



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

Alumno: Francisco Serrano Martín

Tutor: Prof. D. Pedro Jacinto Castro Guzmán
Dpto: Departamento de Ingeniería Cartográfica,
Geodésica y Fotogrametría

Junio, 2016



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Don PEDRO JACINTO CASTRO GUZMÁN, tutor del Trabajo Fin de Grado titulado:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL
EN ARMILLA (GRANADA), que presenta FRANCISCO SERRANO MARTÍN,
autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica
Superior de Jaén.

Jaén, JUNIO de 2016

El alumno:

El tutor:

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

PEDRO JACINTO CASTRO GUZMÁN

Índice

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA	6
1.1. Antecedentes y objeto	6
1.2. Descripción de la zona	6
1.3. Descripción del proyecto	8
1.3.1. Movimiento de tierras	10
1.3.2. Diseño Geométrico	11
1.4. Justificación de la solución adoptada	12
1.5. Presupuesto	13
ANEJO Nº1. ESTUDIO PRELIMINAR	15
A1.1. Recopilación de información	15
A1.2. Descripción de la zona	15
A1.3. Análisis de la metodología	17
A1.3.1. Metodología clásica	17
A1.3.2. Metodología GPS	20
A1.4. Estudio de errores posicionales. Errores a priori	22
A1.5. Elección de la metodología definitiva	25
A1.5.1- Precisiones de las Técnicas GPS	26
A1.5.2- Tolerancias Planimétricas y Altimétricas	26
A1.5.3- Errores a priori de la solución Adoptada	26
ANEJO Nº2. TRABAJOS DE CAMPO	32
A2.1. Señalización de los vértices de las redes topográficas. Reseñas	32
A2.2 Redes Topográficas Establecidas	36
A2.3. Instrumentación topográfica y material auxiliar empleado	36
ANEJO Nº3. PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES. ERRORES Y PRECISIONES	39
A3.1. Software Informático Utilizado	39
A3.2. Cálculo de las Distintas Redes	40
A3.2.1- Procesado de las Líneas Bases entre la Estación GRA1 y la Red Básica	40
A3.3. Obtención de las coordenadas ETRS-89	44
ANEJO Nº4. COMPILACIÓN Y PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA	46
A.4.1. Software informático utilizado	46
A.4.2. Metodología	46
A.4.3. Tabla resumen de los documentos gráficos elaborados	47

ANEJO Nº5. DISEÑO DE LA GEOMETRÍA PROYECTADA	49
A.5.1. Software informático utilizado	49
A.5.2. Descripción del diseño.....	49
A.5.3. Estado de alineaciones y encaje planimétrico de la planta	50
A.5.4. Movimiento de tierras	52
A.5.4.1.Eje Transversal.....	52
A.5.4.1.Ejes Verticales.....	53
DOCUMENTO Nº2. PLANOS.....	58
DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	76
3.1. Descripción de los trabajo objeto del proyecto	76
3.1.1. Elección de la escala y equidistancia.....	76
3.1.2. Tolerancias	77
3.2. Prescripciones técnicas del diseño en el trazado de la obra.....	78
3.2.1. Generalidades	78
3.2.2. Trazado en planta.....	79
3.2.2.1. Recta	79
3.2.2.2. Curvas circulares	80
3.2.2.3. Curvas de transición	82
3.2.2.4. Coordinación entre los elementos del trazado.....	82
3.2.3. Trazado en alzado	84
3.2.3.1. Inclinação de rasantes.....	84
3.2.4. Sección transversal	86
3.3. Prescripciones técnicas del diseño en el trazado de la obra.....	88
3.1.1. Documentación a entregar.....	88
3.1.2. Escala y equidistancia	88
3.1.3. Origen de altitudes.....	88
3.1.4. Sistema de referencia y proyección cartográfica.....	88
3.1.5. Características de los planos del proyecto.....	89
DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO	91
4.1. Introducción	91
4.2. Presupuesto desglosado por jornadas	91
4.2.1. Trabajo de campo.....	91
4.2.2. Trabajo de gabinete.....	95
4.3. Presupuesto de ejecución material (PEM).....	100
4.4. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC).....	100

Bibliografía	101
--------------------	-----

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1.1. Antecedentes y objeto

El motivo de estudio y realización del presente trabajo está enfocado a cubrir las necesidades básicas, que tiene el municipio de Armilla, como comercio, transportes y mercancías que se vienen mermando desde hace tiempo en este municipio con una economía y población en constante crecimiento.

Analizando las características Urbanísticas y las posibles zonas de ejecución podemos ver que la posibilidad de una expansión urbanística se puede realizar por la zona Norte y por el Sur-Este. Por otro lado el PGOU excluye la zona Norte para la recalificación del terreno por lo que nos lleva a centrarnos en el Sur-Este para la ubicación de la zona de actuación.

El objeto del siguiente proyecto es, por petición de la Universidad de Jaén, la definición de los trabajos topográficos necesarios para la urbanización de un polígono industrial en la Avenida de las Palmeras, perteneciente al municipio de Armilla (Granada).

Para su realización se elige al tutor D. Pedro Jacinto Castro Guzmán, profesor del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Universidad de Jaén, que dirigirá y supervisará el proyecto.

1.2. Descripción de la zona

Este proyecto se desarrollará en el polígono 54082 (parcelas de 1 a 8 y de 10 a 13), en el polígono 55093 (parcelas de 1 a 3) y en el polígono 18022 (parcelas 38 y 41), como se observa en la ilustración 1. Con una extensión total aproximada de 57.517 metros cuadrados, está situada en la Avenida de las palmeras, sin número, en el municipio de Armilla, Granada. La explanada tiene salidas tanto a la Avenida de las Palmeras, como al Camino Presa Mala.

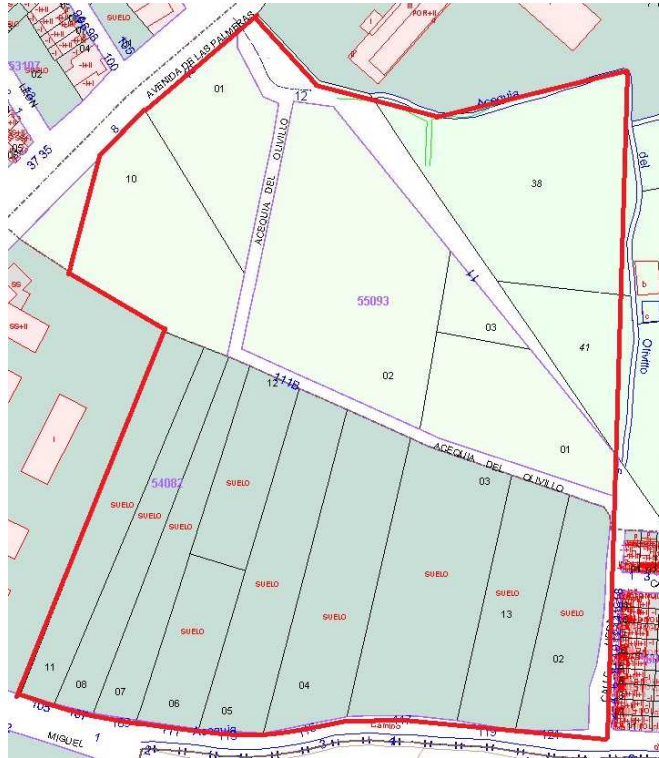


Figura 1. Mapa catastral de la zona. Fuente: Dirección General del Catastro.

Se dispone de una explanada con suaves pendientes, por lo que podemos decir que se encuentra prácticamente horizontal en su totalidad como consecuencia a una anterior explanación, aunque no por esto será digna de una nueva explanación para dejarla a la cota deseada, compactada, refinada y nivelada. Se encuentra actualmente baldía aunque se aprecia arroj de escombros y erosión del terreno a causa del tiempo.

La situación planimétrica media de la zona del proyecto, desde el punto de vista cartográfico, en coordenadas ETRS 89 (Sistema de Referencia en España), serían las siguientes:

$$X = 445420.765 \text{ m.}$$

$$Y = 4110651.325 \text{ m.}$$

1.3. Descripción del proyecto

El Proyecto “Levantamiento topográfico y diseño de un polígono industrial en Armilla (Granada)” consiste en el diseño en planta y en alzado de los viales que forman parte de la futura obra civil de la urbanización, en la cual se comunicará tanto por la parte norte con la Avenida de las Palmeras, como por los diversos viales que conectarán con el Camino Presa Mala en la zona sur.

Antes de tomar decisiones, se empezará con el estudio de la zona sobre la cual se va a desarrollar el proyecto, llevando a cabo visitas a la zona de trabajo para conocer con antelación las posibles dificultades o problemas con los que nos podemos encontrar, así como documentación complementaria. Las metodologías, a seguir a priori, a la hora del trabajo topográfico podrían ser las siguientes:

- Metodología clásica: Los trabajos se realizarían con Estación Total y Nivel.
- Metodología GPS/GNSS: Los trabajos se realizarían con tecnología GNSS.
- Metodología combinada: Los trabajos se harían utilizando instrumental clásico e instrumental GPS, dependiendo de las necesidades de la obra.

Tras el reconocimiento y estudio del terreno y los estudios posteriores realizados sobre la cartografía de la zona, así como previendo el material topográfico e infraestructuras (estaciones GPS/GNSS) disponible, y cara al Sistema de Referencia a emplear, se opta por el uso de la tecnología GPS/GNSS para la realización de los trabajos topográficos. Tras escoger la metodología a usar, se vuelve al terreno para comprobar dónde se pueden colocar los vértices de la Red Básica del Proyecto.

Debido a la existencia de la Estación de Referencia GPS cercana, se optó por la resolución de líneas-base independientes desde la estación a cada una de los vértices de nuestra Red Básica. Como la antena está situada a una corta distancia, nos dará una buena precisión. Aun así recurrimos a la resolución de líneas-base

entre vértices de nuestra red, para así tener una comprobación de las líneas-bases independientes y el resultado de las coordenadas finales de dichos vértices.

El método de observación a realizar será “Posicionamiento Estático-Relativo”, donde se considerará fija la Estación de Referencia Permanente de la RAP (GRA1) y como móvil el GPS estacionado sobre nuestro vértice.

Para la observación de la Red de Detalle, lo que será nuestra nube de puntos, también se utilizará metodología GPS, en este caso el método a utilizar se denomina “Cinemático en Tiempo Real”, del inglés “Real Time Kinematic”, conocido comúnmente como RTK. Colocando un equipo propio en una de nuestros vértices de la Red Básica, de coordenadas conocidas, que calculará su posición y la comparará con la considerada fija, y obtendrá una corrección que le enviará al equipo móvil por radio-módem.

Una vez obtenida la Red de Detalle, lo siguiente será realizar un Modelo Digital de Terreno, que se realizará con los Software AutoCad2000 y MDT4.0. Sobre ese modelo digital de terreno se proyectará el trazado en planta y en alzado, de los viales correspondientes al presente Proyecto. Estos cumplirán siempre con la Normativa del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Armilla y, se apoyará en la Normativa 3.1.de la Instrucción de Carreteras (Normativa 3.1. I.C.) y en el libro Carreteras Urbanas Recomendaciones Para Su Planeamiento y Proyecto, publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en 1992. Se calculará el movimiento de tierras y se cuantificará.

Sin embargo, al tener los nuevos viales consideración de urbano, con lo que ello conlleva la aplicación práctica de los criterios de trazado dados a continuación podrán efectuarse con un mayor grado de flexibilidad, siempre y cuando las medidas adoptadas sean razonadas y debidamente justificadas. Los parámetros de diseño del trazado en el viario urbano son mucho menos restrictivos que en el viario interurbano. Este será condicionado por la normativa del PGOU y en los criterios que no queden bien definidos por la Instrucción de Carreteras (Normas 6-1 IC y 6-2 IC).

En primer lugar por las propias condiciones diferenciales de la circulación urbana (menor velocidad, mayor número de paradas, servidumbres de

aparcamiento, incidencia de intersecciones, transporte público, circulación peatonal, etc). Pero también, por condicionantes urbanísticos (edificaciones a las que hay que dar servicio, diferentes criterios paisajísticos y de percepción del medio urbano, etc).

Por último se realizarán los planos correspondientes, especificados en el Pliego de Condiciones del presente Proyecto. Posteriormente se realizará el presupuesto de los honorarios del trabajo topográfico realizado.

1.3.1. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras se ha obtenido tras diseñar un nuevo trazado, estando condicionados por las características topográficas del terreno y por el PGOU de Armilla, así como, por la Normativa vigente de Trazado de Carreteras 3.1 y por el libro Carreteras Urbanas Recomendaciones Para Su Planeamiento y Proyecto, publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en 1992.

Se ha pretendido en todo momento igualar la cantidad de terreno desmontado y la cantidad de terreno terraplenado, para que el costo de la ejecución de obra sea el menor posible.

Tras realizar todo el proceso, los listados de cubicación, en metros cúbicos, han quedado de la siguiente forma:

EJE	DESMONTE (m ³)	TERRAPLÉN (m ³)
Transversal	1787,441	322,305
Vertical 1	1,56	2643,456
Vertical 2	90,725	2209,865
Vertical 3	897,255	1191,815

Volumen de Desmonte: 2775,421 m³

Volumen de Terraplén: 6367,441 m³

Volumen de Tierra Vegetal: 758,503 m³

1.3.2. Diseño Geométrico

Para diseñar el trazado de los nuevos viales se ha tenido presente las características del terreno natural y por supuesto la normativa vigente en el PGOU de Armilla así como la Instrucción de carreteras, “Norma 3.1- I.C. Trazado”, aprobada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.

En cuanto al trazado se han diseñado cuatro ejes en total, de los cuales tres son ejes verticales y uno es un eje trasversal. Las características de cada uno son las siguientes:

EJE 1V. Características:

- Calzada única compuesta de un carril y un sentido de circulación.
- Tramo con velocidad máxima de 50 km/h.
- La longitud del tramo es de 260,062 m.
- Es un eje recto, sin curvas.
- La inclinación de la rasante viene dada por un acuerdo vertical con una pendiente mínima de -0.608% y una pendiente máxima de -3,026%.
- El peralte es de un 2% hacia el exterior en los tramos rectos.

EJE 2V. Características:

- Calzada única compuesta de un carril y un sentido de circulación.
- Tramo con velocidad máxima de 50 km/h.
- La longitud del tramo es de 253,227 m.
- Es un eje recto, sin curvas.
- La inclinación de la rasante viene dada por un acuerdo vertical con una pendiente mínima de -3.17% y una pendiente máxima de -1,279%.
- El peralte es de un 2% hacia el exterior en los tramos rectos.

EJE 3V. Características:

- Calzada única compuesta de un carril y un sentido de circulación.
- Tramo con velocidad máxima de 50 km/h.
- La longitud del tramo es de 255,304 m.
- Es un eje recto, sin curvas.
- La inclinación de la rasante viene dada por un acuerdo vertical con una pendiente mínima de -3.16% y una pendiente máxima de -1,899%.
- El peralte es de un 2% hacia el exterior en los tramos rectos.

EJE 1T. Características:

- Calzada única compuesta de un carril y un sentido de circulación.
- Tramo con velocidad máxima de 50 km/h.
- La longitud del tramo es de 191,476 m.
- Es un eje recto, sin curvas.
- La inclinación de la rasante es de -1,20%.
- El peralte es de un 2% hacia el exterior en los tramos rectos.

1.4. Justificación de la solución adoptada

Las razones de la elección de la metodología exclusiva GPS/GNSS, a modo de resumen, son:

- La precisión que nos da este método está dentro de la tolerancia exigida en el Pliego de Condiciones del presente Proyecto, que se establece en 20 cm.
- En el estudio se puede observar que la metodología clásica excede de la tolerancia establecida a "priori" en el Pliego de Condiciones, aunque el verdadero problema que con esta metodología encontramos es el elevado número de jornadas necesarias para llevar a cabo el trabajo, así como, la necesidad de un auxiliar y el elevado coste que esto supondría. Es por esto que la metodología de topografía clásica queda descartada.

- Entre la metodología GPS o la metodología combinada no hay mucha variación en precisión. Se elige la metodología de GPS exclusivo porque nos proporciona un ahorro en material y en personal para la ejecución del Proyecto, además de prestarnos un mayor rendimiento en las tareas de campo, agilizando estos trabajos.
- La zona presenta un horizonte despejado y pocas edificaciones o terreno abrupto de forma que pueda interferir en nuestras observaciones introduciéndonos “multipath” o dejándonos sin cobertura de satélites.
- Estación de referencia GPS cercana, perteneciente a la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP) y que nos proporciona sus observaciones de forma gratuita. Esto nos permite la resolución del posicionamiento de forma relativa, a corta distancia, proporcionándonos buenas precisiones.

1.5. Presupuesto

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C) es el resultado de incluirle al Presupuesto de Ejecución Material un porcentaje de gastos generales y otro de beneficios industriales.

P.E.M.	4.344,09 €
16% Gastos Generales	695,05 €
10% Beneficio Industrial	434,41 €
Total (P.E.C.)	5.473,55 €
P.E.C + 21% IVA	6.623,00€

El presupuesto de ejecución por contrata de los Trabajos Topográficos para el levantamiento y diseño del polígono industrial en Armilla (Granada), asciende a la cantidad de **6.623,00 €**, es decir, **SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTITRES EUROS**.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



ANEJO Nº1 – ESTUDIO PRELIMINAR

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO Nº1. ESTUDIO PRELIMINAR

A1.1. Recopilación de información

La información de la que se dispone, previa a elaborar el Proyecto, para obtener información del lugar, situación, enmarcación, características orográficas de la zona, etc. es la siguiente:

- Mapa Provincial de Granada, a escala 1:200.000, producido por el Instituto Geográfico Nacional de España.
- Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:25.000 (MTN25) en formato digital. Hoja 1026-II Granada, en formato digital. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.
- Ortofotografías en formato digital, disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), realizadas por el Instituto de Cartografía de Andalucía (Escala regulable según zoom).
- Plano Catastral de la zona, obtenido en la Dirección General del Catastro.
- PGOU de Armilla, en digital, proporcionado por el Ayuntamiento.
- Normas Urbanísticas de Armilla, en digital, proporcionadas por el Ayuntamiento.
- Reseña estación permanente de Granada.

A1.2. Descripción de la zona

Lo primero que se llevó a cabo fue el reconocimiento de la zona, durante este proceso se observan las características del entorno y las posibles dificultades a la hora de realizar el levantamiento topográfico.

A continuación se muestra una serie de fotografías descriptivas de la zona, con el propósito de adquirir una idea sobre las condiciones de la zona y el ámbito en el que se desarrolla el proyecto.



Ilustración 1. Avenida de las Palmeras



Ilustración 2. Avenida de las Palmeras



Ilustración 3. IES Luis Bueno Crespo



Ilustración 4. Autovía A-44



Ilustración 5. Camino Presa Mala



Ilustración 6. Camino Presa Mala



Ilustración 7. Zona de Olivos



Ilustración 8. Camino Presa Mala

Como se puede observar en el reportaje fotográfico, la explanada tiene pendientes suaves, por lo que podemos decir que se encuentra prácticamente horizontal.

A1.3. Análisis de la metodología

Se trata de realizar un estudio de las problemáticas que se plantean al adoptar diversas alternativas en cuanto a las metodologías de levantamientos que se han de realizar para llevar a cabo el Proyecto.

En primer lugar, se implementa una Red Básica en la zona de actuación del proyecto, y se dota a ésta de coordenadas UTM (ETRS89), para ello nos apoyamos en la RAP. La observación de esta red se puede realizar siguiendo diferentes métodos, como:

- **Métodos clásicos:** Triangulación, Trilateración, Poligonación.
- **Métodos de posicionamiento GPS:** Estático, Estático rápido.

La elección de uno u otro método depende de la precisión requerida, relieve, proximidad a los vértices de la Red Geodésica Nacional y coste económico.

Materializada la Red de apoyo, se prosigue con la Red de detalle para poder tener una representación fiel del terreno natural. Los métodos de observación son los siguientes:

- **Métodos clásicos:** Radiación.
- **Métodos de posicionamiento:** RTK.

A1.3.1. Metodología clásica

Red Básica

La premisa con la que se debe partir en este tipo de métodos es la proximidad de vértices geodésicos en la zona de actuación. Éstos pueden pertenecer tanto a la Red de Orden Inferior (ROI) como a la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE).

A partir del Visualizador de Señales Geodésicas del IGN se extrae la Información de los vértices de interés:

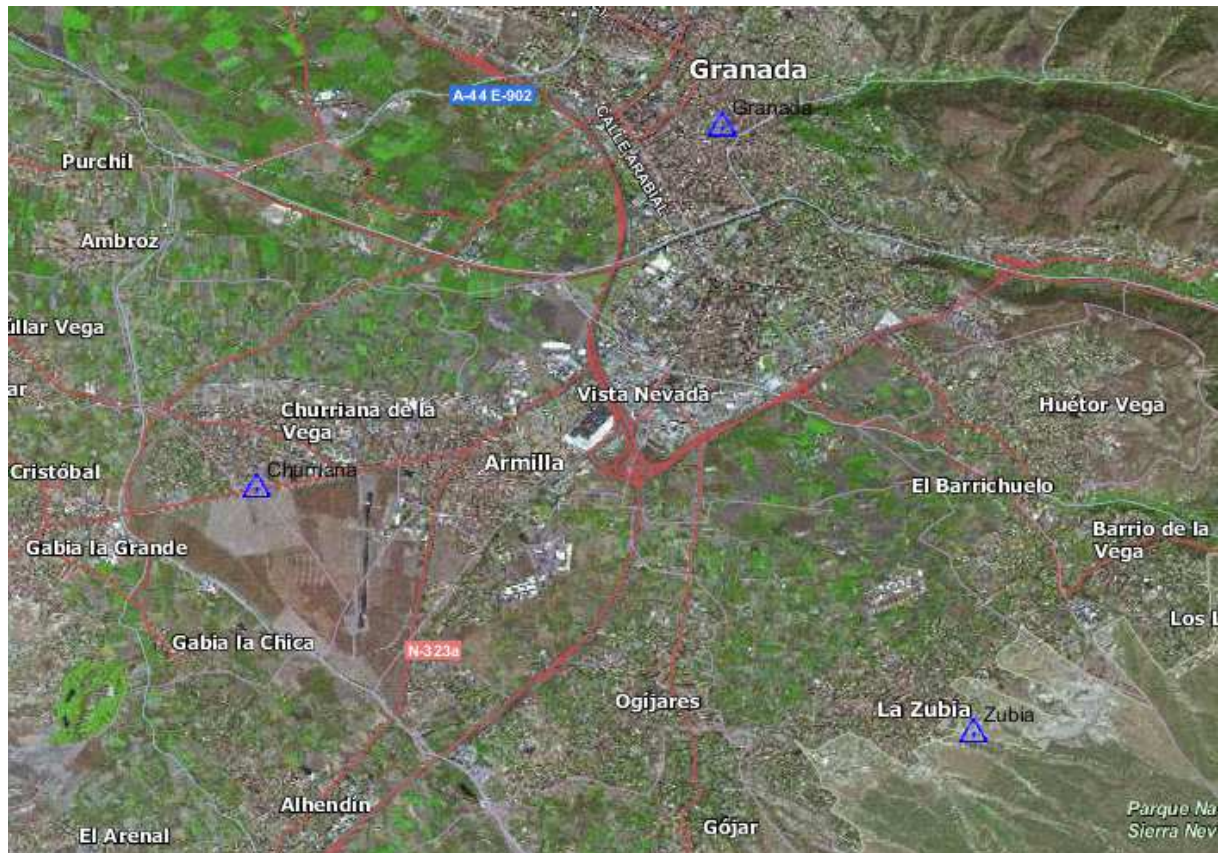


Ilustración 9. Distribución de Vértices Geodésicos. Fuente: IGN.

NOMBRE	NÚMERO	HOJA MTN	MUNICIPIO	X UTM (m)	Y UTM (m)
Granada	100970	1009	Granada	446743,096	4114613,91
Churriana	102668	1026	Churriana de la Vega	442599,637	4110651,335
Zubia	102687	1026	La Zubia	448924,091	4107903,925

Tabla 1. Coordenadas Vértices Geodésicos. Fuente: IGN.

- **Método de triangulación**

La triangulación consiste en establecer una red básica, cuyos vértices deben tener una intervisibilidad entre ellos. La distancia entre vértices debe ser homogénea y el triángulo angularmente uniforme para que el error sea mínimo, es decir, que sea lo más equilátero posible. Es necesario conocer las coordenadas de al menos dos vértices para formar una base y así poder determinar la orientación y la escala de la red. La observación se realiza desde los diferentes vértices de la red utilizando cualquiera de los siguientes métodos de observación angular:

- o Método de las series/vueltas de horizonte.
- o Método de Pares sobre una referencia.
- o Método Mixto (Vueltas de horizonte/Pares sobre una referencia).
- o Método de Schreiber.

Este método lo descartaremos ya que los de interés no son visibles desde la zona de trabajo.

- **Método de Trilateración:**

La trilateración topográfica consiste en la determinación de los triángulos implantados en la zona de actuación por medio de las longitudes de sus lados (medición con distanciómetro).

Se precisa buena visibilidad en cada vértice con respecto a los demás a efectos de facilitar la observación y buena conformación angular de los triángulos que permita un mínimo error.

Este método lo descartaremos ya que los de interés no son visibles desde la zona de trabajo.

- **Método de Poligonación:**

El primer objetivo es determinar la localización de los vértices, los cuales hay que colocarlos a lo largo de nuestra zona de trabajo y distribuirlos más o menos uniformemente, una vez colocados los vértices a lo largo de la zona de urbanización, distribuidos uniformemente a un lado y otro del mismo, y procurando en la medida de lo posible la no destrucción de los mismos por estar en zonas donde se construirá. Es necesario que desde un vértice se vea el anterior y el posterior, yendo en el sentido de la poligonal.

La forma de observarla sería haciendo un itinerario cerrado, partiendo del vértice fundamental de la Red Básica, donde se orientaría a un vértice geodésico empleado para hacer la intersección inversa anteriormente. Se avanzaría por un lado de los futuros viales, y se volvería por el otro, llegando así de nuevo al vértice fundamental, cerrando en orientación y coordenadas, marcando que estén en la tolerancia prefijada.

Este método lo descartaremos ya que los de interés no son visibles desde la zona de trabajo.

Red de detalle

El método utilizado es la radiación, el cual consiste en estacionar en un punto de coordenadas conocidas (vértices de la Red Básica) y medir coordenadas polares (ángulo y distancia reducida) de los puntos de interés y de relleno.

A1.3.2. Metodología GPS

Red básica

- **Estático**

La observación con este método se realiza con un único receptor, con el cual se calculan las pseudodistancias a los satélites observados. Es necesario observar a un mínimo de cuatro satélites para obtener un posicionamiento tridimensional. Los

resultados se obtienen en coordenadas absolutas respecto al sistema de referencia al que están referidos los satélites.

Las coordenadas del punto donde está situado el receptor se obtienen en tiempo real, obteniéndose las primeras coordenadas tras dos o tres minutos de observación. Manteniendo el receptor fijo durante mucho tiempo en el punto se puede mejorar la precisión, siendo ésta aproximadamente de 10 m y de 50 m cuando está activada la disponibilidad selectiva.

- **Estático rápido**

Este método sólo se puede utilizar cuando los receptores están equipados con doble frecuencia y las observaciones realizadas son simultáneas. Es necesario disponer de más de un receptor, colocándose uno de ellos sobre un punto de coordenadas conocidas (BASE), donde permanecerá durante toda la observación; el otro receptor (MÓVIL) se irá desplazando por todos los puntos a determinar. El tiempo de observación del equipo móvil en cada uno de los puntos a determinar dependerá del número de satélites enlazados y la longitud de la línea base.

El número mínimo de satélites para poder trabajar con este método es de cuatro, pudiéndose perder la señal de los satélites en el equipo móvil durante los desplazamientos de un punto a otro, aunque el receptor fijo debe permanecer encendido durante toda la observación, incluidos los desplazamientos.

Red de detalle

- **RTK**

El método de observación cinemático en tiempo real, RTK, trabaja con varios receptores. El receptor fijo se ubica en un punto de coordenadas conocidas enviando al receptor móvil correcciones diferenciales de posición mediante un enlace de datos creado por vía radio-modem. Así, la observación de cada punto de la red de detalle se realiza durante 5 segundos. Este método se caracteriza por

obtener los datos en tiempo real (sin procesado de las observaciones), lo que conlleva un alto rendimiento.

El procedimiento con GPS es el siguiente:

Este método consiste en realizar los trabajos topográficos mediante la observación con un mínimo de dos receptores GPS bifrecuencia mediante diversos procedimientos que se explicarán.

Lo primero a realizar es dotar de coordenadas ETRS89 a la zona de actuación, para ello utilizaremos el **posicionamiento** denominado **estático-relativo**.

Para su realización, se decidió realizarlo de la siguiente manera:

Se dota de coordenadas a nuestra zona de trabajo a partir de la observación de líneas bases desde un vértice de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP), en este caso, el de Granada (GRA1) a todas las bases de la Red Básica (V1 y V2).

El segundo paso sería realizar la observación de la Red de Detalle. Para ello, a partir de las bases implementadas en la zona de actuación se procederá a su observación mediante el método conocido como RTK, que consiste en estacionar el receptor en un vértice de la red en modo estático y el otro receptor (móvil) se utiliza para realizar el levantamiento de la zona.

A1.4. Estudio de errores posicionales. Errores a priori

Tras las diversas metodologías descritas en los apartados anteriores, se estudiarán, a partir de datos aproximados obtenidos de la cartografía y con las características técnicas de los instrumentos topográficos, si la concatenación de errores de las diversas alternativas hace que el error final para cada una de las metodologías estén dentro de la precisión del trabajo que se requiere. Nos centraremos en la metodología GPS, ya que la metodología clásica no podemos llevarla a cabo al no estar los vértices visibles.

A partir de la Teoría de Errores para las observaciones topográficas, se calculan los posibles errores que se cometerán en cada una de las fases de trabajo,

aportándonos de esta manera datos para optar por la opción más adecuada entre las distintas metodologías propuestas.

La metodología que se va a realizar es calcular el error en cada fase de trabajo, a fin de obtener unos datos aproximados que aseguren las precisiones exigidas en el pliego de condiciones técnicas.

Así pues, estos estudios a priori de errores se realizarán en base a las diferentes metodologías propuestas y a las características técnicas de la instrumentación adecuada para cada una de las alternativas.

a) Error producido en la Red Principal: consistiría en estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para dotar de coordenadas a nuestra zona de trabajo. De esta manera, se estudia en este apartado los errores que se producirían en la línea base entre la estación de la RAP (GRA1) y los vértices de la Red Básica que se implementarán repartidos homogéneamente en la zona de trabajo.

Para el estudio a realizar, se elige el vértice más alejado, pues será el que tenga mayor error en las observaciones. La distancia entre la estación GRA1 y el vértice de la Red Básica V1 es de 5702,740 m.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de $\pm (10 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm})$ en medida de fase diferencial.

Teniendo en cuenta la precisión del GPS y que la distancia de la línea base sería de 5702,740 metros, para el cálculo de dicho error, bastaría con calcular la siguiente ecuación:

$$e_{\text{LíneaBase}} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(\text{ppm}) * D_{\text{max}}(m)}{1000000} \right]^2} = 0.029m$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- o **Error de estacionamiento:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Regente el cual sería nulo puesto que la estación GRA1 posee centrado forzoso.
- o **Error de señal:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Básica que se implantaría. Dicho error lo consideramos con un valor de medio centímetro.

$$e_{vert} = \sqrt{e_{est\ GRA1}^2 + e_{señalRAP}^2} = 0.005\text{ m}$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas bases, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red Básica sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$e_{RedPrincipal} = \sqrt{e_{LineaBase}^2 + e_{propio}^2} = 0.029\text{ m}$$

b) Error producido en la Red de Detalle: se trataría de estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para las coordenadas de la red de detalle, a partir de las bases de replanteo implantadas para la Red Básica.

A partir de estos datos, calculamos los distintos errores que intervendrían en estas observaciones:

- **Error cometido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método RTK de $\pm (20\text{mm} \pm 1\text{ ppm})$.

Para el cálculo, tomaremos la base más centrada de todas, con lo que la distancia máxima entre las líneas base que se puede producir sería de 700 m.

Teniendo en cuenta estos datos, el error se calcularía igual que para la Red Básica:

$$e_{LineaBase} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{max}(m)}{1000000} \right]^2} = 0.050\text{m}$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- o **Error de estacionamiento:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Básica, se considerará el valor de 0.010 m.
- o **Error de señal:** es el error que se produciría colocar el jalón sobre cada punto de la Red de Detalle, dicho error se considerará de 0.010 m.
- o **Error por inclinación del jalón:**

$$e_{jalón} = \frac{2}{3} * m * \frac{\beta''}{r''} = \frac{2}{3} * 1,9 * \frac{3600''}{206265''} = 0,022m$$

La componente cuadrática de estos errores será el error propio del instrumento:

$$e_{propio} = \sqrt{e_{estBR}^2 + e_{señal_{Strop\&Go}}^2 + e_{jalón}^2} = 0,025m$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas base, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red de Detalle sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$E_{RedDetalle} = \sqrt{e_{LíneaBase}^2 + e_{propio}^2} = 0,056m$$

A1.5. Elección de la metodología definitiva

Tras realizar el estudio de la zona donde se ubica el presente proyecto, se observó cómo al tratarse de una zona con el horizonte despejado, con la metodología GPS, no tendríamos problema en ningún momento. Además, no necesitaríamos visibilidad entre los vértices, como si pasa en la metodología clásica.

Con la utilización de la técnica GPS, los trabajos de campo se reducen en tiempo, son más rápidos de ejecutar con respecto a la topografía clásica, con lo que esto influirá en la reducción del coste de presupuesto.

Con todo lo dicho anteriormente, y teniendo disponible equipos GPS bifrecuencia de alta rentabilidad, a la hora de tomar datos en campo, se ha optado por realizar todo el proyecto mediante técnicas GPS.

Una vez elegida la técnica a emplear, nos tenemos que asegurar que dicha técnica cumple los requisitos que se plantea en el pliego de condiciones técnicas, es decir, justificar que la solución adoptada presenta un error tanto en planimetría como en altimetría que no se excede de las tolerancias impuestas en el pliego de condiciones.

A1.5.1- Precisiones de las Técnicas GPS

Para el trabajo que se pretende utilizar dos técnicas GPS: el método Estático-Relativo para la Red Básica y el método de RTK para la Red de Detalle, teniendo más precisión el primer método lógicamente, pues una red de orden superior siempre debe de tener más precisión.

El tiempo de observación en el método Estático-Relativo depende de varios factores como son la longitud de la línea base, el número de satélites de que se disponga y su geometría (GDOP), entre otras. Aun así este método, para líneas base de hasta 15 km, proporciona unas precisiones en torno a 5-10 mm + 1ppm.

A1.5.2- Tolerancias Planimétricas y Altimétricas

En el documento Nº 3 “Pliego de Condiciones” del proyecto que se está tratando se establecen los errores máximo tanto para planimetría como para altimetría. Con lo que los errores máximos permitidos para el presente trabajo serían los siguientes:

$$T_{\text{planimetría}}=T_{xy}= \text{Lim.PercepciónVisual} * \text{Escala} = 0.2 \text{ mm} * 1000 = 0.2 \text{ m}$$

La **Tolerancia en Planimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **doscientos milímetros**.

$$T_{\text{altimetría}}=T_z= 1/4 * \text{Equidistancia} = 1/4 * 1 = 0.25 \text{ m}$$

La **Tolerancia en Altimetría** que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de **doscientos cincuenta milímetros**.

A1.5.3-Errores a priori de la solución Adoptada

Con éste apartado lo que se pretende es justificar y asegurar que la técnica GPS que ha sido la opción adoptada, cumple con las tolerancias que han sido impuestas en el Documento Nº3 “Pliego de condiciones” del proyecto presente.

Dividiremos este apartado en dos: errores altimétricos y planimétricos.

➤ Errores altimétricos

A continuación se calculan los errores a priori que se cometería en las distintas fases de observación.

✓ Error producido en la Red Básica

Se trata del estudio de las bases de replanteo que forman nuestra Red Básica, es decir, entre la estación GRA1 y los vértices de nuestra Red.

Para la obtención del error cometido en la obtención de coordenadas con GPS estará en función de dos errores:

• Error cometido en el cálculo de la línea base

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método Estático-Relativo de $\pm (10 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm})$ en medida de fase diferencial.

Teniendo en cuenta la precisión del GPS y que la distancia de la línea base sería de 5702,740 metros, para el cálculo de dicho error, bastaría con calcular la siguiente ecuación:

$$e_{\text{LíneaBase}} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(ppm) * D_{\max}(m)}{1000000} \right]^2} = 0.029m$$

• Error propio instrumento

En éste error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- o **Error de estacionamiento:** no se produciría error en la estación GRA1, al ser de centrado forzado.

- o **Error de señal:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Básica que se implantaría. Dicho error lo consideramos con un valor de un centímetro.

$$e_{\text{vert}} = \sqrt{e_{\text{est GRA1}}^2 + e_{\text{señalRP}}^2} = 0.005 \text{ m}$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas bases, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red Básica sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$e_{\text{RedPrincipal}} = \sqrt{e_{\text{LineaBase}}^2 + e_{\text{propio}}^2} = 0.029 \text{ m}$$

✓ **Error producido en la Red de Detalle**

Se trataría de estudiar los errores que se producen al realizar las medidas con GPS para las coordenadas de la red de detalle, a partir de las bases de replanteo implantadas para nuestra Red Básica.

A partir de estos datos, calculamos pues los distintos errores que intervendrían en estas observaciones:

- **Error producido en el cálculo de la línea base**

Se sabe que un equipo GPS con unas características instrumentales normales tiene una precisión en la medida de líneas base mediante el método RTK de $\pm (20\text{mm} \pm 1 \text{ ppm})$.

Para el cálculo, tomaremos la base más centrada de todas, con lo que la distancia máxima entre las líneas base que se puede producir sería de 700 m.

Teniendo en cuenta estos datos, el error se calcularía igual que para la Red Básica:

$$e_{\text{LineaBase}} = 2.5 * \sqrt{(a(m))^2 + \left[\frac{b(\text{ppm}) * D_{\text{max}}(m)}{1000000} \right]^2} = 0.050 \text{ m}$$

- **Error propio del instrumento**

En este error intervendrían el error de estacionamiento y el error de señal de los instrumentos:

- o **Error de estacionamiento:** es el error que se produciría al estacionar sobre el vértice de la Red Básica, se considerará el valor de 0.010 m.
- o **Error de señal:** es el error que se produciría colocar el jalón sobre cada punto de la Red de Detalle, dicho error se considerará de 0.010 m.
- o **Error por inclinación del jalón:**

$$e_{jalón} = \frac{2}{3} * m * \frac{\beta''}{r''} = \frac{2}{3} * 1,9 * \frac{3600''}{206265''} = 0,022m$$

La componente cuadrática de estos cuatro errores será el error propio del instrumento:

$$e_{propio} = \sqrt{e_{estBR}^2 + e_{señal_{Strop\&Go}}^2 + e_{jalón}^2} = 0,025m$$

El error que se produciría en la medida de cada una de las líneas base, es decir, en la obtención de las coordenadas de los puntos de la Red de Detalle sería la componente cuadrática de todos los errores que intervienen:

$$E_{RedDetalle} = \sqrt{e_{LíneaBase}^2 + e_{propio}^2} = 0,056m$$

✓ Composición final de errores

Se trata de calcular los errores finales que tendremos en los puntos del levantamiento, a través de la concatenación de errores que se producen en las distintas fases. Para ello, nos valemos de la formulación del error máximo en posición relativa y el error máximo en posición absoluta.

- o **Enlace con la estación GRA1: método Estático-Relativo**

$$E_{Posición-Relativa} = \sqrt{(0.029)^2 + (0)^2} = 0.030 \text{ m}$$

$$E_{Posición-Absoluta} = \sqrt{(0.029)^2 + (0)^2} = 0.029 \text{ m}$$

o **Red de Detalle: método RTK**

$$E_{\text{Posición-Relativa}} = \sqrt{(0.056)^2 + (0.029)^2} = 0.063 \text{ m}$$

$$E_{\text{Posición-Absoluta}} = \sqrt{(0.063)^2 + (0.029)^2} = 0.069 \text{ m}$$

$$E_z = E_{\text{Posición-Absoluta (Red-Detalle)}} = 0.069 \text{ m}$$

El error a priori que se comete en la técnica GPS en **altimetría** toma el valor de **sesenta y nueve milímetros**.

Como se puede apreciar, este **error es menor que la tolerancia máxima** impuesta en el Pliego de Condiciones y que se recoge en el apartado anterior A.1.5.2 de éste mismo anejo; con lo que se deduce que ésta **metodología es apta** para la obtención de datos altimétricos en el proyecto que se está tratando.

➤ **Errores planimétricos**

Estos errores han sido calculados previamente en el apartado A.1.5.1 de éste mismo anejo para elegir la técnica por la que se optaría. Dichos errores se pueden apreciar en ese apartado, no obstante, nosotros nos quedamos con el error final en planimetría, que sería el siguiente:

$$E_{xy} = E_{\text{Posición-Absoluta (Red-Detalle)}} = 0.070 \text{ m}$$

El **error a priori** que se comete con la técnica GPS en **planimetría** toma el valor de **setenta milímetros**.

Como se puede apreciar, este **error es menor que la tolerancia máxima** impuesta en el Pliego de Condiciones y que se recoge en el apartado anterior A.1.5.2 de éste mismo anejo; con lo que se deduce que ésta metodología es apta para la obtención de datos planimétricos en el proyecto que se está tratando.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



ANEJO Nº2 – TRABAJOS DE CAMPO

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO Nº2. TRABAJOS DE CAMPO

A2.1. Señalización de los vértices de las redes topográficas. Reseñas

Tras el reconocimiento del terreno, con la información obtenida in situ, se procede a la señalización de los vértices de la Red Básica. Luego estos vértices serán dotados de coordenadas UTM a partir de observaciones GPS. Así luego servirá de apoyo para realizar el levantamiento de la zona. Se han colocado 2 vértices distribuidos en la zona de actuación. Dichos vértices se les denominarán V1 y V2. Los dos vértices han quedado monumentados de la misma forma, mediante una estaca anclada al terreno.

La distribución de vértices adoptada finalmente se ve en la siguiente ilustración.



Ilustración 10. Distribución vértices red Básica.

Reseñas de los vértices

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO										
 Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO	 Laboratorio de Geodesia, Geomática y Cartografía Universidad de Cádiz									
Estación permanente de Granada (Fecha última actualización: 17/03/2010)										
ORTOFOTO 	SITUACIÓN VERTICE: GRA1 NOMBRE: Granada ID DE RED: 0024 Nº IERS DOWS: 13455M002 PROVINCIA: Granada MUNICIPIO: Granada HOJA MTN-50: 1000									
FOTOGRAFÍA DE CAMPO 	UBICACIÓN: Instituto Andaluz de Geofísica (IAG), Campus Universitario de Cartuja, s/n. C.P.: 18071 - Granada. CONSTRUCCIÓN: Mástil metálico cilíndrico de 0,30 m. de altura y 0,1 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico. fijado a plataforma de hormigón, sobre la terraza del edificio.									
MAPA DE SITUACIÓN 	INSTRUMENTACIÓN RECEPTOR: Leica GX 1200 Pro ANTENA: LEIAT504 (LEI) ESTACIÓN METEOROLÓGICA: REGISTROS:									
COORDENADAS ETRS-89										
CARTESIANAS X(m): 5077018,014 Y(m): -119155,702 Z(m): 5834700,964										
GEODÉSICAS										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>DECIMAL</th> <th>SEXAGESIMAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LATITUD:</td> <td>37.188597779</td> <td>37° 11' 23.63500" N</td> </tr> <tr> <td>LONGITUD:</td> <td>-5.596405588</td> <td>3° 35' 47.06000" O</td> </tr> </tbody> </table>		DECIMAL	SEXAGESIMAL	LATITUD:	37.188597779	37° 11' 23.63500" N	LONGITUD:	-5.596405588	3° 35' 47.06000" O
	DECIMAL	SEXAGESIMAL								
LATITUD:	37.188597779	37° 11' 23.63500" N								
LONGITUD:	-5.596405588	3° 35' 47.06000" O								
UTM HUSO 30 X UTM 30 (m): 447068,177 Y UTM 30 (m): 4118105,440										
INFORMACIÓN ADICIONAL										
INSTITUCIÓN RESPONSABLE: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), Consejería de Economía y Conocimiento C/ Leonardo De Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla, España E-MAIL IECA: cartografia@juntadeandalucia.es										
CONTROL GEODÉSICO: Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía (LAGC), Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Campus de Puerto Real, Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real (Cádiz), España. E-MAIL LAGC: geodesia@uca.es										
PÁGINA WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento PÁGINA WEB LAGC: http://www.uca.es/grup-invest/geodesia/										

Fuente: <http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento/rap/estaciones/gra1>

NOMBRE DE LA BASE: V1
SEÑALIZACIÓN: Clavo en cabeza estaca

PROVINCIA: GRANADA
TÉRMINO MUNICIPAL: ARMILLA

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Sistema de Ref: **ETRS89**
Longitud: **-3° 36' 53.26273"**
Latitud: **37° 08' 26.33271"**

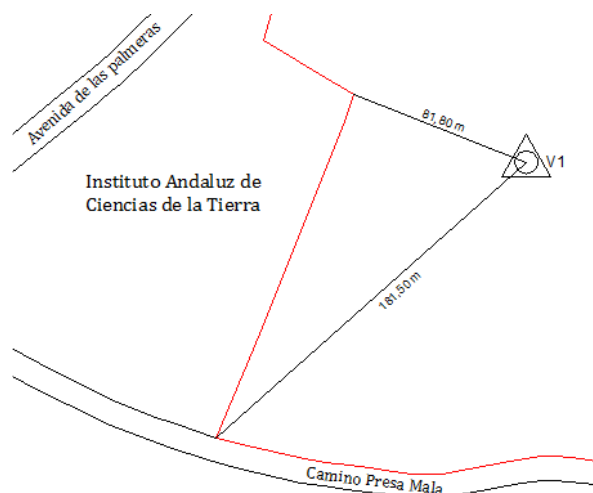
COORDENADAS UTM (Huso 30):

Sistema de Ref: **ETRS89**
X: **445398.575 m**
Y: **4110651.969 m**

Altitud Ortométrica: **670,006 m**

FOTOGRAFÍA:**ACCESO:**

Desde Armilla, por la Avenida de las Palmeras dirección camino Presa Mala, detrás del instituto de Andaluz de Ciencias de la Tierra, se encuentra la base de replanteo.

SITUACIÓN:**CROQUIS:**

NOMBRE DE LA BASE: V2
SEÑALIZACIÓN: Clavo en cabeza estaca

PROVINCIA: GRANADA
TÉRMINO MUNICIPAL: ARMILLA

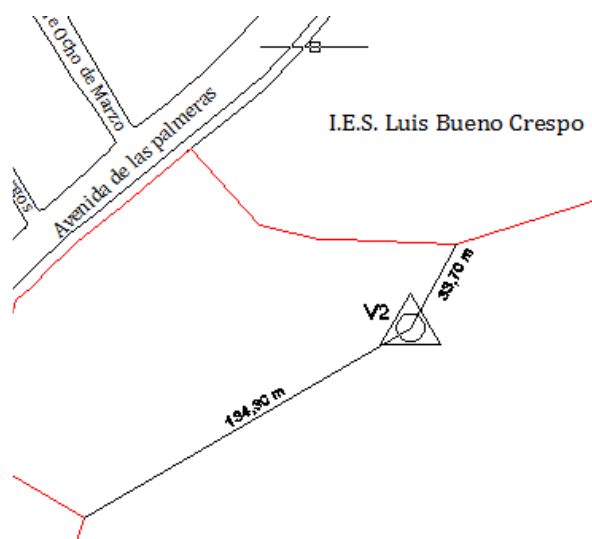
COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Sistema de Ref: **ETRS89**
Longitud: **-3° 36' 51.64840''**
Latitud: **37° 08' 29.50248''**

SITUACIÓN:**COORDENADAS UTM (Huso 30):**

Sistema de Ref: **ETRS89**
X: **445439.032 m**
Y: **4110749.389 m**

Altitud Ortométrica: **669,296 m**

FOTOGRAFÍA:**CROQUIS:****ACCESO:**

Desde Armilla, por la Avenida de las Palmeras dirección camino Presa Mala, detrás del instituto de Luis Bueno Crespo, se encuentra la base de replanteo.

A2.2 Redes Topográficas Establecidas

Para establecer la red topográfica del proyecto se han situado en el terreno dos bases de replanteo, que unidas con la estación situada en el Instituto Andaluz de Geofísica de Granada (GRA1), formará la red topográfica del proyecto.

Con la ayuda de un receptor GPS de doble frecuencia, se situó un GPS en la base (V1) y el otro en la otra base (V2), se fue midiendo cada base en modo estático, con lecturas cada 5 segundos durante aproximadamente 30 minutos. Una vez obtenidas las coordenadas de las bases de replanteo con el software LEICA GEO-OFFICE, se asignan esas coordenadas a las bases y se comienza a realizar un RTK del trazado de la carretera.

A2.3. Instrumentación topográfica y material auxiliar empleado

A continuación se presenta la instrumentación y material utilizado para realizar el levantamiento topográfico:

- **Equipo GNSS (2 equipos)** de doble frecuencia de la marca Leica, modelo 1230+, una antena en bastón AX1202.

Las precisiones de los equipos GNSS son:

➤ **Fase en Post-Proceso**

- o Estático (H/V): 5 mm +0.5 ppm / 10 mm + 0.5 ppm
- o Cinemático: (H/V): 10 mm + 1ppm/ 20 mm + 1ppm

➤ **Fase en Tiempo Real**

- o Estático (H/V): 5 mm +0.5 ppm / 10 mm + 0.5 ppm
- o Cinemático: (H/V): 10 mm + 1ppm/ 20 mm + 1ppm

Material Auxiliar utilizado

- **Trípode de madera:** sirve de soporte para la colocación del equipo GPS para las observaciones en modo estático sobre los vértices de la Red Básica.

- **Bastón:** utilizado como soporte del equipo GPS para las observaciones del receptor móvil en posicionamiento RTK. Su longitud es de 1,9 metros, altura suficiente para que el horizonte lo tenga despejado.
- **Estacas:** utilizado para monumentar los vértices de la red Básica.
- **Clavo:** para marcar el centro en la cabeza de la estaca.
- **Baterías:** fuente de energía para los equipos GPS.
- **Cargadores:** utilizados para la carga de las baterías.
- **Ordenador portátil:** para la realización de todas las tareas en gabinete, así como para el volcado de datos de observación.
- **Flexómetro:** utilizado para medir la altura correspondiente de los equipos en los diferentes estacionamientos.
- **Cinta métrica:** empleado para la realización de reseñas de la Red Básica.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



ANEJO N°3 – PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES. ERRORES Y PRECISIONES

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO Nº3. PROCESADO DE LAS OBSERVACIONES. ERRORES Y PRECISIONES

A3.1. Software Informático Utilizado

Para la realización del procesado de los datos de las observaciones realizadas en campo con GPS se ha utilizado el software LEICA GEO-OFFICE 7.0.

Para la realización del procesado se ha seguido los siguientes pasos:

- ✓ Creación de un nuevo proyecto.
- ✓ Importar los datos de las observaciones.
- ✓ Procesado de las observaciones:
 - o Primero se procesan las observaciones en Estático-Relativo, correspondiente a las líneas base entre la estación GRA1 y la Red Básica (V1 y V2) para cada época de observación. Se dejó como referencia la estación GRA1 y como móvil el vértice V1, esa línea base GRA1-V1, se tomó como fija. A partir de ella se obtuvieron las dos restantes líneas bases GRA1-V2 y V1-V2. Una vez obtenidas estas, se realizó el ajuste de la red obteniendo las coordenadas ajustadas de los vértices V1 y V2.
 - o Por último, se procesa las observaciones en RTK correspondientes a las líneas bases del vértice de la Red Básica (V1) a todos los puntos que se tomaron de la Red de Detalle. Se dejara como referencia el vértice V1 y como móvil los puntos tomados en RTK desde esa base.

Para obtener las coordenadas de las estaciones de referencia se ha utilizado el software **LEICA GEO-OFFICE**. El primer paso a realizar es obtener los archivos Rinex de la estación de Granada (GRA1) para el mismo día que se realizaron las observaciones GPS de las bases del proyecto y en el intervalo horario en la que se prolongaron dichas observaciones. Una vez realizado esto, con el software, obtenemos las coordenadas de V1 y V2.

A3.2. Cálculo de las Distintas Redes

A3.2.1- Procesado de las Líneas Bases entre la Estación GRA1 y la Red Básica

Se trata del procesamiento de datos para dotar de coordenadas UTM (HUSO 30), a nuestra zona de trabajo.

Para ello, se procesarán 3 líneas bases, una por cada punto de nuestra red Básica, como se ha comentado en el apartado anterior, con lo que de esta manera conseguiremos que a partir de las coordenadas de la estación GRA1 y procesando dichas líneas bases se obtengan coordenadas en la zona de trabajo.

A continuación se muestran los datos obtenidos del procesamiento de las observaciones y el ajuste de las líneas base con el programa Leica Geo-Office 7.0.

➤ **LÍNEAS BASE**

LÍNEA BASE GRA1-V2

Project Information		
Project name:	Proyecto FSM	
Date created:	05/25/2016 11:21:18	
Time zone:	1h 00'	
Coordinate system name:	ETRS89 UTM30	
Application software:	LEICA Geo Office 7.0	
Processing kernel:	PSI-Pro 2.0	
Processed:	05/25/2016 12:17:09	
Point Information		
	Reference: GRA1	Rover: V2
Receiver type / S/N:	GRX1200PRO / 453666	GX1230 / 455040
Antenna type / S/N:	LEIAT504 LEIS / 102596	AX1202 en trípode / -
Antenna height:	0.000 m	1.091 m
Initial coordinates:		
Latitude:	37° 11' 23.63920" N	37° 08' 29.59352" N
Longitude:	3° 35' 47.06010" W	3° 36' 51.62119" W
Ellip. Hgt:	823.270 m	

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	15°	15°	
Ephemeris type (GPS):	Precise	Broadcast	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Ephemeris type (GLONASS):	Precise	Precise	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	30	
Tropospheric model:	Hopfield	Hopfield	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs):	None
Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id):	None

Final Coordinates

	Reference: GRA1	Rover: V2	
Coordinates:			
Latitude:	37° 11' 23.63920" N	37° 08' 29.50248" N	
Longitude:	3° 35' 47.06010" W	3° 36' 51.64840" W	
Ellip. Hgt:	823.270 m	718.228 m	
Solution type:	Phase: all fix		
GNSS type:	GPS		
Frequency:	L1 and L2		
Ambiguity:	Yes		
Quality:	Sd. Lat: 0.000 m Posn. Qlty: 0.000 m	Sd. Lon: 0.000 m Sd. Slope: 0.000 m	Sd. Hgt: 0.001 m
MD:	0.862 m		
Cofactor matrix Q _{xx} :	0.00000013	0.00000002 0.00000009	-0.00000007 -0.00000003 0.00000061

LÍNEA BASE GRA1-V1**Project Information**

Project name: Proyecto FSM
 Date created: 05/25/2016 11:21:18
 Time zone: 1h 00'
 Coordinate system name: ETRS89 UTM30
 Application software: LEICA Geo Office 7.0
 Processing kernel: PSI-Pro 2.0
 Processed: 05/25/2016 12:17:09

Point Information

	Reference: GRA1	Rover: V1
Receiver type / S/N:	GRX1200PRO / 453666	GX1230 / 455062
Antenna type / S/N:	LEIAT504 LEIS / 102596	AX1202 en trípode / -
Antenna height:	0.000 m	1.109 m
Initial coordinates:		
Latitude:	37° 11' 23.63920" N	37° 08' 26.33333" N
Longitude:	3° 35' 47.06010" W	3° 36' 53.26266" W
Ellip. Hgt:	823.270 m	

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	15°	15°	
Ephemeris type (GPS):	Precise	Broadcast	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Ephemeris type (GLONASS):	Precise	Precise	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	30	
Tropospheric model:	Hopfield	Hopfield	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs): None
 Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id): None

Final Coordinates

	Reference: GRA1	Rover: V1	
Coordinates:			
Latitude:	37° 11' 23.63920" N	37° 08' 26.33271" N	
Longitude:	3° 35' 47.06010" W	3° 36' 53.26273" W	
Ellip. Hgt:	823.270 m	718.935 m	
Solution type:	Phase: all fix		
GNSS type:	GPS		
Frequency:	L1 and L2		
Ambiguity:	Yes		
Quality:	Sd. Lat: 0.000 m Posn. Qlty: 0.001 m	Sd. Lon: 0.000 m Sd. Slope: 0.000 m	Sd. Hgt: 0.001 m
M0:	0.937 m		
Cofactor matrix Qxx:	0.00000023	0.00000003 0.00000016	-0.00000012 -0.00000006 0.00000092

LÍNEA BASE V2-V1**Project Information**

Project name: Proyecto FSM
 Date created: 05/25/2016 11:21:18
 Time zone: 1h 00'
 Coordinate system name: ETRS89 UTM30
 Application software: LEICA Geo Office 7.0
 Processing kernel: PSI-Pro 2.0
 Processed: 05/25/2016 12:30:11

Point Information

	Reference: V2	Rover: V1
Receiver type / S/N:	GX1230 / 455040	GX1230 / 455062
Antenna type / S/N:	AX1202 en trípode / -	AX1202 en trípode / -
Antenna height:	1.091 m	1.109 m
Initial coordinates:		
Latitude:	37° 08' 29.50248" N	37° 08' 26.33333" N
Longitude:	3° 36' 51.64840" W	3° 36' 53.26266" W
Ellip. Hgt:	718.228 m	

Processing Parameters

Parameters	Selected	Used	Comment
Cut-off angle:	15°	15°	
Ephemeris type (GPS):	Precise	Broadcast	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Ephemeris type (GLONASS):	Precise	Precise	No precise ephemeris available, switched to broadcast ephemeris.
Solution type:	Automatic	Phase: all fix	
GNSS type:	GPS	GPS	
Frequency:	Automatic	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	15	
Tropospheric model:	Hopfield	Hopfield	
Ionospheric model:	Automatic	Computed	
Use stochastic modelling:	Yes	Yes	
Min. distance:	8 km	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	Automatic	

Satellite Selection

Manually disabled GPS satellites (PRNs): None
 Manually disabled GLONASS satellites (Slot Id): None

Final Coordinates

	Reference: V2	Rover: V1	
Coordinates:			
Latitude:	37° 08' 29.50248" N	37° 08' 26.33276" N	
Longitude:	3° 36' 51.64840" W	3° 36' 53.26266" W	
Ellip. Hgt:	718.228 m	718.937 m	
Solution type:	Phase: all fix		
GNSS type:	GPS		
Frequency:	L1 and L2		
Ambiguity:	Yes		
Quality:	Sd. Lat: 0.000 m Posn. Qlty: 0.000 m	Sd. Lon: 0.000 m Sd. Slope: 0.000 m	Sd. Hgt: 0.000 m
M0:	0.179 m		
Cofactor matrix Qxx:	0.00000011	0.00000002 0.00000008	-0.00000006 -0.00000003 0.00000046

A3.3. Obtención de las coordenadas ETRS-89

Una vez realizado todo el procedimiento de ajuste de las líneas base, se obtienen las coordenadas en el sistema correspondiente, en este caso, ETRS-89. Utilizando el programa Leica Geo-Office, introducimos los puntos tomados en el levantamiento, y a las bases establecidas, se le introduce las coordenadas calculadas y precisas. En total, el número de puntos tomados en el levantamiento de la zona fueron 1080. (ver anexo puntos- CD). Obtenemos la altitud elipsoidal por lo que tenemos que calcular la ondulación para obtener la altitud ortométrica (H).

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



ANEJO Nº4 – COMPILACIÓN Y PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO Nº4. COMPILACIÓN Y PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

A.4.1. Software informático utilizado

- Autocad 2009: Se trata de un programa de diseño gráfico, con el que se han realizado los Planos que se incluyen dentro del presente proyecto (Documento Nº 2). Se ha usado sobre todo para insertar en cada uno de los planos elementos planimétricos exigidos en el Pliego de Condiciones.

- M.D.T. 6.0: Éste programa necesita de una base de Cad, y se ha usado para la realización del Modelo Digital del Terreno de la zona proyectada, a partir del levantamiento topográfico elaborado previamente mediante técnicas GPS. Posteriormente se han obtenido planos de perfiles longitudinales y transversales, planos del diseño geométrico del vial con el terreno modificado, y cálculos de cubicaciones de movimientos de tierras, todo ello usando este software.

A.4.2. Metodología

1. Se importa el fichero ASCII con extensión "*.pun" que contiene el listado de coordenadas UTM de todos los puntos que conforman la nube de puntos que define el levantamiento.

2. Se genera la planimetría de la zona, utilizando de apoyo la codificación impuesta en campo.

3. Se realiza el modelo digital del terreno, mediante una malla TIN con nodos en cada uno de los puntos importados y apoyándose en las líneas de rotura impuestas.

4. Se realiza el curvado de la zona, imponiéndole al programa que la equidistancia entre las curvas sea de un metro y la de las curvas directoras o maestras sea de cinco metros.

5. Se rotulan los elementos de la zona (Calles, fincas, lugares de interés en el fin del levantamiento...). Se coloca la leyenda, la escala gráfica y la dirección del norte.

A.4.3. Tabla resumen de los documentos gráficos elaborados

Título del plano	Número de plano
Croquis situación Nacional y Provincial	1
Plano de situación	2
Plano de emplazamiento	3
Red topográfica	4
Plano de minuta	5
Plano topográfico	6
Estado de alineaciones	7
Estado final proyectado	8
Perfiles longitudinales	9
Perfiles transversales	10
Sección tipo	11

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



ANEJO Nº5 – DISEÑO DE LA GEOMETRÍA PROYECTADA

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

ANEJO Nº5. DISEÑO DE LA GEOMETRÍA PROYECTADA

A.5.1. Software informático utilizado

- Autocad 2009: Se trata de un programa de diseño gráfico, con el que se han realizado los Planos que se incluyen dentro del presente proyecto (Documento Nº 2). Se ha usado sobre todo para insertar en cada uno de los planos elementos planimétricos exigidos en el Pliego de Condiciones.

- M.D.T. 6.0: Éste programa necesita de una base de Cad, y se ha usado para la realización del Modelo Digital del Terreno de la zona proyectada, a partir del levantamiento topográfico elaborado previamente mediante técnicas GPS. Posteriormente se han obtenido planos de perfiles longitudinales y transversales, planos del diseño geométrico del vial con el terreno modificado, y cálculos de cubicaciones de movimientos de tierras, todo ello usando este software.

A.5.2. Descripción del diseño

Se realiza un estudio rápido de la zona, para tener una primera sensación del trazado de los nuevos viales. En este estudio rápido, se analizará una aproximación del lugar donde se situarán los viales que nos darán una idea rápida del diseño final.

Se diseñan los viales. Además, se debe tener siempre muy presente la Normativa de Carreteras, por lo que la distancia entre vértices, pendientes, y parámetros de los enlaces debe ser la que dicha Normativa nos indica para el diseño de los nuevos viales.

Terminados los ejes definitivos, se generarán los perfiles longitudinales y transversales correspondientes a cada uno de los ejes.

Se realiza el alzado de cada uno de los ejes, trazándose así la rasante en tramos rectos, ello se lleva a cabo, sobre el perfil longitudinal

correspondiente a cada eje. Luego se adapta la rasante mediante acuerdos verticales. Se debe tener presente la Normativa de Carreteras para las pendientes de la rasante y los acuerdos verticales.

Se define la sección tipo de cada eje, en la que aparecerán los anchos de los carriles, los tipos de cunetas, las bermas, los taludes de desmonte y terraplén, la definición de firmes, y el espesor de tierra vegetal.

Una vez elaborados todos estos archivos, se puede generar el fichero de segmento que contendrá toda la información de cada eje (eje, perfil longitudinal, perfiles transversales, rasante, sección tipo). Con este segmento se genera el terreno modificado, es decir, cómo quedaría el terreno tras la construcción del vial diseñado. Se crea un nuevo modelo digital de terreno con la forma de cómo quedaría la obra una vez ejecutada. Se genera una nueva superficie y se vuelve a curvar, obteniéndose así el terreno modificado.

A.5.3. Estado de alineaciones y encaje planimétrico de la planta

Para diseñar el trazado de los viales se han tenido presentes las características del terreno natural y por supuesto la normativa vigente (Instrucción de carreteras, Norma 3.1- I.C. Trazado, aprobada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente) así como el Plan General de Urbanismo del municipio.

De este modo y teniendo en cuenta aspectos como:

- Distancia mínima de viales y aparcamientos.
- Superficie mínima de parcela y ancho de fachada.
- Superficie mínima destinada a zonas verdes y equipamiento.
- Número de aparcamientos en los viales.

Se realizan algunos modelos que podrían resolver la organización de los viales y se hace un estudio previo para comprobar cuál es la solución más válida para ser materializada en la zona de actuación.

Se elige la siguiente solución (ver tabla1). Este modelo, además de tener una mejor distribución de su superficie con un mayor número de manzanas y unos viales bien proporcionados, es el modelo en el cual los ejes, se aproximan mejor a su forma geométrica y a la topografía del terreno. Lo que en su materialización conllevará un menor movimiento de tierras y por tanto un menor coste, siendo el modelo más eficiente.

Espacios libres	Equipamiento Deportivo	Equipamiento Social	Parcelas
4643,038 m ²	933,767 m ²	467,330 m ²	40633,935 m ²

Tabla 2. Solución final adoptada.

Para la ordenación de los viales, realizamos una división de estos según su orientación y sentido en grupos:

- Ejes verticales
- Eje transversal

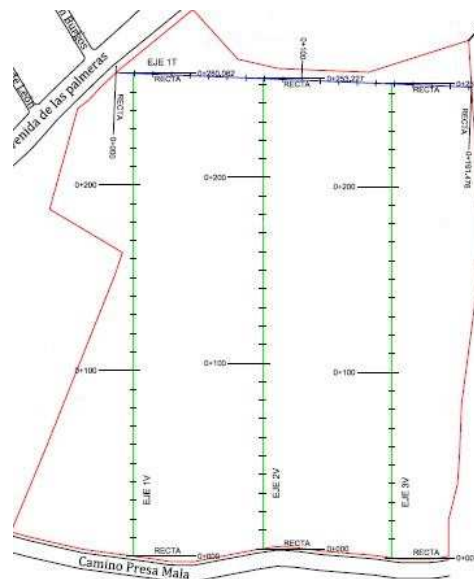


Ilustración 11. Ejes de los viales diseñados.

A.5.4. Movimiento de tierras

Mediante la herramienta de cálculo de volúmenes mediante Perfiles transversales que proporciona el software MDT, se calcula el volumen del movimiento de tierras para cada vial diseñado para el proyecto.

Para realizar el cálculo, el programa compara los perfiles transversales de la situación actual (terreno natural) y los de la situación reformada (con el nuevo vial). Con ello obtiene una superficie para el perfil, que es la encerrada entre los terrenos de los dos perfiles. Con la superficie de un perfil y otro consecutivo y la distancia entre ellos, se calcula el volumen del movimiento de tierras. Se sigue mostrando las tablas de movimiento de tierras para cada uno de los nuevos viales.

A.5.4.1.Eje Transversal**SUPERFICIES**

Desmonte: 209,576 m² Terraplén: 34,890 m² Vegetal: 34,670 m²

VOLÚMENES

Desmonte: 1787,441 m³ Terraplén: 322,305 m³ Vegetal: 313,259 m³

P.K.	S.Desm. (m ²)	S.Terra. (m ²)	S. Vegetal (m ²)	V.Desm. (m ³)	V. Terra. (m ³)	V.Vegetal (m ³)
0,000	0	5,319	0	0	52,645	0
10,000	0	5,21	0	0	69,25	0
20,000	0	8,64	0	0	81,825	0
30,000	0	7,725	0	0	57,065	0
40,000	0	3,688	0	0	32,535	0
50,000	0	2,819	0	0,465	21,505	0
60,000	0,093	1,482	0	25,665	7,445	0
70,000	5,04	0,007	0	48,61	0,035	12,175
80,000	4,682	0	2,435	58,385	0	25,295
90,000	6,995	0	2,624	81,555	0	26,275
100,000	9,316	0	2,631	100,655	0	26,69
110,000	10,815	0	2,707	121,675	0	27,37
120,000	13,52	0	2,767	157,515	0	27,14

130,000	17,983	0	2,661	172,61	0	27,425
140,000	16,539	0	2,824	162,59	0	28,305
150,000	15,979	0	2,837	170,375	0	28,45
160,000	18,096	0	2,853	191,625	0	24,525
170,000	20,229	0	2,052	215,12	0	25,175
180,000	22,795	0	2,983	245,545	0	30,525
190,000	26,314	0	3,122	35,050572	0	3,908448
191,476	21,18	0	2,174			
Total	209,576	34,890	34,670	1787,441	322,305	313,259

A.5.4.1.Ejes Verticales**Eje 1V****SUPERFICIES**Desmonte: 0,000 m² Terraplén: 267,204 m² Vegetal: 0,156 m²**VOLÚMENES**Desmonte: 0,000 m³ Terraplén: 2643,456 m³ Vegetal: 1,560 m³

P.K.	S.Desm. (m ²)	S.Terra. (m ²)	S. Vegetal (m ²)	V.Desm. (m ³)	V. Terra. (m ³)	V.Vegetal (m ³)
0,000	0	1,126	0	0	92,275	0
10,000	0	17,329	0	0	219,1	0
20,000	0	26,491	0	0	232,455	0
30,000	0	20	0	0	183,995	0
40,000	0	16,799	0	0	157,84	0
50,000	0	14,769	0	0	134,895	0
60,000	0	12,21	0	0	102,46	0
70,000	0	8,282	0	0	72,87	0
80,000	0	6,292	0	0	64,375	0
90,000	0	6,583	0	0	64,75	0
100,000	0	6,367	0	0	63,185	0
110,000	0	6,27	0	0	59,855	0
120,000	0	5,701	0	0	50,645	0
130,000	0	4,428	0	0	30,705	0,625
140,000	0	1,713	0,125	0	27,805	0,78
150,000	0	3,848	0,031	0	50,37	0,155

160,000	0	6,226	0	0	86,91	0
170,000	0	11,156	0	0	117,58	0
180,000	0	12,36	0	0	125,82	0
190,000	0	12,804	0	0	128,38	0
200,000	0	12,872	0	0	126,67	0
210,000	0	12,462	0	0	118,67	0
220,000	0	11,272	0	0	108,34	0
230,000	0	10,396	0	0	98,375	0
240,000	0	9,279	0	0	81,825	0
250,000	0	7,086	0	0	43,21	0
260,000	0	1,556	0	0	0,095573	0
260,062		1,527				
Total	0,000	267,204	0,156	0,000	2643,456	1,560

Eje 2V**SUPERFICIES**Desmonte: 16,062 m² Terraplén: 221,968 m² Vegetal: 10,632 m²**VOLÚMENES**Desmonte: 90,725 m³ Terraplén: 2209,865 m³ Vegetal: 76,380 m³

P.K.	S.Desm. (m ²)	S.Terra. (m ²)	S. Vegetal (m ²)	V.Desm. (m ³)	V. Terra. (m ³)	V.Vegetal (m ³)
0,000	0	1,963	0	0	143,295	0
10,000	0	26,696	0	0	264,685	0
20,000	0	26,241	0	0	245,605	0
30,000	0	22,88	0	0	197,545	0
40,000	0	16,629	0	0	142,835	0
50,000	0	11,938	0	0	101,985	0
60,000	0	8,459	0	0	83,285	0
70,000	0	8,198	0	0	79,975	0
80,000	0	7,797	0	0	74,725	0
90,000	0	7,148	0	0	62,81	0
100,000	0	5,414	0	0	51,605	0
110,000	0	4,907	0	0	50,585	0
120,000	0	5,21	0	0	34,775	1,195
130,000	0	1,745	0,239	0	38,505	1,195
140,000	0	5,956	0	0	80,975	0
150,000	0	10,239	0	0	112,65	0

160,000	0	12,291	0	0	119,695	0
170,000	0	11,648	0	0	108,255	0
180,000	0	10,003	0	0	92,425	0
190,000	0	8,482	0	0	66,87	0
200,000	0	4,892	0	0	31,605	1,765
210,000	0	1,429	0,353	0	13,695	3,835
220,000	0	1,31	0,414	0	9,015	12,56
230,000	0	0,493	2,098	19,215	2,465	22,61
240,000	3,843	0	2,424	51,795	0	24,985
250,000	6,516	0	2,573	19,7153565	0	8,235304
253,227	5,703	0	2,531			
Total	16,062	221,968	10,632	90,725	2209,865	76,380

Eje 3V

SUPERFICIES

Desmonte: 106,132 m² Terraplén: 119,654 m² Vegetal: 39,584 m²

VOLÚMENES

Desmonte: 897,255 m³ Terraplén: 1191,815 m³ Vegetal: 367,304 m³

P.K.	S.Desm. (m ²)	S.Terra. (m ²)	S. Vegetal (m ²)	V.Desm. (m ³)	V. Terra. (m ³)	V.Vegetal (m ³)
0,000	0	0,945	0	0	137,865	0
10,000	0	26,628	0	0	237,295	0
20,000	0	20,831	0	0	189,265	0
30,000	0	17,022	0	0	156,115	0
40,000	0	14,201	0	0	127,245	0
50,000	0	11,248	0	0	97,32	0
60,000	0	8,216	0	0	66,49	0
70,000	0	5,082	0	0	32,855	0
80,000	0	1,489	0	0	12,98	1,31
90,000	0	1,107	0,262	0	7,37	9,79
100,000	0	0,367	1,696	0	10,05	9,255
110,000	0	1,643	0,155	0	30,88	17,205
120,000	0	4,533	3,286	0	40,51	21,73
130,000	0	3,569	1,06	0	25,1	11,92
140,000	0	1,451	1,324	0	13,865	20,79
150,000	0	1,322	2,834	37,055	6,61	26,275
160,000	7,411	0	2,421	53,375	0	23,665

170,000	3,264	0	2,312	73,05	0	24,54
180,000	11,346	0	2,596	89,18	0	26,02
190,000	6,49	0	2,608	51,605	0	25,63
200,000	3,831	0	2,518	50,46	0	25,26
210,000	6,261	0	2,534	75,73	0	25,86
220,000	8,885	0	2,638	99,2	0	26,23
230,000	10,955	0	2,608	120,7	0	26,95
240,000	13,185	0	2,782	155,395	0	29,095
250,000	17,894	0	3,037	91,504608	0	15,7794
255,304	16,61	0	2,913			
Total	106,132	119,654	39,584	897,255	1191,815	367,304

Total	
Volumen Desmonte (m ³)	3533,924
Volumen Terraplén (m ³)	6367,441
Diferencia (m ³)	-2833,517

Como podemos observar en los resultados de la cubicación existe un mayor número de volumen de terraplén que de volumen de desmonte, esto es consecuencia del intento de diseñar unos viales con unas rasantes más suaves que faciliten la circulación y que cumplan con la normativa y los requisitos establecidos en el pliego de condiciones.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



DOCUMENTO N°2 – PLANOS

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

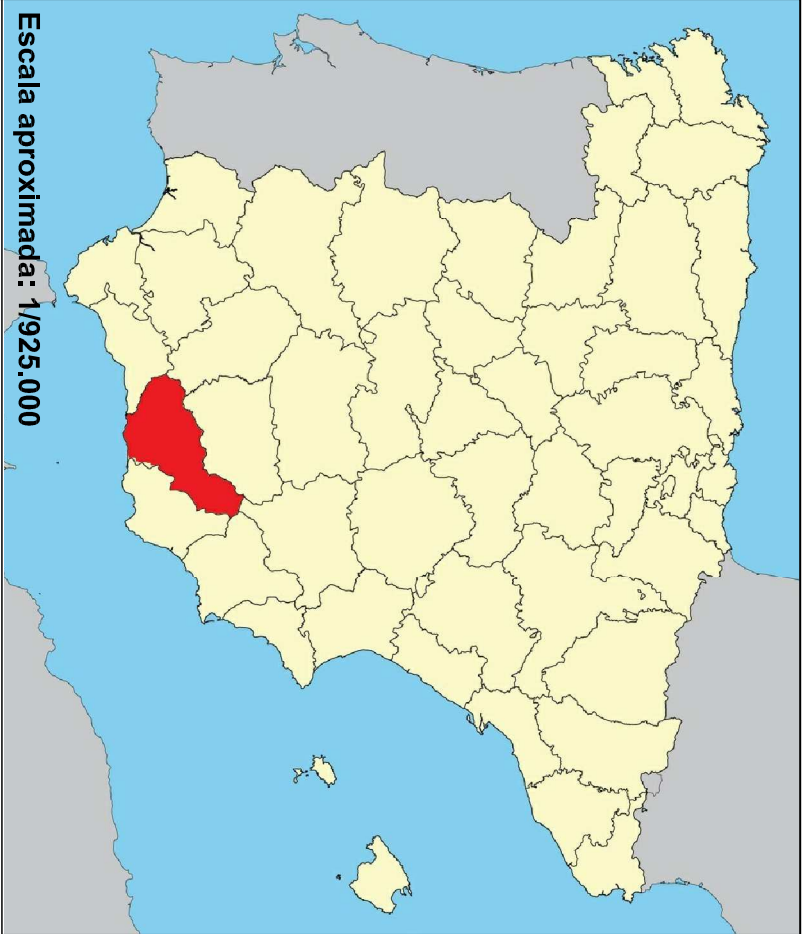
Los planos de los que consta el presente proyecto se detallan a continuación, junto con la escala a la que se representan:

- **Croquis de Situación Nacional y provincial (varias escalas):** plano realizado a pequeña escala en el que se enmarca la situación tanto nacional como provincial de la zona de actuación del proyecto.
- **Plano de situación (escala 1/25.000):** plano en el que se enmarca la situación a nivel provincial de la zona de actuación del proyecto.
- **Plano de emplazamiento (escala 1/5.000):** ortofotografía de una zona del municipio de Armilla en el que está marcada la zona de actuación del proyecto.
- **Red topográfica (escala 1/2.500):** plano en el que se muestran los vértices de la red básica.
- **Plano de minuta (escala 1/1.000):** plano en el que aparecen todos los puntos correspondientes a la red Básica y de detalle, en el que se representan la situación y cota de todos ellos.
- **Plano topográfico (escala 1/1.000):** plano en el que aparece el levantamiento topográfico con sus correspondiente curvas de nivel y puntos acotados.
- **Estado de alineaciones (escala 1/1.000):** plano en el que aparecen los ejes de los viales diseñados.
- **Estado final proyectado (escala 1/1.000):** plano en el que aparece el levantamiento topográfico que quedaría una vez que se ha realizado el diseño del polígono industrial.
- **Perfiles longitudinales (E_H 1/1.000 y E_v 1/200):** plano en el que aparece la línea longitudinal (terreno natural) formada por la intersección entre el plano vertical que genera el eje en planta y el modelo digital del terreno generado a partir del MDT, y la rasante.
- **Perfiles transversales (E_H 1/200 y E_v 1/200):** se trata de un plano correspondiente a las secciones obtenidas por intersección de la sección

trasversal al eje en un determinado punto del mismo con el terreno, reflejando todos los elementos que componen la sección tipo.

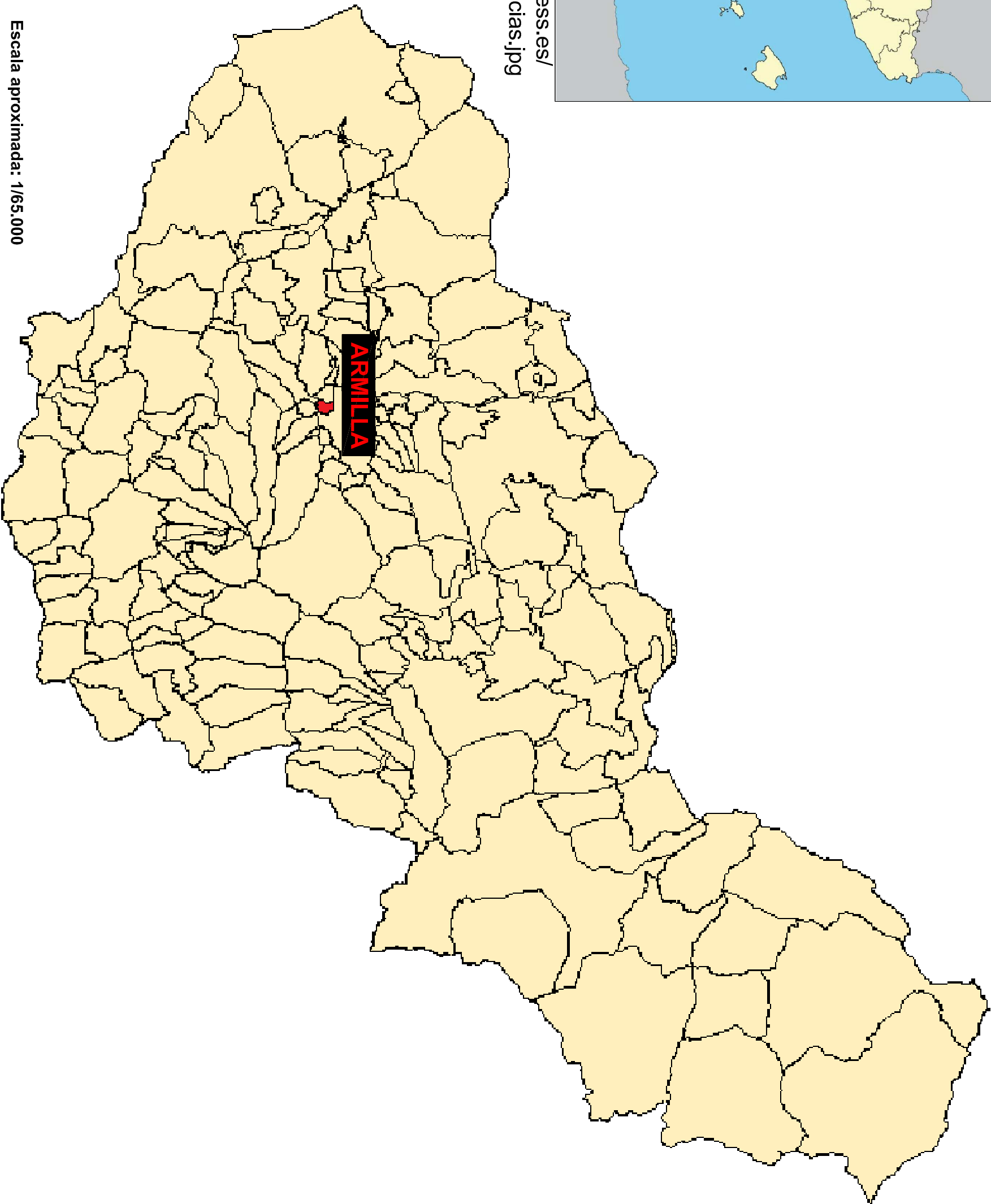
- **Sección tipo (escala 1/100):** plano correspondiente con la sección tipo en alzado, en el que aparecen los elementos de la plataforma, cunetas, taludes de desmonte y terraplén y paquete de firmes con las diferentes capas que lo forma.

A continuación, se adjunta los planos anteriormente detallados.



Escala aproximada: 1/925.000

Fuente: <http://desfaziendoentornos.prepress.es/wp-content/uploads/2009/09/Mapa-Provincias.jpg>



Escala aproximada: 1/65.000

Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/mapas/indiceProv18.gif>



UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

ESCALA:

VARIAS

TÍTULO:

CROQUIS SITUACIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL

FECHA:

JUNIO 2016

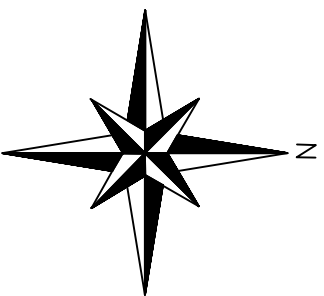
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

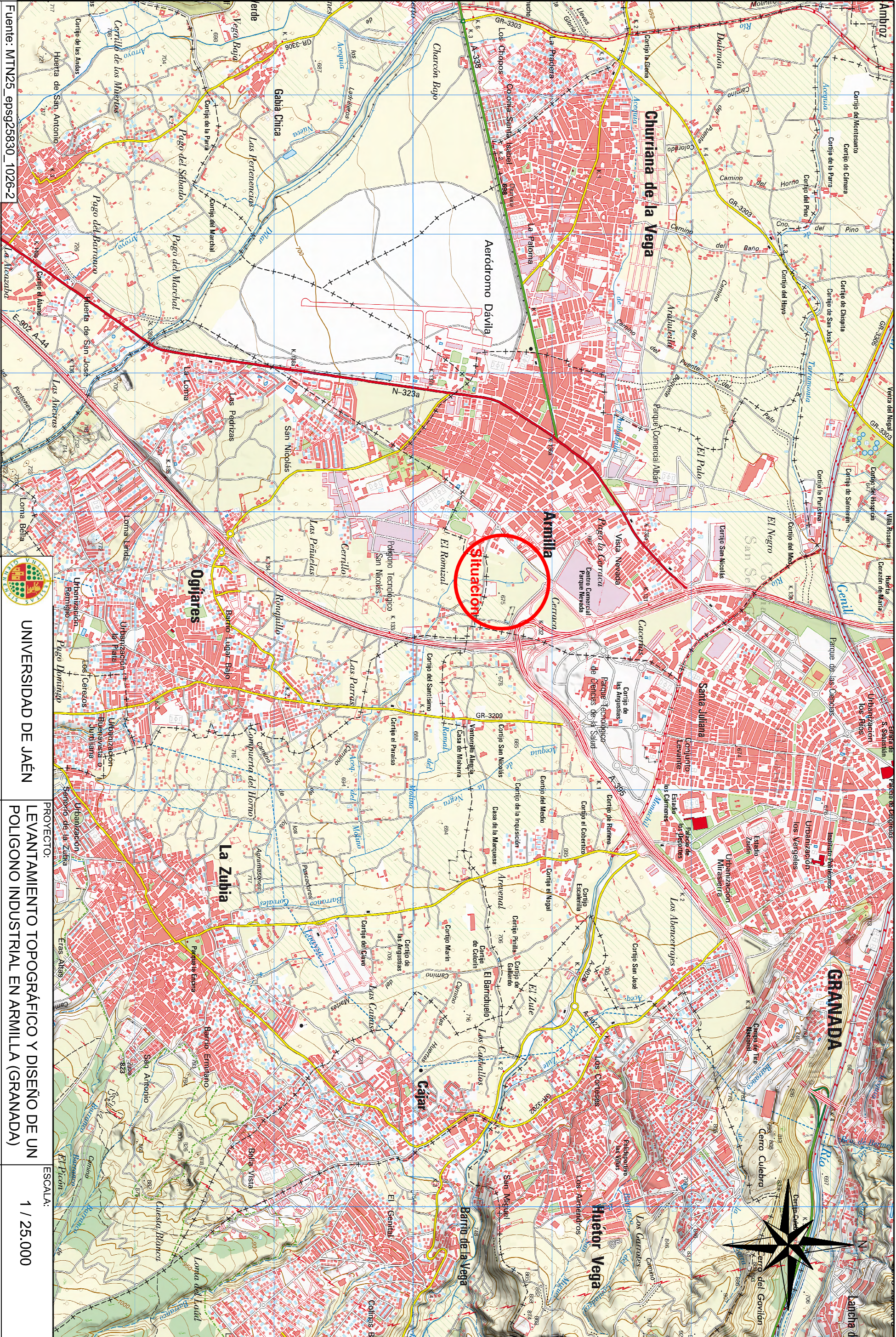
AUTOR:

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

Nº PLANO:

1





Fuente: MTN25_epsq25830_1026-2



UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

ESCALA:

1 / 25.000

TÍTULO:
PLANO DE SITUACIÓN

FECHA:

JUNIO 2016

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

AUTOR:

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

Nº PLANO:

2

ESCALA GRÁFICA:





Fuente: PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h50_1026

ESCALA GRÁFICA:



UNIVERSIDAD DE JAÉN

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

PROYECTO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

ESCALA:

1 / 5.000

TÍTULO:

ORTOFOTOGRAFÍA

FECHA:

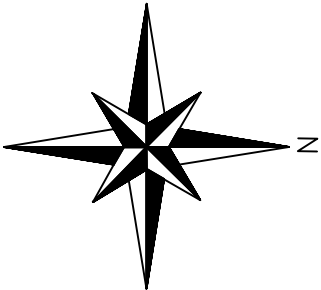
JUNIO 2016

AUTOR:

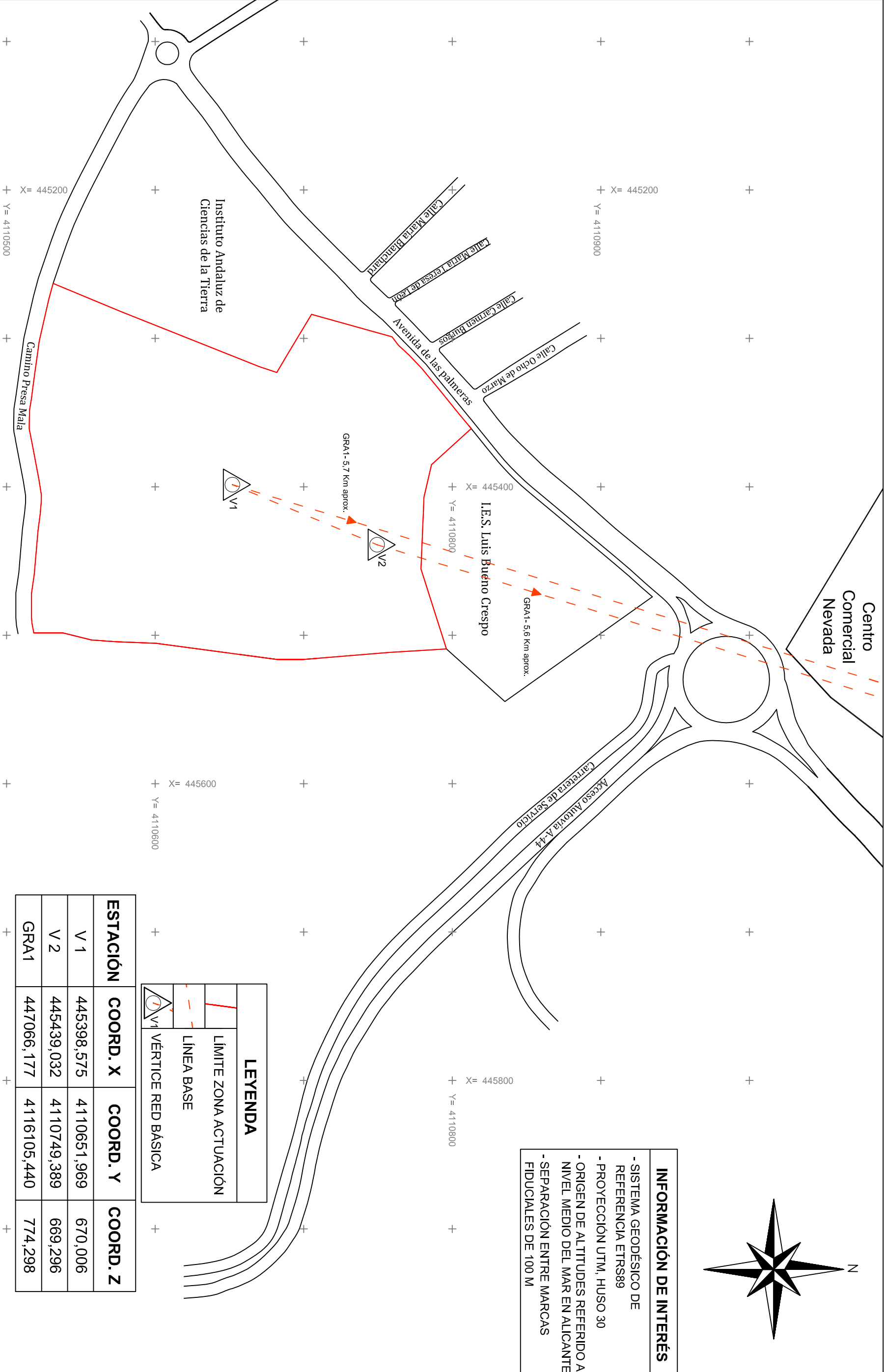
FRANCISCO SERRANO MARTÍN

Nº PLANO:

3



INFORMACIÓN DE INTERÉS	
- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA ETRS89	
- PROYECCIÓN UTM, HUSO 30	
- ORIGEN DE ALTITUDES REFERIDO AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALICANTE	
- SEPARACIÓN ENTRE MARCAS FIDUCIALES DE 100 M	



LEYENDA		
	LÍMITE ZONA ACTUACIÓN	
	LÍNEA BASE	
	V1 VÉRTICE RED BÁSICA	

ESTACIÓN	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
V 1	445398,575	4110651,969	670,006
V 2	445439,032	4110749,389	669,296
GRA1	447066,177	4116105,440	774,298



UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

ESCALA:

1/2.500

TÍTULO:
RED TOPOGRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2016

AUTOR:

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

Nº PLANO:

4

ESCALA GRÁFICA:

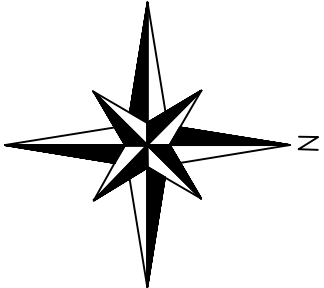
100 m

0 m

100 m

200

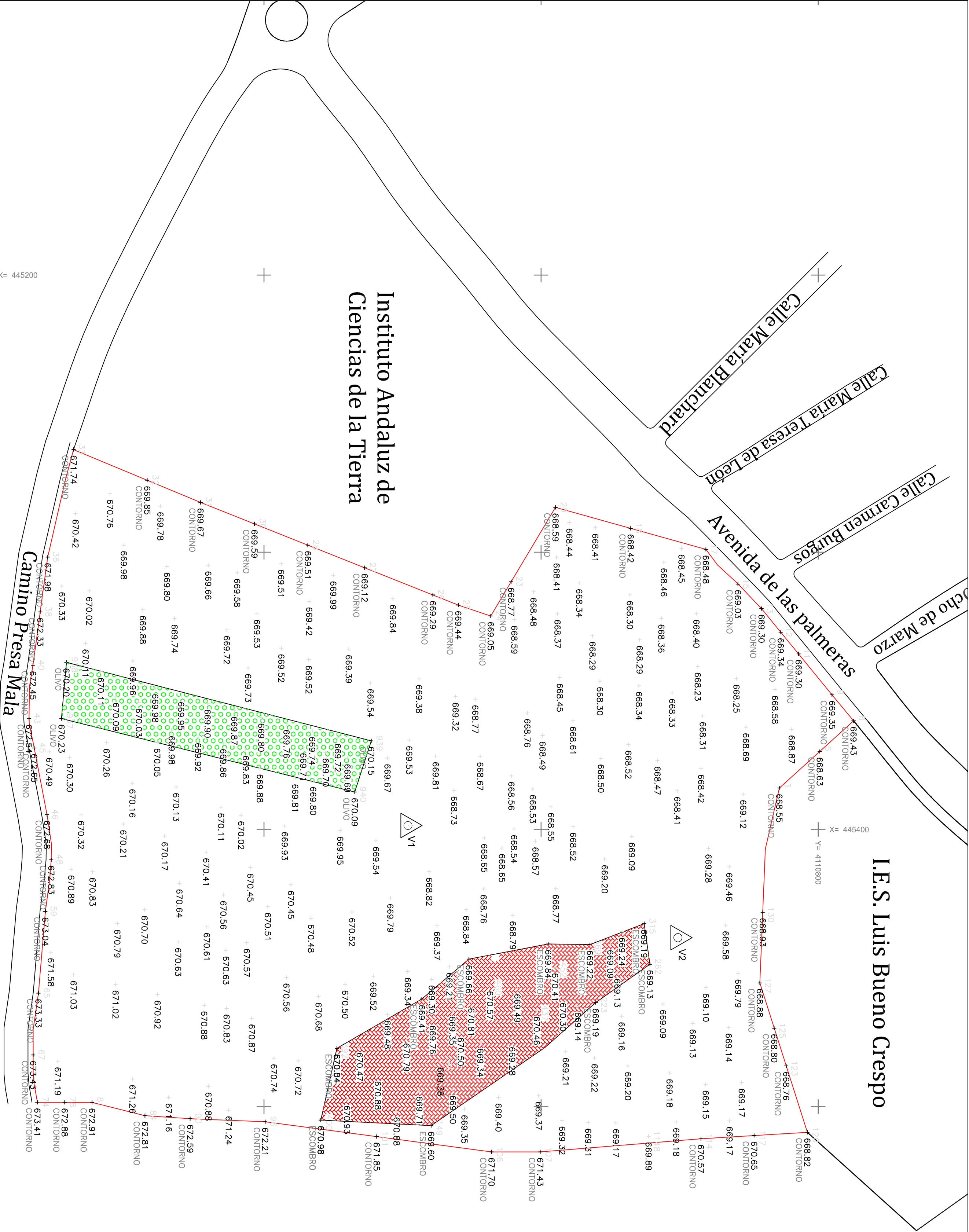




INFORMACIÓN DE INTERÉS
- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA ETRS89
- PROYECCIÓN UTM, HUSO 30
- ORIGEN DE ALTITUDES REFERIDO AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALCANTE
- SEPARACIÓN ENTRE MARCAS FIDUCIALES DE 100 M

LEYENDA	
	LÍMITE ZONA DE ACTUACIÓN
	VÉRTICE RED BÁSICA
	PUNTO DE RELLENO
	ZONA DE OLIVOS
	ZONA DEPÓSITO DE ESCOMBRO

ESTACIÓN	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
V 1	445398,575	4110651,969	670,006
V 2	445439,032	4110749,369	669,296



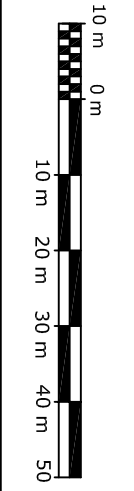
UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:
PLANO MINUTA

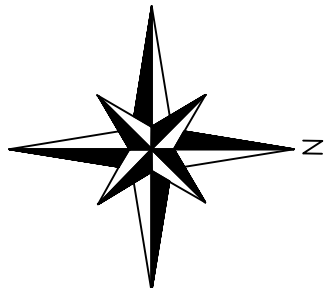
AUTOR:
FRANCISCO SERRANO MARTÍN

ESCALA:
1/1.000

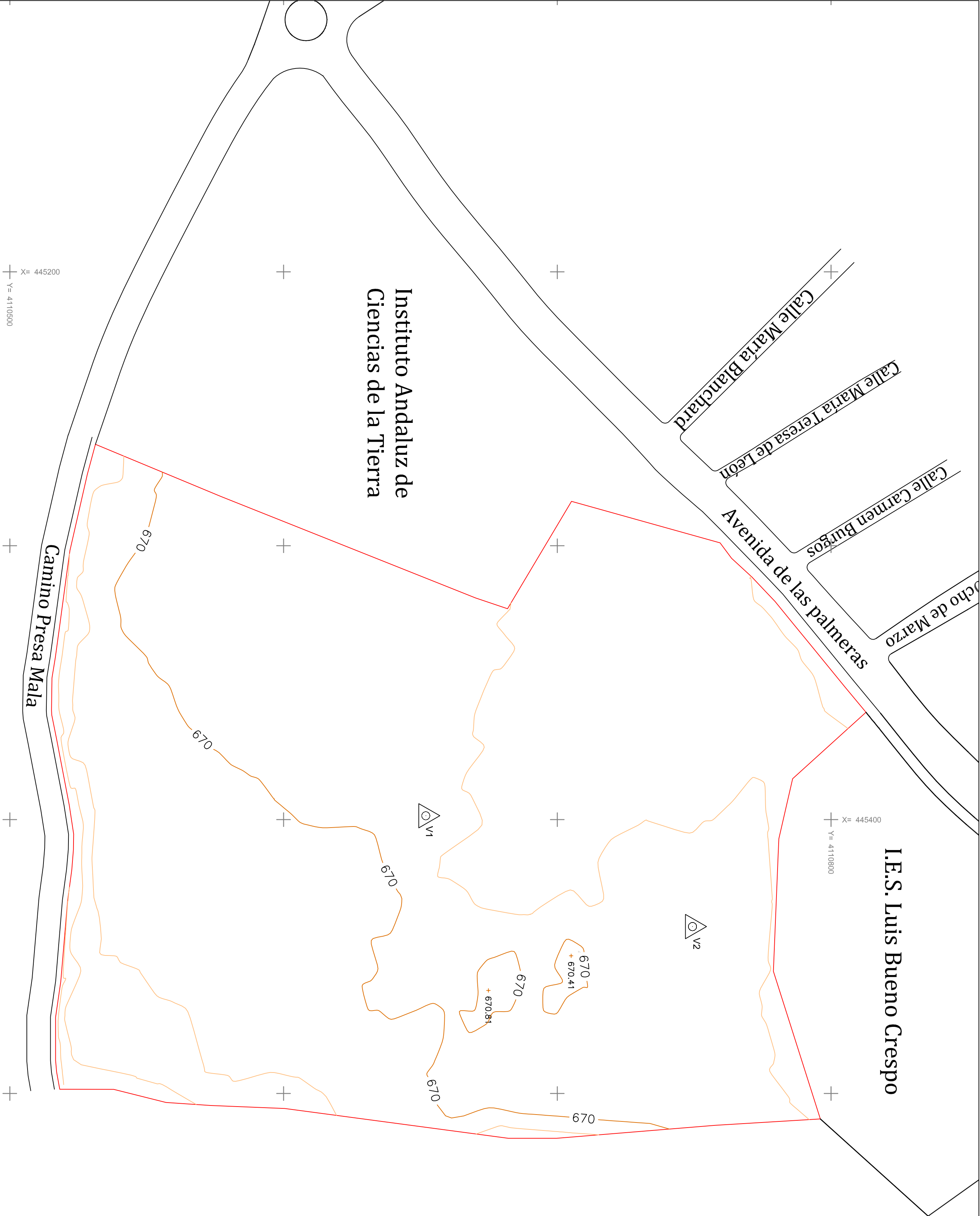


FECHA:
JUNIO 2016

Nº PLANO:
5

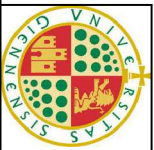


INFORMACIÓN DE INTERÉS
- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA ETRS89
- PROYECCIÓN UTM, HUSO 30
- ORIGEN DE ALTITUDES REFERIDO AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALCANTE
- SEPARACIÓN ENTRE MARCAS FIDUCIALES DE 100 M



ESTACIÓN	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
V 1	445398,575	4110651,969	670,006
V 2	445439,032	4110749,389	669,296

LEYENDA
LÍMITE ZONA DE ACTUACIÓN
VÉRTICE RED BÁSICA
CURVA DE NIVEL MAESTRA
CURVA DE NIVEL NORMAL



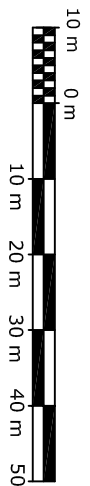
UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:
PLANO TOPOGRÁFICO

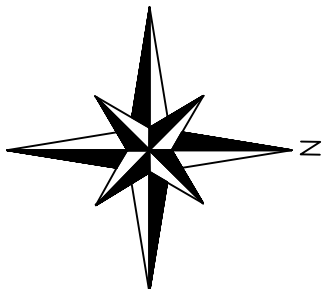
AUTOR:
FRANCISCO SERRANO MARTÍN

ESCALA:
1/1.000

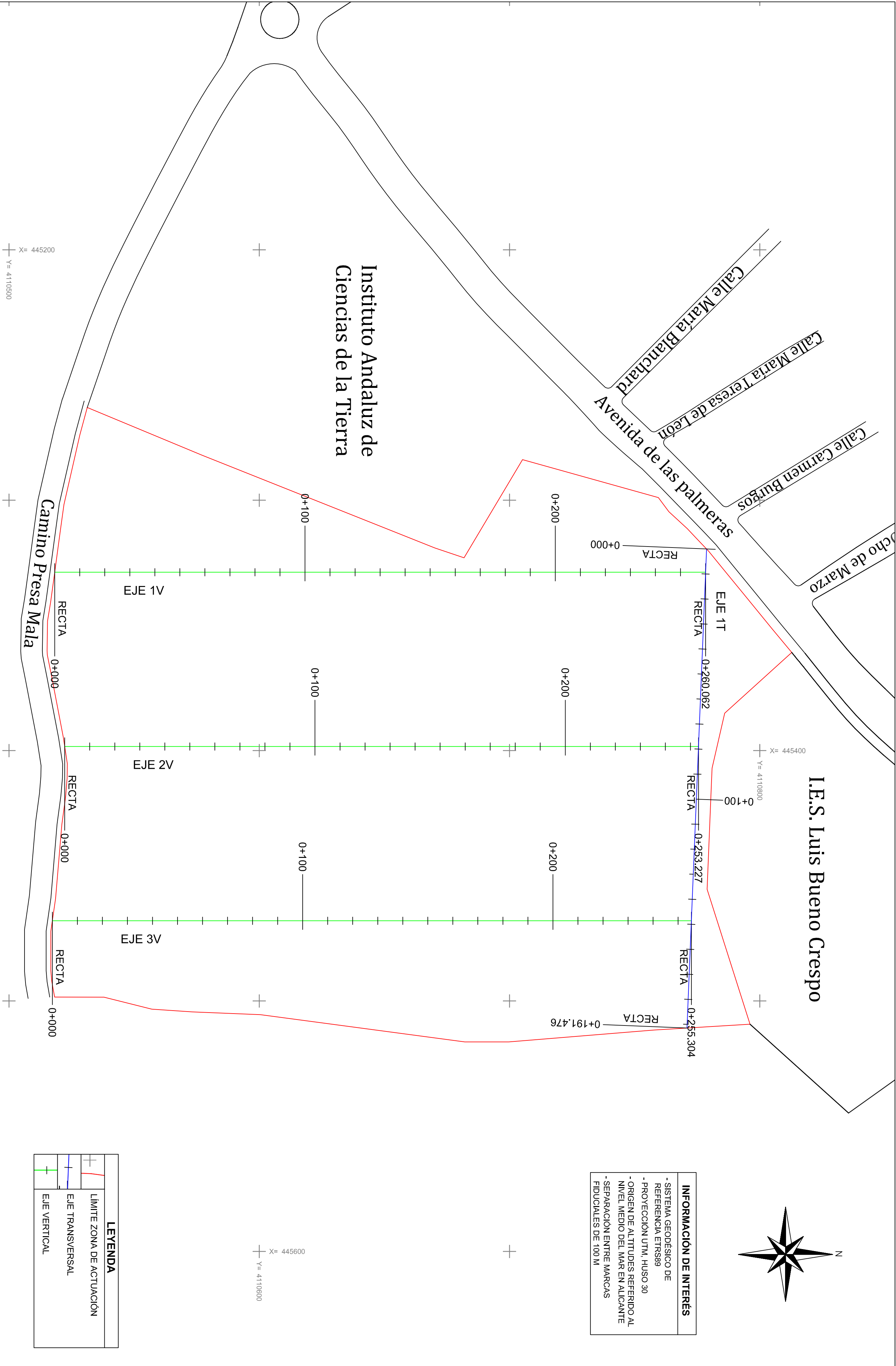


FECHA:
JUNIO 2016

Nº PLANO:
6

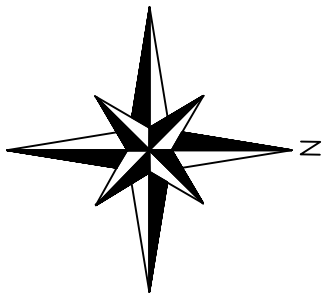


INFORMACIÓN DE INTERÉS
- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA ETRS89
- PROYECCIÓN UTM, HUSO 30
- ORIGEN DE ALTITUDES REFERIDO AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALCANTE
- SEPARACIÓN ENTRE MARCAS FIDUCIALES DE 100 M



LEYENDA
 LÍMITE ZONA DE ACTUACIÓN
 EJE TRANSVERSAL
 EJE VERTICAL

	UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)	TÍTULO: ESTADO DE ALINEACIONES	ESCALA: 1/1.000	FECHA: JUNIO 2016
	AUTOR: FRANCISCO SERRANO MARTÍN				Nº PLANO: 7



INFORMACIÓN DE INTERÉS
- SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA ETRS89
- PROYECCION UTM, HUSO 30
- ORIGEN DE ALTITUDES REFERIDO AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN ALCANTE
- SEPARACIÓN ENTRE MARCAS FIDUCIALES DE 100 M

LEYENDA
LÍMITE ZONA DE ACTUACIÓN
2 Nº PARCELA
EQUIPAMIENTO SOCIAL
EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
ESPACIOS LIBRES



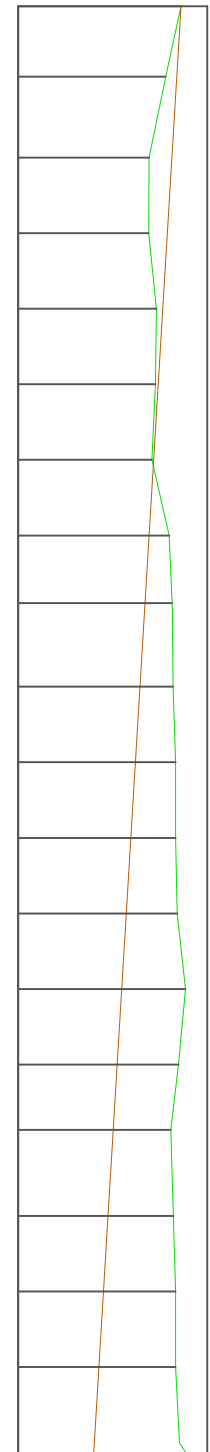
	UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN	TÍTULO:	ESTADO FINAL PROYECTADO	ESCALA:	1/1.000	FECHA:	JUNIO 2016
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)	AUTOR:	FRANCISCO SERRANO MARTÍN				Nº PLANO:	8

ESCALAS { HORIZONTAL = 1000
VERTICAL = 200

670.00

EJE T1

670.00



P=-1.203806%, D=191.47600.

P.C. 665.00

Pendientes

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Distancias a Origen

Distancias Parciales

Numeracion de Perfiles

1	0.000	0.000	669.305	669.305	0.000
2	9.300	9.300	668.905	669.193	0.288
3	10.000	20.000	668.460	669.064	0.604
4	10.000	30.000	668.454	668.944	0.490
5	10.000	40.000	668.661	668.823	0.162
6	10.000	50.000	668.633	668.703	0.070
7	10.000	60.000	668.540	668.583	0.043
8	10.000	70.000	668.997	668.462	0.535
9	8.948	78.948	669.069	668.355	0.714
10	10.000	90.000	669.101	668.222	0.879
11	10.000	100.000	669.162	668.101	1.061
12	10.000	110.000	669.169	667.981	1.188
13	10.000	120.000	669.205	667.860	1.345
14	10.000	130.000	669.431	667.740	1.691
15	10.000	140.000	669.244	667.620	1.624
16	8.608	148.608	669.040	667.516	1.524
17	10.000	160.000	669.104	667.379	1.725
18	10.000	170.000	669.163	667.259	1.904
19	10.000	180.000	669.168	667.138	2.030
20	1.476	191.476	669.449	667.000	2.449

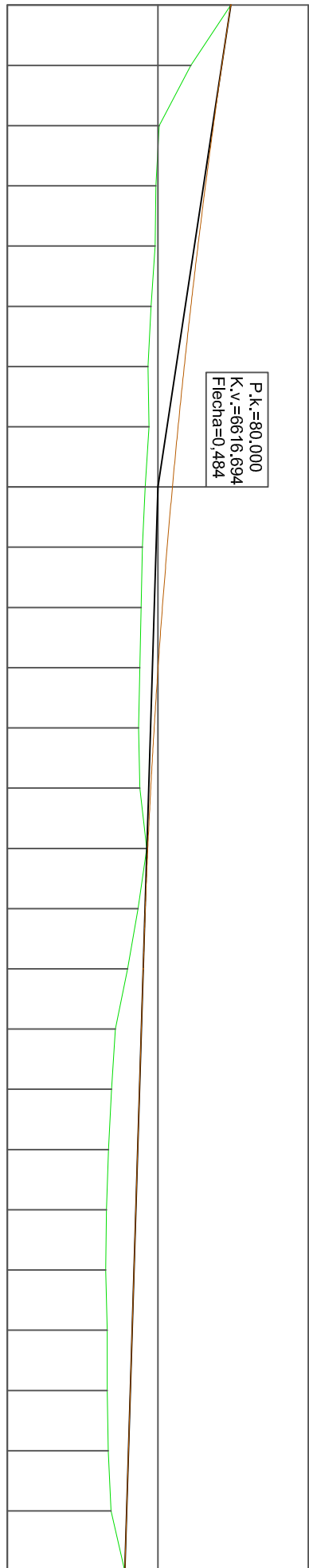
ESCALAS { HORIZONTAL = 1000
VERTICAL = 200

675.00

EJE V1

675.00

670.00



P=-3.026250%, D=80.00000.

P=-0.608124%, D=180.06200.

P.C. 665.00

Pendientes

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Distancias a Origen

Distancias Parciales

Numeracion de Perfiles

1	0.000	0.000	672.421	672.421	0.000
2	10.000	10.000	671.097	672.118	1.021
3	10.000	20.000	670.047	671.816	1.769
4	10.000	30.000	669.938	671.513	1.575
5	10.000	40.000	669.907	671.211	1.304
6	10.000	50.000	669.772	670.908	1.136
7	10.000	60.000	669.670	670.605	0.935
8	10.000	70.000	669.706	670.303	0.597
9	10.000	80.000	669.577	670.000	0.423
10	10.000	90.000	669.488	669.939	0.451
11	10.000	100.000	669.446	669.878	0.432
12	10.000	110.000	669.400	669.818	0.418
13	10.000	120.000	669.356	669.757	0.401
14	10.000	130.000	669.404	669.696	0.292
15	10.000	140.000	669.628	669.635	0.007
16	10.000	150.000	669.346	669.574	0.228
17	10.000	160.000	668.991	669.514	0.523
18	10.000	170.000	668.589	669.453	0.864
19	10.000	180.000	668.459	669.392	0.933
20	10.000	190.000	668.361	669.331	0.970
21	10.000	200.000	668.293	669.270	0.977
22	10.000	210.000	668.270	669.209	0.939
23	10.000	220.000	668.314	669.149	0.835
24	10.000	230.000	668.320	669.088	0.768
25	10.000	240.000	668.353	669.027	0.674
26	10.000	250.000	668.448	668.966	0.518
27	10.000	260.000	668.908	668.905	0.003

LEYENDA	
	TERRENO
	RASANTE



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

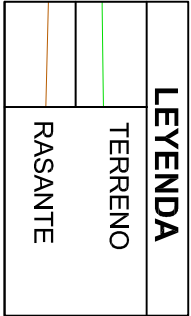
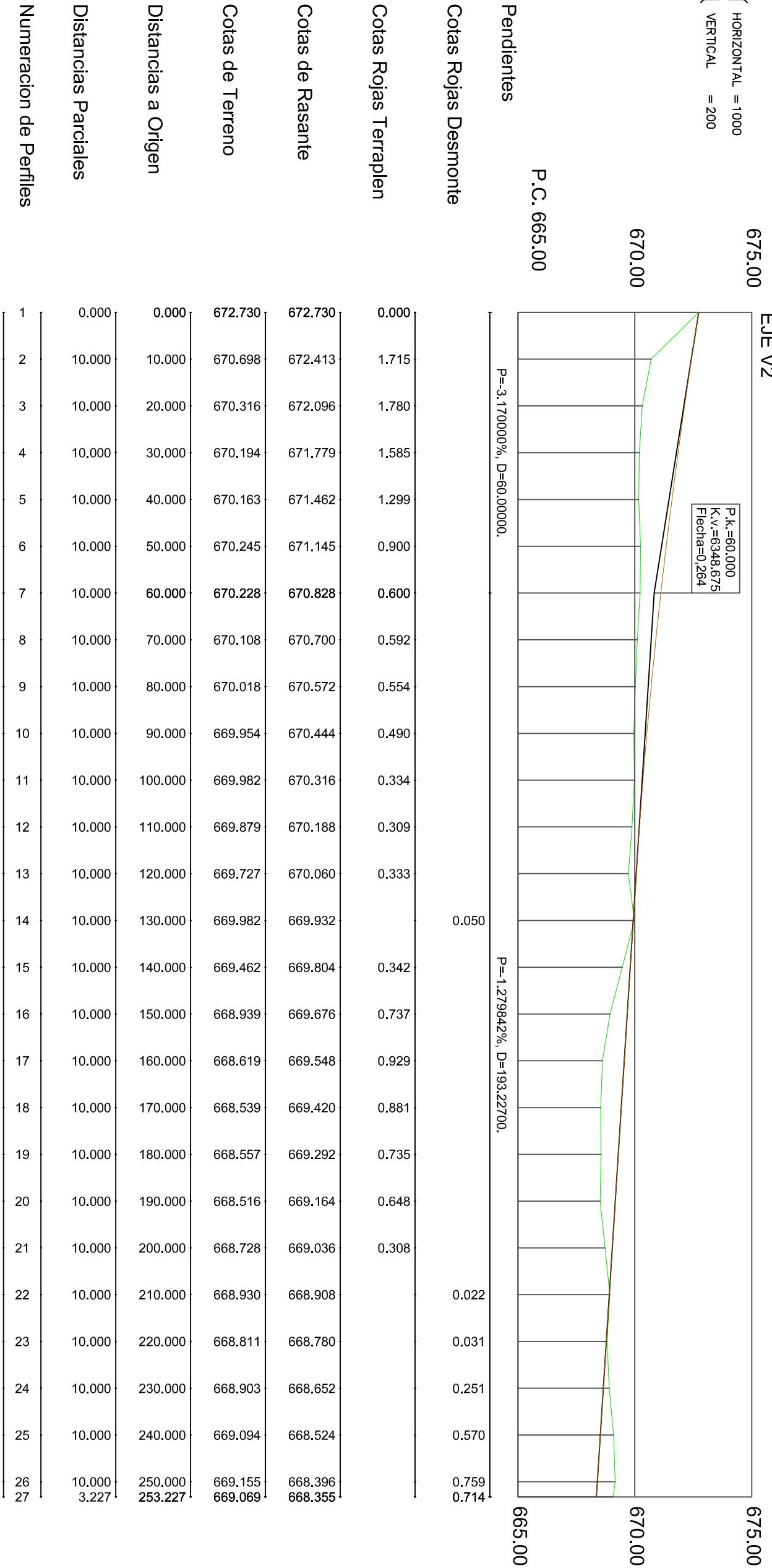
PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:
PERFILES LONGITUDINALES E.T1, E.V1
AUTOR:
FRANCISCO SERRANO MARTÍN



FECHA:
JUNIO 2016
Nº PLANO:
9-1

ESCALAS { HORIZONTAL = 1000
VERTICAL = 200



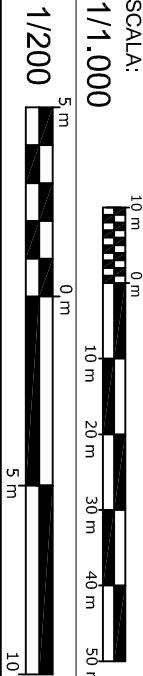
Numeracion de Perfiles	1	0.000	0.000	673.374	673.374
	2	10.000	10.000	671.340	673.058
	3	10.000	20.000	671.093	672.742
	4	10.000	30.000	671.101	672.426
	5	10.000	40.000	671.022	672.110
	6	10.000	50.000	670.958	671.793
	7	10.000	60.000	670.897	671.477
	8	10.000	70.000	670.844	671.161
	9	10.000	80.000	670.845	670.845
	10	10.000	90.000	670.690	670.655
	11	10.000	100.000	670.694	670.465
	12	10.000	110.000	670.248	670.275
	13	10.000	120.000	669.810	670.085
	14	10.000	130.000	669.751	669.896
	15	10.000	140.000	669.911	669.706
	16	10.000	150.000	669.724	669.516
	17	10.000	160.000	670.231	669.326
	18	10.000	170.000	669.698	669.136
	19	10.000	180.000	670.206	668.946
	20	10.000	190.000	669.445	668.756
	21	10.000	200.000	669.179	668.566
	22	10.000	210.000	669.162	668.376
	23	10.000	220.000	669.147	668.186
	24	10.000	230.000	669.128	667.997
	25	10.000	240.000	669.127	667.807
	26	10.000	250.000	669.213	667.617
	27	5.304	255.304	669.040	667.516



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

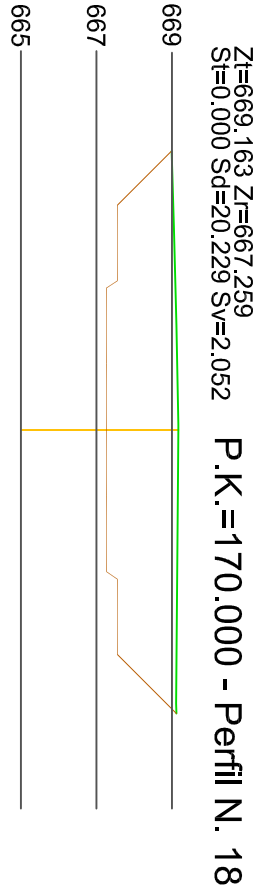
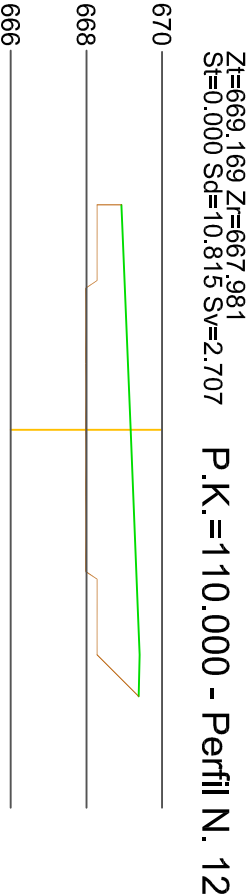
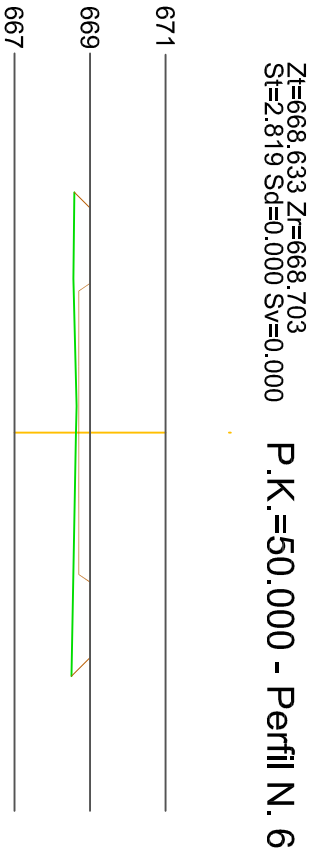
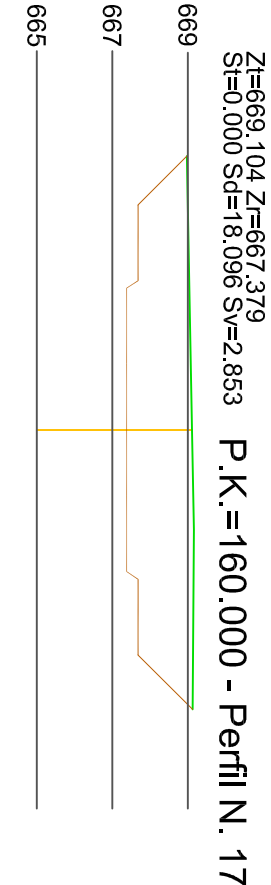
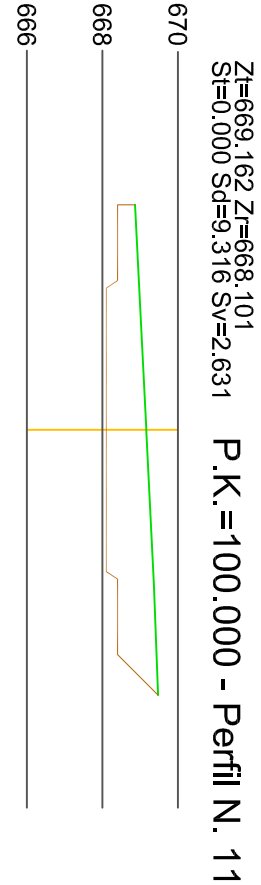
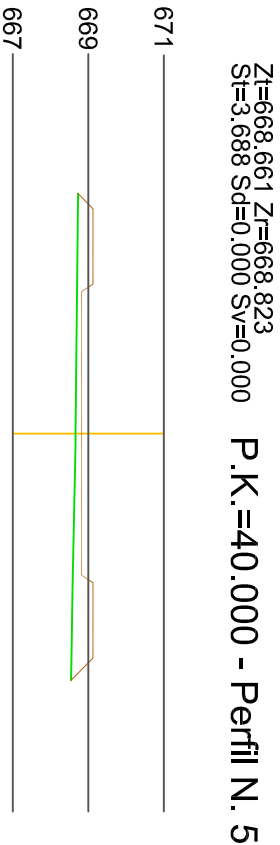
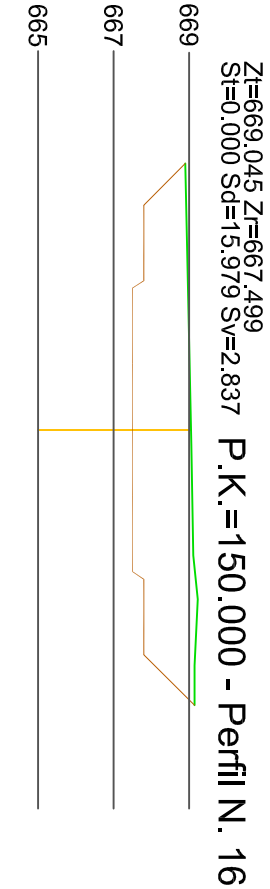
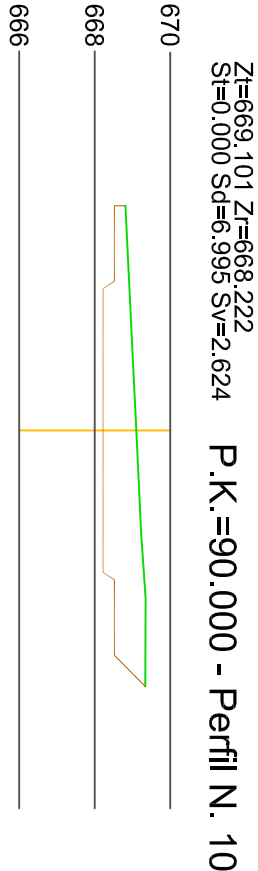
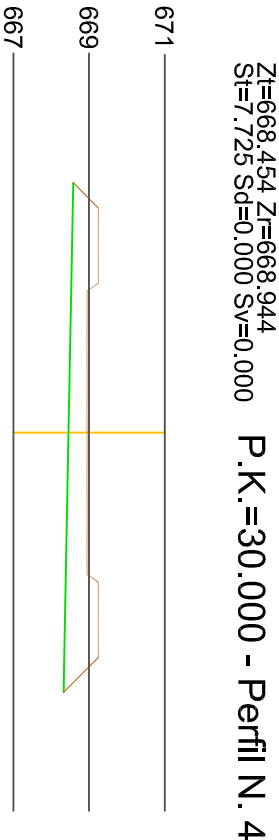
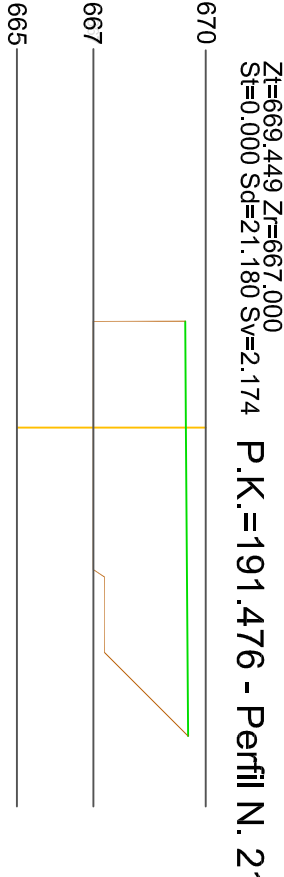
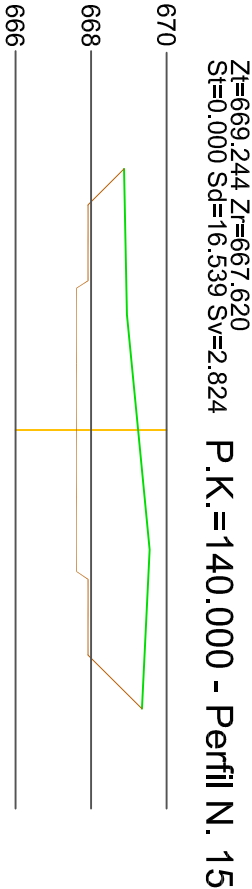
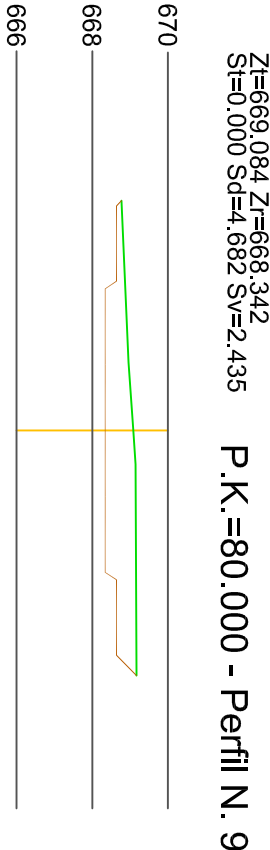
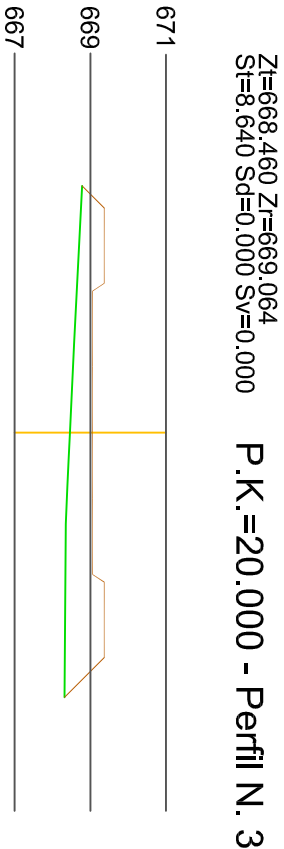
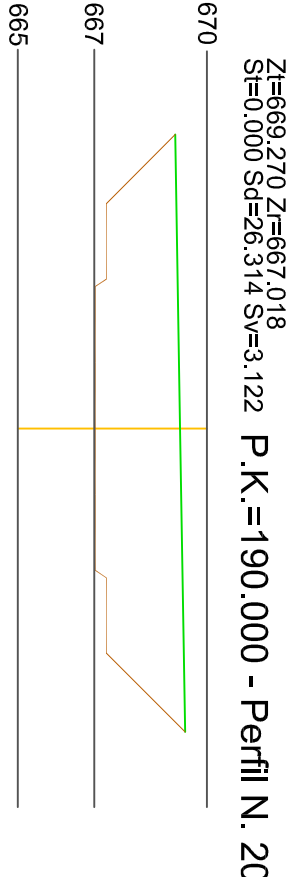
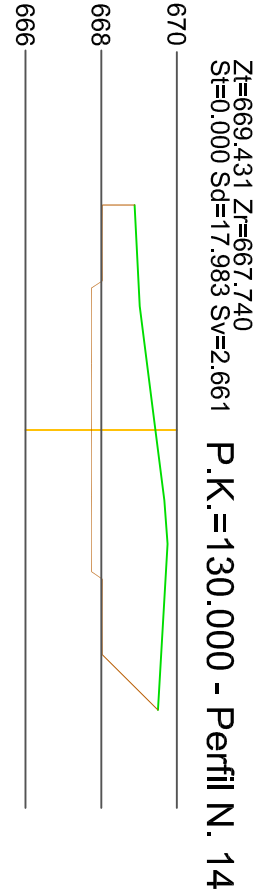
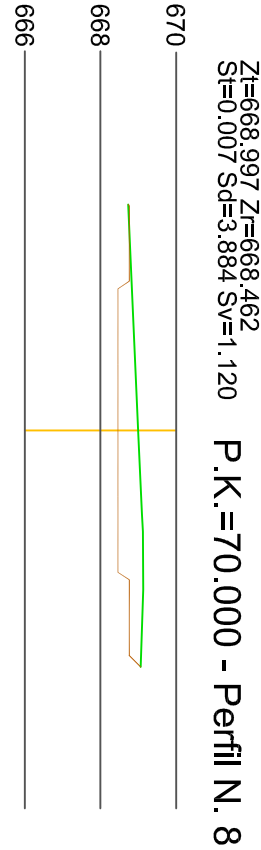
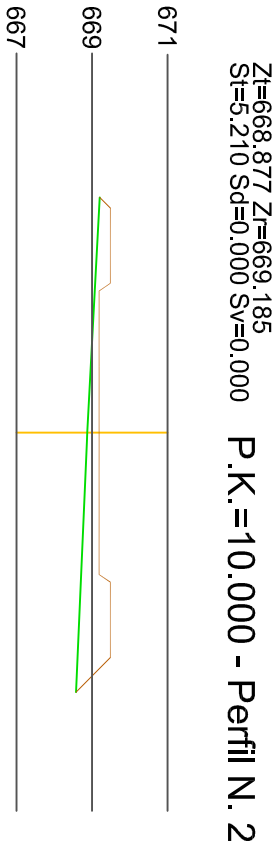
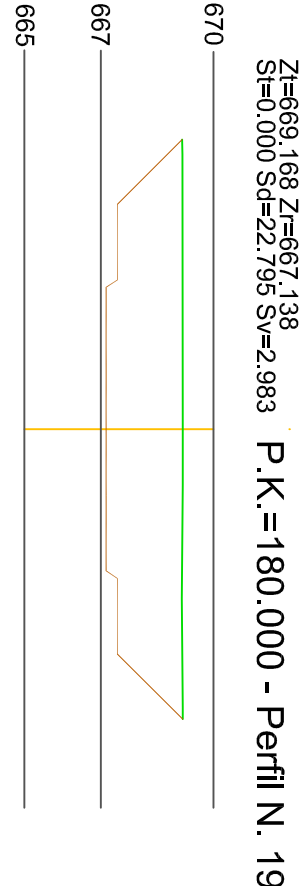
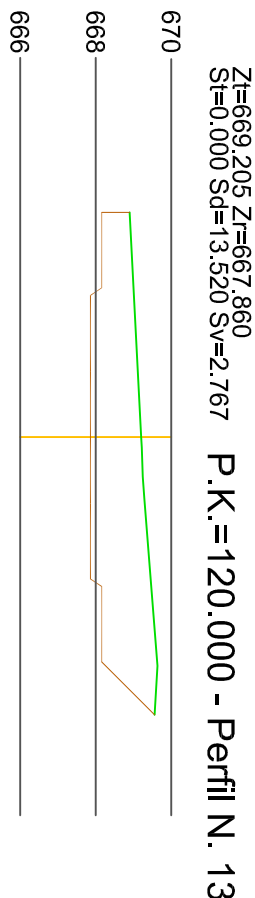
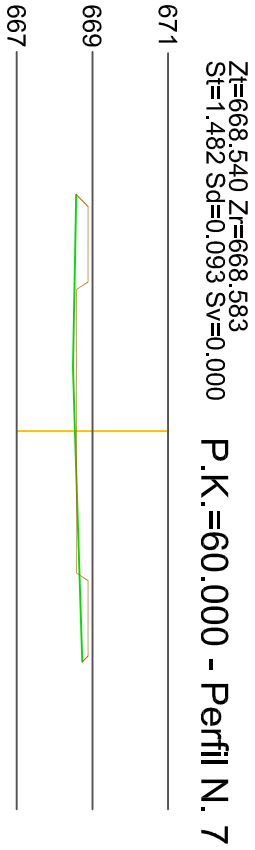
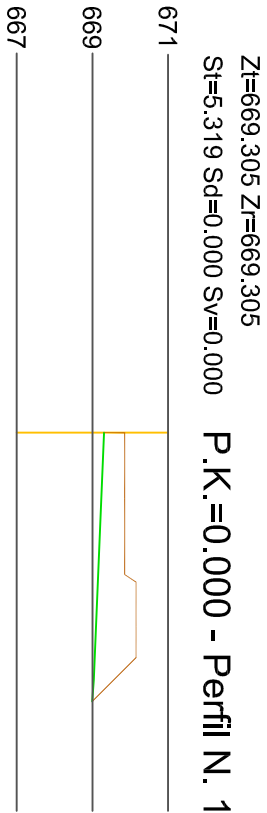
PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:
PERFILES LONGITUDINALES E.V2, E.V3
AUTOR:
FRANCISCO SERRANO MARTÍN



FECHA:
JUNIO 2016
Nº PLANO:
9-2

EJE TRANSVERSAL



LEYENDA	
	TERRENO
	RASANTE



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

PROYECTO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:
PERFILES TRANSVERSALES E.T. 1.

AUTOR:
FRANCISCO SERRANO MARTÍN

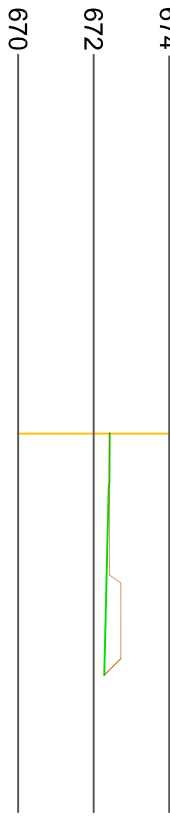
ESCALA:
1/200

FECHA:
JUNIO 2016

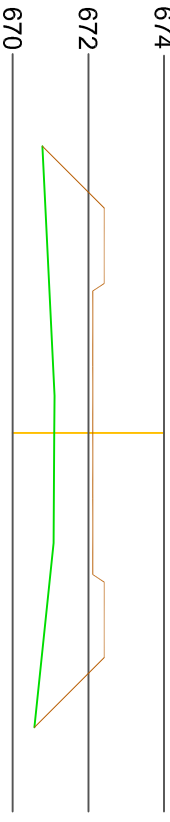
Nº PLANO:
10-1

EJE VERTICAL 1

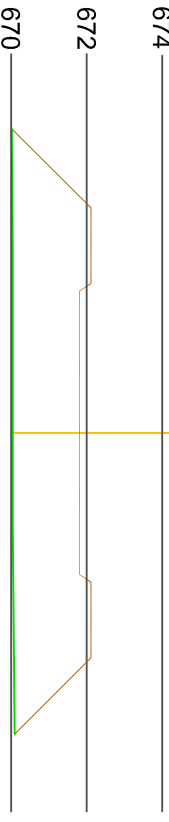
ZI=672.421 ZI=672.421
SI=1.126 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=0.000 - Perfil N. 1



ZI=671.097 ZI=672.118
SI=17.329 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=10.000 - Perfil N. 2



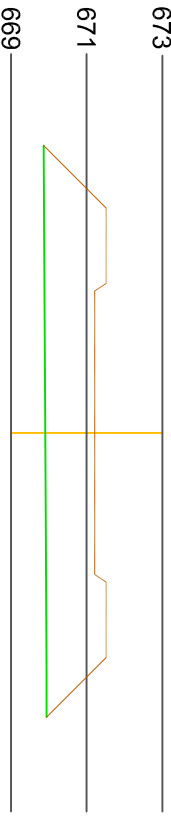
ZI=670.047 ZI=671.816
SI=26.491 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=20.000 - Perfil N. 3



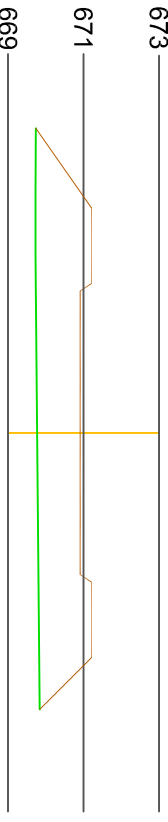
ZI=669.938 ZI=671.513
SI=20.000 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=30.000 - Perfil N. 4



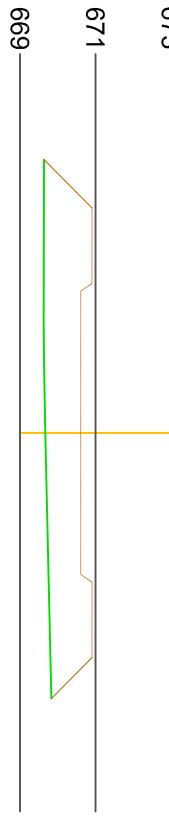
ZI=669.907 ZI=671.211
SI=16.799 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=40.000 - Perfil N. 5



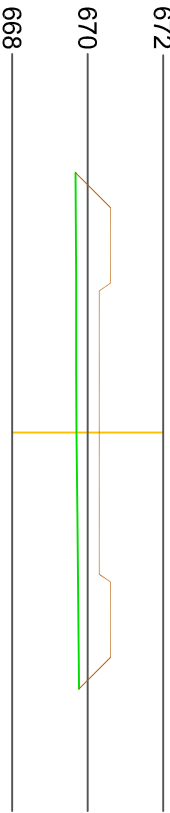
ZI=669.772 ZI=670.908
SI=14.769 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=50.000 - Perfil N. 6



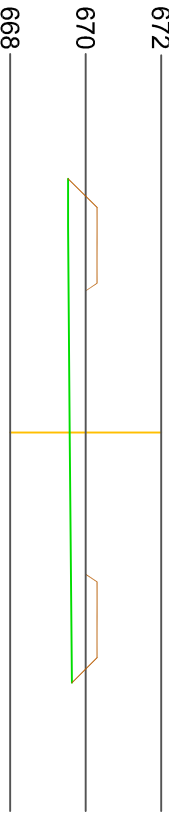
ZI=669.670 ZI=670.605
SI=12.210 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=60.000 - Perfil N. 7



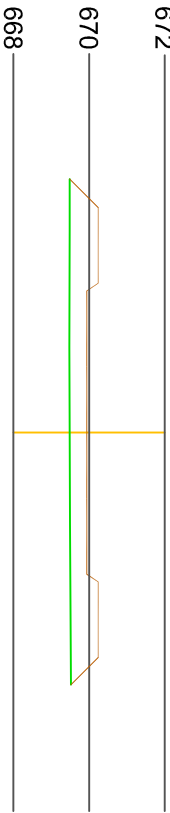
ZI=669.706 ZI=670.303
SI=8.262 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=70.000 - Perfil N. 8



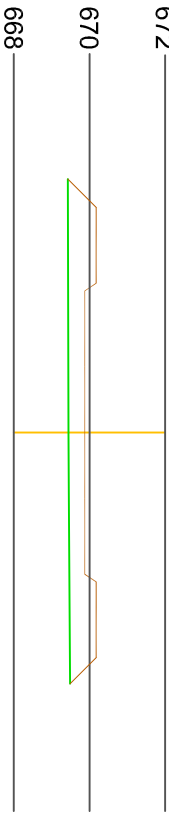
ZI=669.577 ZI=670.000
SI=6.292 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=80.000 - Perfil N. 9



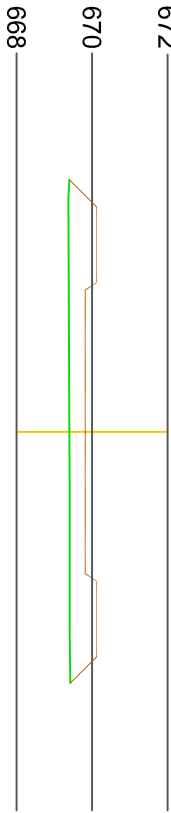
ZI=669.488 ZI=669.939
SI=6.583 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=90.000 - Perfil N. 10



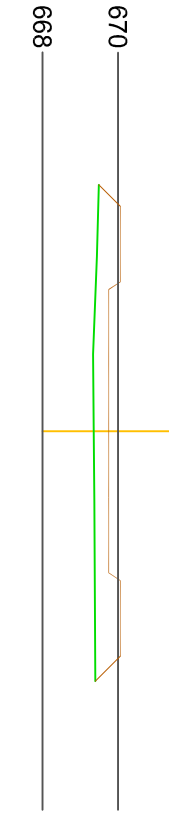
ZI=669.446 ZI=669.878
SI=6.367 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=100.000 - Perfil N. 11



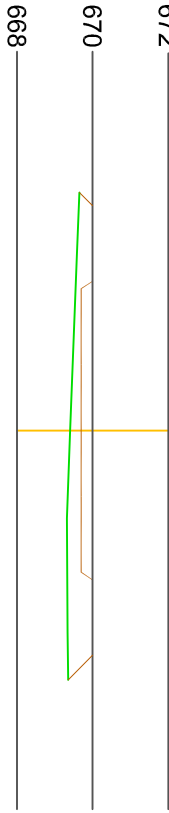
ZI=669.400 ZI=669.818
SI=6.270 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=110.000 - Perfil N. 12



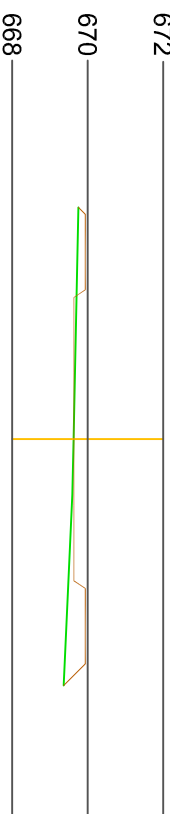
ZI=669.356 ZI=669.757
SI=5.701 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=120.000 - Perfil N. 13



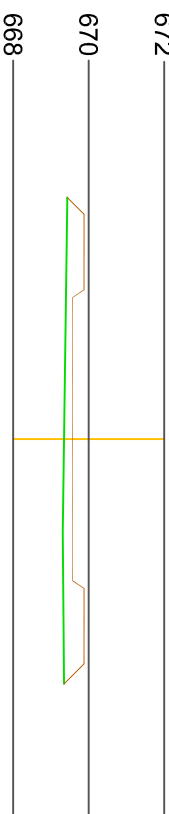
ZI=669.404 ZI=669.696
SI=4.428 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=130.000 - Perfil N. 14



ZI=669.628 ZI=669.635
SI=1.713 Sd=0.000 Sv=0.125 P.K.=140.000 - Perfil N. 15



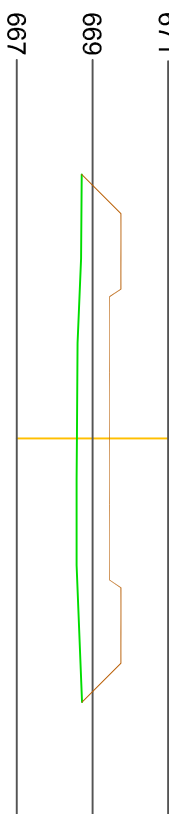
ZI=669.346 ZI=669.574
SI=3.548 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=150.000 - Perfil N. 16



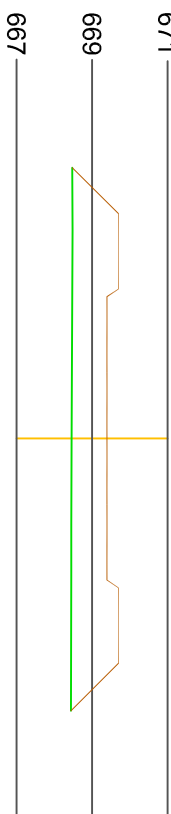
ZI=669.991 ZI=669.514
SI=6.226 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=160.000 - Perfil N. 17



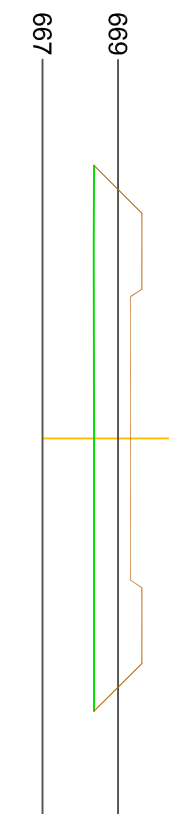
ZI=668.598 ZI=669.453
SI=11.196 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=170.000 - Perfil N. 18



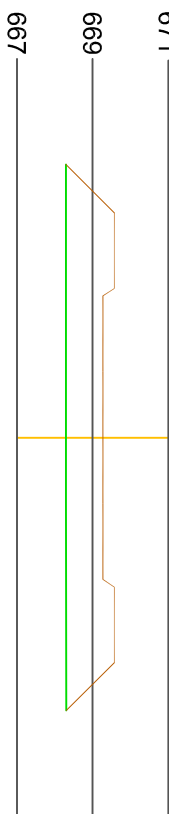
ZI=668.459 ZI=669.392
SI=12.360 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=180.000 - Perfil N. 19



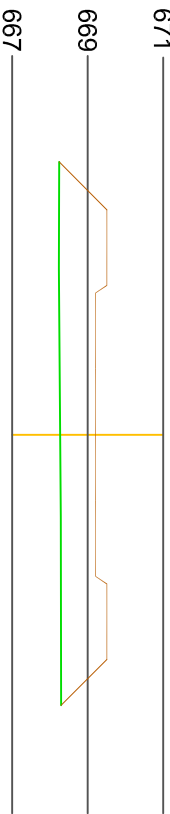
ZI=668.361 ZI=669.331
SI=12.804 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=190.000 - Perfil N. 20



ZI=668.293 ZI=669.270
SI=12.872 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=200.000 - Perfil N. 21



ZI=668.270 ZI=669.209
SI=12.462 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=210.000 - Perfil N. 22



ZI=668.314 ZI=669.149
SI=11.272 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=220.000 - Perfil N. 23



ZI=668.320 ZI=669.086
SI=9.279 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=230.000 - Perfil N. 24



ZI=668.353 ZI=669.027
SI=10.396 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=240.000 - Perfil N. 25



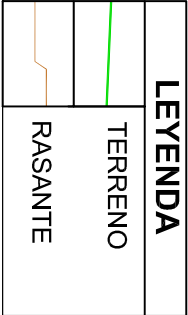
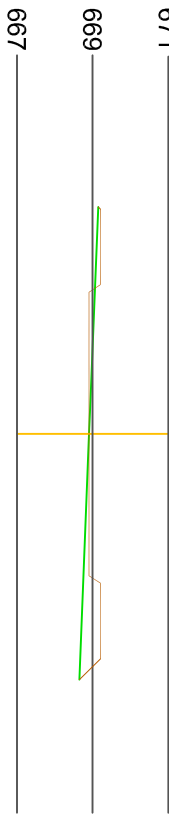
ZI=668.448 ZI=668.966
SI=9.086 Sd=0.000 Sv=0.000 P.K.=250.000 - Perfil N. 26



ZI=668.902 ZI=668.905
SI=1.527 Sd=0.000 Sv=0.275 P.K.=260.000 - Perfil N. 27



ZI=668.905 ZI=668.905
SI=1.527 Sd=0.000 Sv=0.288 P.K.=260.062 - Perfil N. 28



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR DE JAÉN

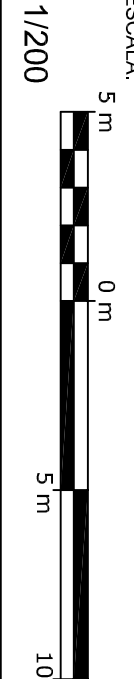
PROYECTO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TÍTULO:

PERFILES TRANSVERSALES E.V. 1.
AUTOR: FRANCISCO SERRANO MARTÍN

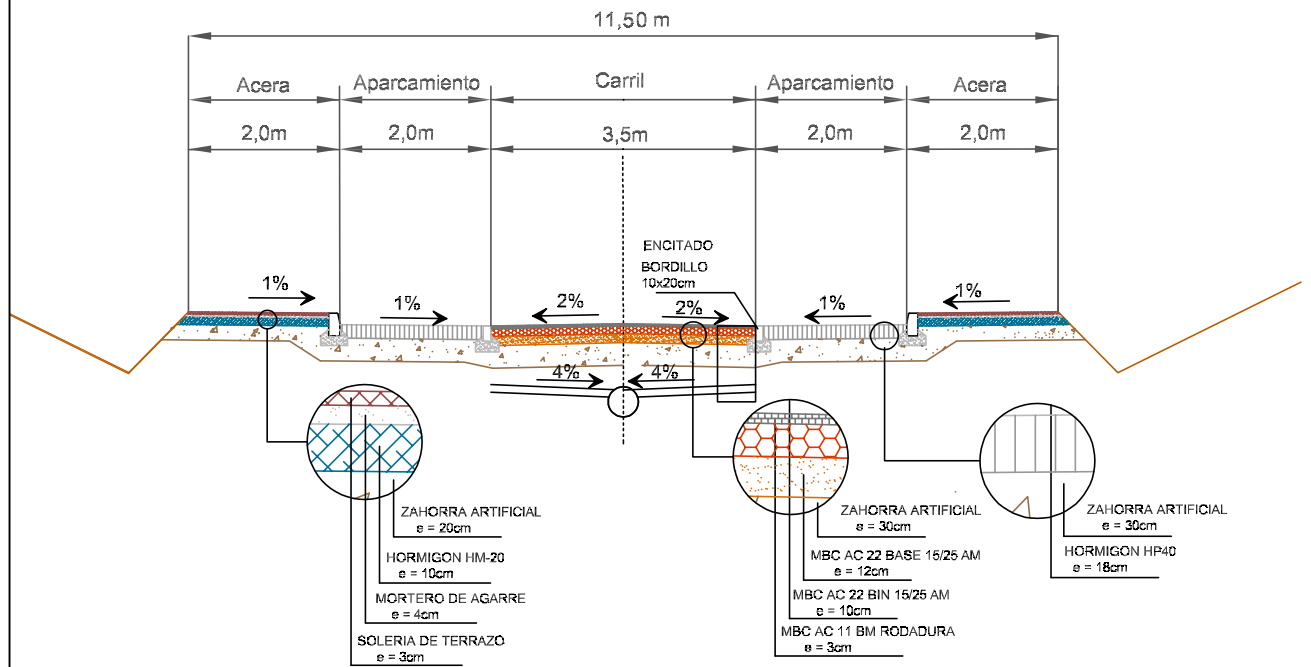
ESCALA:



FECHA:

JUNIO 2016
Nº PLANO: 10-2

SECCIÓN TIPO EJE 1T, 1V, 2V, 3V



UNIVERSIDAD DE JAÉN

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE JAÉN

PROYECTO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN
POLIGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)

TITULO:

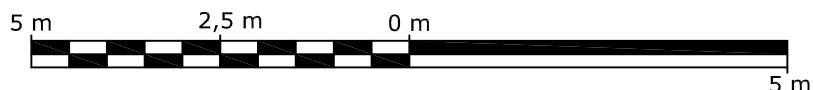
SECCIÓN TIPO

AUTOR:

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

ESCALA GRÁFICA:

1/100



FECHA:

JUNIO 2016

Nº PLANO:

11

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



DOCUMENTO Nº3 – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El presente pliego de condiciones técnicas, constituye el conjunto de normas que definen todos los requisitos técnicos de las obras que son objeto del Proyecto: ubicación; condiciones técnicas a la hora de llevar a cabo la elaboración del levantamiento topográfico y la cartografía de la zona; normativa a cumplir en el diseño de viales y enlaces; y condiciones para la generación de los planos definitivos del Proyecto.

3.1. Descripción de los trabajos objeto del proyecto

Para lograr los objetivos que se pretenden, se realizarán los siguientes trabajos en campo:

- Diseño y monumentación de las distintas redes topográficas necesarias para llevar a cabo el trabajo con la suficiente precisión y atendiendo al instrumental utilizado. Todas estas redes deben quedar materializadas y señalizadas correctamente para que garanticen su estabilidad y perdurabilidad en el tiempo suficiente para realizar el proyecto presente.
- Se ha de obtener un levantamiento topográfico de la zona descrita, a la que se le deberán dar coordenadas oficiales. Para ello el Ingeniero en Geomática y Topografía tendrá la libertad de elegir la metodología que considere oportuna siempre y cuando se consigan precisiones inferiores a las tolerancias.

3.1.1. Elección de la escala y equidistancia

La elección de la escala ha sido de 1:1.000 debido a que es la escala normalmente utilizada en éste tipo de trabajos, así como que con ésta escala se consigue la representación tanto del levantamiento como de todos los detalles existentes en la urbanización y su enlace. Por su parte, se establece una equidistancia de un metro entre curvas de nivel y de cinco entre curvas maestras. Esta equidistancia será suficiente para mostrar con detalle a la escala elegida todos los accidentes del terreno.

3.1.2. Tolerancias

Tanto el levantamiento como el diseño del proyecto vendrán determinados por la tolerancia que impone la escala cartográfica y la equidistancia que se vaya a utilizar.

Se distingue entre tolerancia planimétrica y tolerancia altimétrica.

- Tolerancia Planimétrica

Se establece el error planimétrico en 0,2 mm de la escala del plano que se ha elegido anteriormente, siendo el valor comentado el límite de percepción visual definido mediante métodos empíricos.

Así pues, la tolerancia planimétrica viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{\text{planimetrica}} = T_{xy} = \text{LimitePercepciónVisual} * \text{Escala} = 0.20\text{mm} * 1000 = 0.20\text{m}$$

La Tolerancia en Planimetría que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de veinte centímetros.

- Tolerancia altimétrica

Se establece el error en altimetría como $\frac{1}{4}$ de la equidistancia entre curvas de nivel, la cual se ha fijado en el apartado anterior para el levantamiento.

Así pues, la tolerancia altimétrica viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{\text{Altimétrica}} = T_z = (1/4) * \text{Equidistancia} = (\frac{1}{4}) * 1 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$$

La Tolerancia en Altimetría que se ha impuesto en el Pliego de Condiciones toma el valor de veinticinco centímetros.

3.2. Prescripciones técnicas del diseño en el trazado de la obra

3.2.1. Generalidades

El diseño de los viales se ha de ajustar a las Normas Básicas de Urbanización contenidas en el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) del municipio de Armilla y en los criterios que no queden bien definidos en estas a la Norma de Instrucción de Carreteras 3.1, que fue aprobada por Orden el 27 de Diciembre de 1999 del Ministerio de Fomento (BOE nº 28, de 2 de Febrero del 2000) y modificada por Orden el 13 de Septiembre de 2001 del Ministerio de Fomento (BOE 26 de Septiembre del 2001) así como al y en lo posible al libro de Carreteras Urbanas, Recomendaciones para su Planeamiento y Proyecto, publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

La presente Norma contempla las especificaciones de los elementos básicos para el estudio o proyecto de un trazado de carreteras. En ésta norma se recogen las condiciones relativas a la planta, el alzado y a la sección transversal, y los criterios generales que deben observarse para obtener la adecuada coordinación entre todas ellas. También se incluyen criterios para su aplicación a secciones especiales o nudos.

El contenido de esta Norma tiene como finalidad definir la redacción de estudios de carreteras en materia de trazado, que proporcionen unas características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de la circulación compatibles con consideraciones económicas y ambientales.

Será de aplicación a todos los proyectos de carreteras de nuevo trazado, con las peculiaridades derivadas de su función y tipo de carretera; y solo excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación.

En casos especiales, no contemplados en la presente Norma, el proyectista podrá acudir a las guías y textos publicados por el organismo titular de la carretera, o a la realización de estudios específicos.

Sin embargo, al tener el nuevo vial consideración de urbano, con lo que ello conlleva (menor velocidad de proyecto, mayor número de paradas, incidencia de intersecciones, transporte público, etc...), la aplicación práctica de los criterios de trazado dados a continuación podrán efectuarse con un mayor grado de flexibilidad, siempre y cuando las medidas adoptadas sean razonadas y debidamente justificadas.

3.2.2. Trazado en planta

El trazado en planta de los distintos ramales y calles se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

La definición del trazado en planta se referirá a varios ejes, que define un punto en cada sección transversal. Se adoptará para la definición del eje, que posee una calzada única, el centro de la calzada.

3.2.2.1. Recta

La recta es un elemento de trazado que está indicado para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, etc.).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable estarán en función de la velocidad de proyecto:

- o $L_{\text{mín.s}} = 1,39 \cdot V_P$
- o $L_{\text{mín.o}} = 2,78 \cdot V_P$
- o $L_{\text{máx}} = 16,70 \cdot V_P$

Donde:

- o L.mín.s : Longitud mínima (m) para trazado en “S” (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
- o Lmin.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
- o L.máx : Longitud máxima (m)
- o V_P : Velocidad de proyecto

3.2.2.2. Curvas circulares

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- o El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- o La visibilidad de parada en toda su longitud.
- o La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

A efectos de aplicación de la presente Norma, el peralte (p) para carreteras del grupo 2 (la del presente proyecto se encuentra dentro de éste grupo) se establecerá de acuerdo con los criterios siguientes:

50 < R < 350	p = 7
350 < R < 2500	$p = 7 - 6,08 (1 - 350/R)^{1,3}$
2500 < R < 3500	p = 2
3500 < R	Bombeo

Siendo:

- o R = Radio de la curva circular (m).
- o P = Peralte (%)

La velocidad, el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionarán mediante la fórmula:

$$V_s^2 = 127 \cdot R \cdot (f_t + p/100)$$

De donde:

- o V= velocidad (km/h)
- o R = radio de la circunferencia (m)
- o f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado
- o p = peralte (%)

Para toda curva circular en el tronco de la calzada, con el peralte que le corresponde según el apartado anterior de radios y peraltes, se cumplirá que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de f_t de la siguiente tabla:

Ve(Km/h)	40	50	60	70	80	90	100
f_t	0.180	0.166	0.151	0.137	0.122	0.113	0.104

En la tabla siguiente se incluye la relación entre los radios y peraltes correspondientes a diferentes velocidades específicas. La utilización sistemática de curvas circulares cuya velocidad específica coincida con la velocidad de proyecto se justificará adecuadamente.

Velocidad específica (Km/h)	Radio (m)	Peralte (%)
40	50	7
45	65	
50	85	
55	105	
60	130	
65	155	
70	190	
75	225	
80	265	

En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20

gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon).

3.2.2.3. Curvas de transición

Las curvas de transición tienen por objetivo evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Se adoptarán en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

De donde:

- o R = radio de curvatura en un punto cualquiera
- o L = longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R=\infty$) y el punto de radio R.
- o A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

3.2.2.4. Coordinación entre los elementos del trazado

Para las carreteras del grupo 2 que es la que se está tratando en éste proyecto, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud menor o igual que 400 metros, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de la siguiente expresión:

$$1,5 * R + 4,693 * 10^{-8} * (R - 50)^3 * R$$

$$50 < R < 300$$

Cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 m, el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que 300 m. Las clotoides contiguas a una alineación circular deberán ser simétricas siempre que sea posible. En general no se podrán unir clotoides entre sí, salvo en el caso de curvas en “S” en el que la unión se hará por sus puntos de inflexión.

Salvo en el caso que se indica en el párrafo siguiente, para curvas circulares de radio menor que 5000 m. en carreteras del grupo 2, será necesario utilizar curvas de transición, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas.

En casos excepcionales de ángulos de giro entre rectas (W) inferiores a seis gonios (6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular, sin clotoides, de radio tal que se cumpla:

$$D_c > 325 - 25W$$

Ángulo entre alineaciones (gon)	6	5	4	3	2
Desarrollo mínimo de la curva circular (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo	2000	2500	3500	5500	9000

Para ángulos de giro entre rectas ligeramente superiores a seis gonios (6 gon), se comprobará siempre que la suma de las longitudes de las curvas de transición y de la curva circular, sea superior a los desarrollos mínimos indicados en la siguiente tabla.

Desarrollo mínimo de la curva circular (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo	2000	2500	3500	5500	9000

3.2.3. Trazado en alzado

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de los parámetros.

Para la definición del alzado se adoptará, salvo en casos suficientemente justificados, el siguiente criterio:

En carreteras de calzada única que es el caso que se trata: el eje que define el alzado, coincidirá con el eje de la calzada.

3.2.3.1. Inclinación de rasantes

A efectos de aplicación de la presente Norma, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, están en función de la velocidad de proyecto y son los siguientes:

Vp (Km/h)	Inclinación máxima (%)	Inclinación Excepcional (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$).

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5 %). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2 %). La inclinación de la

línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5 %).

Salvo justificación en contrario, no se dispondrán rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida para cada velocidad y tipo de carretera, cuya longitud supere los tres mil metros (3.000 m). Esta limitación se considerará independientemente del estudio de carriles adicionales.

Salvo justificación en contrario, no se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior a diez segundos (dicha longitud se medirá entre vértices sucesivos).

La curva de acuerdo será una parábola de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{X^2}{2 * Kv}$$

Siendo:

- Kv: el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola determinada por un parámetro.

Para longitudes de la curva de acuerdos superiores a la visibilidad requerida en cada caso, el valor del parámetro Kv, vendrá dado por la siguiente expresión:

$$K_v = \frac{D^2}{2 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} \right)^2}$$

Donde:

- Kv=parámetro de la parábola (m)
- h₁=altura del punto de vista sobre la calzada (m)
- h₂=altura del objeto sobre la calzada (m).

Se debe tener en cuenta a la hora de introducir un acuerdo vertical entre dos rasantes unos parámetros mínimos y unos deseables para K_v , dependiendo de las velocidades de proyecto, para mantener las condiciones de seguridad, comodidad y visibilidad a la hora de conducir.

Los valores deseables y mínimos son los siguientes:

V_p (Km/h)	Mínimo		Deseable	
	K_v Convexo(m)	K_v Concavo(m)	K_v Convexo(m)	K_v Concavo(m)
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

La longitud de la curva del acuerdo cumplirá la condición que $L > V_p$.

Siendo:

- L = longitud de la curva de acuerdo (m)
- V_p = velocidad de proyecto (km/h).

3.2.4. Sección transversal

La sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, situado veinte (20) años después de la entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que no será inferior a la hora treinta (30) ni superior a la hora ciento cincuenta (150).

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes. De dichos estudios se deducirán las previsiones de ampliación.

La calzada se dispondrá con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2 %) hacia cada lado a partir del eje de la calzada.

Los aparcamientos y aceras, se dispondrán con una inclinación transversal del uno por ciento (1 %) hacia el interior de la plataforma.

La máxima inclinación transversal de la calzada será de un siete y medio por ciento (7,5%), y los aparcamientos y aceras seguirán con un uno por ciento hacia el interior de la plataforma.

En todos los casos se estudiará cuidadosamente el desagüe en el margen interior de la curva.

- Cunetas con una pendiente de 2H/1V.
- Taludes de desmonte y terraplén de 3H/2V

Paquete de firmes: tendrá un espesor de 55 centímetros formado por las siguientes capas:

- Zahorra artificial con un espesor de 0.30 m.
- Base con un espesor de 0.12 m.
- Intermedia con un espesor de 0.10 m.
- Rodadura con un espesor de 0.03 m.

3.3. Prescripciones técnicas del diseño en el trazado de la obra

3.1.1. Documentación a entregar

Las partes de las que ha de constar el presente proyecto son las cuatro siguientes:

- Memoria y anejos
- Documento 2: Planos
- Documento 3: Pliego de condiciones
- Documento 4: Presupuesto

3.1.2. Escala y equidistancia

La escala del levantamiento cartográfico se fijara según la normativa publicada por el Consejo Superior Geográfico del Instituto Geográfico Nacional (IGN), referente a la realización de levantamientos cartográficos a grandes escalas. Dicha normativa admite cierta flexibilidad en función de la metodología y carácter de los elementos a cartografiar, fijándose la escala del levantamiento en 1/1.000.

La equidistancia entre curvas de nivel para el levantamiento se ha fijado en 1 metro, marcando las curvas maestras cada cinco normales, es decir, cada 5 metros.

3.1.3. Origen de altitudes

Las altitudes geodésicas de los vértices, según el sistema oficial de coordenadas, quedan referidas al nivel medio del mar definido por el mareógrafo fundamental de Alicante (R.D. 1071/2007).

3.1.4. Sistema de referencia y proyección cartográfica

Según el R.D. 1071/2007 por el que se regula el Sistema Geodésico de Referencia Oficial en España, el artículo 3, se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como Sistema de Referencia Geodésico Oficial de España para la referenciación cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. Tiene asociado el elipsoide GRS80 y está materializado por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE) y sus densificaciones.

La proyección cartográfica a emplear es la Universal Transversa de Mercator (UTM), en el huso 30.

3.1.5. Características de los planos del proyecto

En el formato de los planos deberá aparecer la siguiente información:

- Leyenda
- Orientación
- Cuadrícula UTM
- Escala gráfica
- Cajetín normalizado el cual incluya
 - o Información topográfica
 - o Información adicional

Los planos que se han de incluir en el presente proyecto se detallan a continuación:

- Croquis de Situación Nacional y provincial
- Plano de situación
- Plano de emplazamiento
- Red topográfica
- Plano de minuta
- Plano topográfico
- Estado de alineaciones
- Estado final proyectado
- Perfiles longitudinales
- Perfiles transversales
- Sección tipo

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL EN ARMILLA (GRANADA)



DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO

FRANCISCO SERRANO MARTÍN

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

4.1. Introducción

El último documento del que consta un Proyecto es el Presupuesto. Es en este lugar donde se valora económicamente los trabajos topográficos realizados para el diseño del polígono industrial. Se calculan las jornadas totales empleadas en realizar el trabajo.

El equipo usado para realizar los trabajos ha sido cedido por el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén, pero a efectos de cuantificar el presente Proyecto de una manera más cercana a la realidad, se calcula suponiendo que los equipos empleados son alquilados. Se realiza el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) y el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).

4.2. Presupuesto desglosado por jornadas

El tipo de jornadas se pueden dividir en jornadas trabajadas en la realización de trabajos de campo y jornadas trabajadas en la realización de trabajos de gabinete. Así mismo se debe tener en cuenta los gastos generales y el beneficio industrial.

4.2.1. Trabajo de campo

Se debe tener en cuenta que el trabajo de campose puede dividir en distintas fases dependiendo de los diferentes tipos de trabajo que debamos realizar, hecho que facilitará la tarea presupuestaria. Por otra parte, se deben tener claras las jornadas totales empleadas por el Ingeniero, auxiliar y peón. Los trabajos se dividirán en las siguientes partidas:

- Reconocimiento del terreno e implantación y monumentación de los Vértices de la Red Básica. (Partida 1)
- Observación GNSS para dotar de coordenadas UTM ETRS89 a los vértices de la Red Básica (Partida 2)
- Observación GNSS GPS-RTK para dotar de coordenadas UTM ETRS89 a la Red de Detalle (Partida 3)

Nota: Siempre se utilizarán números enteros de jornadas, ya que la numeración decimal no tiene sentido en estos casos.

En la siguiente tabla se muestran las jornadas totales que se establecen tanto para el topógrafo como para el auxiliar para la realización de los trabajos de campo:

PARTIDA	JORNADAS
1	1
2	1
3	1
TOTAL	3

Por otra parte, se debe considerar los gastos por desplazamiento y dietas tanto para el Técnico como para el auxiliar, además de los gastos por alquiler de vehículo, alquiler de equipos GPS.

- Gastos de dietas

PARTIDA	JORNADAS	NÚMERO DE COMENSALES	UNIDADES
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	2	2
TOTAL	3	5	5

- Gastos de transporte y desplazamiento

El transporte del operador y de los peones es simultáneo, es un factor a tener en cuenta.

PARTIDA	JORNADAS	TRANSPORTE	KM AL DIA	KILOMETRAJE
1	1	1	5	5
2	1	1	5	5
3	1	1	5	5
TOTAL	3	3	15	15

- Gastos de alquiler de equipos topográficos

En las partidas 2 y 3 se emplean equipos topográficos, en concreto se utilizan dos en la primera y dos en la segunda.

Los precios simples por jornada de trabajo de cada una de las partidas que intervienen en las diferentes fases de los trabajos de campo, para obtener posteriormente el cuadro de precios descompuestos a partir de los precios simples, se muestran a continuación:

CUADRO DE PRECIOS SIMPLES			
CAPÍTULO I. Mano de Obra			
Nº Orden	Concepto	Unidad	Precio (€)
1001	Ingeniero Geomática y Topografía	1 Jornada	150€
1002	Auxiliar de Topógrafo	1 Jornada	60€
CAPÍTULO II. Equipamiento			
Nº Orden	Concepto	Unidad	Precio (€)
2001	Equipo GPS/GNSS Con Trípode, Baterías, Cargador, Lector de Tarjetas y Accesorios para medición en Tiempo Real	1 Jornada	120€
2002	Vehículo	1 Jornada	80€
2003	Mantenimiento del vehículo	1 Km	0.50€
CAPÍTULO III. Alimentación			
Nº Orden	Concepto	Unidad	Precio (€)
3001	Dieta Menú	1 Unidad	15€

Fuente: Elaboración propia

Ahora se procede a la elaboración del cuadro de precios descompuestos, donde se indican los gastos de las partidas anteriormente explicadas. Está compuesto por conceptos, unidades que lo forman, la cantidad de estas y con los precios de cada unidad se obtiene el precio total como el producto del precio simple o elemental por el número de unidades.

Se incluye el concepto de medios auxiliares como un porcentaje a sumar al total de la unidad respecto al precio de los demás conceptos. El sumatorio de todos estos será el total de la unidad de obra.

- Partida 1:

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
1	Reconocimiento del terreno			
1001	1	Ing. G y T	150€	150€
2002	1	Alquiler del vehiculo	80€	80€
2003	5 km	Mantenimiento vehículo	0,50€	2,5€
3001	1	Dieta menú	15€	15€
	1%	Medios auxiliares		2,48€
Total:				249,98€

- Partida 2:

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
2	Observación para dotar de coordenadas UTM a los vértices			
1001	1	Ing. G y T	150€	150€
1002	1	Auxiliar de topógrafo	60€	60€
2001	2	Equipo GPS/GNSS	120€	240€
2002	1	Alquiler del vehiculo	80€	80€
2003	5 km	Mantenimiento vehículo	0.50€	2.5€
3001	2	Dieta menú	15€	30€
	1%	Medios auxiliares		5,63€
Total:				568,13€

- Partida 3:

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
3	Observación para dotar de coordenadas UTM a la red de detalle			
1001	1	Ing. G y T	150€	150€
1002	1	Auxiliar de topógrafo	60€	60€
2001	2	Equipo GPS/GNSS	120€	240€
2002	1	Alquiler del vehiculo	80€	80€
2003	5 km	Mantenimiento vehículo	0.50€	2.5€
3001	2	Dieta menú	15€	30€
	1%	Medios auxiliares		5,63€
Total:				568,13€

Los gastos derivados de los trabajos de campo ascienden a la cantidad de **MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICUATRO CENTIMOS (1.386,24€)**.

4.2.2. Trabajo de gabinete

En este tipo de trabajos siempre se trabaja con jornadas completas. Consiste en la realización de cálculos topográficos, elaboración de planos y redacción de la parte literaria del Proyecto.

Se parte del cálculo de la amortización del material informático: equipo informático usado, para el cálculo y desarrollo de dicho Proyecto. El material informático está compuesto tanto por hardware como por software.

Para ello, se parte de los precios de todos los hardware y software que se utilizan:

Hardware	Precio (€)
Ordenador	600
Total	600

Software	Precio (€)
Leica Geo office	200
Autocad 2009	80
MDT 6.0	2285
Windows 7	151
Office	157
Total	2873€

Para el cálculo total se suma el total de Hardware y de Software que asciende a:

TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS (2873 €).

El periodo de amortización es de tres años con un interés del 12%

o Cálculo del coste

Para ello, tenemos que calcular la amortización y a continuación el cálculo de los intereses anuales:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Precio Adquisición Equipos}}{\text{Años Amortización}} = \frac{2873}{3} = 957,67€$$

$$\text{Intereses del primer año: } 2873 * 12\% = 344,76€$$

$$\text{Intereses del segundo año: } (2873 - 957,67) * 12\% = 229,84€$$

$$\text{Intereses del tercer año: } (2873 - 2 * 957,67) * 12\% = 114,92€$$

Los intereses que hay que pagar son la suma de cada uno de los años, generando un total de intereses de 679,52 Euros. Con lo que los intereses anuales que habría que pagar es dividir la suma de los intereses de los tres años de amortización entre esos mismos años.

$$\text{Intereses: } \frac{679,52}{3} = 226,51 \text{ Euros/Año}$$

Con lo que al año se debe amortizar la suma de ambos valores, es decir, de la amortización anual más los intereses que conlleva:

$$\text{Coste} = 679.52 + 226.51 = 906.03 \text{ Euros/Año}$$

o Cálculo de los días trabajados al año:

- El año tiene 365 días.
- Los días del año correspondiente a sábados, domingos y festivos son: 52 sábados, 52 domingos y 16 festivos, en total 120 días.
- De vacaciones corresponden 30 días, excluyendo sábados, domingos y festivos el total de días de vacaciones son 20 días.
- El total de días trabajados, sería el resultado de descontar al total de días del año los sábados, domingos, festivos y vacaciones, dando un total de días trabajados de 225 días/anuales.

o Cálculo del precio elemental

Con lo que el precio elemental, sería la división del coste producido al año entre el número de días trabajados al año:

$$\text{Material Informático: } \frac{906,03 \text{ Euros/Año}}{225 \text{ días/Año}} = 4.03 \text{ Euros/día}$$

En la siguiente tabla, se expresa las jornadas totales que se han necesitado para llevar a cabo los trabajos de gabinete. Los diferentes procesos realizados en gabinete son:

- Redacción del proyecto
- Calculo coordenadas Red Básica y Red de detalle.
- Estudio y diseño del polígono.
- Obtención Modelo Digital del Terreno.
- Obtención de perfiles longitudinales y transversales.
- Calculo de cubicaciones.

- Presupuesto de los trabajos topográficos.

En la siguiente tabla se reflejan las jornadas necesarias para cada fase de los trabajos de gabinete:

Concepto	Jornadas (días)
Cálculos Topográficos	1
Estudio y desarrollo de planos	10
Redacción del proyecto	8
Total	16

A continuación, se detallan los precios simples por jornadas de trabajo de cada una de las partidas que intervienen en las diferentes fases de las que constan los trabajos de gabinete:

CUADRO DE PRECIOS SIMPLES			
CAPÍTULO I. Mano de Obra			
Nº Orden	Concepto	Unidad	Precio (€)
1001	Ingeniero Geomática y Topografía	1 Jornada	150€
CAPÍTULO II. Equipamiento			
Nº Orden	Concepto	Unidad	Precio (€)
2001	Material informático	1 Jornada	4,03€

Ahora se procede a la elaboración del cuadro de precios descompuestos, donde se indican los gastos de las partidas anteriormente explicadas. Está compuesto por conceptos, unidades que lo forman, la cantidad de estas y con los precios de cada unidad se obtiene el precio total como el producto del precio simple o elemental por el número de unidades.

- Partida 4

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
4	Calculos topográficos			
1001	1	Ing. G y T	150€	150€
2001	1	Material informático	4,03€	4,03€
	1%	Medios auxiliares		1,54€
Total:				155,57€

- Partida 5

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
5	Estudio y desarrollo de planos			
1001	10	Ing. G y T	150€	1500€
2001	10	Material informático	4,03€	40,30€
	1%	Medios auxiliares		15,40€
Total:				1.555,70€

- Partida 6

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS				
Nº Orden	Cantidad	Concepto	Precio Unitario (€)	Precio (€)
6	Redacción del proyecto			
1001	8	Ing. G y T	150€	1.200€
2001	8	Material informático	4,03€	32,24€
	1%	Medios auxiliares		12,34€
Total:				1.246,58€

Los gastos derivados de los trabajos realizzdos en gabinete ascienden a la cantidad de **DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS (2.957,85€)**.

4.3. Presupuesto de ejecución material (PEM)

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M) se obtiene de realizar la sumatoria de los totales de los cuadros de precios descompuestos de los trabajos de campo y gabinete.

PRECIOS DESCOMPUESTOS	CANTIDAD (€)
Trabajos de Campo	1.386,24 €
Trabajos de Gabinete	2.957,85 €
Total	4.344,09 €

El presupuesto de ejecución material para Trabajos Topográficos para el levantamiento y diseño del polígono industrial en Armilla (Granada), asciende a la cantidad de **4.344,09 €**, es decir, **CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON NUEVE CENTIMOS**.

4.4. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C) es el resultado de incluirle al Presupuesto de Ejecución Material un porcentaje de gastos generales y otro de beneficios industriales.

P.E.M.	4.344,09 €
16% Gastos Generales	695,05 €
10% Beneficio Industrial	434,41 €
Total (P.E.C.)	5.473,55 €
P.E.C + 21% IVA	6.623,00€

El presupuesto de ejecución por contrata de los Trabajos Topográficos para el levantamiento y diseño del polígono industrial en Armilla (Granada), asciende a la cantidad de **6.623,00 €**, es decir, **SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTITRES EUROS**.

Bibliografía

Santos Mora, Antonio (1988). Topografía y replanteo de obras de ingeniería..
Editorial: Madrid: Colegio Ofic. de Ingenieros Técnicos en Topografía.

Dirección General de Carreteras (2008). Trazado: Instrucción de carreteras norma 3.1 - IC.
Edición: 2ª ed., 3ª reimp. Editorial: [Madrid]: Ministerio de Fomento, 2008 SSS.

Trazado: introducción de Carreteras:

http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3_1ic/indice.htm