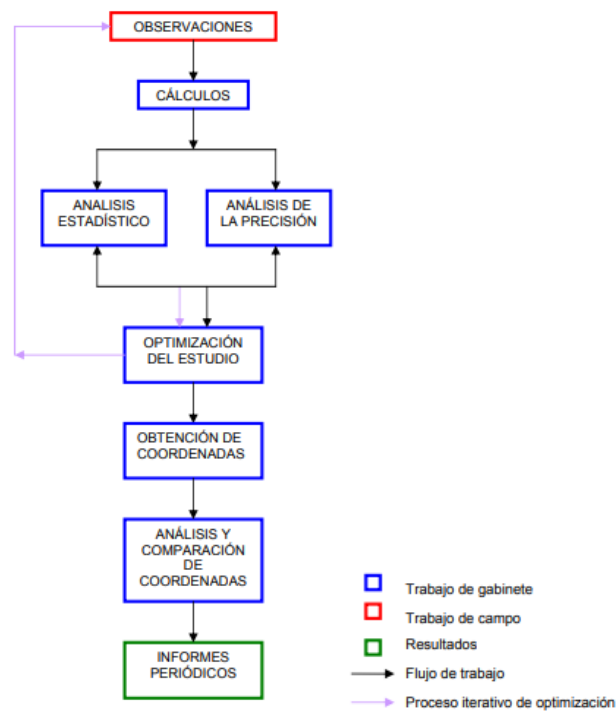


Ilustración 2: Optimización proyecto de auscultación

La finalidad que se persigue con la implantación de sistemas de auscultación puede tener distintos alcances, en función de la fase en la que se encuentre la obra. *J.Tebar et al., (2004)*:

- En fase de proyecto, la auscultación ayudará a evaluar las condiciones iniciales de la obra y determinar los parámetros necesarios para el diseño
- En la fase constructiva, además de obtener un conocimiento más amplio del problema en estudio, permitirá el control de las hipótesis asumidas en los cálculos y el ajuste continuo de las mismas. Cabe añadir que en esta fase el sistema de auscultación implantado será el indicativo de la seguridad de la obra, permitiendo detectar las primeras señales de inestabilidad o de situaciones anómalas y activar las alarmas en los casos necesarios, así como comprobar el alcance de los métodos de cálculos utilizados en el proyecto.
- En fase de explotación, permitirá verificar la evaluación de las posibles inestabilidades o problemas sucedidos durante la construcción, así como controlar la seguridad a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Generalmente las etapas en las que se desarrollan los proyectos de auscultación se pueden resumir a continuación. *J.Tebar et al., (2004)*:

- Definición de las magnitudes a medir, especificando los parámetros del fenómeno a controlar, como el rango del mismo o a precisión necesaria en las medidas.
- Definición de los dispositivos más adecuados a instalar, no sólo para cumplir la misión encomendada en el apartado anterior, sino para hacerlo del modo más adecuado posible en cuanto a robustez, durabilidad, sistema de lectura del instrumento, etc.
- Instalación de los instrumentos en obra. Esta fase se ha de llevar a cabo por especialistas ya que se logrará así retardar lo mínimo posible las labores de construcción, instalar los dispositivos en el momento adecuado, dependiendo del avance de la obra y minimizar así las inevitables bajas de sensores.
- Seguimiento del sistema de auscultación implantado, de acuerdo a los criterios de frecuencias de lectura fijados en el Plan de Auscultación.
- Interpretación profesional de los resultados, comparando lo real con lo previsto y verificando el cumplimiento de los coeficientes de seguridad.
- Comprobación, a largo plazo, del comportamiento de la obra en servicio.

### 2.2. TIPOS DE AUSCULTACIÓN

Existen ocasiones en las que los desplazamientos son bastante pequeños, por lo que hay que trabajar con métodos muy complejos e instrumentos muy precisos y específicos. Este proyecto se centrará en la auscultación geodésica. Existen distintos tipos de auscultación:

- **AUSCULTACIÓN TÉRMICA**

Tanto la temperatura ambiental como la del interior son de mayor importancia para el cálculo de tensiones para el hormigón. El hormigón en masa se ve sometido a tensiones inducidas por la temperatura derivada de la expansión o retracción, cuando los parámetros se encuentran expuestos con altas y bajas temperaturas.

Para poder controlar la temperatura del hormigón se utilizan termómetros de resistencia que son capaces de transformar una variación de resistencia eléctrica en una variación de temperatura.

- **AUSCULTACIÓN HIDRÁULICA**

Este tipo de auscultación es utilizado más a la hora de estudiar el comportamiento de una presa. En este caso se utiliza un objeto llamado aforador de filtraciones que es un indicador del comportamiento general de la presa. Su importancia es que refleja el comportamiento de toda la presa y no solo de las situaciones puntuales.

En el interior de la presa se crea una presión intersticial cuya componente vertical produce una fuerza contraria al peso, que es desestabilizadora, por ello se miden las presiones intersticiales en los materiales de la presa y del cemento de la presa para así conocer si la distribución de presiones intersticiales y de subpresiones está conforme con lo previsto.

- **AUSCULTACIÓN SÍSMICA**

Se mide mediante sismógrafos que miden vibraciones naturales (terremotos), así como las vibraciones provocadas por las acciones directas e indirectas del hombre. Estas vibraciones pueden causar graves problemas como son las inestabilidades en la estructura de la obra.

Las fuertes sacudidas se registran mediante acelerógrafos que son instrumentos que miden la aceleración del terreno en dos o más planos. Estos aparatos consisten en una base embebida en un lugar concreto de la obra y en un acelerómetro u otros dispositivos de identificación del movimiento que registra la magnitud de la vibración de modo continuo durante un periodo de tiempo dado.

- **AUSCULTACIÓN DEFORMACIONAL Y TENSIONAL**

Para este tipo de auscultación de lo normal se utilizan técnicas topográficas para llevar a cabo la medida de movimientos de translación. Los aparatos que se usan requieren ser altamente sensibles, tener una cuidadosa instalación de los puntos de medición y tener una gran precisión al realizar las observaciones.

Generalmente para las medidas de los movimientos de translación horizontal se usan teodolitos de precisión, distanciómetros, péndulos o clinómetros. Se disponen los medios de observación instalando puntos o dianas permanentes.

Mientras que para la medición de movimientos verticales tales como levantamientos, pueden llevarse a cabo con una nivelación topográfica o mediante dispositivos especiales.

- **AUSCULTACIÓN TOPOGRÁFICA O GEODÉSICA**

La auscultación geodésica permite mediante observaciones topográficas el establecimiento de la deformación de una estructura, cuando ésta es influenciada por diferentes factores. Mediante un equipo topográfico preciso como podría ser una estación total y con una visual a puntos materializados mediante dianas, prismas y miras colocados de manera estratégica se obtienen lecturas sobre los puntos que nos informan del desplazamiento que sufren las estructuras, laderas, etc.

Siempre es recomendable que el punto o puntos sobre los que se realicen los estacionamientos de la base no sufran alteraciones de ningún tipo. Resulta evidente que siempre debemos estacionar con la mayor precisión posible, la base de estación deberá permitir que en cada estacionamiento se reduzcan al máximo posible errores de estación, por lo que deberemos materializar nuestra base mediante, por ejemplo, un bloque de hormigón dispuesto para colocar la instrumentación, habremos reducido enormemente de esta forma el error de estación.

La metodología a seguir en cada observación consiste en la medición de ángulos en las visuales a los puntos desde nuestra base. Nos podemos ayudar de varios estacionamientos dependiendo de la estructura a auscultar. Hay que tener en cuenta que el número de estaciones ha de ser mínima para no acumular errores. La comparativa de los resultados obtenidos en cada visita a la obra arrojará el movimiento sobre la estructura sometida a estudio.

Se trata de operaciones lentas y tediosas ya que suponen unas condiciones meteorológicas adecuadas que no excedan en temperaturas extremadamente altas y bajas que puedan descompensar ligeramente nuestros equipos, a su vez la refracción atmosférica y la reverberación influyen de manera negativa.

En el caso de la auscultación de una estructura de obra civil, se recomienda la utilización de una estación total y la comparación en la variación de sus coordenadas X, Y, Z.



### **3. SISTEMAS TOPOGRÁFICOS DE AUSCULTACIÓN**

Hoy en día nos encontramos ante una gran variedad de construcciones de gran utilidad para la humanidad que requieren un estudio del movimiento de superficie tanto en las obras civiles como son los puentes, los túneles, las presas, las carreteras, los parkings subterráneos, los aeropuertos, como en edificación, industria y minería. Todas ellas necesitan un control mediante un sistema topográfico de auscultación para mitigar los riesgos que implican dichos tipos de obra, siendo los más comunes el movimiento de las estructuras y los derrumbamientos.

La auscultación permite obtener información acerca de la obra y su comportamiento. Gracias a esta información se nos permite tomar decisiones y si procede intervenir de forma rápida. Los sistemas de auscultación son un conjunto de procedimientos y dispositivos utilizados con el propósito de auscultar la obra.

La finalidad de la auscultación es comprobar que las estructuras conllevan un comportamiento adecuado, de acuerdo con los cálculos de dichas estructuras y verificar que la afectación de la obra al entorno se mantiene dentro de los límites previstos.

La auscultación conlleva a la medida de puntos de forma constante y automática para diagnosticar la deformación de la zona o zonas de estudio. En determinadas ocasiones es necesario analizar los datos obtenidos de forma rápida y en caso de detectar movimientos que superen los límites de tolerancia establecidos comunicarlo a los responsables.

Los proyectos de auscultación y de análisis de deformaciones constituyen uno de los retos más complicados en la industria topográfica ya que requieren la máxima fiabilidad y precisión.

Para proceder a ejecutar este control se ve necesaria la utilización de estaciones totales motorizadas que se caracterizan por su gran rendimiento, alta fiabilidad y precisión. Los mecanismos de estos instrumentos tienen una gran estabilidad y durabilidad.

### **3.1. INSTRUMENTACIÓN TOPOGRÁFICA**

Los instrumentos más utilizados en la auscultación son las estaciones totales motorizadas, las cuales disponen de la última tecnología en adquisición automática de datos y su transmisión mediante comunicación inalámbrica en tiempo real, lo que permite un eficaz tratamiento de las medidas.

Este tipo de estaciones totales son capaces de medir ángulos y distancias con una alta precisión a largo alcance. También son capaces de localizar el prisma en movimiento, efectuar mediciones sin necesidad de un prisma o una diana y ser programadas para realizar mediciones cada cierto tiempo.

Las marcas más importantes disponen de una amplia gama de este tipo de instrumental, cada uno con características y prestaciones diferentes dependiendo del modelo.

A continuación en el siguiente apartado se estudiarán algunos modelos de estaciones totales motorizadas de las marcas comerciales Trimble y Leica; seleccionando sus modelos Trimble S6, Trimble S8, Leica TS30 y Leica TM30.

En este trabajo fin de grado se hará mayor hincapié en las descripciones de las estaciones totales Trimble S6 y Leica TS30, equipos adquiridos por el departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.

### **3.1.1.TRIMBLE S6**

La estación total Trimble S6 es una de las estaciones más avanzadas que existen hoy en día en el mercado. Se describe como rápida, silenciosa, precisa, potente, flexible y lista para todo. Lleva integradas novedosas soluciones topográficas, además de servomotores, sensores de ángulos y una tecnología muy avanzada en la medición, con la electrónica más desarrollada y modernos protocolos de comunicación. Esta estación ha sido diseñada con la innovadora tecnología servoasistida MagDrive.



**Ilustración 3: Estación Total TRIMBLE S6**

Esta estación consta de varios controles tanto en la vista del operador como en la vista frontal de la estación. Estos controles son los siguientes:

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

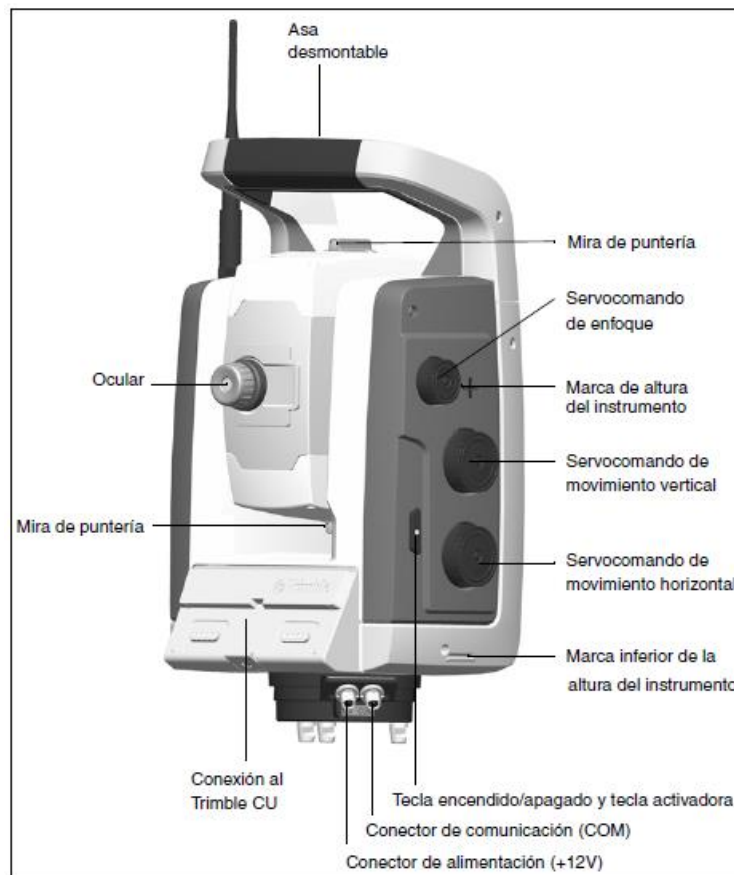


Ilustración 4: Controles TRIMBLE S6

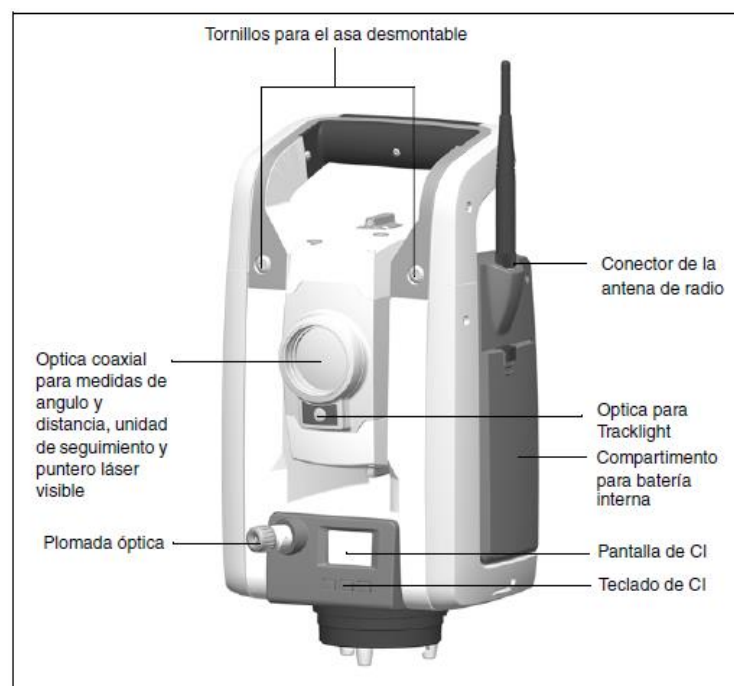


Ilustración 5: Controles TRIMBLE S6

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Las características principales de la Trimble S6 son:

- **POTENTE Y FLEXIBLE**

La estación total Trimble S6 ofrece la potencia y la flexibilidad que requieren los topógrafos profesionales de la actualidad.

- **TECNOLOGÍA TRIMBLE VISION**

Esta característica es opcional y ofrece la capacidad de poder ver todo lo que se ve en el instrumento sin tener que volver a estacionar en el trípode. Ofrece además el manejo del levantamiento con imágenes de video en tiempo real en el controlador. Permite obtener medidas a prismas o superficies sin reflexión, de forma remota y con la misma eficacia que logra al apuntar.

La cámara que incorpora esta estación total incorpora los datos medidos con imágenes de escenas en tiempo real por lo que es una gran ventaja ya que se puede verificar el trabajo realizado antes de abandonar el lugar.



**Ilustración 6: Tecnología TRIMBLE VISION (S6)**

- **TECNOLOGÍA SERVOASISTIDA MAGDRIVE**

Esta estación total redefine el rendimiento del instrumento topográfico con una integración inigualable de servomotores, sensores de ángulos y tecnología de medición. La avanzada compensación de errores del instrumento proporciona mediciones rápidas y precisas en todo momento. Además ofrece una velocidad excepcional gracias a los suaves y silenciosos motores MagDrive.

Esta tecnología hace girar el instrumento silenciosamente 180° en tan solo 3 segundos a la vez que sigue permitiendo un control muy fino para lograr una puntería precisa. Esta tecnología se basa en el empleo de electroimanes que permiten mejoras en la manera de eliminación del ruido y reducción del desgaste del instrumento.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

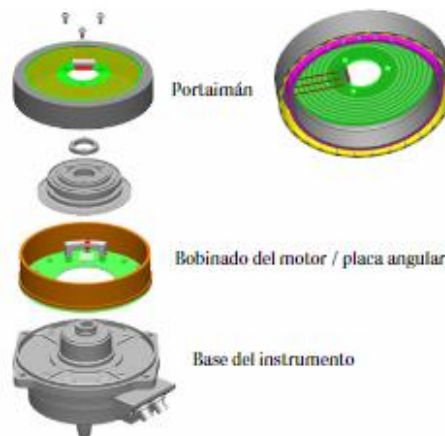


Ilustración 7: Componentes tecnología Servoasistida Magdrive

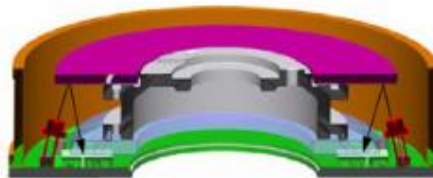


Ilustración 8: Tecnología Servoasistida Magdrive

- **GARANTÍA DE PRECISIÓN SUREPOINT**

La tecnología SurePoint de Trimble actúa como protección y permite corregir activamente los movimientos no deseados como pueden ser por viento, vibraciones, manipulaciones y movimientos del trípode, garantizando una puntería y unas mediciones precisas en todo momento. Gracias a esta tecnología reducimos los errores de puntería, evitamos repetir mediciones y obtenemos resultados fiables.

- **TECNOLOGÍA MULTITRACK**

Con su tecnología exclusiva MultiTrack y las capacidades de identificación de objetivo, se puede seleccionar el tipo de objetivo. Combina un seguimiento de prisma pasivo con un identificador de objetivo activo mediante esta tecnología. Esta tecnología amplía las oportunidades en todas las aplicaciones topográficas ya que rastrea una amplia variedad de objetivos y prismas convencionales con un alcance excepcional.

- **TECNOLOGÍA TRIMBLE DR PLUS**

Esta tecnología de medición de alcances proporciona un mayor alcance de las mediciones Direct Reflex sin utilizar un prisma, a distancias de alcance largas. La combinación de la tecnología Trimble DR Plus con la tecnología servoasistida MagDrive, creará una capacidad inigualable para medidas rápidas y seguras, sin comprometer la precisión.

- **LOCALIZACIÓN POR GPS**

Gracias a esta característica la estación total Trimble S6 se fija sobre un prisma en unos pocos segundos. Con una tarjeta GPS estándar con receptor Bluetooth o el GNSS topográfico en una configuración Trimble I.S. Rover, la localización GPS utiliza el posicionamiento GPS en el jalón robótico para localizar y readquirir objetivos rápidamente.

- **BATERÍA INTERNA DE ALTA CAPACIDAD CON CARGADOR DE SISTEMA INTELIGENTE**

La estación total Trimble S6 puede estar funcionando hasta seis horas en el modo Robótico. Consta de una batería de litio-ion interna por lo que no se necesitan cables adicionales. Al ser la batería inteligente se puede comprobar rápidamente el nivel de carga de cada batería. Una de las grandes comodidades es que al contar con tres baterías en el soporte para baterías múltiple no se tendrá que cambiar las baterías durante la jornada de trabajo.

Además de todas estas características, la estación total Trimble S6 permite actualizarse a medida que crecen las necesidades de su empresa, pasando de Servoasistida al modelo Autolock y de este a Robótica.

- **Trimble S6 Servoasistida**

La estación total Trimble S6 servoasistida ofrece la tecnología servoasistida MagDrive, seguridad de precisión SurePoint y mediciones DR.

- **Trimble S6 Autolock**

Con la actualización del sistema Autolock, se recibe la capacidad de enganche y de rastreo automático de objetos pasivos. Algunas tareas como la medición de un turno de ángulos pueden realizarse de forma totalmente automática. El Autolock elimina el bloqueo y desbloqueo de los tornillos de movimiento y de enfoque del telescopio.

El hecho de añadiendo el Autolock al instrumento servoasistido suplica la productividad en el campo.

### - **Trimble S6 Robótica**

Para obtener las máximas prestaciones en topografía automatizada, la configuración robótica permite desacoplar el Trimble CU del instrumento y engancharlo al soporte del controlador en el jalón. Este soporte contiene un radio de 2.4 GHz integrada para la comunicación. A medida que se desplaza por el emplazamiento de trabajo realizando mediciones se controlan desde el jalón todas las funciones de la Trimble S6

El resto de características técnicas se pueden observar en el Anexo 1.

### **3.1.2. TRIMBLE S8**

La estación total Trimble S8 destaca ya que ofrece innovaciones importantes al flujo de trabajo tanto para aplicaciones topográficas típicas como especializadas. La familia de esta estación total comprende dos modelos principales con una amplia base de inclusiones y opciones de configuración.

Ya sea que se necesiten soluciones para controlar la productividad de las tareas topográficas básicas o soluciones precisas para proyectos de ingeniería exigente, Trimble S8 es una de las estaciones totales más avanzadas disponibles en la actualidad en el mercado.



**Ilustración 9: Estación Total TRIMBLE S8**



### **MODELO A: VIDEO-ROBÓTICA**

Este modelo tiene un funcionamiento topográfico avanzado. Para las tareas topográficas, la precisión angular es de 1" y el alcance MED de la Trimble DR Plus™ le permite ampliar el alcance del trabajo para una mayor producción con menos estacionamientos. El software Trimble Business Center facilita una serie completa de herramientas de procesamiento y análisis.

- **TRIMBLE VISION™**

Al que se le denomina también "Control asistido por vídeo". Este ofrece la capacidad de ver todo lo que se visualiza en el instrumento sin tener que estar en el trípode. Esto nos permite manejar el levantamiento con imágenes video en vivo en el controlador. Gracias a ello podemos obtener medidas a prismas o a superficies sin reflexión, con la misma eficacia que logramos al hacer puntería.

La cámara que lleva incorporada la estación total Trimble S8 incorpora datos medidos con imágenes del terreno en el momento de la toma de datos. El disponer de estas imágenes nos permite verificar el trabajo realizado y con ello salir de dudas en ciertos puntos que son conflictivos.



**Ilustración 10: Tecnología TRIMBLE VISION (S8)**

- **TRIMBLE MAGDRIVE™**

Conocida como tecnología servoasistida. Una de las ventajas es que al ser rápida y precisa, se pueden capturar más volumen de medidas en el mismo intervalo de tiempo. Es un sistema de movimientos motorizados por inducción magnética. Proporciona un preciso control y una velocidad de rotación bastante mayor.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

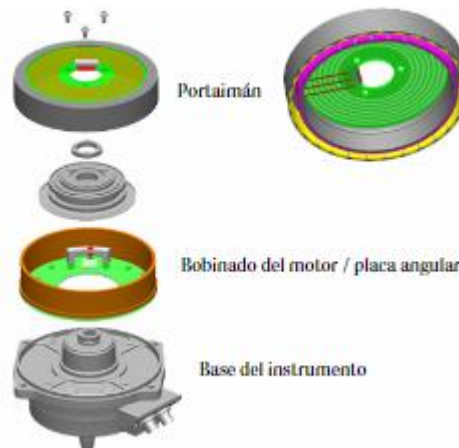


Ilustración 11: Componentes tecnología Servoasistida Magdrive

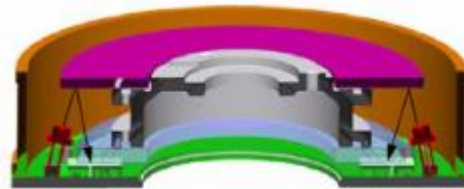


Ilustración 12: Tecnología Servoasistida Magdrive

- **TECNOLOGÍA TRIMBLE SUREPOINT™**

La gran ventaja de esta tecnología es la gran precisión incluso después de que el instrumento haya resistido movimientos a causa del viento u otros factores. Esta estación corrige activamente los movimientos no deseados para evitar errores de puntería y la repetición de mediciones.

- **TECNOLOGÍA MULTI TRACK**

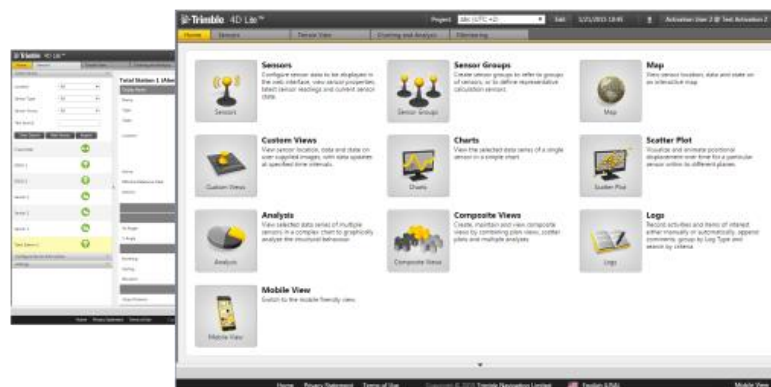
Si bien el equipo opera en modo robótico sobre cualquier prisma, puede reconocer y enclavarse sobre un prisma activo mediante un identificador.

## **MODELO B: INGENIERÍA**

Este modelo es utilizado en aplicaciones de ingeniería especializadas principalmente para aplicaciones basadas en la precisión. Por ello se necesita una solución de medición con una velocidad, precisión y fiabilidad óptimas. Las opciones de configuración están especializadas para una precisión angular de hasta 0,5" combinadas con la MED DR de Trimble. Para una ágil captura de datos, los módulos especializados del software Trimble Access™ proporcionan flujos de trabajo especializados con el objetivo de modernizar el trabajo.

- **SOFTWARE TRIMBLE 4D CONTROL**

Este software de pos procesamiento Trimble 4D Control ha sido diseñado para aplicaciones de ingeniería de control. Ofrece una solución completa para la administración de proyectos de control, tanto en tiempo real como en pos procesamiento, para detectar con rapidez los movimientos estructurales críticos.



**Ilustración 13: Software Trimble 4D Control**

- **TRIMBLE FINELOCK™**

Esta gran tecnología nos permite detectar objetos sin interferencia de prismas cercanos cuando estamos ante aplicaciones de alta precisión en áreas de espacio reducido, tales como alineaciones de ferrocarril, control de deformaciones y aplicaciones de túneles. Esta característica hace que el montaje de prismas sea más flexible y ofrece una precisión excepcional y confiable.

- **OTRAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE INGENIERÍA**

La opción Puntero láser clase 3R permite marcar puntos visualmente a mayor distancia en aplicaciones de túneles y minería subterránea. Con Trimble Access, durante el control de puntos en el modo DR, la opción Enfoque servo automático permite configurar el enfoque óptico para poder apuntar con mayor rapidez.

El resto de características técnicas se pueden observar en el Anexo2.

### **3.1.3. LEICA TS30**

La estación total Leica TS30 redefine la precisión topográfica, ofreciendo una precisión y calidad incomparables. Es una de las mejores soluciones para la topografía ya que ofrece flexibilidad y plena compatibilidad con el programa de accesorios System 1200. Genera una combinación de mediciones de ángulos, mediciones de distancias con o sin prisma, medición de distancias a largo alcance y motorización.



**Ilustración 14: Estación Total LEICA TS30**

En cuanto a los modelos y opciones, la estación total Leica TS30 lleva como estándar:

- Medición de ángulos
- Medición de distancias con reflector (modo IR)
- Mediciones de distancias sin reflector (modo RL)
- Mediciones de distancias de largo alcance
- Motorizada
- Puntería automática al prisma (ATR)
- PowerSearch (PS) Búsqueda Rápida Prisma
- Auxiliar de puntería

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Como opciones lleva:

- Unidad e Control Remoto (RX1250Tc)
- SmartStation (ATX1230 + GNSS)

Algunas de sus características principales son:



Precisión angular – 0,5"



Precisión Pinpoint EDM

- 0,6 mm + 1 ppm a prisma
- 2 mm + 2 ppm a cualquier superficie



Precisión del Reconocimiento Automático del Prisma (ATR) – 1"

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

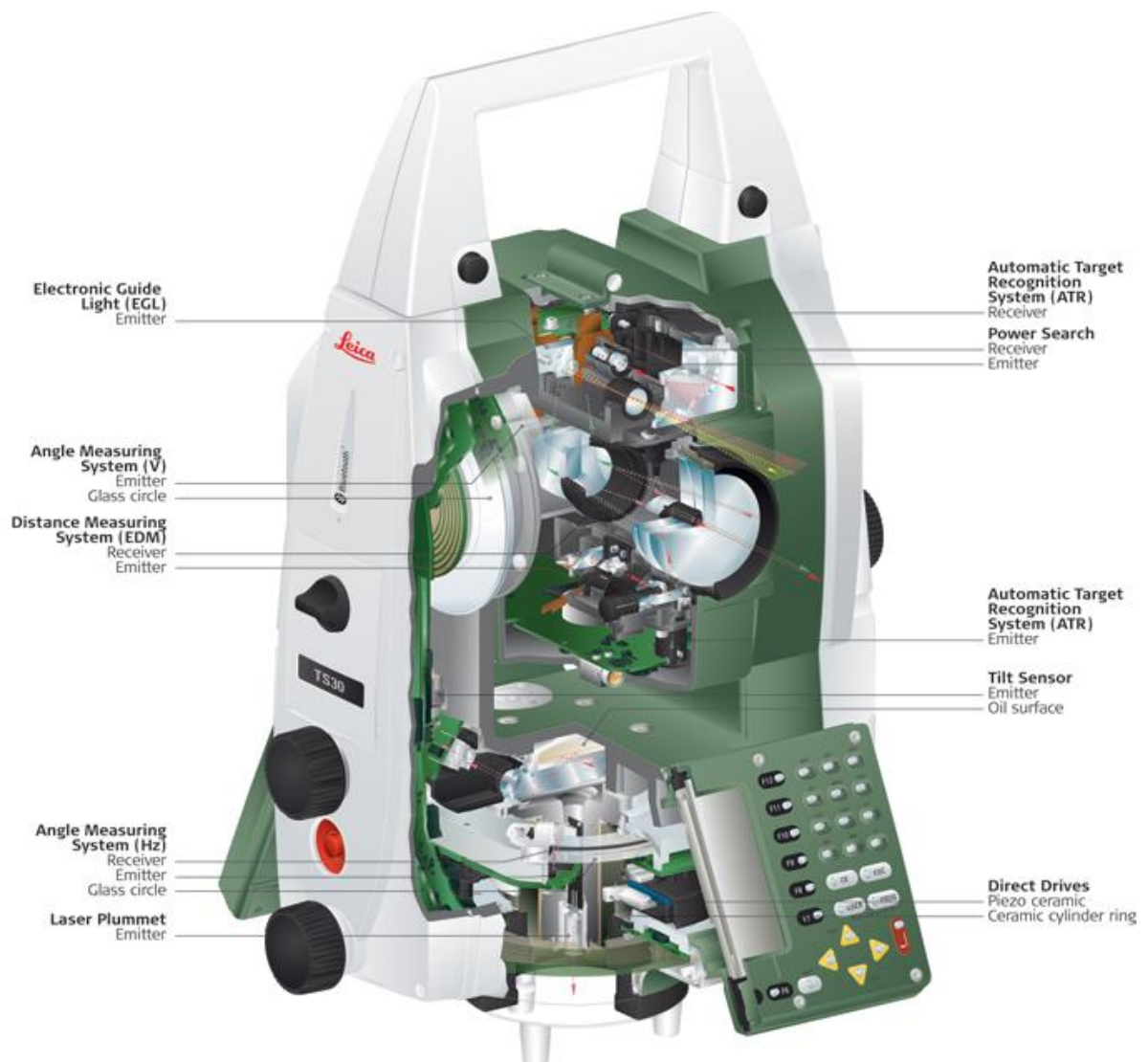


Ilustración 15: Componentes LEICA TS30

- **EL MEJOR SEGUIMIENTO DINÁMICO DEL MUNDO**



Para obtener la máxima aceleración y velocidad, con un nivel óptimo de exactitud, en casi todas las condiciones dinámicas posibles, se ha desarrollado la nueva tecnología Direct Drive. Esta nueva tecnología permite a los topógrafos beneficiarse de la mayor productividad en el seguimiento dinámico. Además esta tecnología asegura la mayor operatividad, con el menor consumo y el mínimo mantenimiento.

- **BUSCAR-BLOQUEAR-MEDIR**



Esta estación total nos proporciona flujos de trabajo más rápidos, una combinación perfecta de medición angular, medición de distancias, reconocimiento automático del prisma y motorización. Para unas mediciones óptimas se requiere una armonía total entre todas las funciones del instrumento.

- **DURABILIDAD ENTRE MANTENIMIENTOS**



La estación total Leica TS30 está diseñada para resistir el uso más duro, en los ambientes extremos. Funciona en todas partes, en un amplio rango de temperaturas y está protegida contra el viento, la lluvia, la arena y el polvo. Está operativa durante largos períodos de tiempo, sin desgaste. La durabilidad del servicio y los bajos costes de mantenimiento aseguran la máxima productividad.

- **SMARTWORX** 

La Leica SmartWorx proporciona un paquete de software bastante sencillo. Esta tecnología permite cambiar sin esfuerzo alguno de modo estación total a modo GNSS. Se garantiza un flujo de datos continuo entre el SmartWorx y el software para PC Leica Geo Office, así como son los demás paquetes de software para las rutinas de importación y exportación.

- **EXTENSIÓN GNSS**

La estación total Leica TS30 es compatible con GNSS, esto nos permite conseguir más productividad. Está equipada con una antena GNSS, la llamada “TS30 SmartStation”, que ofrece coordenadas para estacionamientos inmediatos. Además cabe añadir que el uso combinado de la antena GNSS y del prisma acelera los procesos de posicionamiento y orientación.

El resto de características se pueden observar en el Anexo3.

### **3.1.4.LEICA TM30**

La estación total Leica TM30 está diseñada para proporcionar mediciones con la máxima precisión combinadas con el funcionamiento automático, rápido y silencioso que le aseguran detectar el mínimo movimiento en cualquier tarea de auscultación. Esta estación integra el software Leica GeoMoS para crear un sistema de auscultación de eficacia probada, capaz de combinar sensores geodésicos, geotécnicos y meteorológicos y ajustarlos a las necesidades.



**Ilustración 16: Estación Total Leica TM30**

Además combina una precisión de 0,5" y una rápida toma de datos. Esta doble capacidad de velocidad y precisión permite a los ingenieros medir y controlar la salud de las infraestructuras de modo efectivo y rentable. El conjunto de las tecnologías SmartEye y direct drive proporciona unas mediciones más rápidas, precisas y de mayor alcance que nunca.

La Leica TM30 forma parte de un único sistema de auscultación compatible con estaciones totales, receptores y antenas GNSS, sensores geotécnicos, software y sistemas de comunicaciones.



## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

En cuanto a los modelos y opciones, la estación total Leica TM30 lleva como estándar:

- Medición de ángulos
- Medición de distancias con reflector (modo IR)
- Mediciones de distancias sin reflector (modo RL)
- Mediciones de distancias de largo alcance
- Motorizada
- Puntería automática al prisma (ATR)

Como opciones lleva:

- Unidad e Control Remoto (RX1250Tc)
- SmartStation (ATX1230 + GNSS)

Algunas de sus características principales son:

- **MEDICIONES ANGULARES DE ALTA PRECISIÓN**



La estación total Leica TM30 ofrece precisiones angulares de 0,5" o 1", asegurando la mayor precisión en todo momento.

- **SMARTEYE VISION**



Esta estación total incluye esta tecnología para medir automáticamente objetivos a más de 3000 m con una precisión milimétrica.

- **EXCLUSIVO PINPOINT EDM DE ALTA PRECISIÓN**



Gracias a esta nueva tecnología se nos permite medir el objetivo con mucha más precisión que nunca. El TM30 PinPoint EDM ofrece una precisión única de 0,6 mm + 1 ppm a prisma y 2 mm + 2 ppm a superficies naturales.

- **MOVIMIENTO, BLOQUEO, MEDICIÓN, TRANSMISIÓN**



Esta estación total se mueve con una velocidad incomparable para monitorizar los puntos. El sistema SmartEye sigue el prisma sin esfuerzo. El EDM PinPoint de largo alcance trabaja de modo armónico con los precisos sensores angulares para completar todas las mediciones. La medición de alta precisión de esta estación total asegura la máxima productividad y eficacia.

- **CONTAMINACIÓN ACÚSTICA NULA**



La estación total Leica TM30 está equipada con direct drives basados en tecnología piezo eléctrica, que además de ser extremadamente rápida, es muy silenciosa. Por lo que puede ser instalada en áreas urbanas con total tranquilidad, debido a la nula contaminación acústica.

- **USO CONTINUO**



Está diseñada para resistir el uso más duro, en los ambientes más extremos. Funciona en todas partes, en un amplio rango de temperaturas y está protegida contra el viento, la lluvia, la arena y el polvo. El sensor permanece operativo incluso en condiciones de luz solar brillante o en la oscuridad.

- **ATR DE LARGO ALCANCE**



El ATR de largo alcance detecta y mide prismas incluso a más de 3.000 m con precisión milimétrica. ATR maximiza las posibilidades de emplazamiento del instrumento.

- **TARGETVIEW**



La función del TargetView es restringir el campo de visión del ATR al área de interés. Así, aunque haya múltiples prismas cerca, las mediciones se efectúan a los prismas correctos, sin interferencias por prismas circundantes.

El resto de características se pueden observar en el Anexo4.

#### 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE

Desde la antigüedad los puentes atirantados han significado ingenio y belleza constructiva ya que se basan en principios físicos, matemáticos y geométricos aplicados a casos reales para solucionar problemas, como salvar un accidente geográfico como podría ser un río, un valle, una carretera, etc.

El desarrollo de los puentes atirantados ha evolucionado a través de su historia hasta la actualidad. Este se debe al ingenio del ser humano y la necesidad de superar adversidades de la naturaleza, adaptándola a nuestro deseo por mejorar el medio donde vivimos y unir lugares a los cuales no pudiésemos desplazarnos sin ellos. (*Cornelio.A, Melgarejo.F., 2012*)

El puente l'Assut de l'Or conocido también durante su construcción como Puente de Serrería es un proyecto diseñado por el arquitecto e ingeniero civil valenciano Santiago Calatrava. El puente se empezó a construir en el año 2004 y tras 4 años de construcción el puente fue inaugurado el 11 de diciembre de 2008.

El puente l'Assut de l'Or se encuentra en el complejo de la Ciudad de las Artes y las Ciencias en Valencia, entre el Museo de las Ciencias Príncipe Felipe y el Ágora, y una ronda sur con la calle Menorca. Se ubica en las coordenadas 39°27'17"N 0°20'59"O.

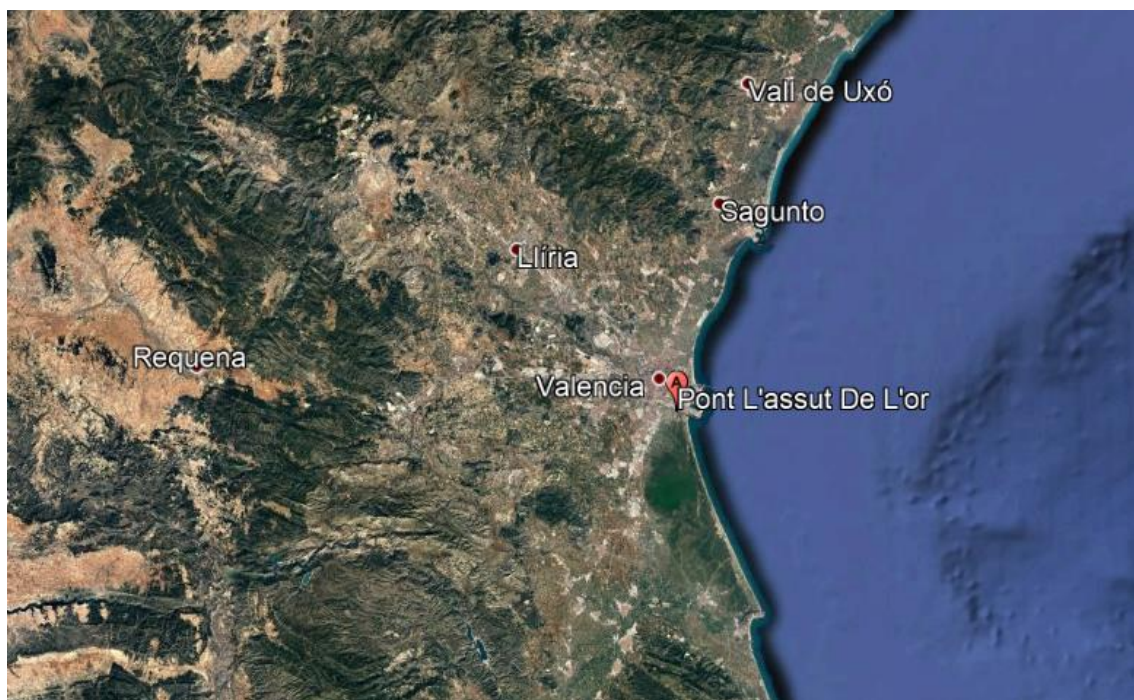
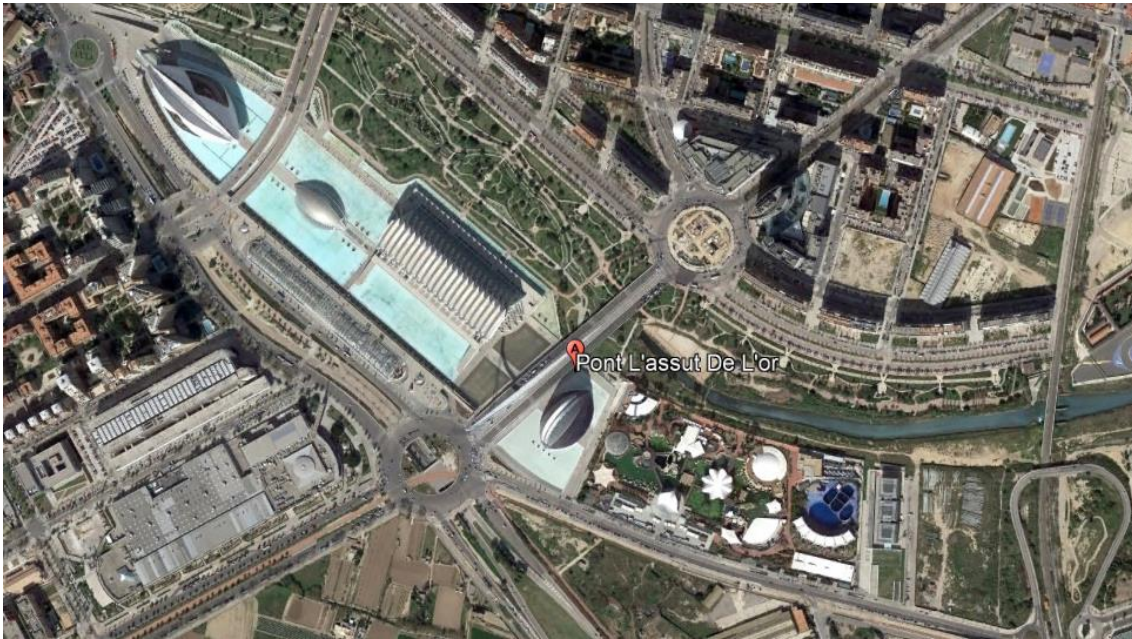


Ilustración 17: Ubicación del puente

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



**Ilustración 18: Ubicación del puente**



**Ilustración 19: Puente l'Assut de l'Or**

La estructura del puente corresponde a la disposición clásica de puente atirantado de un solo vano, sin vanos de compensación, con un pilono inclinado, de directriz curva, atirantado en su coronación.

El puente forma parte de un diseño arquitectónico más amplio, con tramos de acceso por ambos extremos del mismo. El puente se proyecta mediante una parábola en alzado y una directriz recta en planta con un tablero que salva una luz entre apoyos de 180 metros y una altura máxima de 10 metros sobre el nivel de los paseos de la

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

urbanización. El tablero metálico se soporta mediante una serie de tirantes anclados a un pilono inclinado de directriz curva.

Principales características:

- Longitud del puente: 180 m
- Luz vano principal: 155 m
- Altura del pilono: 125 m
- Anchura del puente: 39 m
- Distancia entre costillas: 5 m
- N° cables delanteros: 29 ud
- N° cables traseros: 4 ud
- Hormigón cimentaciones: 14.000 m<sup>3</sup>
- Hormigón estribos: 7.700 m<sup>3</sup>
- Ancho espina central: 6 m
- N° costillas: 72 ud
- Acero: 5.650 t

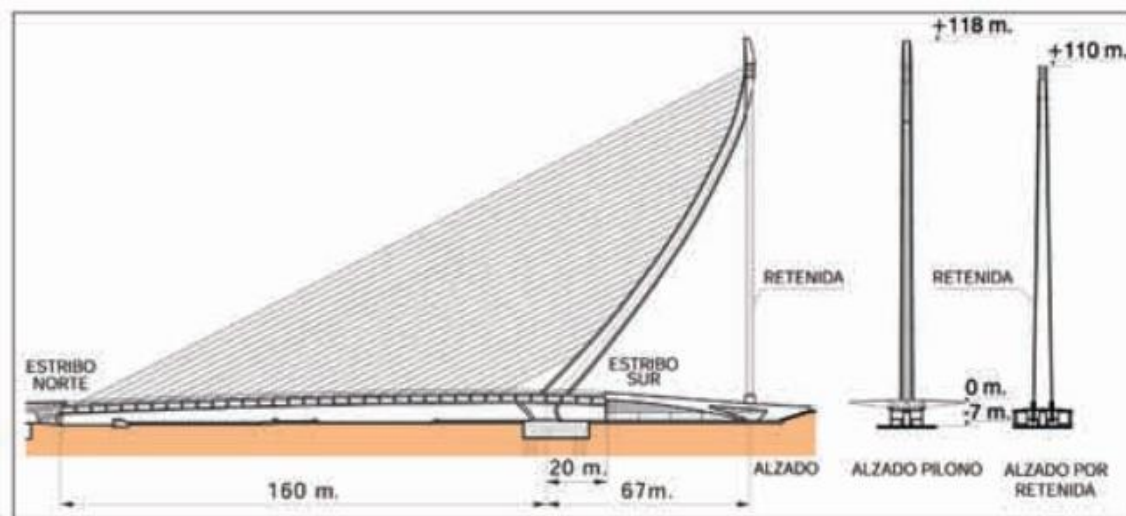


Ilustración 20: Alzados del puente

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

El puente atirantado consta de los siguientes elementos:

- **TABLERO:**

Es un tablero metálico de chapa ortótropa de 160 metros de luz considerando la distancia desde el apoyo en el estribo más alejado de la pila al eje de la misma, con un ancho total variable de entre 35,50 metros en el apoyo norte hasta 39,20 metros en la unión del pilono. La longitud total es de 180 metros.

La sección del tablero está compuesta por un cajón unicelular trapecial de canto constante y unas ménsulas a ambos lados.

Las dimensiones del cajón son ligeramente variables, disminuyen desde el pilono al estribo opuesto: canto entre 2,9 y 3,3 metros, ancho inferior 4,8 a 8,4 metros y ancho superior entre 5,8 y 9,4 metros. Estas variaciones tanto en el ancho interior como en el exterior son debidas a que el cajón se va abriendo al acercarse al pilono.

Su ala inferior es curva en su zona central y recta en los laterales con un espesor tipo de 30 milímetros en la mayor parte del tablero, aunque llega a los 50 milímetros en la zona de intersección con el pilono. Está rigidizada por perfiles en T, armados, con una separación del orden de 1200 milímetros que pasan a través de los diafragmas.

Las almas de lo normal tienen un espesor de 22 milímetros, aunque alcanzan los 30 milímetros en zonas de estribo y encuentro con el pilono. Estas también llevan rigidización en T.

El ala superior del cajón, forma parte del tablero ortótropo, pero con mayor espesor de chapa por su trabajo como ala superior del cajón, y por estar sometida a los esfuerzos concentrados en los tirantes. Su espesor es de 22 milímetros. Sobre el ala superior, con un recreado de hormigón, se sitúa el paso peatonal.

En la zona central de la misma ala superior se sitúa un pequeño cajón, que es el que recibe, a través de un tubo donde se ancla el tirante, la carga concentrada de los tirantes. La componen te horizontal la transmitirá este cajón a la chapa superior del tablero, y la componente vertical al diafragma correspondiente.

Los diafragmas se sitúan cada 5 metros que es la separación de los tirantes. Se encuentran situados en la vertical del punto de intersección del eje del tirante con el ala superior del cajón. Es una chapa de 20 milímetros, con un paso central para paso de hombres y equipos de inspección y tesado, y de pasos circulares para instalaciones.

Desde el pilono hasta el estribo Sur, el tablero se convierte en dos pequeños cajones de tipología similar al cajón único.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

De ambos lados del cajón central, salen unas grandes ménsulas de longitud de voladizo constante de 14,2 metros. Tienen un canto, en su unión con el cajón central, de 2,5 metros, que varía hasta 0,7 metros en el extremo de la ménsula, con un alma de espesor 15 milímetros en la zona más exterior y 20 milímetros, en la cercana al cajón. Su ala inferior, de espesor 30 milímetros, tiene un ancho variable de 400 a 800 milímetros. El ala superior es la chapa ortótropa, y como esta zona soportará el tráfico, se cuidaron al máximo los detalles que minimicen los riesgos de futuras fisuras de fatiga. La chapa de piso tiene un espesor de 14 milímetros, y los bulbos trapeciales que la rigidizan, formados con chapa de espesor 10 milímetros tienen un canto de 350 milímetros, un ancho en su unión con la chapa de piso, de 300 milímetros, y una separación entre ejes de los mismos, de 630 milímetros. Por lo que quedan en la chapa de piso, unas luces de 300 y 330 milímetros. (L.Viñuela, J.M.Salcedo, 2009).

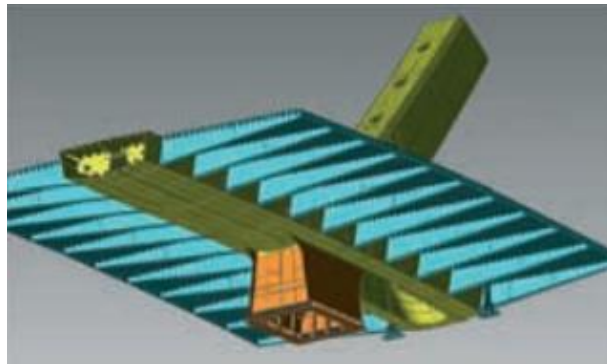


Ilustración 21: Infografía del tablero, pilono y base (vista inferior)

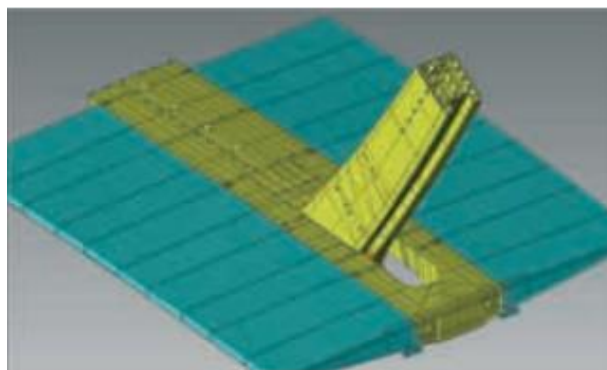


Ilustración 22: Infografía del tablero, pilono y base (vista superior)

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

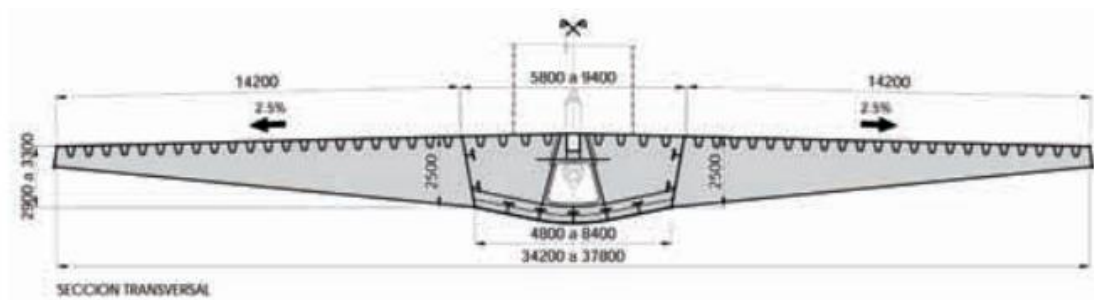


Ilustración 23: Sección transversal tipo

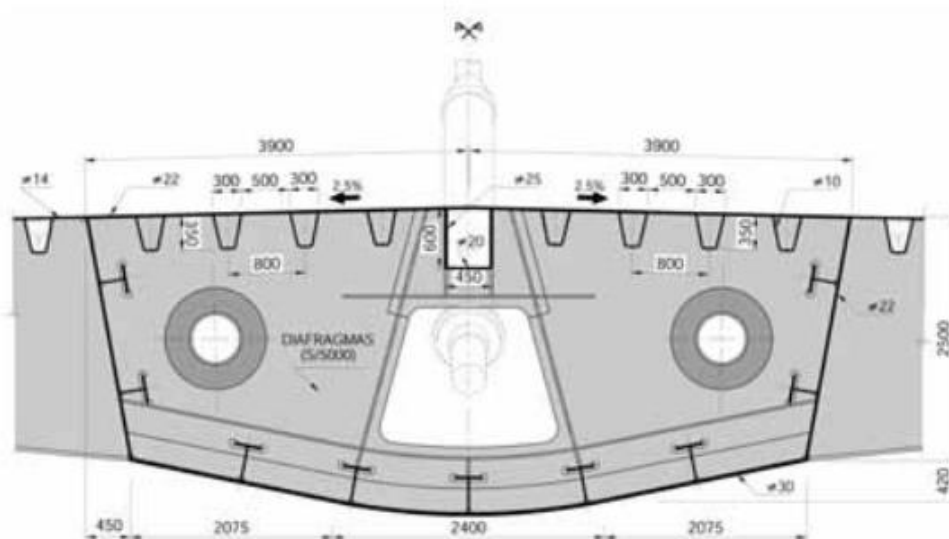


Ilustración 24: Sección tipo del cajón central unicelular

- **PILONO:**

Es una torre de 125 metros de altura y está formado por una sección cajón metálica poligonal, de directriz curva, y de canto y ancho variable, fuertemente inclinado, comenzando con un ángulo de  $40^\circ$  en su intersección con el tablero y llegando vertical en su coronación, donde le atacan los cables de la retenida. A medida que se sube de altura, van disminuyendo las dimensiones de la sección.

Los espesores de sus chapas, varían entre 40 y 80 milímetros y la calidad del acero es S460 N para espesores inferiores a 60 milímetros y S460 NL para espesores superiores. Se utilizó muy pequeña gama de espesores ya que se requería su fabricación bajo pedido; por lo que se complementó el área necesaria con los rigidizadores longitudinales en T, a base de chapas armadas. En este caso los rigidizadores tienen como objetivo principal aportar área a la sección, más que colocarlos por necesidad de evitar abolladura de las chapas exteriores.



## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

Debido a la curvatura de sus alas es necesaria una fuerte rigidización transversal que recoja las cargas de desvío de las tensiones longitudinales, también formados por T de chapa armada, separados del orden de 3 metros. En una de sus caras entran los cables de atirantamiento, con separación entre ellos variable debido a que los cables son paralelos entre sí, y la torre es de directriz curva e inclinada. La transmisión de la tensión de los cables al pilono se efectúa con un detalle igual al del tablero: un tubo metálico recoge toda la tracción del tirante y transmite su componente perpendicular a la directriz del pilono, al marco transversal y su componente según la directriz, a un pequeño cajón de chapa armada, soldado al ala del pilono.

En su extremo superior se anclan los cables de la retenida. Aunque esto no es visible ya que se colocan unas chapas en coronación de carácter arquitectónico. (L.Viñuela, J.M.Salcedo, 2009).

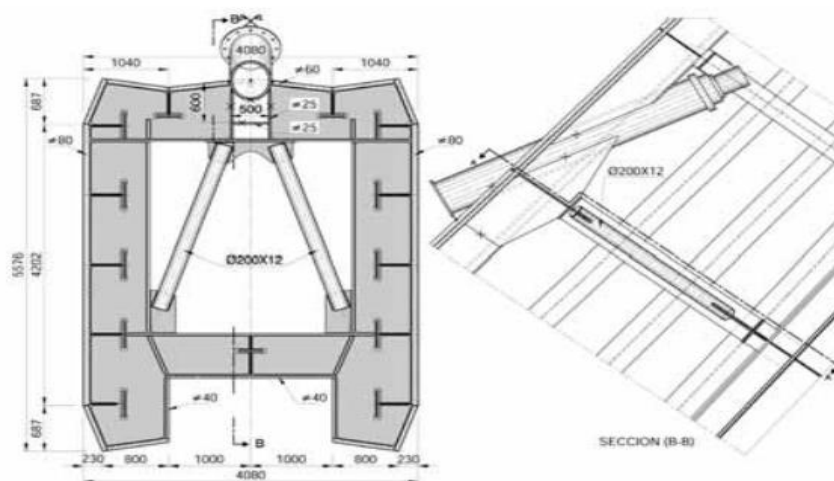


Ilustración 25: Sección tipo y anclaje de tirante en pilono



Ilustración 26: Pilon

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

- **BASE:**

Es una gran pieza metálica que integrada con el nudo pilono-tablero, lleva los esfuerzos a cimentación. La dificultad de esta pieza proviene de las secciones con formas complejas, que acometen a ella: el cajón del tablero, con su ala inferior curva, y el pilono con sección muy poligonal. Está formada por chapas de 60 y 80 milímetros, rigidizadas, en calidad S460NL. Esta gran pieza, se ancla a la cimentación, con 172 barras de 47 milímetros de diámetro, de límite elástico 950 N/mm<sup>2</sup>, recubiertas para evitar la adherencia con el hormigón. (L.Viñuela, J.M.Salcedo, 2009).



Ilustración 27: Base

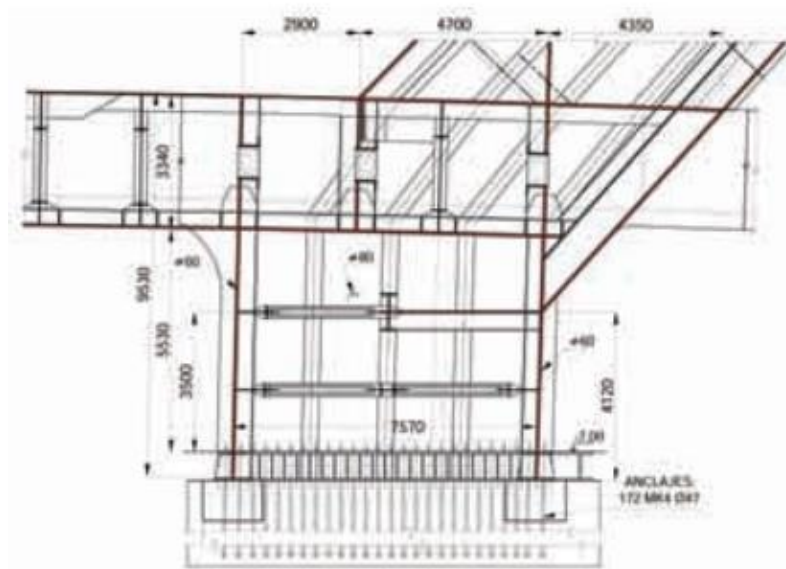


Ilustración 28: Sección longitudinal del nudo Tablero-Pilono-Base

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

### • ATIRANTADO:

El puente tiene 29 tirantes, situados en arpa, con una inclinación de 26° respecto a la horizontal. Cada cordón de 0,6" tiene sus alambres galvanizados y está protegido con cera. Los anclajes de los tirantes son aptos para un rango de tensiones de 300 MPa. Los anclajes activos se diseñaron para un ajuste entre 30 milímetros y -70 milímetros.

La vaina exterior es de color de acabado blanco, con doble hélice exterior para el fenómeno de vibraciones "rain-wind".

El anclaje activo se sitúa en el tablero. En los anclajes de los tirantes sensibles a vibraciones, se colocan amortiguadores en el anclaje del tablero, que hacen también la función de centrador que reduce las tensiones en el anclaje por las variaciones en las curvaturas de los cables, colocando centrador de neopreno en el anclaje del pilono. En los tirantes más cortos, se coloca únicamente centrador de neopreno tanto en el anclaje del tablero como en el del pilono. (L.Viñuela, J.M.Salcedo, 2009).

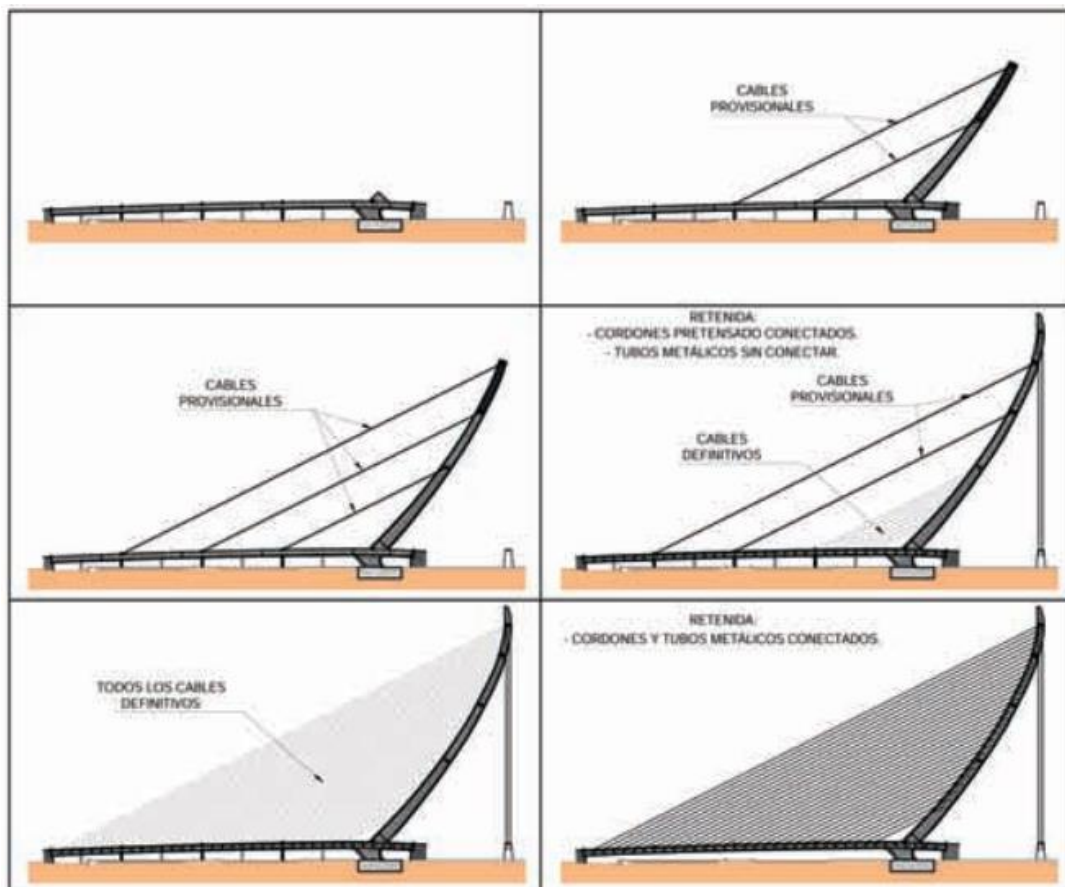


Ilustración 29: Esquemas del sistema constructivo

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

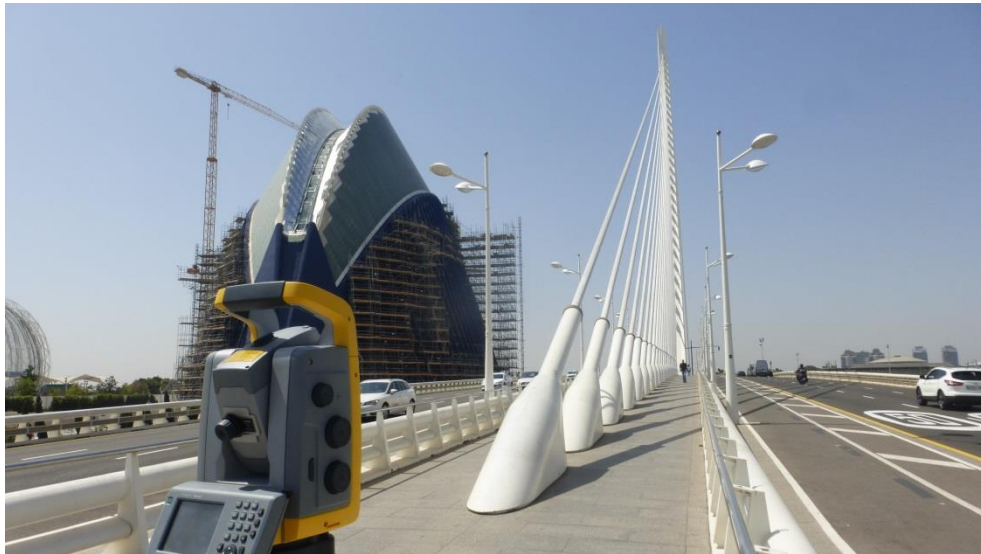


Ilustración 30: Atirantado

- **RETENIDA DE PILONO:**

La retenida o atirantamiento del extremo del pilono, lo forman 4 grandes elementos tabulares, paralelos en la vista en alzado del puente, separados 1,9 metros y que por motivos aerodinámicos, se abren ligeramente en la vista longitudinal, partiendo de 2 metros en coronación a 6 metros en cimentación.

La longitud entre el anclaje en el extremo del pilono y el anclaje en el contrapeso de hormigón es de 115 metros. El anclaje activo se sitúa en el extremo del pilono.

Cada uno de estos cuatro tirantes está compuesto por unos cordones de pretensado, 85 unidades de 0,6" autoprottegidos, igual que los de los tirantes, y un tubo exterior de 508 milímetros de diámetro y 36 milímetros de espesor de acero S460 NL.

El motivo de esta composición, no es solo por la resistencia de estos tirantes, sino para dotales de rigidez de modo que el alargamiento elástico de los mismos sea lo más pequeño posible.

El tubo exterior metálico lleva adosado una hélice metálica para evitar vibraciones por el fenómeno "wind-rain". Cercano al anclaje inferior, se coloca un amortiguador de fricción a cada tirante, y se dispone también de centrador de neopreno. En el anclaje superior en el pilono, solo se dispone de centrador. (*L.Viñuela, J.M.Salcedo, 2009*).

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

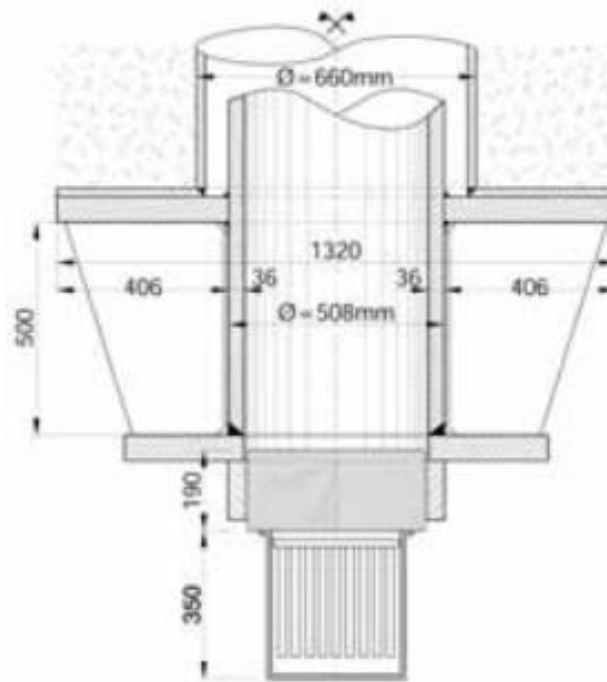


Ilustración 31: Anclaje retenida



Ilustración 32: Unión de pilono, tablero y base

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



Ilustración 33: Retenida de pilono

## **5. AUSCULTACIÓN. CASO PRÁCTICO**

### **5.1. EQUIPO TOPOGRÁFICO: ESTACIÓN TOTAL**

El primer paso es la selección de un instrumento topográfico acorde con la precisión de la estructura a auscultar. Es por lo que en primer lugar hay que tener en cuenta las características técnicas del instrumento para realizar un estudio de errores previsibles o a priori, para valorar las discrepancias máximas en la medición. En este proyecto se realiza un estudio de errores a priori de la estación total Trimble S6, puesto que es el equipo disponible en el departamento de ingeniería cartográfica.

#### **5.1.1. ERROR ANGULAR:**

En las mediciones de observaciones topográficas es posible la aparición de errores; estos errores se pueden dividir en tres tipos:

- Errores groseros: son aquellos producidos debido a una lectura o metodología inapropiada por parte del observador o una deficiencia del instrumento. Se pueden eliminar mediante la técnica de “data snooping”.
- Errores sistemáticos: son aquellos producidos por la alteración de la distancia observada debido a la esfericidad terrestre, la refracción o las condiciones meteorológicas.
- Errores accidentales: son aquellos originados por causas fuera de control del operador y pueden provenir de instrumental utilizado, del personal y de las condiciones.

Hacer hincapié en los errores accidentales. Como nos es imposible conocer el valor exacto de estos errores, se calcula la previsión de errores. En cuanto a errores accidentales tenemos:

- Error de verticalidad: se produce cuando al estacionar un instrumento no queda vertical el eje principal.
- Error de dirección: tiene una gran influencia sobre el error angular por lo tanto es necesario conocerlo para lograr precisiones altas.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

- Error de puntería: se produce al no enrasar correctamente los hilos del retículo en un punto determinado.
- Error de lectura: a pesar de que la lectura del ángulo sea precisa, siempre queda una fracción final a la estima que ocasiona el error de lectura.

TIPO DE ERROR	ACIMUTAL	CENTAL	REGLA DE BESSEL
VERTICALIDAD	$e_{vA} \leq \frac{S''}{12}$	$e_{vC} \leq \frac{S''}{3}$	
DIRECCIÓN	$e_D \leq \frac{e_e + e_z}{D} \cdot r''$		
PUNTERÍA	$e_{pA} \leq \frac{10''}{A} \left(1 + \frac{4A}{100}\right)$	$e_{pC} \leq \frac{10''}{A} \left(1 + \frac{4A}{100}\right)$	$e_p \leq \left(\frac{10''}{A} \left(1 + \frac{4A}{100}\right)\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$
LECTURA	$e_{lA} \leq \frac{2}{3} \cdot a^{cc}$	$e_{lC} \leq \frac{2}{3} \cdot a^{cc}$	$e_L \leq \left(\frac{2}{3} \cdot a^{cc}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$

Tabla 1: Tipos de errores accidentales

Conociendo que:

- a: lectura directa, precisión, apreciación angular
- A: aumento del antejo, aumento del instrumento
- S: resolución, sensibilidad

TRIMBLE S6	
s	0,3''
A	30
a	0,3''

Tabla 2: Características específicas



## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

Obtenemos los siguientes errores angulares producidos por la estación total Trimble S6:

TIPO DE ERROR	ACIMUTAL	CENTAL	REGLA DE BESSEL
VERTICALIDAD	0,25	1	
DIRECCIÓN	257,83		
PUNTERÍA	0,73	0,73	0,52
LECTURA	0,2	0,2	0,14
TOTAL	257,84	1,25	

Tabla 3: Errores accidentales TRIMBLE S6

### 5.1.2. ERROR EN DISTANCIAS:

Estos valores son obtenidos del manual del instrumento. Ver Anexo 1

PRECISIÓN DE LAS DISTANCIAS	
Estación TRIMBLE S6	3 mm + 2 ppm

Tabla 4: Precisión distancias TRIMBLE S6

## **5.2. SEMINARIO DE INSTRUMENTOS: PREPARACIÓN DE EQUIPOS**

El proceso de familiarización con la estación total Trimble S6 se ha llevado a cabo en el seminario de instrumentos situado en la 4ª planta de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Geomática Cartografía y Topografía.

En el seminario se ha aprendido tanto su manejo físico como el manejo interno de los menús del software. Esta estación tiene una amplia gama de aplicaciones tales como replantear, hacer un escaneado de una superficie, visualizar en pantallas puntos medidos, mediciones inversas y directas, etc.

El material utilizado en el seminario para llevar a cabo las mediciones hechas es el siguiente:

- Dianas adhesivas: son pequeñas láminas reflexivas de papel plastificado donde hay impresa una diana compuesta por dos círculos concéntricos y una cruz filar para obtener la máxima precisión a la hora de medir.
- Estación total Trimble S6: es una estación total monitorizada y servoasistida con buen sensor angular, que nos permite trabajar de forma rápida y silenciosa y con una alta precisión.
- Trípode: es un soporte para la estación, con tres patas metálicas extensibles que terminan con regatones de hierro para poder ser clavadas en el terreno.
- Estrella: utensilio de madera que tiene como fin mantener el trípode en superficies deslizantes.



**Ilustración 34: Trípode**

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



Ilustración 35: Estrella



Ilustración 36: Diana

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



Ilustración 37: Estación Total TRIMBLE S6

Dentro del seminario se procedió a la comprobación de la base de calibración interna del seminario formada por 5 dianas de precisión distribuidas por las paredes.

Para realizar la base de calibración interior del seminario se ha realizado un estacionamiento libre. Tras colocar y encender la estación, esta permite nivelar con total precisión gracias al nivel óptico del que dispone.

Una vez observadas las dianas obtenemos los valores de lecturas horizontales, lecturas verticales y distancias.

	DIANAS	LH	LV	D
ESTACIÓN	Diana1	100,0000	88,4180	2,030
	Diana2	191,6664	85,8536	6,394
	Diana3	262,1326	83,5182	3,707
	Diana4	324,9238	90,7605	2,969
	Diana5	166,4366	93,0705	3,822

Tabla 5: Datos seminario

Obtenemos también un croquis del seminario con la posición de las dianas y la estación total.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

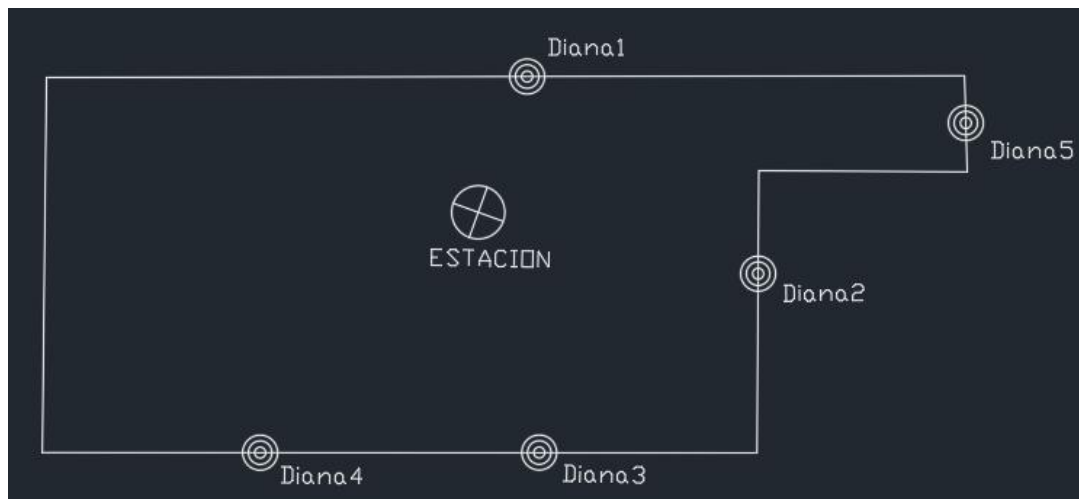


Tabla 6: Croquis seminarario

Para poder obtener las coordenadas de las dianas, se procede a crear un sistema de referencia local partiendo de las coordenadas conocidas de la estación (100, 100, 10).

	X	Y
ESTACIÓN	100	100
Diana1	98,9721	101,7505
Diana2	99,8130	93,6087
Diana3	96,3600	99,2985
Diana4	97,1099	99,3201
Diana5	100,2590	96,1868

Tabla 7: Coordenadas dianas

Si se hubiesen observado las mismas lecturas en un periodo de tiempo teniendo la estación estacionada en el mismo punto y tomando como punto de coordenadas conocidas el punto de estación, sería posible comprobar la estabilidad de la base de calibración con el paso del tiempo y la bondad de la estación total empleada.

### **5.3. BASE DE CALIBRACIÓN UPV**

#### **5.3.1. DESCRIPCIÓN**

La calibración periódica de los equipos topográficos (estaciones totales, niveles, equipos GNSS/RTK, etc.) es un requisito de obligado cumplimiento para asegurar la calidad de los resultados obtenidos. Diversas normas se han desarrollado para fijar estándares de calidad al respecto. *Sevilla et al., (2008)*

Con estas premisas la Universidad Politécnica de Valencia decidió la construcción en sus instalaciones de una base de calibración para instrumental topográfico, con aplicación primera a la calibración de distanciómetros electrónicos.

Se entiende por calibración de un distanciómetro la determinación, por una parte, de las correcciones instrumentales y, por otra, la obtención de la precisión asociada. *Rüeger., (1996)*. Idealmente la calibración se debería realizarse en un laboratorio donde se controlarán todas las variables atmosféricas mientras se contrasta la distancia observada en todo el rango de longitudes de medida del distanciómetro con el uso de interferometría. A la hora de la práctica, es difícil encontrar montajes de laboratorio como el descrito que de modo directo contrasten el distanciómetro para distancias de más de 100 metros. Si se desea conocer el comportamiento real del distanciómetro a distancias a centenas de metros o incluso a kilómetros, rango muy habitual de trabajo en la práctica, se ha de recurrir a líneas base de calibración al aire libre.

Hasta el momento se han definido distintos diseños de bases de calibración, p.ej.: tipo Heerbrugg, tipo Aarau o tipo Hobart. Su propósito es explorar de modo eficiente todas las distancias que puede medir el distanciómetro dado su alcance o una distancia máxima fijada con anterioridad, es decir, conseguir que las distancias medidas en las distintas combinaciones de observaciones entre cada par de pilares estén uniformemente distribuidas tanto en el rango de medida a explorar como a lo largo de la longitud de onda del distanciómetro.

En la línea base de la UPV se decidió emplear el modelo Heerbrugg, que proporciona un equilibrio razonable coste/precisión con unos 6 o 7 pilares y permite determinar además la constante aditiva y el error de escala, los errores cíclicos. *Schwendener., (1972), Rüeger., (1996). José Luis Berné et al., (2008)*.

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

## 5.3.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La base de calibración es de tipo Heerbrugg con 6 pilares cuyas coordenadas planimétricas aproximadas en un sistema local orientado según el eje de abscisas para la alineación 1-6 son las siguientes:

PILARES	X	Y
Pilar 1	0,00	0,00
Pilar 2	28,40	-0,11
Pilar 3	94,40	0,13
Pilar 4	198,00	-0,10
Pilar 5	282,80	0,10
Pilar 6	330,00	0,00

Tabla 8: Coordenadas pilares



Ilustración 38: Croquis base de calibración UPV

La distribución de estos pilares se muestra en la Imagen 38.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Se decidió que los pilares no estuvieran perfectamente alineados porque al estar situados en un terreno llano no se impidiera la visibilidad directa entre cada par de pilares sin tener que utilizar plataformas ni pilares de distinta altura. *Berné JL, Baselga S (2004)*

Las distancias relativas entre el pilar 1 y el resto de pilares de la línea base son aproximadamente las siguientes: 28.40, 94.40, 198.00, 282.80 y 330.00, que suponen una buena muestra del rango de medidas que puede realizar un distanciómetro a corta distancia.

El séptimo pilar se encuentra fuera de la alineación con visibilidad hacia los demás pilares. Y otro octavo pilar situado en la terraza del edificio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartografía y Topografía para observaciones geodésicas y calibración de equipos GNSS/RTK.

### 5.3.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

Los pilares de los que consta la base de calibración son del material acero inoxidable. Tienen de altura 1.2 metros y de diámetro exterior 22 centímetros, contruidos en doble tubo concéntrico con cámara de aire que separa el tubo interior del tubo exterior cuya función básica es evitar la posible dilatación por insolación directa.

La parte superior de los pilares va rematada con una base de acero inoxidable nivelada y con rosca macho solidaria de paso estándar 5/8 para la realización del estacionamiento en un sistema centrado forzoso, tanto de las estaciones totales como de los prismas. *José Luis Berné et al., (2008).*



Ilustración 39: Pilar base de calibración UPV





Ilustración 40: Pilar base de calibración UPV

#### 5.3.4. MEDICIONES

Cuando se realizan mediciones con prismas, ya sean mediciones de distancias o de ángulos, es necesario establecer referencias entre dos puntos: el eje vertical del instrumento y la señal de puntería. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el diseño mecánico del cuerpo del prisma, la carcasa y el montaje para garantizar una referencia bien definida del centro del prisma con respecto al punto designado.

La constante del prisma es factor de adición/sustracción dependiendo de las características del prisma. En cualquier lente de prisma, al lanzar el distanciómetro al frente de ondas que sirven para medir la distancia, estas hacen el recorrido a través del juego de espejos y son reflejadas de nuevo hacia la estación, donde el fasímetro se encarga de traducir las diferencias de fase entre las ondas de salida y de llegada en distancias.

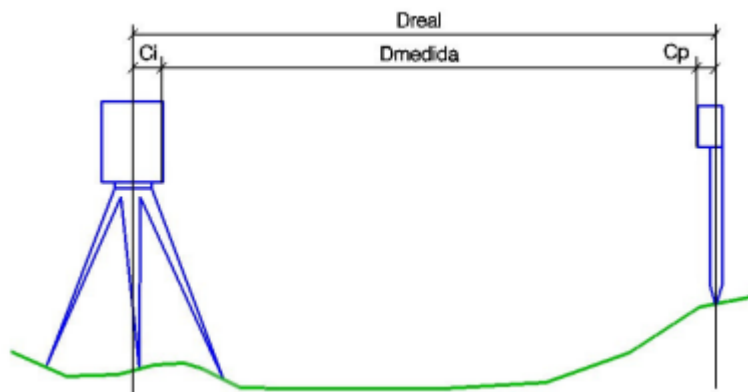


Ilustración 41: Esquema distancias

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Sabiendo que:

- Cp: Constante prisma
- Ci: Constante instrumento
- Ce: Constante equipo

$$Ce = Cp + Ci$$

$$\text{Distancia real} = \text{Distancia medida} + Ce$$

El factor de constante lo que hace es añadir una determinada magnitud a esa distancia calculada. Dicha magnitud es dependiente de la distancia entre el centro de los espejos y el centro del prisma, que es, teóricamente, donde se está tomando la distancia. En la mayoría de prismas esa constante esta estandarizada a 30 milímetros. La constante del equipo viene determinada por el fabricante y su valor está incluido en la configuración de la estación total.

A continuación se va a determinar la constante de 4 prismas diferentes realizando medidas a las 6 bases de calibración ubicadas en la UPV.

Los prismas utilizados para la medición de las distancias son las siguientes:



**Ilustración 42: Prisma 1**

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



Ilustración 43: Prisma 2



Ilustración 44: Prisma 3



Ilustración 45: Prisma 4

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

Las medidas se realizaron tomando los datos entre las bases de 3 en 3, dividiéndolo en 2 tramos. Las bases 1-2-3 y las bases 4-5-6.

EQUIPO	Reflexión	Base 1-2	Base 1-3	Base 2-3	Base 4-5	Base 4-6	Base 5-6
Estación TRIMBLE S-6	Prisma 1	28,390	94,412	66,028	84,791	132,013	47,229
	Prisma 2	28,389	94,412	66,027	84,789	132,015	47,231
	Prisma 3	28,389	94,412	66,026	84,788	132,014	47,232
	Prisma 4	28,385	94,407	66,023	84,784	132,012	47,227

**Tabla 9: Estadillo datos de campo**

Una vez tomadas estas distancias se procedió a corregirlas de la  $C_e =$  constante equipo.

En nuestro caso al utilizar la estación total Trimble S6 la constante del equipo es de 30 milímetros.

Aplicando esta fórmula que explicamos anteriormente obtenemos las medidas corregidas:

$$C_e = C_p + C_i$$

EQUIPO	Reflexión	Base 1-2	Base 1-3	Base 2-3	Base 4-5	Base 4-6	Base 5-6
Estación TRIMBLE S-6	Prisma 1	28,420	94,442	66,058	84,821	132,043	47,259
	Prisma 2	28,419	94,442	66,057	84,819	132,045	47,261
	Prisma 3	28,419	94,442	66,056	84,818	132,044	47,262
	Prisma 4	28,415	94,437	66,053	84,814	132,042	47,257

**Tabla 10: Estadillo medidas corregidas de la constante**

Una vez corregidas las distancias de la  $C_e$  procedemos a calcular esta misma constante para cada uno de los prismas.

Cabe destacar que la constante del prisma es el desfase que tiene el prisma respecto a su eje.

El primer tramo está formado por las tres primeras bases 1-2-3. Y el segundo por las tres últimas bases 4-5-6.

Se han usado las siguientes fórmulas para la obtención de las diferentes constantes de los prismas.

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE  
L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA**

---

Primer tramo:  $D_{1-3} + K = D_{1-2} + D_{2-3} + 2K \rightarrow K = D_{1-3} - D_{1-2} - D_{2-3}$

<b>OBTENCIÓN DE LA K DE CADA PRISMA</b>				
<b>BASES 1-2-3</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>PRISMA1</b>	<b>PRISMA2</b>	<b>PRISMA 3</b>	<b>PRISMA 4</b>
<b>TRIMBLE S-6</b>	<b>-0,036</b>	<b>-0,034</b>	<b>-0,033</b>	<b>-0,031</b>

Tabla 11: Valores constante de cada prisma entre las bases 1-2-3

Segundo tramo:  $D_{4-6} + K = D_{4-5} + D_{5-6} + 2K \rightarrow K = D_{4-6} - D_{4-5} - D_{5-6}$

<b>OBTENCIÓN DE LA K DE CADA PRISMA</b>				
<b>BASES 4-5-6</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>PRISMA1</b>	<b>PRISMA2</b>	<b>PRISMA 3</b>	<b>PRISMA 4</b>
<b>TRIMBLE S-6</b>	<b>-0,037</b>	<b>-0,035</b>	<b>-0,036</b>	<b>-0,029</b>

Tabla 12: Valores constante de cada prisma entre las bases 4-5-6

Obtenidas las constantes de cada prisma en los diferentes tramos procedemos a corregir las distancias sumándoles estos valores obtenidos.

<b>EQUIPO</b>	<b>Reflexión</b>	<b>Base 1-2</b>	<b>Base 1-3</b>	<b>Base 2-3</b>	<b>Base 4-5</b>	<b>Base 4-6</b>	<b>Base 5-6</b>
<b>Estación TRIMBLE S-6</b>	Prisma 1	28,384	94,406	66,022	84,784	132,006	47,222
	Prisma 2	28,385	94,408	66,023	84,784	132,010	47,226
	Prisma 3	28,386	94,409	66,023	84,782	132,008	47,226
	Prisma 4	28,384	94,406	66,022	84,785	132,013	47,228

Tabla 13: Estadillo medidas corregidas la constante del prisma

Finalmente para la obtención de las distancias corregidas entre las diferentes bases se calcula el promedio de estas dando como resultado:

<b>DISTANCIAS CORREGIDAS</b>	28,3848	94,4073	66,0225	84,7838	132,0093	47,2255
------------------------------	---------	---------	---------	---------	----------	---------

Tabla 14: Distancias corregidas

#### 5.4. RED EXTERIOR DE CONTROL

Es obvio que para el cálculo de las coordenadas de las dianas situadas sobre el tablero del puente, se deberá materializar una red topográfica para trabajar en el mismo sistema de coordenadas. Esta red exterior servirá para dotar a las dianas de coordenadas en un sistema local y a la vez para referir los movimientos que se pudieran producir en la estructura, siendo estas bases puntos situados fuera de área de influencia de la obra.

En el caso de estudio, el diseño de la red constaría de 10 vértices o bases topográficas, intentando que su ubicación sea la más idónea para la observación y cálculo. También se ha tenido en cuenta que las bases que componen esta red deben encontrarse fuera del área de influencia de la obra y que deben tener una buena visión hacia los puntos a controlar. La determinación de esta red exterior debe considerarse como una red de apoyo única que requiere máxima precisión en las coordenadas tridimensionales de todos sus vértices situados próximos al puente de L'Assut de L'Or.

Tras el estudio de la zona, la ubicación estimada de las bases de la red topográfica es la siguiente:

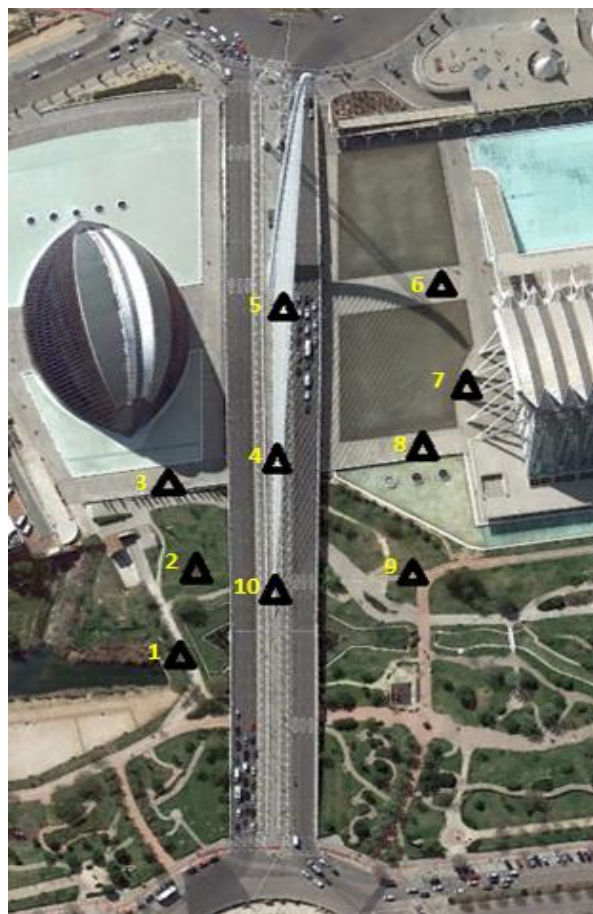


Ilustración 46: Bases topográficas

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

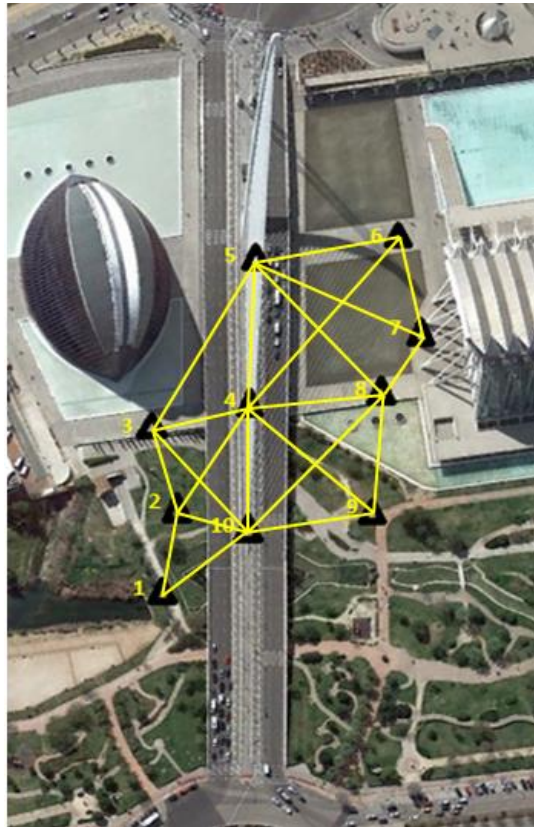


Ilustración 47: Red bases topográficas

Como podemos observar esta disposición de las estaciones de la red se hizo de tal manera que la visión entre las estaciones fuera posible.

En las siguientes imágenes se mostrarán las diferentes visuales de cada estación.

### Punto de estación 1:



Ilustración 48: Visual estación 1

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

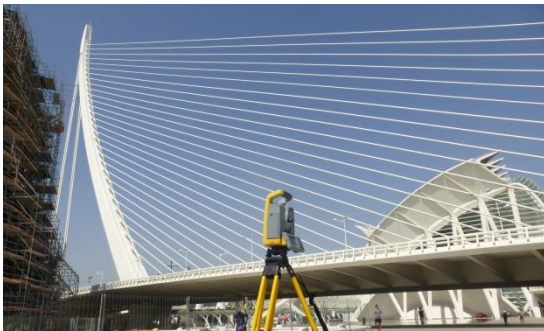
---

Punto de estación 2:



**Ilustración 49: Visual estación 2**

Punto de estación 3:



**Ilustración 50: Visual estación 3**

Punto de estación 4:



**Ilustración 51: Visual estación 4**



# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

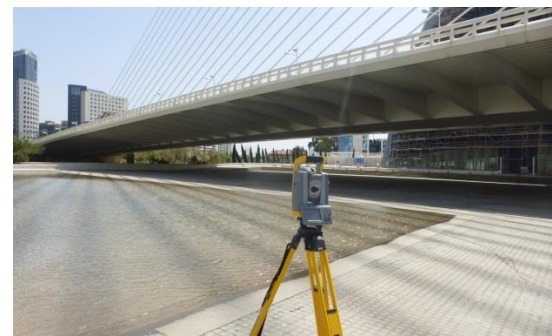
---

## Punto de estación 5:



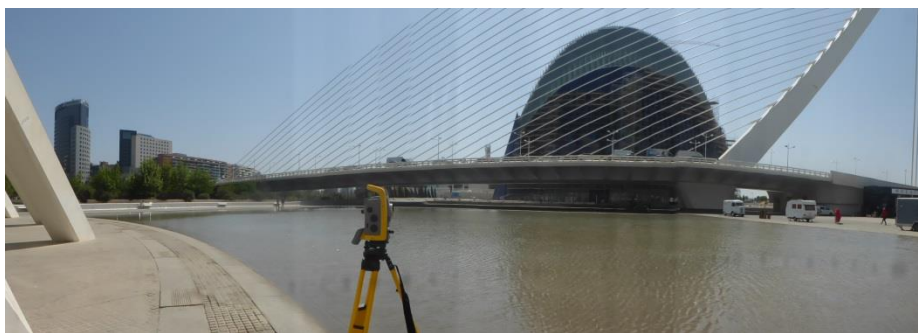
**Ilustración 52: Visual estación 5**

## Punto de estación 6:



**Ilustración 53: Visual estación 6**

## Punto de estación 7:

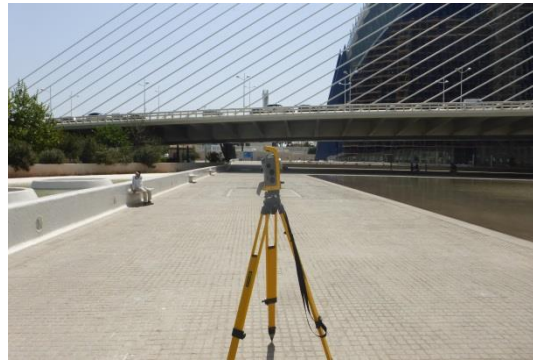


**Ilustración 54: Visual estación 7**

# IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

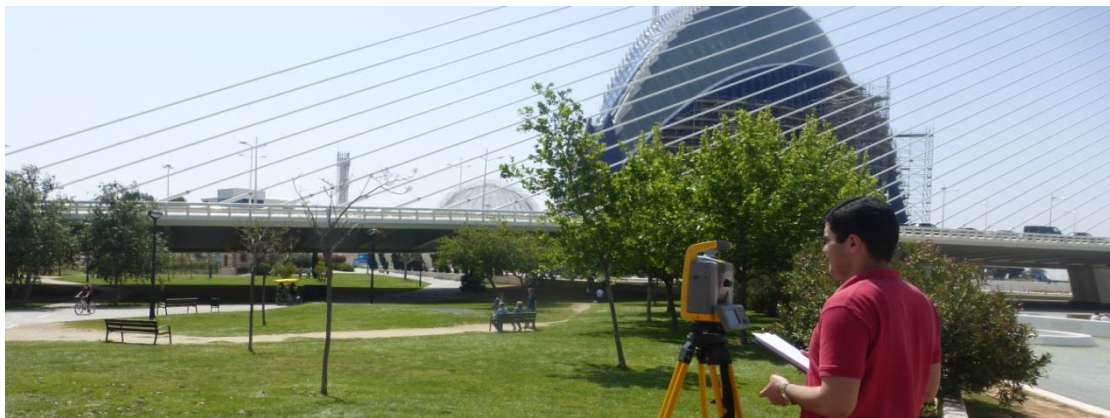
---

Punto de estación 8:



**Ilustración 55: Visual estación 8**

Punto de estación 9:



**Ilustración 56: Visual estación 9**

Punto de estación 10:



## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---



**Ilustración 57: Visual estación 10**

Para poder medir desplazamientos tridimensionales en puentes y otras obras o para replanteos de precisión, se realizan prácticas que pueden simular e introducir en las metodologías necesarias, aún no efectuando la medición con los instrumentos ni con los criterios propios de la alta precisión.

En la observación de campo se procede a cumplir unos objetivos mínimos. Se efectúan varias estaciones desde las que se realizan mediciones que, además de complementar un levantamiento GNSS, permitirán aplicar métodos de intersección inversa e intersección directa propios de los métodos de triangulación. Se trata de aplicar las enseñanzas, a la hora de establecer diversas metodologías, disponiendo de una nueva red externa o marco de referencia de origen geodésico que podría ser similar a la red básica propia de una obra de ingeniería.

En nuestro caso haríamos una observación GNSS de aquellos vértices con cielo abierto que serían todos menos los vértices 4, 5 y 10. Y por topografía clásica los demás vértices. Se les aplicaría un ajuste por mínimos cuadrados.

La primera fase sería una observación topográfica de la red de control para la cual se aconseja por su homogeneidad una red GNSS, pero debido a que tenemos puntos por debajo del tablero del puente, habría que completarla con una red observada por técnicas clásicas, como es la triangulación.

Lo siguiente sería hacer el cálculo y ajuste de las observaciones clásica y GNSS para dotar de unas coordenadas a la red.

El método a emplear para el ajuste mínimo cuadrático de la red topográfica será el método de Observaciones Indirectas o Variación de Coordenadas, ya que nos facilita las correcciones a las coordenadas aproximadas y su precisión.

## **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA**

---

A partir de allí, una vez que tenemos toda la red definida, empezaríamos con la auscultación. Que sería estacionar en un punto, orientar con otro y radiar los puntos del tablero. Pero primeramente hay una primera fase de observación, cálculo y ajuste. Esto sería una observación por método estático.

Estas observaciones podrían llevarse a cabo midiendo de forma continua, con equipos robotizados; o bien, establecer una frecuencia de medidas, que permitiesen la comparación de los valores con los de una primera medición para controlar los posibles movimientos. En este caso, se recomienda la realización de la segunda opción, donde en la medición interviene un técnico, por tratarse de una zona con mucho tránsito peatonal, para proteger la seguridad de la instrumentación.

## **6. CONCLUSIONES**

Una vez finalizado el desarrollo del trabajo se pueden extraer conclusiones atendiendo a distintos aspectos, que acabaran justificando la elaboración del proyecto y el estudio del mismo.

En primer lugar, se ha observado como la calidad y precisión de los equipos de instrumentación topográfica es válida para aplicar sistemas de auscultación. Este hecho es identificativo de la gran evolución que en los últimos años ha sufrido la tecnología de la instrumentación topográfica. Esto se debe a los enormes avances desarrollados en cuanto a la automatización de las medidas, lo que se traduce en un aumento de velocidad de adquisición de datos, factores que se han traducido en una significativa reducción del tiempo empleado en el trabajo de campo y no dependencia de observadores de campo de forma continuada.

Por otro lado, me ha permitido familiarizarme con los trabajos de auscultación, que basados en la comparación de las dimensiones, se podrían ejecutar en tiempo real.

Como valoración final del proyecto, podría concluirse que se han alcanzado los objetivos planteados al comienzo de la planificación del mismo, a pesar de no haber podido realizar mediciones por el riesgo de dejar instrumentos en la zona, pero al menos me ha servido de gran apoyo para la formación adicional a los contenidos cursados durante la carrera.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Cecilia Silió de Luis. (2013). “*Auscultación geodésica de la presa del Besaya, Torrelavega (TFG)*”. Junio 2013, de Universidad de Cantabria, Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía.
- Javier Martínez Cañamares. (2016). “*Sistemas de gestión de puentes*”. Enero 2016, de Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Priego de los Santos, J., & Maestro Cano, I. (2009). “*Instrumentación Y Observaciones Topográficas*”. 2009, Ejercicios.
- Luis Viñuela & José Martínez Salcedo. (2009). “*Pont de l'Assut de l'Or (Puente de Serrería), Valencia*”. Noviembre 2009, de Asociación Española de Ingeniería Estructural.
- Fernando Arancibia. (2013). “*Equipos de Auscultación en Puentes y Carreteras*”. Abril 2013, de Ingeniería y Construcción.
- Cornelio A & Melgarejo F. (2012). “*Estructura de Puentes atirantados*”. Octubre 2012, de Universidad Nacional Experimental Del Táchira.
- García-Asenjo Villamayor, L., Berné Valer, J, L., Ánquela Julián, A, B. (1997) “*Proyectos de redes topográficas de alta precisión*”. 1997, de Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- José Luis Berné, Inge Revhaug, Pascual Garrigues, Luis García-Asenjo, Sergio Baselga, Sergio Navarro. (2008). “*Base de calibración de la Universidad Politécnica de Valencia: descripción y medición*”. 2008, de Congreso Internacional de Ingeniería Geomática y Topografía.
- M. Marchamalo, D. Galán, J. A. Sánchez, R. Martínez. (2011). “*La tecnología DGPS en la construcción: control de movimientos en grandes estructuras*”. Abril-Junio 2011, de Informes de la Construcción.
- Luis Alberto Ramos Alcázar. (2015). “*Auscultación de Presas de Hormigón con Láser Escáner Terrestre y Modelización de las Deformaciones del Parámetro (TESIS DOCTORAL)*”. Octubre 2015, de Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Lidia Farrarons Campdelacreu. (2009). “*Estudio y análisis del trabajo de auscultación de un nuevo modelo de estación total automática*”. Octubre 2009, de Universidad Politécnica de Catalunya, Escola Politécnica Superior d'Edificació de Barcelona.

## IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUSCULTACIÓN EN EL PUENTE DE L'ASSUT DE L'OR EN VALENCIA

---

David Frías Garrido. (2011). “*Control dimensional y reconstrucción de elementos industriales con equipos topográficos monitorizados*”. Junio 2011, de Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topografía.

J.Tebar, J.Oteo, G.Armijo, JL.Arcos, V.Mallada, A.Blanco, D.Martínez. (2014). “*Instrumentación y auscultación en el proyecto y construcción de túneles urbanos*”. Mayo 2014, de AETOS.

Pablo Pérez Vidiella. (2009). “*Optimización del proyecto de auscultación, dirigido al estudio de las deformaciones de un elemento patrimonial, mediante técnicas topográficas clásicas*”. Septiembre 2009, de Laboratorio de documentación geométrica del Patrimonio Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU).

Schwendener HR. (1972). “*Electronic distancers for short-ranges: accuracy and checking procedures*”. 1972, Survey Review 21(164): 273-281.

Sevilla C, García-Asenjo L, Bisbal J. (2008). “*La normalización en el sector del instrumental topográfico*”. 2008, IX Congreso Nacional Top-Cart.

Rüeger JM. (1996). “*Electronic Distance Measurement*”. 1996, de Springer.

Berné JL, Baselga S. (2004). “*First-order design of geodetic networks using the Simulated Annealing method*”. 2004, de Journal of Geodesy 78: 47-54.

### URL's

<https://sintop.wordpress.com/auscultacion/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Termómetro\\_de\\_resistencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Termómetro_de_resistencia)

<http://facingyconst.blogspot.com.es/2013/04/equipos-de-auscultacion-en-puentes-y.html>

<http://puentescolgantesingenieriacivilunet2.blogspot.com.es/2012/10/estructura-de-puentes-atirantados.html>

## **8. ANEXOS**



**ANEXO1**

**ANEXO2**

**ANEXO3**

**ANEXO4**

# ESTACIÓN TOTAL TRIMBLE S6

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Ahora disponible con tecnología **Trimble VISION** para el control robótico por vídeo y documentación de imágenes

**Potente y flexible**, lista para todo

Tecnología **Trimble DR Plus** que ofrece un largo alcance y una precisión superior

Rendimiento inigualable y excelente con **tecnología de servomotor MagDrive**

La seguridad de precisión **SurePoint** corrige automáticamente la puntería del instrumento

## POTENTE Y FLEXIBLE

La estación total Trimble® S6 ofrece la potencia y la flexibilidad que requieren los topógrafos profesionales de la actualidad. Al incluir la tecnología y el conjunto de características más avanzadas de la industria, la estación total Trimble S6 puede satisfacer las cambiantes necesidades de su empresa, por lo que su inversión tendrá un mayor rendimiento.

## TECNOLOGÍA TRIMBLE VISION

La Trimble S6 incluye tecnología Trimble VISION™ opcional, lo que le ofrece la capacidad de ver todo lo que se ve en el instrumento sin tener que volver al trípode. Maneje el levantamiento con imágenes de vídeo en tiempo real en el controlador. Ahora podrá obtener medidas, a prismas o a superficies sin reflexión, de forma remota y con la misma eficacia que logra al apuntar y al hacer clic.

La cámara incorporada integra datos medidos con imágenes de escenas en tiempo real, por lo que podrá verificar el trabajo que ha realizado antes de abandonar el lugar. La documentación fotográfica calibrada proporciona a los clientes resultados en los que saben que pueden confiar.

## TECNOLOGÍA TRIMBLE DR PLUS

La tecnología de medición de alcances Trimble DR Plus™ proporciona un mayor alcance de las mediciones Direct Reflex sin utilizar un prisma, a distancias de alcance excepcionalmente largas. Los objetivos difíciles de alcanzar o inseguros no constituyen un obstáculo para la Estación Total Trimble S6. La tecnología Trimble DR Plus, combinada con la tecnología servoasistida MagDrive™, creará una capacidad inigualable para medidas rápidas y seguras, sin comprometer la precisión.

## TECNOLOGÍA SERVOASISTIDA MAGDRIVE

La Estación Total de Trimble S6 redefine el rendimiento del instrumento topográfico con una integración inigualable de servomotores, sensores de ángulos y tecnología de medición. La avanzada compensación de errores del instrumento proporciona mediciones rápidas y precisas en todo momento. La Estación Total Trimble S6 ofrece una velocidad excepcional gracias a los suaves y silenciosos servomotores MagDrive.

## GARANTÍA DE PRECISIÓN SUREPOINT

La Estación Total Trimble S6 apunta y permanece en el objetivo cuando hace viento y se somete a vibraciones, manipulaciones y movimientos del trípode. La tecnología SurePoint™ de Trimble permite corregir activamente los movimientos no deseados, garantizando una puntería y unas mediciones precisas en todo momento. Reduzca los errores de puntería, evite repetir mediciones costosas y obtenga resultados fiables con SurePoint.

Con su tecnología exclusiva MultiTrack™ y las capacidades de identificación de objetivo, los topógrafos pueden seleccionar el tipo de objetivo - pasivo o activo - que mejor se adapte a las condiciones del lugar trabajo y tener la confianza de que podrán encontrar y fijar el objetivo correcto.

## ELIMINE TIEMPOS DE BÚSQUEDA CON LA LOCALIZACIÓN POR GPS

Con la localización por GPS, la Estación Total Trimble S6 se fija sobre un prisma en unos pocos segundos. Con una tarjeta GPS estándar con receptor Bluetooth o el GNSS topográfico en una configuración Trimble I.S. Rover, la localización GPS utiliza el posicionamiento GPS en el jalón robótico para localizar y readquirir objetivos rápidamente. Con la localización por GPS, la espera para buscar objetivos es una cosa del pasado.

## INTEGRATED SURVEYING

Optimice el uso de los equipos en su camión o furgoneta combinando el GNSS con el jalón robótico en una configuración Trimble I.S. Rover™. Disfrute tomando mediciones GNSS de alto rendimiento con el cielo despejado. En áreas con obstrucciones, la función Trimble Access se ajusta óptimamente para realizar mediciones ópticas. También puede adquirir simultáneamente datos GNSS y ópticos para obtener resultados redundantes. Con Trimble I.S. Rover tendrá la libertad de utilizar la mejor herramienta para las condiciones del lugar del trabajo y optimizar así su productividad.



# TRIMBLE S6 DR PLUS

## RENDIMIENTO

Medición de ángulos

Tipo de sensor . . . . . Codificador absoluto con lectura diamétrica  
 Precisión (Desviación típica según DIN 18723) . . . . . 0,2" (0,6 mgon)  
 3" (1,0 mgon), ó 5" (1,5 mgon)

Lectura de ángulos (cuenta mínima)

Estándar . . . . . 1" (0,3 mgon)  
 Rastreo (seguimiento) . . . . . 0,2" (0,6 mgon)  
 Observaciones medias . . . . . 0,1" (0,03 mgon)

Compensador de nivelación automática

Tipo . . . . . Centered dual-axis  
 Precisión . . . . . 0,5" (0,15 mgon)  
 Rango . . . . . ± 5,4' (±100 mgon)

Medición de distancias

Precisión (RMSE)

Modo Prisma

Estándar . . . . . 2 mm + 2 ppm (0,0065 pies + 2 ppm)  
 Desviación estándar según la norma ISO17123-4 . . . . . 1 mm + 2 ppm (0,003 pies + 2 ppm)  
 Rastreo (seguimiento) . . . . . 4 mm + 2 ppm (0,013 pies + 2 ppm)

Modo DR

Estándar . . . . . 2 mm + 2 ppm (0,0065 pies + 2 ppm)  
 Rastreo (seguimiento) . . . . . 4 mm + 2 ppm (0,013 pies + 2 ppm)

Tiempo de medición

Modo Prisma

Estándar . . . . . 1,2 s  
 Rastreo (seguimiento) . . . . . 0,4 s

Modo DR

Estándar . . . . . 1–5 s  
 Rastreo (seguimiento) . . . . . 0,4 s

Alcance

Modo Prisma (bajo condiciones despejadas estándar<sup>1-2</sup>)

1 prisma . . . . . 2500 m (8202 pies)  
 1 prisma modo Largo alcance . . . . . 5500 m (18,044 pies) (alcance máx.)  
 Alcance más corto . . . . . 0,2 m (0,65 pies)

Modo DR

	Bueno (Buena visibilidad, luz ambiental baja)	Normal (Visibilidad normal, luz de sol moderada, cierto nivel de resplandor térmico)	Difícil (Calima, objeto en luz solar directa, turbulencia)
<b>Tarjeta blanca (90% reflectante)<sup>3</sup></b>	1.300 m (4.265 pies)	1.300 m (4.265 pies)	1.200 m (3.937 pies)
<b>Tarjeta gris (18% reflectante)<sup>3</sup></b>	600 m (1.969 pies)	600 m (1.969 pies)	550 m (1.804 pies)

Alcance más corto . . . . . 1 m (3,28 pies)

Alcances DR (típico)

Hormigón . . . . . 600–800 m (1968–2624 pies)  
 Construcción de madera . . . . . 400–800 m (1312–2624 pies)  
 Construcción metálica . . . . . 400–500 m (1312–1640 pies)  
 Rocas claras . . . . . 400–600 m (1312–1968 pies)  
 Rocas oscuras . . . . . 300–400 m (984–1312 pies)  
 Lámina reflexiva de 20 mm . . . . . 1000 m (3280 pies)

Modo de alcance extendido DR

Tarjeta blanca (90% reflectante)<sup>3</sup> . . . . . 2000–2200 m  
 Tarjeta gris (18% reflectante)<sup>3</sup> . . . . . 900–1000 m  
 Precisión . . . . . 10 mm + 2 ppm (0,033 pies + 2 ppm)

Cámara

Chip . . . . . Sensor de imágenes digitales en color  
 Resolución . . . . . 2048 x 1536 píxeles  
 Longitud focal . . . . . 23 mm (0,07 pies)  
 Profundidad del campo . . . . . 3 m al infinito (9,84 pies al infinito)  
 Campo visual . . . . . 16,5° x 12,3° (18,3 gon x 13,7 gon)  
 Digital zoom . . . . . 4-step (1x, 2x, 4x, 8x)  
 Exposure . . . . . Automatic  
 Brightness . . . . . User-definable  
 Zoom digital . . . . . 4 incrementos (1x, 2x, 4x, 8x)  
 Exposición . . . . . Automática  
 Brillo . . . . . Definido por el usuario  
 Contraste . . . . . Definido por el usuario  
 Almacenamiento de imágenes . . . . . Hasta 2048 x 1536 píxeles  
 Formato de archivo . . . . . JPEG

# ESPECIFICACIONES GENERALES

## EDM SPECIFICATIONS

Light source	Pulsed laserdiode 905 nm, Laser class 1
Laser pointer coaxial (standard)	Laser class 2
Beam divergence	
Horizontal	4 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Vertical	8 cm/100 m (0.26 ft/328 ft)
Atmospheric correction	-130 ppm to 160 ppm continuously

Nivelación	
Nivel esférico en plataforma nivelante	8'2 mm (8'0,007 pies)
Sistema servoasistido	Tecnología servoasistida MagDrive, sensor angular servoasistido, control electromagnético directo
Velocidad de rotación	115 grados/s (128 gon/s)
Tiempo de rotación de Cara 1 (CD) a Cara 2 (CI)	2,6 s
Tiempo de posicionamiento 180 grados (200 gon)	2,6 s
Tornillos de bloqueo y movimientos lentos	Servocontrol, ajuste fino sin fin
Centrado	
Sistema de centrado	3 pines de Trimble
Plomada óptica	Plomada óptica incorporada
Aumentos/distancia de enfoque más corta	2,3x/0,5 m (1,6 pies) al infinito
Telescopio	
Aumentos	30x
Apertura	40 mm (1,57 pulg)
Campo visual en 100 m (328 pies)	2,6 m en 100 m (8,5 pies en 328 pies)
Distancia de enfoque más corta	1,5 m (4,92 pies) al infinito
Cruz filar iluminada	Variable (10 pasos)
Tracklight incorporado	No disponible en todos los modelos
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)
Resistente al polvo e impermeable	Según estándar IP55
Fuente de alimentación	
Batería interna	Batería Li-ion recargable de 11,1 V, 5,0 Ah
Tiempo de funcionamiento <sup>4</sup>	
Con una batería interna	Aprox. 6,5 horas
Con tres baterías internas en un adaptador para batería múltiple	Aprox. 20 horas
Soporte robótico con una batería interna	13,5 horas
Tiempo de funcionamiento con vídeo robótico <sup>4</sup>	
Una batería	5,5 horas
Tres baterías en el adaptador de batería múltiple	17 horas
Peso	
Instrumento (servoasistido/Autolock)	5,15 kg (11,35 lb)
Instrumento (Robótico)	5,25 kg (11,57 lb)
Controlador Trimble CU	0,4 kg (0,88 lb)
Plataforma nivelante	0,7 kg (1,54 lb)
Batería interna	0,35 kg (0,77 lb)
Altura del eje de muñones	196 mm (7,71 pulg)
Comunicación	USB, en serie, Bluetooth <sup>®5</sup>
Seguridad	Protección con contraseña de doble capa: disponible en algunos modelos

# TRIMBLE S6 TOTAL STATION

## TOPOGRAFÍA ROBÓTICA

Alcance robótico y Autolock <sup>2</sup>	
Prismas pasivos . . . . .	500–700 m (1.640–2.297 pies)
Objetivo Trimble MultiTrack . . . . .	800 m (2.625 pies)
Precisión de puntería Autolock a 200 m (656 pies) (Desviación típica) <sup>2</sup>	
Prismas pasivos . . . . .	<2 mm (0,007 pies)
Objetivo Trimble MultiTrack . . . . .	<2 mm (0,007 pies)
Distancia de búsqueda más corta . . . . .	0,2 m (0,65 pies)
Lectura de ángulo (cuenta mínima)	
Estándar . . . . .	1" (0,3 mgon)
Rastreo (seguimiento) . . . . .	2" (0,6 mgon)
Observaciones medias . . . . .	0,1" (0,03 mgon)
Tipo de radio interna/externa . . . . .	Radio de 2,4 GHz de amplio espectro por saltos de frecuencia
Tiempo de búsqueda (típico) <sup>6</sup> . . . . .	2–10 s

## GPS SEARCH/GEOLOCK CON EL OBJETIVO TRIMBLE MULTITRACK

GPS Search/GeoLock . . . . .	360 grados (400 gon) o ventana de búsqueda horizontal y vertical definida
Tiempo de adquisición de solución <sup>7</sup> . . . . .	15–30 s
Tiempo de readquisición del objetivo . . . . .	<3 s
Alcance . . . . .	Límites del alcance Autolock y robótico

- 1 Estándar clara: Sin niebla. Cuando está nublado o cuando hay luz solar moderada con poco resplandor.
- 2 La distancia y la precisión dependen de las condiciones atmosféricas, del tamaño de los prismas y de la radiación de fondo.
- 3 Tarjeta Kodak Gray, número de catálogo E1527795.
- 4 La capacidad a –20 °C (–5 °F) es del 75% de la capacidad a +20 °C (68 °F).
- 5 Las autorizaciones Bluetooth son específicas de cada país. Póngase en contacto con su Distribuidor autorizado de Trimble para obtener más información.
- 6 Según el tamaño seleccionado de la ventana de localización.
- 7 El tiempo de adquisición de la solución depende de la geometría de la solución y la calidad de la precisión GPS.

© 2005–2013, Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Trimble, the Globe & Triangle logo and Autolock are trademarks of Trimble Navigation Limited registered in the United States and in other countries. DR Plus, MagDrive, MultiTrack, SurePoint, and Trimble Survey Controller are trademarks of Trimble Navigation Limited. The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Trimble Navigation Limited is under license. All other trademarks are the property of their respective owners. PN 022543-098L-ESP (06/13)



Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

### AMÉRICA DEL NORTE

Trimble Navigation Limited  
10368 Westmoor Drive  
Westminster CO 80021  
EE.UU.

### EUROPA

Trimble Germany GmbH  
Am Prime Parc 11  
65479 Raunheim  
ALEMANIA

### ASIA-PACÍFICO

Trimble Navigation  
Singapore Pty Limited  
80 Marine Parade Road  
#22-06, Parkway Parade  
Singapore 449269  
SINGAPUR

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO TRIMBLE





# TRIMBLE S8 TOTAL STATION

## KEY FEATURES

**Trimble VISION** video-assisted robotic measurement

**Visual verification** with data overlay and photo documentation

**Trimble DR Plus** for longer range and fewer setups

**Specialized configuration options available**

## THE POWER TO EXCEL

Delivering major workflow innovations for both typical surveying and specialized applications, you now have the power to redefine your performance potential.

## ADVANCED SURVEYING PERFORMANCE

For typical survey tasks, choose the 1" angle accuracy and exceptional EDM range of Trimble DR Plus™. Extend your reach on the job for increased production from fewer setups.

Trimble Business Center office software provides a complete range of processing and analysis tools. Together with the Trimble S8, you have the most comprehensive solution for general surveying available today.

- **Video-Assisted Control**

Trimble VISION™ gives you the power to see everything the instrument sees without a trip back to the tripod. Direct your survey with live video images on the controller. Now you are free to capture measurements, to prism or reflectorless surfaces, with point-and-click efficiency.

- **Visual Verification**

The on-board camera integrates surveyed data with the live scene image, so you can verify the work that you've done before leaving the job. Calibrated photo documentation provides customers with deliverables they know they can trust.

## UNSURPASSED TOTAL STATION TECHNOLOGY

Trimble MagDrive™ Servo Technology provides for exceptional speed and accuracy with smooth, silent operation.

Trimble SurePoint™ Technology ensures accurate measurements by automatically correcting for unwanted movement due to wind, sinkage, and other factors.

## SPECIALIZED ENGINEERING APPLICATIONS

For precision-build applications, you need a measurement solution with optimal speed, accuracy and reliability. Combine the Trimble DR HP Precision EDM with your choice of angular accuracies and Trimble VISION or Long Range FineLock and you have the flexibility to tackle the most demanding projects.

Specialized modules in Trimble Access™ software such as Tunnels, Monitoring, or Mines provide dedicated workflows. Trimble 4D Control™ provides a comprehensive solution for the management of monitoring projects—both real time and post-processed—to rapidly detect critical structural movements.

- **Trimble FineLock™ Technology**

Detect targets without interference from surrounding prisms for high precision applications in close quarters such as rail alignment, deformation monitoring, and tunneling applications. The Trimble Long-Range FineLock option extends this functionality to 2500 m with 1 cm accuracy.

## OTHER ENGINEERING-SPECIFIC FEATURES

- Visually mark points, at greater range, in tunnels or underground mines with the Class 3R Laser Pointer.
- **Automatic Servo Focus** sets the optical focus for quick manual aiming when monitoring points in DR mode – with Trimble Access.
- Silent, frictionless movement ensures unobtrusive operation in urban or residential settings.



## TRIMBLE S8 CONFIGURATION OPTIONS

EDM	Servo Control	Angle Accuracy	Hardware Options	FineLock
DR HP	Servo only	0.5" or 1"	Tracklight	
	Robotic, Autolock	0.5" or 1"	Tracklight	o
			Trimble VISION	•
		1"	Long Range FineLock	•
			3R Laser Pointer	•
DR Plus	Robotic Only	1"	Trimble VISION	o
	Robotic, Autolock	1"	Long Range FineLock	•

KEY: • = Included    o = optional

# GENERAL SPECIFICATIONS

## PERFORMANCE (DR PLUS)

Angle measurement accuracy (Standard deviation based on DIN 18723) . . . . . 1" (0.3 mgon)  
 Angle display (least count) . . . . . 0.1" (0.01 mgon)  
 Sensor type. . . . . Absolute encoder with diametrical reading  
 Other distance measurement  
 Accuracy (RMSE)  
   Prism mode  
     Standard . . . . . 2 mm + 2 ppm (0.0065 ft + 2 ppm)  
       Standard deviation according to ISO17123-4 . . . . . 1 mm + 2 ppm (0.003 ft + 2 ppm)  
     Tracking . . . . . 4 mm + 2 ppm (0.013 ft + 2 ppm)  
   DR mode  
     Standard . . . . . 2 mm + 2 ppm (0.0065 ft + 2 ppm)  
     Tracking . . . . . 4 mm + 2 ppm (0.013 ft + 2 ppm)  
 Measuring time  
   Prism mode  
     Standard . . . . . 1.2 s  
     Tracking . . . . . 0.4 s  
   DR mode  
     Standard . . . . . 1–5 s  
     Tracking . . . . . 0.4 s  
 Range  
   Prism mode (under standard clear conditions<sup>1-2</sup>)  
     1 prism . . . . . 2,500 m (8,202 ft)  
     1 prism Long Range mode . . . . . 5,500 m (18,044 ft) (max. range)  
     Shortest range . . . . . 0.2 m (0.65 ft)

### DR mode

	<b>Good</b> (Good visibility, low ambient light)	<b>Normal</b> (Normal visibility, moderate sunlight, some heat shimmer)	<b>Difficult</b> (Haze, object in direct sunlight, turbulence)
<b>White card (90% reflective)<sup>3</sup></b>	1,300 m (4,265 ft)	1,300 m (4,265 ft)	1,200 m (3,937 ft)
<b>Gray card (18% reflective)<sup>3</sup></b>	600 m (1,969 ft)	600 m (1,969 ft)	550 m (1,804 ft)

Shortest range . . . . . 1 m (3.28 ft)  
 DR Ranges (typically)  
   Concrete . . . . . 600 m–800 m (1968 ft–2624 ft)  
   Wood construction . . . . . 400 m–800 m (1312 ft–2624 ft)  
   Metal construction . . . . . 400 m–500 m (1312 ft–1640 ft)  
   Light rock . . . . . 400 m–600 m (1312 ft–1968 ft)  
   Dark rock . . . . . 300 m–400 m (984 ft–1312 ft)  
   Reflective foil 20 mm . . . . . 1000 m (3280 ft)  
 DR Extended Range Mode  
   White Card (90% reflective)<sup>3</sup> . . . . . 2000 m–2200 m  
   Gray Card (18% reflective)<sup>3</sup> . . . . . 900 m–1000 m  
   Accuracy . . . . . 10 mm + 2 ppm (0.033 ft + 2 ppm)  
 Camera (also available as an option in the DR High Precision version)  
   Chip . . . . . Color Digital Image Sensor  
   Resolution . . . . . 2048 x 1536 pixels  
   Focal length . . . . . 23 mm (0.07 ft)  
   Depth of field . . . . . 3 m to infinity (9.84 ft to infinity)  
   Field of view . . . . . 16.5° x 12.3° (18.3 gon x 13.7 gon)  
   Digital zoom . . . . . 4-step (1x, 2x, 4x, 8x)  
   Exposure . . . . . Automatic  
   Brightness . . . . . User-definable  
   Contrast . . . . . User-definable  
   Image storage . . . . . Up to 2048 x 1536 pixels  
   File format . . . . . JPEG

# GENERAL SPECIFICATIONS

## EDM SPECIFICATIONS (DR PLUS)

Light source	Pulsed Laser diode 905 nm; Laser class 1
Laser pointer coaxial	Laser class 2
Beam divergence Prism mode	
Horizontal	4 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Vertical	8 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Beam divergence DR mode	
Horizontal	4 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Vertical	8 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Atmospheric correction	-130 ppm to 160 ppm continuously

## PERFORMANCE (DR HP)

Angle measurement accuracy (standard deviation based on DIN 18723)	0.5" (0.15 mgon) or 1" (0.3 mgon)
Angle display (least count)	0.1" (0.01 mgon)
Distance measurement Accuracy (RMSE)	
Prism mode	
Standard	1 mm + 1 ppm (0.003 ft + 1 ppm)
Standard deviation according to ISO17123-4	0.8 mm + 1 ppm (0.0026 ft + 1 ppm)
Tracking	5 mm + 2 ppm (0.016 ft + 2 ppm)
DR mode	
Standard measurement	3 mm + 2 ppm (0.01 ft + 2 ppm)
Tracking	10 mm + 2 ppm (0.032 ft + 2 ppm)
Measuring time	
Prism mode	
Standard	2.5 s
Tracking	0.4 s
Averaged observations	2.5 s per measurement
DR mode	
Standard	3-15 s
Tracking	0.4 s
Range (under standard clear conditions <sup>1,2</sup> )	
Prism mode	
1 prism	3,000 m (9,800 ft)
1 prism Long Range mode	5,000 m (16,400 ft)
3 prism Long Range mode	7,000 m (23,000 ft)
Shortest range	1.5 m (4.9 ft)

### DR mode

	Good (Good visibility, low ambient light)	Normal (Normal visibility, moderate sunlight, some heat shimmer)	Difficult (Haze, object in direct sunlight, turbulence)
White card (90% reflective) <sup>3</sup>	>150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	70 m (229 ft)
Gray card (18% reflective) <sup>3</sup>	>120 m (394 ft)	120 m (394 ft)	50 m (164 ft)

Shortest range . . . . . 1.5 m (4.9 ft)  
 Camera (see DR Plus page for specifications)

## EDM SPECIFICATIONS (DR HP)

Light source	Laser diode 660 nm; Laser class 1 in Prism mode Laser class 2 in DR mode
Laser pointer coaxial (standard)	Laser class 2
Laser pointer non-coaxial (not available in all models)	Laser class 3R
Beam divergence Prism mode	
Horizontal	4 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Vertical	4 cm/100 m (0.13 ft/328 ft)
Beam divergence DR mode	
Horizontal	2 cm/50 m (0.066 ft/164 ft)
Vertical	2 cm/50 m (0.066 ft/164 ft)
Atmospheric correction	-130 ppm to 160 ppm continuously

# GENERAL SPECIFICATIONS

## GENERAL SPECIFICATIONS (DR PLUS AND DR HP)

Leveling	
Circular level in tribrach	8/2 mm (8/0.007 ft)
Automatic level compensator	
Type	Centered dual-axis
Accuracy	0.5" (0.15 mgon)
Range	±5.4' (±100 mgon)
Servo system	
	MagDrive servo technology, integrated servo/angle sensor; electromagnetic direct drive
Rotation speed	
Rotation time Face 1 to Face 2	2.6 s
Positioning speed 180 degrees (200 gon)	2.6 s
Clamps and slow motions	
	Servo-driven, endless fine adjustment
Centering	
Centering system	Trimble 3-pin
Optical plummet	Built-in optical plummet
Magnification/shortest focusing distance	
	2.3x/0.5 m to infinity (1.6 ft to infinity)
Telescope	
Magnification	30x
Aperture	40 mm (1.57 in)
Field of view at 100 m (328 ft)	2.6 m at 100 m (8.5 ft at 328 ft)
Shortest focusing distance	1.5 m (4.92 ft) to infinity
Illuminated crosshair	Variable (10 steps)
Autofocus	
	Standard
Tracklight built in	
	Not available in all models
Operating temperature	
	-20° C to +50° C (-4° F to +122° F)
Dust and water proofing	
	IP55
Humidity	
	100% condensing
Power supply	
Internal battery	
	Rechargeable Li-Ion battery 11.1 V, 5.0 Ah
Operating time <sup>4</sup>	
One internal battery	Approx. 6.5 hours
Three internal batteries in multi-battery adapter	Approx. 18 hours
Robotic holder with one internal battery	13.5 hours
Operating time with video robotic <sup>4</sup>	
One battery	5.5 hours
Three batteries in multi-battery adapter	17 hours
Weight	
Instrument (Servo/Autolock <sup>®</sup> )	5.15 kg (11.35 lb)
Instrument (Robotic)	5.25 kg (11.57 lb)
Trimble CU controller	0.4 kg (0.88 lb)
Tribrach	0.7 kg (1.54 lb)
Internal battery	0.35 kg (0.77 lb)
Trunnion axis height	196 mm (7.71 in)
Communication	
	USB, Serial, Bluetooth <sup>®5</sup>
Security	
	Dual-layer password protection

## ROBOTIC SURVEYING

Autolock and Robotic range <sup>2</sup>	
Passive prisms	500–700 m (1,640–2,297 ft)
Trimble MultiTrack Target	800 m (2,625 ft)
Autolock pointing precision at 200 m (656 ft) (standard deviation) <sup>2</sup>	
Passive prisms	<2 mm (0.007 ft)
Trimble MultiTrack™ Target	<2 mm (0.007 ft)
Shortest search distance	
	0.2 m (.65 ft)
Search time (typical) <sup>6</sup>	
	2–10 s

## FINELOCK

Available on Autolock and Robotic versions	
Pointing precision at 300 m (980 ft)	
(standard deviation) <sup>2</sup>	<1 mm (0.003 ft)
Range to passive prisms (min–max) <sup>2</sup>	
	20 m–700 m (64 ft–2,297 ft)
Minimum spacing between prisms	
at 200 m (656 ft)	0.8 m (2.625 ft)
Long Range (not available in all models)	
Pointing precision at 2,500 m (8,200 ft)	
(standard deviation) <sup>2</sup>	<10 mm (0.039 ft)
Range to passive prisms (min.–max.) <sup>2,7</sup>	
	20 m–2,500 m (64 ft–8,200 ft)
Minimum spacing between prisms	
at 2,500 m (8,200 ft)	<10.0 m (32.808 ft)

## GPS SEARCH/GEOLOCK WITH TRIMBLE MULTITRACK TARGET

GPS Search/GeoLock	360 degrees (400 gon)
	or defined horizontal and vertical search window
Solution acquisition time	
	15–30 s <sup>8</sup>
Target re-acquisition time	
	<3 s
Range	
	Autolock and Robotic range limits

1 Standard clear: No haze. Overcast or moderate sunlight with very light heat shimmer.  
 2 Range and accuracy depend on atmospheric conditions, size of prisms and background radiation.  
 3 Kodak Gray Card, Catalog number E1527795.  
 4 The capacity in -20 °C (-5 °F) is 75% of the capacity at +20 °C (68 °F).  
 5 Bluetooth type approvals are country specific. Contact your local Trimble Authorized Distribution Partner for more information.  
 6 Dependent on selected size of search window.  
 7 Uses a combination of Standard and Long Range FineLock.  
 8 Solution acquisition time is dependent upon solution geometry and GPS position quality.

© 2007–2015, Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Trimble, the Globe & Triangle logo, and Autolock are trademarks of Trimble Navigation Limited, registered in the United States and in other countries. 4D Control, Access, FineLock, MagDrive, MultiTrack, SurePoint, and VISION are trademarks of Trimble Navigation Limited. The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Trimble Navigation Limited is under license. All other trademarks are the property of their respective owners. PN 022543-410H (01/15)



Specifications subject to change without notice.



TRIMBLE AUTHORIZED DISTRIBUTION PARTNER

### NORTH AMERICA

Trimble Navigation Limited  
 10368 Westmoor Dr  
 Westminster CO 80021  
 USA

### EUROPE

Trimble Germany GmbH  
 Am Prime Parc 11  
 65479 Raunheim  
 GERMANY

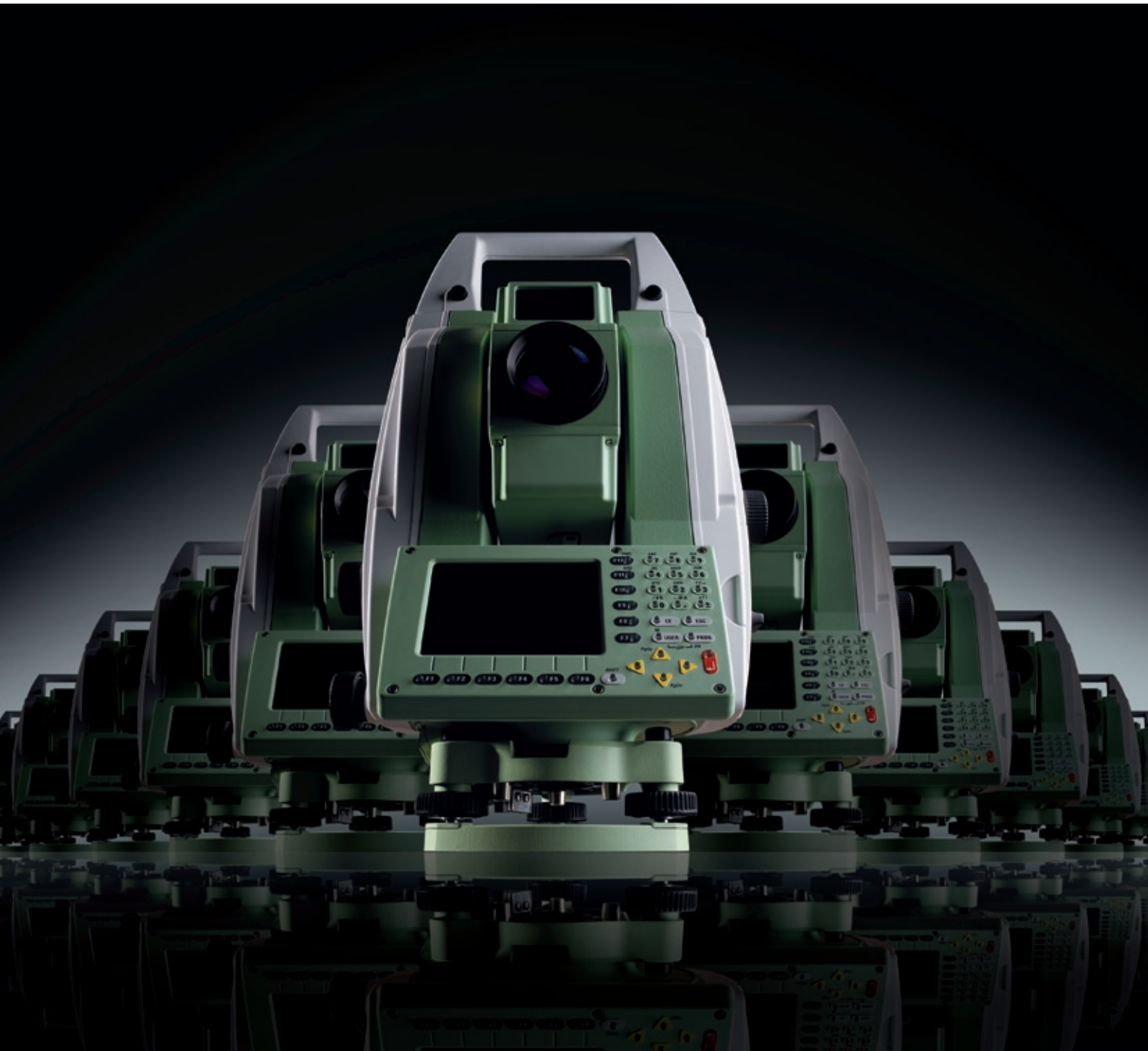
### ASIA-PACIFIC

Trimble Navigation  
 Singapore Pty Limited  
 80 Marine Parade Road  
 #22-06, Parkway Parade  
 Singapore 449269  
 SINGAPORE



# Leica TS30

## Liga de campeones



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

**Leica TS30**

**Cuando las situaciones comprometidas simplemente no existen**



La nueva estación total Leica TS30 es única. Esta estación total redefine la precisión topográfica, ofreciendo una precisión y calidad incomparables. Los topógrafos no volverán a verse comprometidos en tareas exigentes, la Leica TS30 está lista para cualquier desafío.

**Cuando sólo es aceptable una precisión de 0,5".**

Todo comenzó hace más de 75 años con el teodolito de precisión Wild T3 que asombró al mundo de la topografía con medidas sumamente precisas. Ahora, cuatro generaciones más tarde, Leica Geosystems sigue definiendo los valores de precisión y calidad. La última generación de campeones, la Leica TS30 ha alcanzado la cima. Generaciones de topógrafos han confiado en la precisión y calidad de Leica Geosystems, ahora es el momento de impulsar esta confianza a un nivel superior.

**¡Póngase en marcha y mida!**





# Leica TS30

## Orgullosos de la precisión

Los topógrafos están orgullosos de la precisión. La Leica TS30 ofrece un rendimiento impresionante en tareas concretas. Pero lo importante es ser un campeón combinando mediciones de ángulos, medición de distancias, reconocimiento automático del prisma y motorización. La precisión de la Leica TS30 pertenece a una categoría superior, un verdadero aliado para los topógrafos.

### Precisión de la Leica TS30 – los hechos:



■ Precisión angular – 0,5"



■ Precisión EDM Pinpoint  
0,6 mm + 1 ppm a prisma  
2 mm + 2 ppm a cualquier superficie



■ Precisión del Reconocimiento Automático del Prisma (ATR)– 1"

Imagínese las posibilidades.

# Leica TS30

## Rendimiento que cuenta

Alcanzar tanto un gran rendimiento como una gran precisión es un reto. La Leica TS30 consigue un nuevo nivel de rendimiento, a través del cual la precisión topográfica puede alcanzarse fácilmente a pesar de los requerimientos del proyecto.



### El mejor seguimiento dinámico del mundo

Para obtener la máxima aceleración y velocidad, con un nivel óptimo de exactitud, en casi todas las condiciones dinámicas posibles, se ha desarrollado la nueva tecnología direct drive piezo eléctrica. Esta nueva tecnología permite a los topógrafos beneficiarse de la mayor productividad en el seguimiento dinámico. Además, la tecnología piezo eléctrica asegura la mayor operatividad, con el menor consumo y el mínimo mantenimiento.



### Buscar-Bloquear-Medir

Para unas mediciones óptimas se requiere una armonía total entre todas las funciones del instrumento. La Leica TS30 proporciona una combinación perfecta de medición angular, medición de distancias, reconocimiento automático del prisma y motorización. Cada sensor individual ha sido desarrollado bajo estrictas normas para garantizar la mayor exactitud durante las mediciones, algo que beneficia a cualquier topógrafo.



### Durabilidad entre mantenimientos

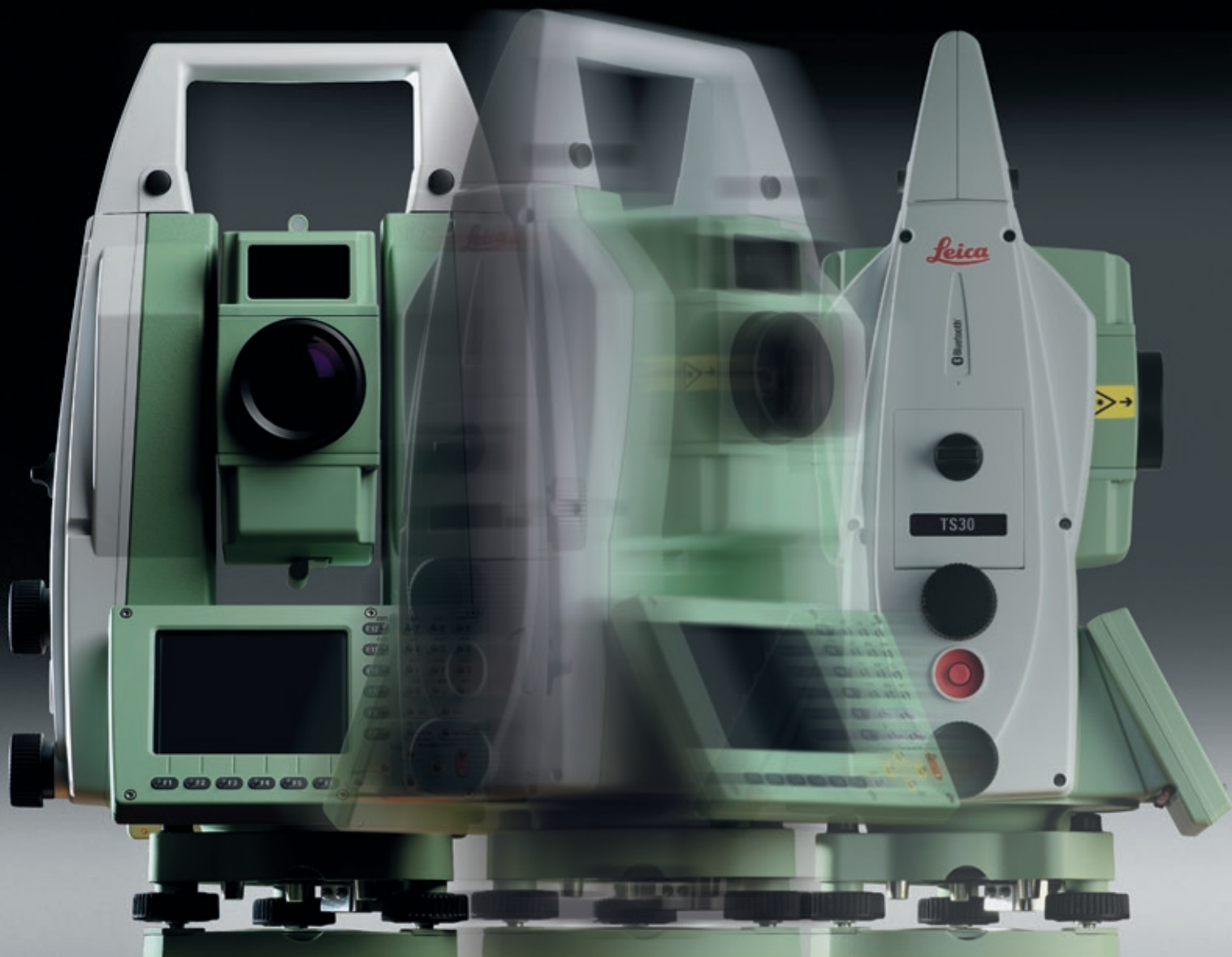
La calidad no es sólo nuestra aspiración, sino nuestra obligación. Este es el resultado de más de 200 años de tradición y de constantes innovaciones e investigaciones. La Leica TS30 está diseñada para resistir el uso más duro, en los ambientes más extremos. Funciona en todas partes, en un amplio rango de temperaturas y está protegida contra el viento, lluvia, arena y polvo. La TS30 está operativa durante largos períodos de tiempo, sin desgaste. La durabilidad del servicio y los bajos costes de mantenimiento aseguran la máxima productividad.



### SmartWorx

Leica SmartWorx proporciona un paquete de software de una inigualable sencillez. No importa la complejidad de la aplicación, SmartWorx tiene la función de completar la tarea fácilmente. Con idéntico manejo, los usuarios pueden cambiar sin esfuerzo de modo estación total a modo GNSS. Se garantiza un flujo de datos continuo entre el SmartWorx y el software para PC Leica Geo Office, así como con los demás paquetes de software para las rutinas de importación y exportación.

Rendimiento excepcional – tal y como se espera del mejor – la Leica TS30.



# Leica TS30

## Un equipo vencedor

Los usuarios de la Leica TS30 se benefician de mucho más que de una simple estación total. Ya que, en realidad, la Leica TS30 es integrante de la mayor gama de soluciones para una topografía de precisión. La Leica TS30 ofrece una flexibilidad ilimitada y plena compatibilidad con el programa de accesorios System 1200.



### Topografía automatizada para un solo operador

Con el exclusivo y patentado prisma de 360°, la Leica TS30 puede manejarse en modo robótico por una sola persona desde una ergonómica unidad de control.

Un vencedor, con o sin GNSS.



### Opción GNSS

Equipada con una antena GNSS a prueba de futuro, la Leica TS30 SmartStation ofrece coordenadas para estacionamientos inmediatos. Además, el uso combinado de la antena GNSS y del prisma acelera los procesos de posicionamiento y orientación. La Leica TS30 es perfectamente compatible con GNSS para una productividad aún mayor.

# Leica TS30

## Especificaciones sin igual

<b>Medición angular</b>		
Precisión <sup>1</sup>	Hz, V	0,5" (0,15 mgon)
	Resolución pantalla	0,01" (0,01 mgon)
	Método	Absoluto, continuo, cuádruple
<b>Medición de distancias (con prisma)</b>		
Alcance	Prisma circular (GPR1)	3500 m
	Prisma 360° (GRZ4)	1500 m
	Diana reflectante (60 mm x 60 mm)	250 m
Precisión <sup>2</sup> /Tiempo de medición a prisma	Precisa <sup>3</sup>	0,6 mm + 1 ppm / / típ. 7 s
	Estándar	1 mm + 1 ppm / típ. 2,4 s
Precisión <sup>2, 4, 5</sup> /Tiempo de medición a diana reflectante		1 mm + 1 ppm / típ. 7 s
Método	Análisis basado en mediciones de desplazamiento de fase (coaxial, láser rojo visible)	
<b>Medición de distancias (sin prisma)</b>		
Alcance <sup>6</sup>		1000 m
Precisión <sup>2, 7</sup> /Tiempo de medición		2 mm+2 ppm / típ. 3 s
Tamaño de punto láser	a 30 m / a 50 m	7 mm x 10 mm / 8 mm x 20 mm
Método	Análisis basado en mediciones de desplazamiento de fase (coaxial, láser rojo visible)	
<b>Motorizada</b>		
Máxima aceleración y velocidad	Máxima aceleración	400 gon (360°) / s <sup>2</sup>
	Velocidad de giro	200 gon (180°) / s
	Tiempo para vuelta de campana	2,9 s
	T. de posicionamiento para 200 gon	2,3 s
Método	Direct drives basado en tecnología piezo eléctrica	
<b>Reconocimiento automático del prisma (ATR)</b>		
Alcance modo ATR / modo LOCK	Prisma circular (GPR1)	1000 m / 800 m
	Prisma de 360° (GRZ4, GRZ122)	800 m / 600 m
Precisión <sup>1</sup> /Tiempo de medición	Precisión angular ATR Hz, V	1"
	Precisión posicionamiento de base	±1 mm
	Precisión de puntería a 1000 m	±2 mm
	Tiempo de medición (GPR1)	3 - 4 s
Método	Procesamiento de imagen digital	
<b>Potencia de búsqueda (PS)</b>		
Alcance <sup>5, 8</sup>	Prisma de 360° (GRZ4, GRZ122)	300 m
Tiempo de búsqueda <sup>9</sup>	Típica	5 s
Método	Procesamiento digital de la señal (láser rotatorio en abanico)	
<b>General</b>		
Anteojos	Aumento	30 x
	Alcance del enfoque	1,7 m a infinito
Pantalla y teclado	Pantalla	¼ VGA, color, táctil, ambas caras
	Teclado	34 teclas, iluminado
Registro de datos	Memoria interna	256 MB
	Tarjeta de memoria	Tarjeta CompactFlash 256 MB ó 1 GB
	Interfaz	RS232, Bluetooth® inalámbrico
Manejo	Tres tornillos sin fin	Para manejo por una o por dos manos
	Tecla definible por el usuario	Tecla gatillo de alta precisión para mediciones manuales de alta precisión
	Luz de guiado electrónico	Para estacionamientos guiados
Alimentación	Batería interna (GEB241)	ión-litio
	Tiempo de funcionamiento	9 h
	Potencia consumo modo Standby	típ. 5,9 W
Peso	Estación total incluido GEB241	7,6 kg
Requerimientos medioambientales	Temperatura de funcionamiento	-20° C a +50° C (-4° F a +122° F)
	Polvo / Agua (IEC 60529)	IP54
	Humedad	95%, sin condensación

<sup>1</sup> Desviación estándar ISO-17123-3

<sup>2</sup> Desviación estándar ISO-17123-4

<sup>3</sup> Nublado, sin bruma, visibilidad de 40 km, sin reflejos por el calor, alcance hasta 1000 m, prisma GPH1P

<sup>4</sup> Distancia > 10 m

<sup>5</sup> Objeto perfectamente alineado al instrumento

<sup>6</sup> Objeto a la sombra, cielo nublado, tarjeta Kodak Gris (90% reflectante)

<sup>7</sup> Distancia > 500 m 4 mm+2 ppm

<sup>8</sup> Condiciones atmosféricas medias

<sup>9</sup> Dependiendo del alcance al objetivo

Imagínese el valor interno.



Siempre que quiera medir un rascacielos o un túnel, controlar los movimientos de la ladera de un volcán o cualquier punto en una obra, necesitará datos fiables. Leica Geosystems ofrece una gama completa de soluciones para la topografía de precisión que proporciona una exactitud sin precedentes, calidad y rendimiento. Con Leica Geosystems ninguna tarea es demasiado exigente, impulse su imaginación hacia el éxito.

Nuestros clientes se benefician de un servicio y soporte que trasciende zonas geográficas y horarias. Como verdaderos socios – nuestro compromiso es seguir proporcionándole el grado de soporte y colaboración que esperaba al depositar su confianza en Leica Geosystems.

**When it has to be right.**

Las ilustraciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes. Todos los derechos reservados.  
Impreso en Suiza – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2009.  
766254es – III.09 – RDV



**Total Quality Management – nuestro compromiso para la satisfacción total de los clientes.**

Para más información acerca de nuestro programa TQM consulte al distribuidor local de Leica Geosystems.

**Distanciómetro (prisma), ATR y PowerSearch:**

Láser tipo 1 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

**Plomada láser:**

Láser tipo 2 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

**Distanciómetro (sin prisma):**  
Láser tipo 3R según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1



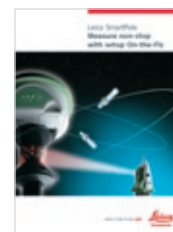
La marca **Bluetooth**® y su logotipo son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. y cualquier uso de tales marcas por parte de Leica Geosystems AG se efectúa bajo licencia. Otras marcas y nombres comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.



**Leica TM30**  
Catálogo de producto



**Leica SmartStation**  
Catálogo de producto



**Leica SmartPole**  
Catálogo de producto



**Leica GPS1200+**  
Catálogo de producto



# Leica TM30

## Especificaciones Técnicas

Leica Monitoring  
Solutions



- when it has to be right

*Leica*  
Geosystems



# TM30 Especificaciones Técnicas

## Modelos y Opciones

	TM30
Medición de Ángulos	●
Med. de dist. con reflector (modo IR)	●
Med. de dist. sin reflector (modo RL)	●
Medición de distancia – Largo alcance	●
Motorizada	●
Puntería automática al Prisma (ATR)	●
PowerSearch (PS) Búsqueda Rápida Prisma	
Auxiliar de Puntería (EGL)	
Unidad de Control Remoto (RX1250Tc)	○
SmartStation (ATX1230+ GNSS)	○

● Estándar  
 ○ Opción

## Medición de Angulo

### Descripción

La precisa y fiable medición de ángulos consiste en un círculo estático de cristal con líneas codificadas, las cuales son leídas por una matriz lineal CCD. Un algoritmo especial determina la posición exacta de las líneas codificadas en la matriz y calcula la medición instantáneamente. Como la codificación en el círculo de cristal es absoluta y continua, no es necesario orientar antes de volver a medir.

Un compensador de doble eje visualiza constantemente la inclinación doble del eje vertical. El compensador consiste en una línea patrón iluminada con un prisma el cual es reflejado doblemente por un espejo líquido formando el horizonte de referencia. La imagen reflejada de la línea patrón es leída por una matriz CCD y utilizada para calcular matemáticamente ambas componentes de la vertical. Estas componentes son empleadas para corregir instantáneamente todas las medidas angulares.

	TM30
<b>Precisión (std. dev. ISO 17123-3)</b>	
Hz, V:	0.5" (0.15 mgon), 1" (0.3 mgon)
Mínima lectura:	0.01" (0.01 mgon)
<b>Método</b>	Absoluto, continuo, cuádruple
<b>Compensador</b>	
Rango de trabajo:	4' (0.07 gon)
Precisión ajuste:	0.5" (0.15 mgon)
Método:	Compensador centralizado de cuádruple eje

## Medición de Distancia (Modo IR)

### Descripción

El EDM de modo IR y el de Pin Point de la TM30 transmite un rayo láser visible a objetivos especulares tales como prismas o dianas reflectantes. La luz reflejada es detectada por un fotoreceptor y convertida en una señal eléctrica. Después de procesada la señal, la distancia es determinada por modernas técnicas de medida de fase. Una frecuencia modulada de 100 MHz es el tiempo base para la alta precisión en distancia. La coaxialidad y el ángulo de divergencia del rayo láser junto con el reconocimiento automático de prisma (ATR), permite un seguimiento rápido, dinámico y preciso de objetivos en 3 dimensiones.

### Alcance

	A	B	C
Prisma Estándar (GPR1):	1800 m (6000 ft)	3000 m (10000 ft)	3500 m (12000 ft)
3 Prismas Estándar (GPR1):	2300 m (7500 ft)	4500 m (14700 ft)	5400 m (17700 ft)
Prisma 360° (GRZ4, GRZ122):	800 m (2600 ft)	1500 m (5000 ft)	2000 m (7000 ft)
Mini prisma 360° (GRZ101):	450 m (1500 ft)	800 m (2600 ft)	1000 m (3300 ft)
Mini prisma (GMP101):	800 m (2600 ft)	1200 m (4000 ft)	2000 m (7000 ft)
Diana reflectora (60 mm x 60 mm):	150 m (500 ft)	250 m (800 ft)	250 m (800 ft)
Minima distancia:	1.5 m		

Condiciones atmosféricas:

**A:** Fuerte niebla, visibilidad 5 km, deslumbramiento solar, fuerte calima

**B:** Ligera Niebla, visibilidad 20 km; moderado brillo solar, ligera calima

**C:** Nublado, sin niebla, visibilidad 40 km, sin calima

### Precisión (Desviación Estándar ISO 17123-4) / Tiempo medición

Modo Preciso:	0.6 mm + 1 ppm / típica 7 s <sup>1)</sup>
Modo normal:	1 mm + 1 ppm / típica. 2.4 s
Modo rápido:	3 mm + 1 ppm / típica 0.8 s
Modo seguimiento:	3 mm + 1 ppm / típica < 0.15 s
Modo promedio:	1 mm + 1 ppm
Resolución en pantalla:	0.1 mm

### Precisión respecto a diana reflectante (60 mm x 60 mm)

Modo Preciso/Normal/Promedio:	1 mm + 1 ppm <sup>2)</sup>
Modo Rápido/Tracking:	5 mm + 1 ppm
Resolución en pantalla:	0.1 mm

### Method

Type:	Coaxial, visible red laser
Carrier wave:	658 nm
Measuring system:	Sistema basado en analizador de mediciones de desplazamiento de fase ~ 100 MHz

## Medición sin Prisma (Modo RL)

### Descripción

En el modo RL, el EDM Pin Point R1000 de la TM30 mide a objetivos situados a más de 1000 m. Para medir a objetivos situados a tales distancias con una gran precisión de medición, se ha desarrollado una nueva tecnología de medición. El componente principal del EDM es un analizador de sistema que usa frecuencias de modulación en la gama de 100 MHz. Las propiedades del sistema de análisis son definidas individualmente para cada medida por ambos, el EDM y las cualidades del objetivo. Como resultado del análisis, los parámetros para cada medida individual es ahora conocida. La distancia es calculada usando modernos procesamientos de señal basados en el principio de máxima probabilidad. Además del drástico incremento de la sensibilidad que lleva a un aumento sensacional en la medida sin prisma, el nuevo sistema de EDM proporciona muchas otras ventajas tales como una calidad de la medida muy alta y fiabilidad incluso al medir en lluvia, niebla, polvo o nieve. Además el sistema de la medida ayuda prevenir errores, descubriendo si hay múltiples objetivos en el camino del rayo.

<sup>1)</sup> Condiciones Atmosf. tipo C, alcance hasta 1000 m, reflector GPH1P

<sup>2)</sup> Distancia >10 m, objetivo alineado al instrumento

	D	E	F
--	---	---	---

### Alcance

Tarjeta Kodak Gris, 90% reflectora:	800 m (2630 ft)	1000 m (3280 ft)	> 1000 m (> 3280 ft)
Tarjeta Kodak Gris, 18% reflectora:	400 m (1320 ft)	500 m (1640 ft)	> 500 m (> 1640 ft)
Alcance de Medición:	1.5 m to 1200 m		
Alcance sin ambigüedades:	up to 1200 m		

Condiciones atmosféricas:	<b>D:</b> Objetos con deslumbramiento solar, o centelleo <b>E:</b> Objetos en sombra, o nublado <b>F:</b> En túnel, crepusculo o de noche
---------------------------	---

### Precisión (Desviación Estándar ISO 17123-4) / Tiempo medición

Modo Estándar <sup>1)</sup> :	2 mm + 2 ppm / típica 3-6 s, max. 12 s
Modo Traking <sup>2)</sup> :	5 mm + 3 ppm / típica 0.25 s

Condiciones atmosféricas:	Objeto con sombra o cielo cubierto (E)
Resolución en pantalla:	0.1 mm

### Diámetro del rayo láser

30 m:	7 mm x 10 mm
50 m:	8 mm x 20 mm

### Método

Tipo:	Coaxial, láser rojo visible
Onda portadora:	658 nm
Sistema Medición	Sistema basado en analizador de mediciones de desplazamiento de fase 100 MHz – 150 MHz

## Medición de distancia (Modo IR) Largo Alcance – LR

### Descripción

El altamente colimado rayo láser rojo del R1000 EDM puede también usarse para medir a prismas a distancias entre 1000 m y 12000 m o dianas reflectoras a rangos mayores. La visibilidad del rayo láser simplifica la búsqueda de reflectores a distancias lejanas, porque la luz reflejada incluso está visible en distancias a más de 5000 m. La distancia es medida por la misma técnica usado al medir a prismas.

El módulo principal del largo Alcance es de nuevo un analizador del sistema (similar al analizador del sistema usado para las mediciones sin prisma) pero con un intervalo de frecuencia reducido a 100 MHz y 150 MHz. La distancia es calculada por un Método de estimación usando modernos procesamientos de señales que incorporan ventajas tales como una alta calidad y fiabilidad midiendo bajo lluvia o nieve y la detección de múltiples objetivos en el rayo.

	A	B	C
--	---	---	---

### Alcance

Estándar prisma (GPR1):	2200 m (7300 ft)	7500 m (24600 ft)	> 10000 m (> 32800 ft)
Diana reflectora (60 mm x 60 mm):	600 m (2000 ft)	1000 m (3300 ft)	> 1300 m (> 4300 ft)
Alcance medida al prisma:	1000 m to 12000 m		
Alcance sin ambigüedades:	up to 12000 m		

Condiciones atmosféricas:	<b>A:</b> Fuerte niebla, visibilidad 5 km, deslumbramiento solar, fuerte calima <b>B:</b> Ligera Niebla, visibilidad 20 Km.; moderado brillo solar, ligera calima <b>C:</b> Nublado, sin niebla, visibilidad 40 Km., sin calima
---------------------------	---

### Precisión (Desviación Estándar ISO 17123-4) / Tiempo medición

Alcance total de medición:	3 mm + 1 ppm / typ. 2.5 s, max. 12 s
Resolución en pantalla:	0.1 mm

### Método

Tipo:	Analizador de sistema
Onda portadora:	658 nm
Sistema de Medición:	Sistema basado en analizador de mediciones de desplazamiento de fase 100 MHz – 150 MHz

<sup>1)</sup> < 500 m, > 500 m 4 mm + 2 ppm

<sup>2)</sup> La precisión y el tiempo de medición dependen de las condiciones atmosféricas, el objetivo y las condiciones de observación.

## Motorización

### Descripción

La motorización usa la tecnología direct drive basada en el efecto piezo eléctrico, el cual transforma directamente la energía eléctrica en movimientos mecánicos. Cada eje instrumental utiliza un par de monturas piezocerámicas diametralmente separadas para acelerar y mover con precisión un anillo cilíndrico cerámico unido a la parte rotatoria de dicho eje. Característica de la tecnología piezo direct drive es la incorporación de la capacidad de máxima velocidad y aceleración junto con los incrementos infinitesimales del círculo necesarios para lograr mediciones de la máxima precisión. La tecnología piezo eléctrica posibilita la mayor velocidad en la motorización con el menor consumo. Como consecuencia de la eficiencia energética de la tecnología piezo eléctrica es posible obtener las mayores precisiones angulares de 0.5" (0.15 mgon) y la mayor finura en la precisión del posicionamiento preciso en el prisma de hasta 1 mm. Con ello se logra una durabilidad incomparable y ciclos de mantenimientos más largos por la consecuente eliminación de la transmisión en los movimientos de las partes móviles.

### Aceleración y Velocidad Máximas

Maxima aceleración:	400 gon (360°) / sec <sup>2</sup>
Velocidad de Rotación:	200 gon (180°) / sec
Tiempo para vuelta de campana:	2.9 sec
Tiempo de posic. en giro de 200 gon (180°):	2.3 sec

### Método

Principio	Direct drives basado en la tecnología Piezo eléctrica
-----------	---

## Puntería automática (ATR)

### Descripción

El sensor de ATR emite un láser invisible que se refleja en cualquier prisma normal (no se requiere ningún prisma activo que emisor) y es recibido por una cámara interior de alta resolución de CMOS. La intensidad y la posición de la luz reflejada es calculada con el centro de la CMOS cámara. Los componentes en distancia son calculados en los planos vertical y horizontal. Estos desplazamientos se usan para controlar los motores de los ejes del anteojo, los cuales reaccionan inmediatamente para posicionar la cruz filiar del anteojo y apuntando al prisma de reflexión. Para minimizar el tiempo de medición, la puntería se realiza con una tolerancia de 5 mgon (EDM Modo IR-Normal) con respecto al centro del prisma. Los desplazamientos restantes se aplican entonces matemáticamente al ángulo Hz y V.

### Alcance: <sup>1) 2)</sup>

	ATR mode
Prisma Estándar (GPR1):	3000 m (9900 ft)
Prisma 360° (GRZ4, GRZ122):	2400 m (7800 ft)
Mini prisma 360° (GRZ101):	1000 m (3500 ft)
Mini prisma (GMP101):	1500 m (4800 ft)
Diana reflectora (60 mm x 60 mm):	55 m (175ft)
Minima distancia:	1.5 m

### Precisión (desv. est., ISO 17123-3) / Tiempo de medición

Precisión angular ATR Hz, V:	1" (0.3 mgon)
Precisión de posicionamiento de base:	± 1 mm
Tiempo de medición para GPR1	3-4 s

La precisión con la que puede determinarse la posición de un prisma con Reconocimiento Automático de Objetivo (ATR) depende de diversos factores tales como el posicionamiento base interno, la precisión angular del instrumento, el tipo de prisma, el programa de medición EDM seleccionado y las condiciones de medición externas. El ATR tiene un nivel de precisión de posicionamiento base ± 1 mm. Por encima de determinada distancia, la precisión angular del instrumento predomina y tiene prioridad la desviación típica del ATR.

### Búsqueda

Tiempo en campo visual anteojo:	Tipo. 1.5 s
Campo de Visión al Prisma:	0° 28' (0.52 gon)
Mínimo espaciado entre prismas a 200 m:	0.3 m
Ventana de búsqueda definible:	Si

### Método

Tipo:	Láser infrarrojo acoplado al array CMOS
Onda portadora:	785 nm
Principio:	Procesamiento de imagen digital

<sup>1)</sup> nublado, despejado, visibilidad a unos 40Km, sin reberberación por calor

<sup>2)</sup> Prisma alineado al instrumento

## Datos Generales

---

### Telescopio

Aumentos:	30 x
Diámetro libre del objetivo:	40 mm
Campo visual:	1°30' (1.66 gon) / 2.7 m at 100 m
Alcance de enfoque:	1.7 m a infinito

### Teclado y pantalla

Pantalla:	1/4 VGA (320*240 píxeles), LCD gráfica, color, iluminación, pantalla táctil
Teclado:	34 teclas (12 teclas de función, 12 teclas alfanuméricas), iluminación
Unidades angulares:	360° ' " ; 360° decimal, 400 gon, 6400 mil, V%
Unidades de distancia:	metro, int. ft, int. ft/inch, US ft, US ft/inch
Posición:	Círculo Directo I

### Almacenamiento datos

Memoria interna:	256 MB
Tarjeta de Memoria:	Tarjetas CompactFlash (256 MB, 1 GB)
Numero de registros:	1750 / MB
Interface:	RS232, Bluetooth® wireless

### Plomada láser

Precisión de Centrado:	1 mm a 1.5 m (desviación de la vertical)
Diámetro haz laser:	2 mm a 1.5 m

### Operación

Tres tornillos sin fin:	Para uso manual con una y dos manos
Smartkey Configurable:	Para mediciones manuales de gran precisión

<b>Nivel de burbuja</b>	
Sensibilidad:	6' / 2 mm
<b>Consumo de Energía</b>	
Consumo en Standby:	típicamente 5.9 W
Batería Interna (GEB241):	Ion-Litio
Voltaje:	14.8 V
Capacidad:	4.8 Ah
Tiempo de Operación:	9 h
<b>Dimensiones</b>	
Altura eje de Muñones:	196 mm sobre la base nivelante
Altura:	351 mm
Anchura:	248 mm
Longitud:	203 mm
<b>Peso</b>	
Estación total:	7.25 kg
Batería (GEB241):	0.4 kg
Base nivelante (GDF121):	0.8 kg
<b>Condiciones de trabajo</b>	
Rango temperatura de trabajo:	-20°C to +50°C
Rango temperatura de grabación:	-40°C to +70°C
Polvo / Agua (IEC 60529):	IP54
Humedad:	95%, sin condensamiento

## Software Integrado

<b>Interfaz de usuario</b>	
Gráficos:	Representación gráfica de puntos, líneas y áreas. Dibujo de resultados de la aplicación.
Iconos:	Iconos indicando el actual estado de modo de medida, ajustes, batería etc.
Menú ajuste rápido:	Menú de ajuste rápido para cambiar a modo sin prisma, EDM, ATR, LOCK, EDM, Seguimiento, etc. Encendido y apagado.
Teclas de función:	Teclas directas de función para operaciones fáciles y rápidas.
Menú de usuario:	Menú de usuario para acceso rápido las funciones y ajustes más importantes.
<b>Configuración</b>	
Ajustes de configuración:	Posibilidad de almacenar y transferir todos los ajustes de configuración de instrumentos para diferentes operadores, tareas topográficas etc.
Mascara de pantalla:	Mascara de pantalla definida por usuario.
Menú de usuario:	Menú definible por usuario para acceso rápido a funciones específicas.
Teclas rápidas:	Teclas de acceso directo a funciones específicas configurables por el usuario.
<b>Coding</b>	
Código libre:	Grabación de códigos con atributos opcionales entre mediciones. Entrada manual de código o selección de una lista de códigos definida por el usuario.
Código temático:	Codificación de puntos ,líneas y áreas con atributos opcionales en medición. Entrada manual de código o selección de una lista de códigos definida por el usuario.
Código rápido:	Registro de una medición con un punto, línea, superficie o código libre mediante la introducción de un código rápido alfanumérico incorporado a una lista de códigos definida por el usuario. Los códigos rápidos de línea y de superficie crean de forma automática objetos de línea o de superficie.
Codificación Smart:	Proporciona otra forma rápida y sencilla de selección de un código y medición de un punto. Sencillo uso de la pantalla táctil para seleccionar el código desde una lista definida por el usuario. Esta característica está integrada con todas las funcionalidades existentes de codificación, delineación y medición de puntos.
Trabajo en línea:	Grabación de información de puntos adicionales que actúa creando líneas, curvas, splines, áreas.
<b>Manejo de datos</b>	
Trabajos:	Trabajos definibles por el usuario conteniendo mediciones, puntos, líneas y códigos. Transferible directamente a Leica Geo Office software.
Puntos, líneas, áreas:	Creación, visualización, edición, y borrado de puntos, líneas, áreas y códigos.
Funciones:	Ordenación y filtrado de puntos líneas y áreas. Promediado de múltiples puntos dentro de tolerancias definidas por el usuario.



## Importación & Exportación de datos

Importación de datos:

Fichero de caracteres ASCII delimitados, con Id de punto , coordenada x, coordenada y, altura y código.  
Archivos GSI8 y GSI16 con Id de punto, coordenada x, coordenada y, altura y código.

Descarga directa en instrumento de archivos DXF para mapas y dibujos interactivos.

Exportación de datos:

Archivos ASCII definidos por el usuario con mediciones, puntos, líneas y códigos.

## SmartWorx Programas de Aplicación (estandar)

Estacionamiento:

Estacionamiento y orientación del instrumento utilizando varios métodos de estacionamiento. Para todos los métodos de estacionamiento que requieran un punto de estacionamiento conocido, las coordenadas se pueden medir por GNSS siempre que esté conectada la SmartAntenna:

- Fijar el acimut: Estacionando el instrumento en un punto conocido y orientando respecto a un punto cuyas coordenadas se conocen o no. Una vez que se conozcan las coordenadas de este punto, se actualizan automáticamente todas las mediciones.
- Punto Conocido: Estacionamiento en un punto conocido y orientación con un segundo punto también conocido.
- Orientación y Arrastre de Cota: Estacionamiento en un punto conocido y cálculo de la desorientación y altura mediante mediciones de ángulos o ángulos y distancias a puntos de coordenadas conocidas.
- Intersección Inversa, Intersección Helmert: Estacionamiento del instrumento en un punto no conocido y cálculo de las coordenadas de la estación mediante la medición de ángulos o ángulos y distancias a puntos de coordenadas conocidas hasta un máximo de 10.

Topografía:

Medición de puntos, líneas y áreas con códigos y desplazamientos:

- Puntos Automáticos: Seguimientos 3D del movimiento del prisma y registro de puntos automáticamente con un intervalo de tiempo determinado, distancia mínima o mínimo desnivel relativo.
- Puntos Remotos: Determinación de las coordenadas 3D de puntos inaccesibles mediante la medición de la distancia a un punto base o al prisma y posterior medición de ángulos al punto inaccesible.

Replanteo:

Replanteo 3D utilizando varios métodos:

- Ortogonal: Mostrando la distancia hacia delante / detrás, derecha / izquierda, corte / relleno con referencia con la línea entre la estación y el prisma.
- Polar: Mostrando la distancia, ángulo y corte / relleno del punto.
- Diferencia de Coordenadas: Mostrando la diferencia de coordenadas y corte / relleno.

COGO:

Cálculo de coordenadas de puntos utilizando varios métodos geométricos de coordenadas:

- Inverso: calcular rumbo y distancia entre 2 puntos, punto y línea, punto y arco y entre punto y la posición actual.
- Itinerario: calcular coordenadas de puntos utilizando rumbo y distancia desde el punto de origen.
- Intersecciones: calcular coordenadas de puntos utilizando intersecciones creadas desde otros puntos.
- Cálculos de línea: calcular coordenadas de puntos basándose en la distancia y las desviaciones a lo largo de líneas.
- Cálculo de arco: varios cálculos relacionados con el arco, como centro del arco, puntos de desviación relacionados con un arco o segmentación de arcos.
- Mover, rotar y escalar: calcular coordenadas del grupo de puntos basándose en mover, rotar y escalar desde sus coordenadas existentes. Los valores de movimiento, rotación y escala pueden introducirse o computarse manualmente.
- División de áreas: dividir áreas en otras más pequeñas utilizando distintos medios.

Determinar el Sistema de Coordenadas:

Las coordenadas GNSS se miden con respecto al datum geodésico global WGS 1984. Se requiere una transformación para convertir las coordenadas WGS 1984 en coordenadas locales. Hay tres métodos de transformación disponibles:

- en un paso
- en dos pasos
- clásico 3D (transformación de Helmert)

Medición GNSS:

Medición de puntos con GNSS si está conectada la SmartAntenna, con introducción opcional de códigos.

## SmartWorx Programas de Aplicación para TPS (opcional)

Línea de referencia:	<p>Definición de líneas y arcos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Medición con línea / arco, cálculo de posición actual relativa a la línea / arco definida previamente.</li><li>■ Replanteo de línea / arco, donde el punto y las indicaciones para su replanteo son dadas relativamente a la línea / arco.</li><li>■ Replanteo de Cuadrícula, con indicaciones relativas a la línea / arco.</li><li>■ Definición y replanteo de desniveles a lo largo de líneas y arcos definidos.</li></ul>
Replanteo de DTM:	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Replanteo de Modelo Digital.</li><li>■ Comparación entre la altura real y proyectada, y muestra de la diferencia de alturas.</li></ul>
RoadRunner:	<p>Replanteo y revisión de carreteras y cualquier tipo de alineación diseñada (p. ej., tuberías, cables o terraplenes):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Maneja cualquier combinación de elementos geométricos en las alineaciones horizontales, desde rectas simples a diferentes tipos de espirales parciales.</li><li>■ Alineación vertical compatible con rectas, arcos y parábolas.</li><li>■ Cubre todo tipo de trabajos incluyendo el replanteo / revisión de líneas, pendientes / peraltes (p. ej., rasante, desmonte y terraplenes, MDTs y muchos más).</li><li>■ Visualización de secciones transversales y vista en planta del proyecto.</li><li>■ Selección gráfica de tareas de replanteo / revisión.</li><li>■ Administrador rápido de proyectos y de datos del diseño.</li><li>■ Soporta múltiples capas (fases de la construcción).</li><li>■ Posibilidad de ecuación de realce.</li><li>■ Amplios ficheros de registro definibles por el usuario e informes.</li><li>■ Transferencia ágil desde la mayoría de los programas de diseño mediante la aplicación de conversión en el PC.</li></ul>
RoadRunner Rail:	<p>Versión de RoadRunner para replanteo y comprobación as-built para la construcción y mantenimiento de raíles:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Replanteo de raíles.</li><li>■ Comprobaciones as-built de raíles.</li><li>■ Superelevación (peralte) soportada.</li><li>■ Control de holgura (calibrador).</li><li>■ Visualización de datos de diseño.</li><li>■ Informe.</li></ul>
Avance Túnel:	<p>Versión de Avance para replanteo y comprobación según ejecución para la construcción y mantenimiento de túneles:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ El replanteo de las caras de túnel permite trabajar en el punto de la excavación (p. ej. para taladrar y barrenar o excavar utilizando una excavadora de galería).</li><li>■ Replanteo de perfiles de túnel para cualquier punto del túnel en el punto kilométrico indicado (p. ej. después de la excavación para indicar la posición de los elementos de diseño del túnel o de los servicios como la iluminación o la ventilación).</li><li>■ Comprobaciones durante ejecución de túneles mediante la medición de perfiles perpendicular al eje (perfil de escaneo).</li><li>■ Comprobaciones según ejecución mediante la medición de cualquier punto en el túnel y la comparación del punto medido con el punto de diseño teórico (perfil de comprobación).</li><li>■ Soporte de múltiples capas de túnel (fases de construcción).</li><li>■ Visualización y edición de datos de diseño.</li><li>■ Elaboración de informes.</li></ul>
Medición de Series:	<p>Mediciones de direcciones y distancias ha objetivos en una o dos posiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Cálculo de la media de las direcciones y distancias.</li><li>■ Cálculo de las desviaciones estándar en distancia y dirección.</li></ul> <p>Opción Monitoring para repetir las mediciones a intervalos de tiempo dados.</p>
Poligonal:	<p>Medición de poligonales con un numero ilimitado de tramos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Ajuste de medición angular a punto anterior y múltiples posteriores.</li><li>■ Radiación de puntos desde cualquier estación de la poligonal.</li><li>■ Método "Punto Conocido" para comprobar la calidad de la poligonal.</li><li>■ Calculo de cierre de poligonal.</li></ul>
Plano de Referencia:	<p>Replantear o medir puntos con respecto a un plano de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Definición de un plano midiendo o seleccionando puntos.</li><li>■ Cálculo de distancia perpendicular y dif. de altura entre punto medido y el plano.</li><li>■ Barrido de puntos en un plano definido.</li></ul>
Levantamiento de secciones transversales:	<p>Secciones transversales: Levantamiento de perfiles de autopistas, perfiles de ríos, perfiles de playas utilizando plantillas de código:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ También muestra la distancia desde la última sección transversal.</li><li>■ Pueden utilizarse códigos libres, de puntos, de líneas o de áreas.</li></ul>

División de áreas:	División de áreas como funcionalidad opcional añadida de la aplicación COGO. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ División de áreas en otras más pequeñas utilizando distintos métodos.</li> <li>■ Soporte totalmente gráfico.</li> </ul>
Cálculo de volúmenes:	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Definición y edición de superficies y límites.</li> <li>■ Cálculo de modelos de terreno digitales.</li> <li>■ Cómputo de volúmenes de superficies definidas en relación a una altura de referencia definida.</li> </ul>
Punto oculto:	Mide fácilmente puntos que no son directamente visibles utilizando una barra de puntos ocultos con 2 o 3 prismas acoplados. La barra puede mantenerse en cualquier ángulo y el espaciado entre los prismas es configurable. El programa calcula las medidas hasta los puntos ocultos tal y como si fuesen observados directamente.
Monitorización:	La monitorización esta diseñada para asistirle automáticamente en la repetición de mediciones respecto a objetivos definidos en intervalos de medición predefinidos. Es ideal para aplicaciones de monitorización de pequeña escala con la necesidad de una configuración de PC fija en la referencia.

## Unidad de control remoto (RX1250Tc)

### Description

El RX1250Tc es un controlador WinCE que utiliza la última tecnología en emisiones de radio de propagación por espectro 2.4 GHz permitiendo el control remoto total de la estación total TM30 y la antena GNSS Smart desde el bastón Smart. El RX1250Tc ofrece una nueva generación de pantallas a color de última generación para una visualización brillante y de alto contraste en todas las condiciones. Se puede elegir entre dos modos distintos de control remoto para el TM30: el concepto tradicional refleja la interfaz de usuario del TM30 en el RX1250Tc. Este concepto, fácil de aprender y de usar, garantiza que la información es enviada a través del radio enlace eliminando el riesgo de pérdida de datos. Con el segundo concepto, el RX1250Tc toma el papel principal. Todas las aplicaciones funcionan en el RX1250Tc y todos los datos se registran en la base de datos del RX1250Tc. Además, el RX1250Tc es totalmente intercambiable tanto con el TM30 como con el GPS1200+, ofreciendo al usuario una solución económica y eficaz para todas las necesidades de control de sensores. Estas características dan como resultado un sistema que ofrece una flexibilidad total de datos remotos. El teclado QWERTY completo del RX1250Tc hace más rápida y sencilla la introducción de números de puntos alfanuméricos, seleccionar o introducir códigos e incluso descripciones breves. El protocolo encriptado y la estabilidad de la frecuencia utilizada en la transmisión de datos reduce considerablemente los casos de interferencias por otros transmisores de 2.4 GHz. Además, puede configurarse fácilmente un número de canales determinado para los casos en que se esté utilizando más de un RX1250Tc en el mismo área.

### Comunicación

Comunicación: | vía radio modem integrado

### Unidad de control

Pantalla: | 1/4 VGA (320\*240 pixels), grafica LCD, pantalla táctil, iluminación, color  
 Teclado: | 62 teclas (12 teclas de función, 40 teclas alfanuméricas), iluminación  
 Interface: | RS232

### Batería Interna (GEB211)

Tipo: | Ion-Litio  
 Voltaje: | 7.4 V  
 Capacidad: | 2.2 Ah  
 Duración: | RX1250Tc: Tipo. 8h

### Pesos

RX1250T/Tc: | 0.8 kg  
 Batería (GEB211): | 0.1 kg  
 Adaptador de prisma jalón: | 0.25 kg

### Especificaciones Medioambientales

Rango temperatura de trabajo: | -30°C to +50°C  
 Rango temperatura de grabación: | -40°C to +80°C  
 Polvo / agua (IEC 60529): | IP67  
 Estanqueidad (MIL-STD-810F): | Inmersión temporal a 1m

## SmartStation (ATX1230+ GNSS)

---

### Descripción

La SmartStation en una TM30 usa la SmartAntena ATX1230+ GNSS con 120 canales y con seguimiento de GPS, GLONASS, Galileo, Compass. Todas las funciones de GNSS y TPS se controlan desde el teclado de la TPS, todos los datos están en la misma base de datos, toda la información se muestra en la pantalla de la TPS. Con GNSS RTK se determina la posición con precisión centimétrica, luego se utiliza la estación total para completar la rutina de la puesta en estación. La SmartAntenna también se puede utilizar de forma independiente, colocada sobre un bastón, con un bastón Smart con el Controlador RX1250Tc Windows CE.

La precisión de la medición en posición y altura dependen de distintos factores incluyendo el número de satélites, geometría, tiempo de observación, precisión de las efemérides, condiciones ionosféricas, multipath, etc. En las figuras citadas se asumen condiciones de normales a favorables. Los tiempo requeridos dependen de distintos factores incluyendo el número de satélites, geometría, tiempo de observación, precisión de las efemérides, condiciones ionosféricas, multipath, etc. El uso de GPS y GLONASS pueden mejorar el rendimiento y precisión hasta un 30% respecto a solo GPS. Una constelación completamente funcional Galileo y GPS L5 mejorará el rendimiento y precisión.

### Precisión

Precisión en posición:	Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 20 mm + 1 ppm Cuando se utiliza dentro de una red de estaciones de referencia, la precisión en posición es conforme a las especificaciones de precisión que ofrece la red de estaciones.
------------------------	--

### Inicialización

Método:	Tiempo real (RTK)
Fiabilidad de la inicialización:	Mejor que 99.99%
Tiempo para la inicialización:	Típicamente 8 seg., con 5 o más satélites en L1 y L2
Rango:	Hasta 50 km, si se dispone de un enlace de transmisión de datos fiable.

### Formatos de los datos RTK

RTK Data Formats for data reception:	Leica proprietary formatos (Leica, Leica 4G), CMR+, RTCM V2.1/2.2/2.3/3.x
--------------------------------------	---

### ATX1230 SmartAntenna

Formatos para la recepción de datos:	SmartTrack+ patentado. Filtros elípticos discretos. Adquisición rápida. Señal potente. Bajo ruido. Excelente seguimiento, incluso de satélites bajos y en condiciones adversas. Resistente a interferencias. Reducción del efecto multitrayectoria.
Nº. de canales ATX1230 GG+ GNSS:	120, L1/L2/L5 GPS, GLONASS, Galileo, Compass <sup>1)</sup>
Plano de tierra:	Plano de tierra integrado
Dimensiones (diámetro x altura):	186 mm x 89 mm
Peso:	1.12 kg

<sup>1)</sup> La señal Compass aún no es definitiva, aunque, las señales de test son seguidas con los receptores GPS1200+ en entornos de prueba. Como los cambios en la estructura de la señal aún pueden ocurrir, Leica Geosystems no puede garantizar la total compatibilidad con Compass.

## Leica Geo Office Software

---

### Descripción

Fácil, rápido y amplio, colección de programas para TPS, GNSS y Datos de nivelaciones. Vista y gestión de TPS, GNSS y Niveles integrada en un solo programa. Procesos independientes o combinando datos – incluyendo post-proceso y soporte para mediciones GNSS en tiempo real. Gestiona todos los datos de una forma similar. Manejo de proyecto, transferencia de datos, importación / exportación, procesamiento, visualización de datos, edición de datos, ajuste, sistemas de coordenadas, transformaciones, lista de códigos, informes etc. Concepto de operación del programa para datos de GNSS, TPS, y niveles basados en ventanas. Un sistema de ayuda integrado, incluye tutoriales con información adicional. Funciona bajo plataformas Windows™ 2000 y XP y Vista.

### Interface de usuario

Intuitivo interface gráfico con procedimientos estándar de Windows™. Características configurables que permiten ajustar las opciones y el software a las necesidades y preferencias del usuario.

### Componentes estándar

Gestión de proyectos y datos:

Rápida, potente base de datos que gestiona automáticamente todos los puntos y mediciones en los proyectos mediante métodos óptimos y reglas que aseguran la integridad de los datos en todo momento. Proyectos, sistemas de coordenadas, antenas, plantillas de informes y listas de códigos tienen su propia gestión individual.

Importación & Exportación:

Son soportadas numerosas transformaciones, elipsoides y proyecciones, así como modelos de geoides definidos por el usuario y específicos sistemas de coordenadas basados retículas de corrección específicas de cada país. Seis diferentes tipos transformaciones son soportadas, ofreciendo la flexibilidad para seleccionar la que mayor se ajusta a las características del proyecto. Sistema de gestión de valores de distancia de centros radioeléctricos de diferentes tipos de antenas definibles por el usuario. Gestión de lista de códigos para grupos de códigos/ códigos /atributos.

Importación & Exportación ASCII:

Importación datos de tarjetas compact-flash, directamente de los receptores, estaciones totales y niveles digitales, o desde estaciones de referencia y otras Fuentes de Internet. Importación de (RTK), DGPS coordenadas en tiempo real. Importación lista de coordenadas definidas por el usuario en ficheros ASCII utilizando el asistente de importación. Exportación de resultados en cualquier formato a cualquier software la función de exportación en formato ASCII.

Ver y Editar:

Transferencia de puntos, líneas, áreas, coordenadas, códigos y atributos de datos a sistemas GIS, CAD, y sistemas de cartografía.

Procesamiento TPS:

Las distintas pantallas forman la base para visualizar los datos y ofrecen un vista instantánea de los datos contenidos en un proyecto. La información de punto línea y área puede ser visualizada en Vista / edición junto con la codificación e información de los atributos. La función de edición está integrada y permite consultar y modificar los datos antes de procesarlos o exportarlos.

Cálculos Cogo:

Recalcular configuraciones TPS para actualizar las coordenadas y orientaciones de la estación. Definir configuraciones e itinerarios y procesarlos con los parámetros preferentes.

Visualizar resultados de itinerario en informes basados en HTML. Cálculo de coordenadas de puntos usando varios métodos de coordenadas geométricas.

Inversa: Cálculo del rumbo y distancia entre 2 puntos, punto y línea, punto y arco y entre punto y posición actual

Poligonal: Cálculo de coordenadas de puntos usando rumbo y distancia desde el punto origen

Intersección: Cálculo de coordenadas de puntos usando intersecciones creadas desde otros puntos

Cálculos de Línea: Cálculo de coordenadas de puntos basado en distancias y desplazamientos a lo largo de las líneas

Cálculos de Arco: varios tipos de cálculo relacionados con los arcos, como el centro de un arco, desplazamientos relacionados al arco o a un segmento de arco  
Desplazamiento, Rotación y Escala: Cálculo de coordenadas de un grupo de puntos basado en un desplazamiento, rotación y escala desde sus coordenadas existentes. Los valores de desplazamiento, rotación y escala pueden ser introducidos manualmente o calculados

Gestor lista de códigos:

División de Area: Divide areas en otras más pequeñas por distintos métodos  
Generación de listas de códigos con grupos de códigos, códigos y atributos.  
Gestión de lista de códigos.

Informes:	Los formatos basados HTML proporcionan una gran base de partida para generar modernos informes profesionales. Registro de mediciones en formato de cuaderno de campo, informes con coordenadas promediadas, varios archivos de registro de procesos y otro tipo de información puede ser preparada para su generación. Configuración de informes que contengan información requerida y definición de plantillas para determinar el estilo de presentación.
Herramientas:	Potentes herramientas tales como Codelist Manager, Data Exchange Manager, Format Manager y Software Upload son comunes para receptores GNSS, estaciones totales y niveles digitales.

## GNSS Options

Procesamiento datos L1:	Interface gráfico para selección de líneas base, ordenes de procesamiento, etc. Selección automática o manual de líneas base y definición de la secuencia de procesamiento. Procesamiento línea base aislada o múltiples líneas bases. Parámetros de procesamiento de rango amplio. Monitorización, detección de perdidas de ciclo, detección de outlier automáticos. Procesamiento automático o controlado por el usuario.
Procesamiento datos L1 / L2:	Interface gráfico para selección de líneas base, ordenes de procesamiento, etc. Selección automática o manual de líneas base y definición de la secuencia de procesamiento. Procesamiento línea base aislada o múltiples líneas bases. Parámetros de procesamiento de rango amplio. Automatic screening, cycle-slip fixing, outlier detection etc. Procesamiento automático o controlado por el usuario.
Procesamiento de datos GLONASS:	Permite el procesamiento de datos GLONASS además del procesamiento de datos GPS.
Importación RINEX:	Importación de datos en formato RINEX.

## Opciones de nivelación

Procesamiento datos nivelación:	Vista de los datos descargados de los niveles digitales en el cuaderno de nivelación del Geo Office. Selección de los ajustes y procesamientos preferidos para las líneas de nivelación. La ejecución del programa es rápida y automática. Uso del Gestor de resultados para inspeccionar y analizar los resultados de nivelación y generación del informe. Finalmente, almacenamiento de los resultados y/o exportación requerida.
Diseño & Ajuste 1D:	Potente MOVE3 Kernel con rigurosos algoritmos para ajuste 1D. Además, dispone de diseño y análisis de redes.

## Opciones Generales

Datum & Map:	Leica Geo Office soporta numerosas transformaciones, elipsoides y proyecciones, así como modelos de geoides definidos por el usuario y específicos sistemas de coordenadas basados en retículas de corrección específicas de cada país. La opción Datum/Map calcula los parámetros de transformación. Seis diferentes tipos transformaciones son soportadas, ofreciendo la flexibilidad para seleccionar la que mayor se ajusta a las características del proyecto.
Diseño & Ajuste 3D:	Combina todas las medidas en un ajuste de redes por mínimos cuadrados para obtener las mejores coordenadas y comprueba el ajuste con coordenadas conocidas. Use adjustment to help identify blunders and outliers based upon the extensive statistical testing. Uso del potente MOVE3 Kernel, algoritmos rigurosos y la posibilidad de escoger entre ajuste 3D, 2D o 1D permiten el optimo cálculo. Además, el componente de diseño y análisis de redes permite este proceso antes de ir al campo.
Exportación GIS / CAD:	Permite exportar a sistemas GIS/CAD tales como AutoCAD (DXF / DWG), MicroStation
Superficies y volúmenes:	Asignar puntos medidos de superficies y calcular los modelos de terreno digitales. Utilizar creación de límites automática y definir límites manualmente. La introducción de breaklines actualizará automáticamente el modelo. Visualizar la superficie en vista 2D y 3D. Calcular volúmenes por encima de las alturas de referencia. y entre las superficies.

## Requerimientos del sistema

Configuración recomendada del PC:	Procesador Pentium® de 1GHz o superior 512 Mb de RAM o superior Microsoft® Windows o XP o Vista Microsoft® Internet Explorer 5.5 o superior
-----------------------------------	--



Si usted tiene que controlar el movimiento de una ladera volcánica, la estructura de un puente o la pared de una presa; si usted mide, analiza y gestiona estructuras naturales o artificiales: los sistemas de auscultación de Leica Geosystems le proporcionarán la solución fiable para cada aplicación.

Nuestras soluciones proporcionan fiabilidad, precisión en la adquisición de datos, procesamientos avanzados, sofisticados análisis y transmisión segura de datos. Usando interfaces estándar, arquitecturas abiertas y plataformas ampliables, las soluciones son configurables para cada necesidad individual – para instalaciones permanentes o temporales, para lugares aislados o redes de control.

**When it has to be right.**

Ilustraciones, descripciones y datos técnicos están sujetos a cambios sin previo aviso.  
Impreso en Suiza – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2009.  
772776es – III.09 – RVA



**Total Quality Management – nuestro compromiso para la satisfacción total de los clientes.**

Para más información acerca de nuestro programa TQM consulte al distribuidor local de Leica Geosystems.

**Distanciómetro (Con prisma), ATR:**

Láser tipo 1 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

**Plomada láser:**

Láser tipo 2 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

**Distanciómetro (Sin prisma):**

Láser tipo 3R según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1



La marca **Bluetooth®** y su logotipo son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. y cualquier uso de tales marcas por parte de Leica Geosystems AG se efectúa bajo licencia. Otras marcas y nombres comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.