

# PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

MODIFICACIÓN Nº5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA

## ANEXO

AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA POR EL  
NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL  
FERROVIARIA DE VALENCIA.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

JOAQUÍN MONFORT SALVADOR, arquitecto

**Marzo 2012**

---

## PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

### ANEXO

### AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA.

### ÍNDICE

#### I. MEMORIA

1. Antecedentes.....	3
2. Objeto .....	3
3. Consideraciones a tener en cuenta en las nuevas edificaciones universitarias .....	4
3.1. Construcciones universitarias antes de la ejecución del túnel .....	4
3.2. Construcciones universitarias después de la ejecución del túnel .....	5
4. Intervenciones en la zona de afección.....	6
4.1 Instalaciones y edificios ya construidos.....	6
4.2 Instalaciones y edificios previstos .....	7

#### II. PLANOS

ANEXO-01. TRAZADO. PLANTA GENERAL .....	1/1.500
ANEXO-02. TRAZADO. PERFIL LONGITUDINAL .....	1/2.000-1/400
ANEXO-03. TRAZADO. SECCIÓN 1.....	1/500
ANEXO-04. TRAZADO. SECCIÓN 2.....	1/500
ANEXO-05. TRAZADO. SECCIÓN 3.....	1/500
ANEXO-06. TRAZADO. SECCIÓN 4.....	1/500
ANEXO-07. TRAZADO. SECCIÓN 5.....	1/500
ANEXO-08. TRAZADO. SECCIÓN 6.....	1/500
ANEXO-09. TRAZADO. SECCIÓN 7.....	1/500

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

**III. INFORME DEL MINISTERIO DE FOMENTO**

*ANÁLISIS AFECCIONES A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.* Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias del Ministerio de Fomento (Junio 2011).

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

**I. MEMORIA****1. Antecedentes.**

La Universidad Politécnica de Valencia ha consultado con el Ministerio de Fomento la compatibilidad del nuevo eje pasante de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia con el **PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.**

Con objeto de realizar una delimitación de la zona de afección en la Universidad Politécnica de Valencia la Dirección General de Infraestructuras ferroviarias del Ministerio de Fomento ha facilitado a la Universidad Politécnica el informe: *ANÁLISIS AFECCIONES A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA* basado en el *PROYECTO CONSTRUCTIVO: RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA. NUEVO EJE PASANTE. FASE 1: INFRAESTRUCTURA DEL TÚNEL Y DE LA ESTACIÓN DE ARAGÓN.*

En dicho informe se muestra el trazado del túnel que discurrirá por el Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia realizándose una serie de recomendaciones en las zonas de estudio que van a ser ocupadas por edificaciones. Se adjunta dicho informe en el punto **III. INFORME DEL MINISTERIO DE FOMENTO** de este ANEXO.

**2. Objeto.**

En este **ANEXO: AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA** se describen las intervenciones desarrolladas o previstas en la zona de afección, realizando una descripción pormenorizada de cada una de las zonas o edificios afectados según el informe facilitado: "*ANÁLISIS AFECCIONES A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA*".

En los PLANOS se refleja la zona de afección en el Campus de Vera de la UPV delimitada por el Ministerio de Fomento, una sección longitudinal con las profundidades del túnel y unas secciones transversales esquemáticas con las edificaciones existentes y previstas.

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

**3. Consideraciones a tener en cuenta en las nuevas edificaciones universitarias.**

A continuación se describen las consideraciones a tener en cuenta en el diseño de los edificios antes, durante y después de la ejecución del túnel.

En cualquiera de los casos los edificios ubicados en la vertical del túnel no podrán llevar cimentación profunda. Además, según el grado de avance de ejecución del edificio, la estructura deberá asumir los asientos estimados.

Será obligatorio solicitar a la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias del Ministerio de Fomento autorización para cualquier actuación que se realice en las parcelas comprendidas dentro del área de afección y es ésta quien debe autorizar finalmente su ejecución.

**3.1. Construcciones universitarias antes de la ejecución del túnel.**

Las consideraciones que se deben tener en cuenta en el diseño de los edificios son:

- Los sótanos del edificio deberán de estar a más de un diámetro de la clave del túnel. Ante posibles variaciones del trazado se propone como cota mínima de los sótanos la  $\pm 0.00^1$ .
- El edificio estará sometido a las subsidencias propias de la ejecución del túnel por lo que deberá de estar diseñado para asumirlas. En el informe adjunto del Ministerio de Fomento (5. ANÁLISIS PRELIMINAR SUBSIDENCIAS) se realiza la estimación de asientos a la cota  $\pm 0.00$ . Se realizará un estudio específico una vez definidas las cotas de asiento, geometría del edificio y tipología de cimentación.
- Si se realizan cimentaciones profundas, éstas deberán respetar una distancia mínima en planta de 6m alrededor del túnel. La profundidad del pie de esta cimentación estará por debajo del diámetro horizontal del túnel.

---

<sup>1</sup> Debido a la horizontalidad que presenta el Campus de Vera se puede considerar que la cota  $\pm 0.00$ m general se encuentra a 4.50-5.50m de profundidad. Es decir, como simplificación, las cotas generales del terreno en la zona de afección están entre +5.50m y +4.50m.

---

## PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

- En caso de que se empleen tablestacas que atraviesen el trazado del túnel deberán de ser retiradas en su totalidad antes del paso de la tuneladora.
- Durante la ejecución del túnel, el edificio se auscultará y habrá que tenerlo en cuenta en las condiciones de trabajo de la tuneladora y en la sección tipo de las dovelas.

### 3.2. Construcciones universitarias después o durante la ejecución del túnel.

Las consideraciones que se deben tener en cuenta en el diseño de los edificios son:

- Los sótanos del edificio deberán de estar a más de un diámetro de la clave del túnel y se propone como cota mínima la  $\pm 0.00^1$ .
- Si se ejecutaran cimentaciones profundas se tendría que respetar una distancia en planta mínima de 6 m alrededor del túnel. La profundidad del pie de esta cimentación estará por debajo del nivel de base del túnel.
- En el estudio de las dovelas del túnel habrá que tener en cuenta la afectación de las cargas que transmite las cimentaciones del túnel y la descarga producida durante la excavación de los sótanos.
- En caso que en la zona del túnel durante la construcción del mismo haya sido necesario realizar inyecciones secundarias a través de las dovelas o haya habido admisiones grandes en la inyección por cola, si el exceso de mortero o lechada hubiera alcanzado la zona prevista para la nueva construcción, eso podría crear dificultades al momento de hincar o excavar.

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

**4. Intervenciones en la zona de afección.****4.1 Instalaciones y edificios ya construidos.****Parcela B3.5.1 [9B] (Edificio actual).**

En la parcela hay un edificio de 2 plantas sobre rasante, sin sótanos. La cota de asiento de la cimentación por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Galerías subterráneas visitables y sótano de instalaciones.**

La red de galerías subterráneas que recorre la Universidad Politécnica atraviesa la zona de afección. Tanto las galerías como el sótano destinado a las instalaciones del edificio A7.1.1 [8B-8E-8G] tienen la cota de asiento de la cimentación está por encima de un  $\emptyset$  a la clave del túnel.

Cumplen todas las consideraciones necesarias para ser compatibles con el túnel.

**Parcela B3.6.1 [9C].**

En la parcela hay un edificio de 3 y 4 plantas sobre rasante y 1 planta bajo rasante. La cota de asiento de la cimentación está por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.2.4 [8A].**

En la parcela hay un edificio de 4 plantas sobre rasante, sin sótanos. La cota de asiento de la cimentación está por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.3.1 [8P].**

En la parcela hay un edificio de 2 plantas sobre rasante, sin sótanos. La cota de asiento de la cimentación está por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Invernaderos (parcelas B6.2.5 [8S], B6.2.6 [8T] y B6.2.7 [8W])**

El ámbito de los edificios previstos en las parcelas B6.2.5 [8S], B6.2.6 [8T] y B6.2.7 [8W] está ocupado actualmente por dos invernaderos. No tienen ocupación bajo rasante. La cota de asiento de la cimentación está por encima de la  $\pm 0.00$ .

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**4.2 Instalaciones y edificios previstos.****Parcela B3.5.1 [9B] (Edificio previsto).**

En la parcela hay previsto un edificio de 4 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. Este edificio sustituirá al existente. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.2.5 [8S].**

En la parcela hay previsto un edificio de 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.2.6 [8T].**

En la parcela hay previsto un edificio de 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.2.7 [8W].**

En la parcela hay previsto un edificio de 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

---

<sup>2</sup> En la planta técnica se admite la ubicación de piezas habitables (artículo 5.67 NU PGOU 1989). La superficie ocupada por dichas piezas habitables no será superior al 60% de la total superficie posible de la planta técnica.

---

**PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

---

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

**Parcela B6.3.2 [8R].**

En la parcela hay previsto un edificio de 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.3.3 [8Q].**

El ámbito de la parcela se estudiará en un Estudio de Detalle. Se limitan las alturas a 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación bajo rasante en la parcela no será mayor de 1 planta. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

**Parcela B6.3.4 [8V].**

En la parcela hay previsto un edificio de 6 plantas sobre rasante más planta técnica<sup>2</sup>, y la ocupación de 1 planta bajo rasante en la parcela. La cota de asiento de la cimentación estará por encima de la  $\pm 0.00$ .

Cumple todas las consideraciones necesarias para ser compatible con el túnel.

En Valencia, marzo 2011

Joaquín Monfort Salvador, Arqto.

---

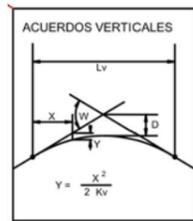
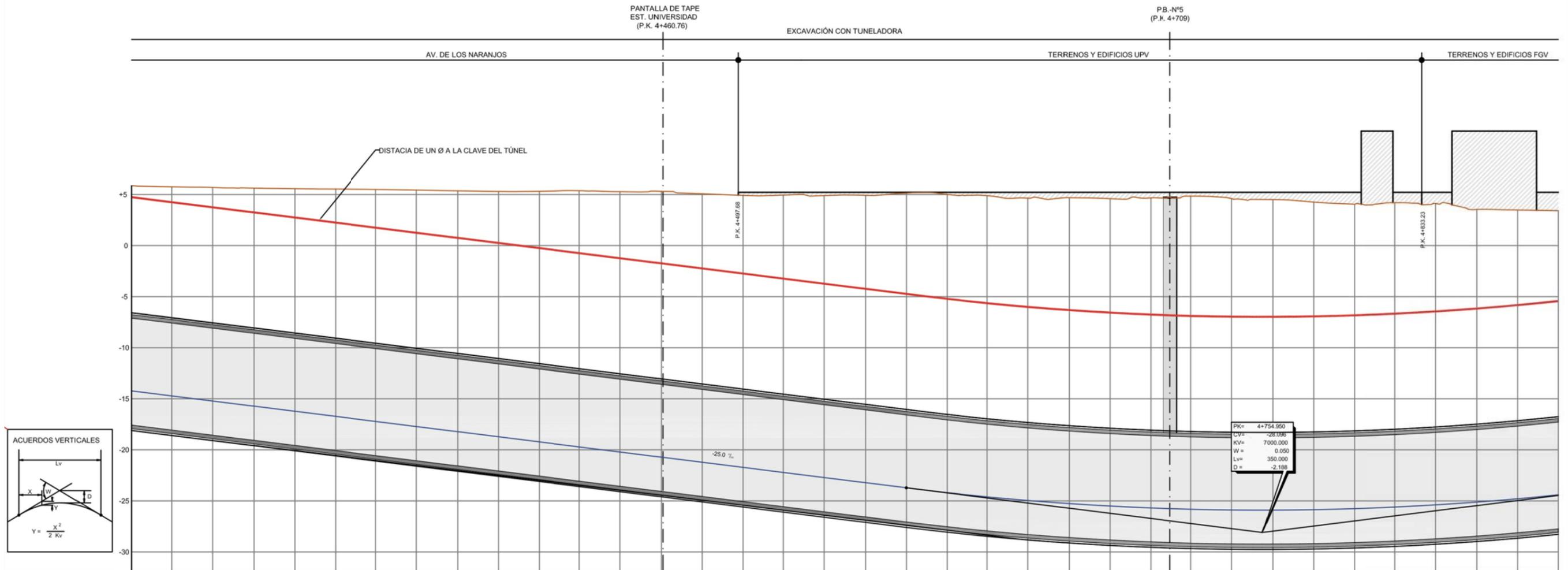
## PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

### II. PLANOS

ANEXO-01. TRAZADO. PLANTA GENERAL.....	1/1.500
ANEXO-02. TRAZADO. PERFIL LONGITUDINAL.....	1/2.000-1/400
ANEXO-03. TRAZADO. SECCIÓN 1.....	1/500
ANEXO-04. TRAZADO. SECCIÓN 2.....	1/500
ANEXO-05. TRAZADO. SECCIÓN 3.....	1/500
ANEXO-06. TRAZADO. SECCIÓN 4.....	1/500
ANEXO-07. TRAZADO. SECCIÓN 5.....	1/500
ANEXO-08. TRAZADO. SECCIÓN 6.....	1/500
ANEXO-09. TRAZADO. SECCIÓN 7.....	1/500





PLANO DE COMPARACION		P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN	4+200	900.000
	PARCIALES	20.000	20.000
ORDENADAS	RASANTE	-14.239	-24.406
	TERRENO	5.63	3.03
COTAS ROJAS	DESMONTE	26.07	27.44
	TERRAPLEN	20.49	27.44

Información extraída del PROYECTO CONSTRUCTIVO. RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA. NUEVO EJE PASANTE. Autor: SENER (Guillermo Dierssen Sotos). MARZO 2011

**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALENCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

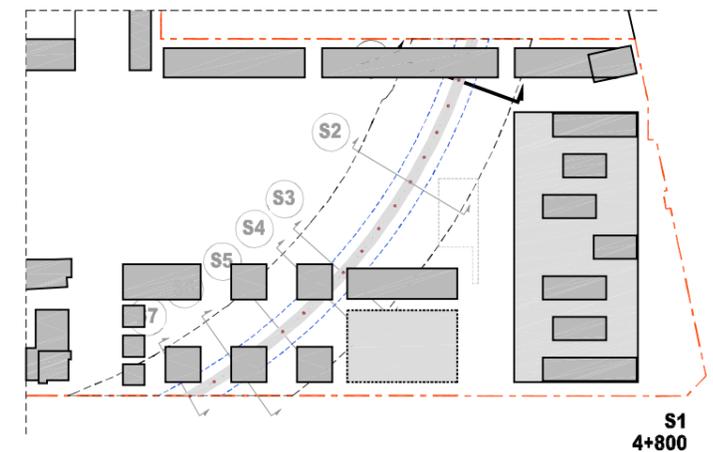
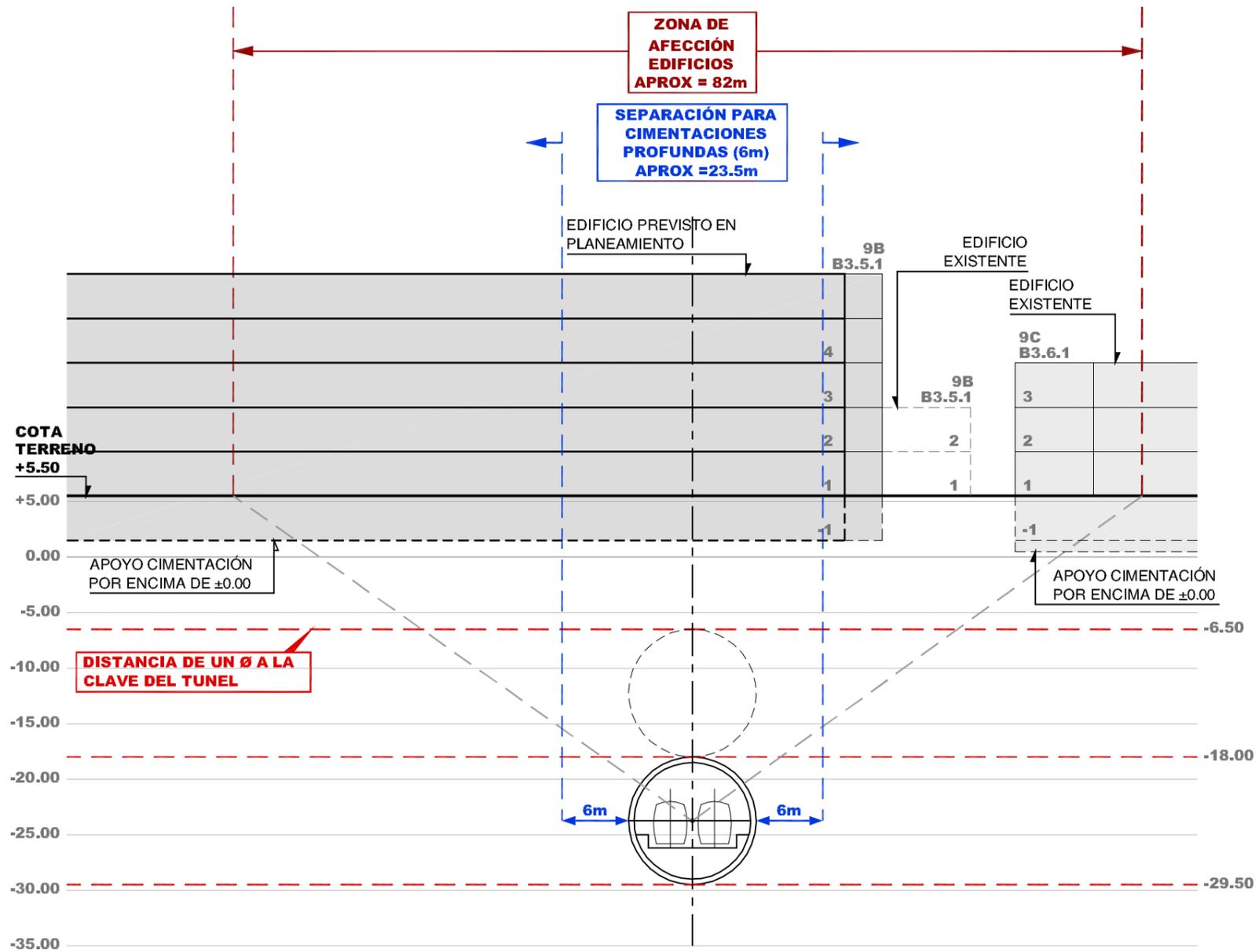
arquitecto

**ANEXO-02**

**TRAZADO**  
**PERFIL LONGITUDINAL**

Escala horizontal 1/2.000 Escala vertical 1/400

marzo 2012



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

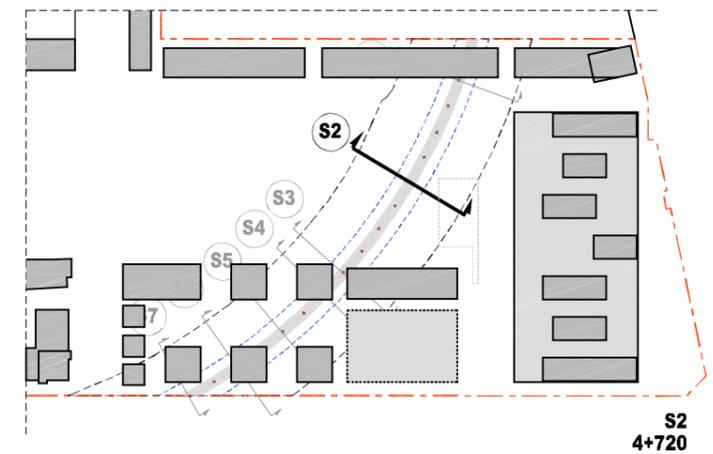
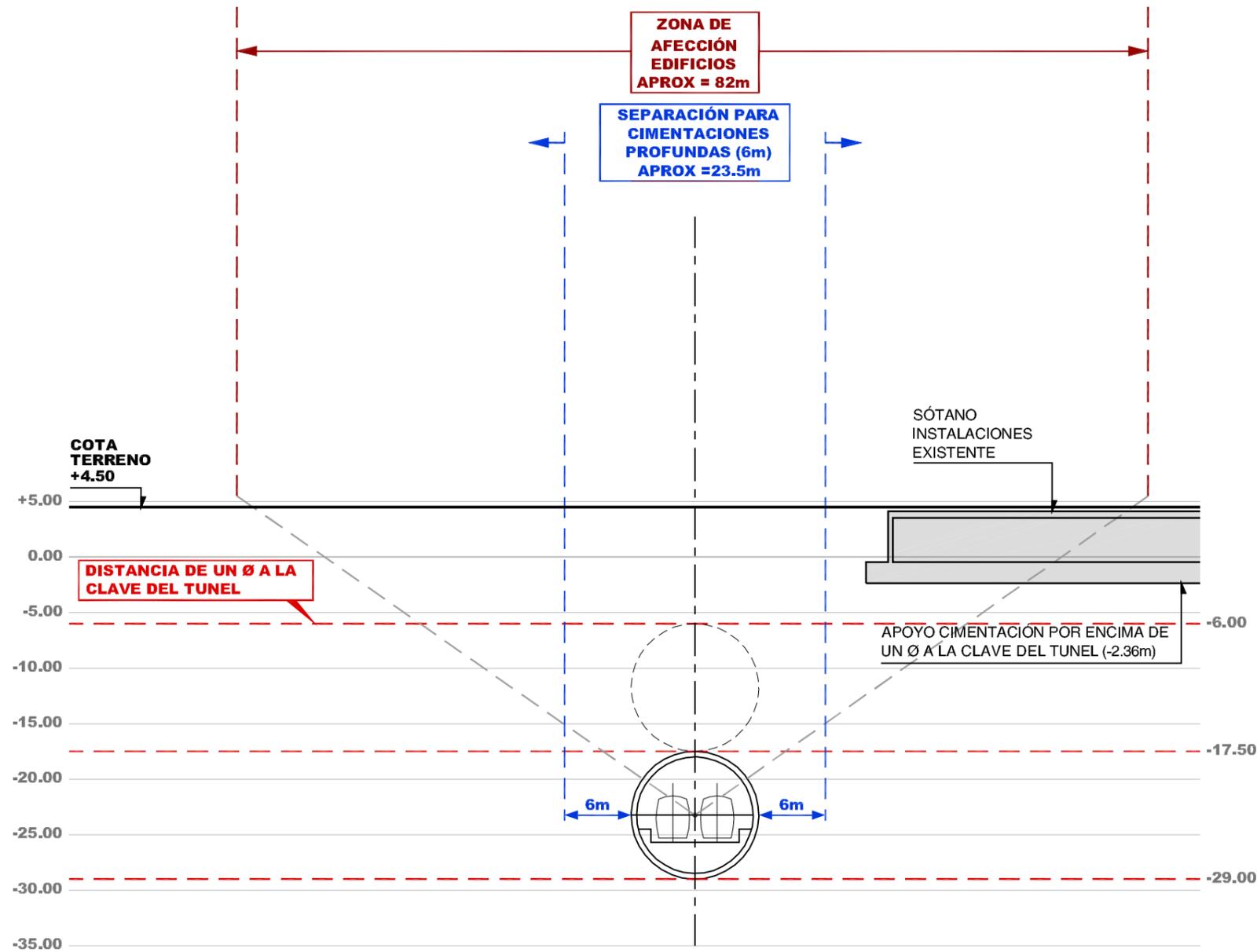
arquitecto

**ANEXO-03**

Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 1**

marzo 2012



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

*H.M.H.*

Joaquín Monfort Salvador

arquitecto

**ANEXO-04**

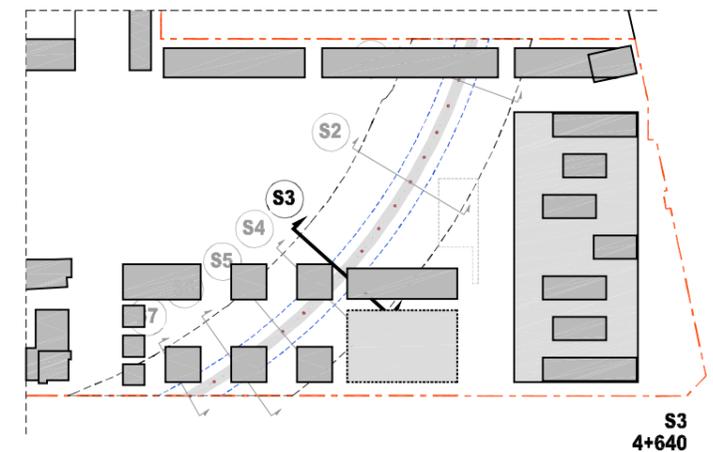
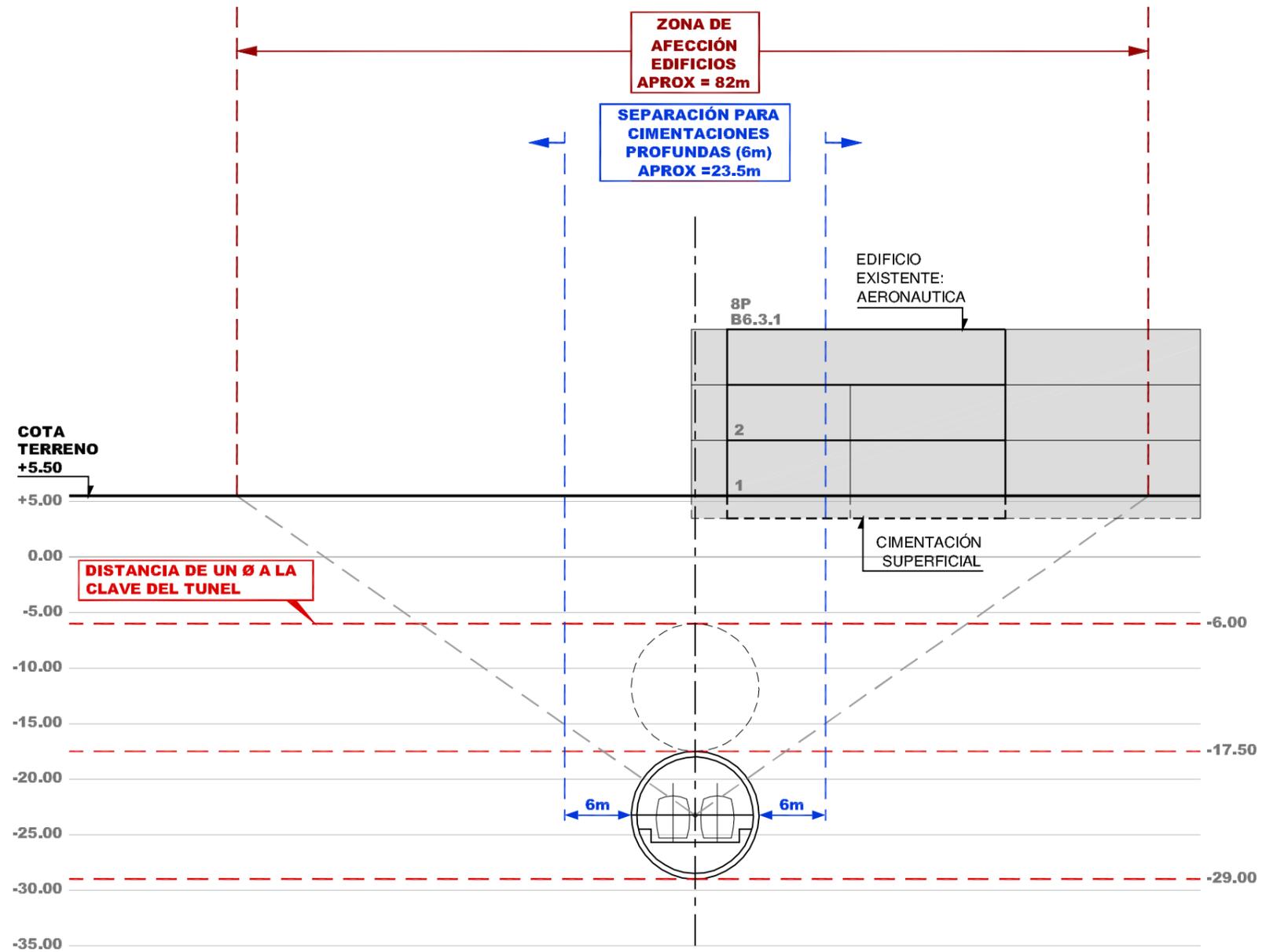
Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 2**

marzo 2012



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

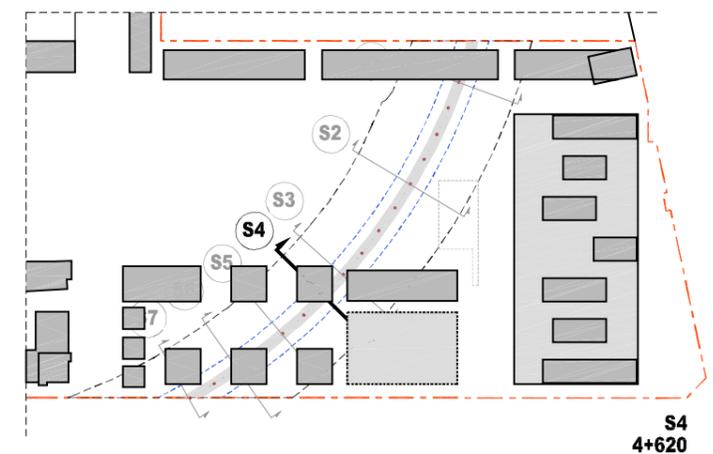
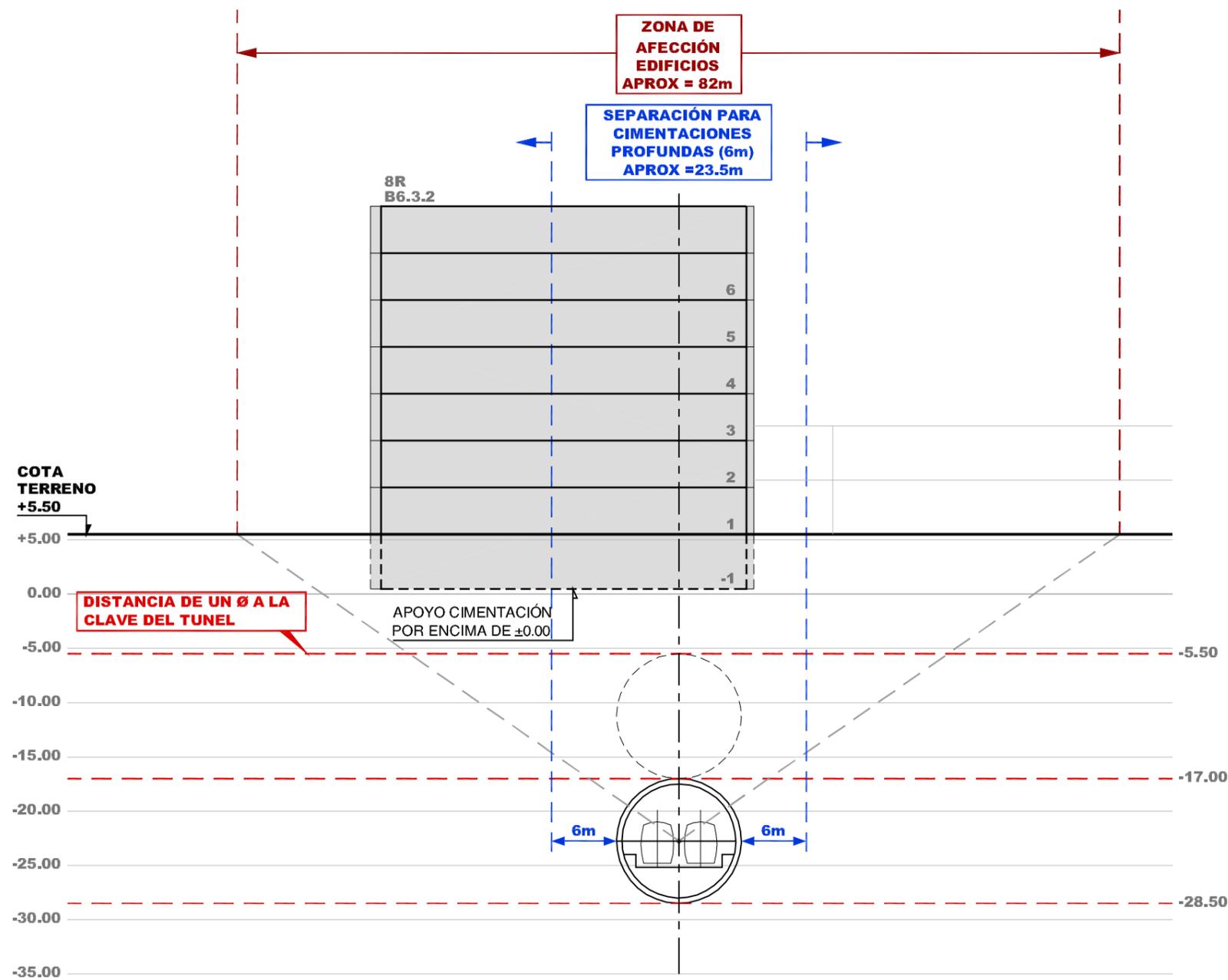
arquitecto

**ANEXO-05**

Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 3**

marzo 2012



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

arquitecto

**ANEXO-06**

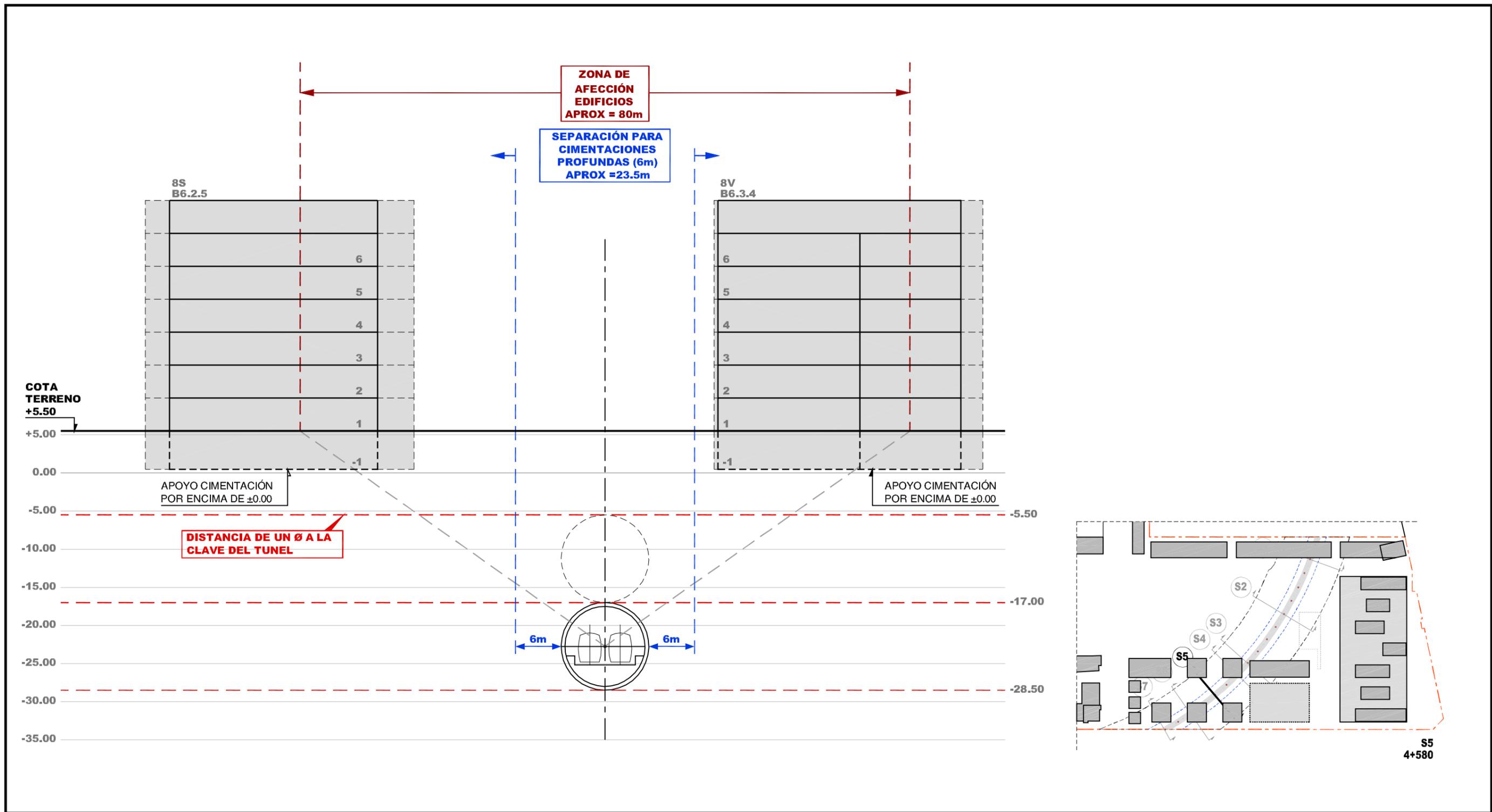
Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 4**

marzo 2012



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

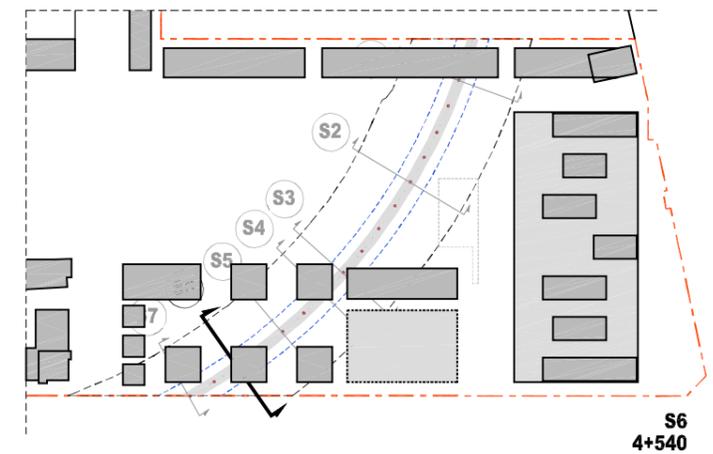
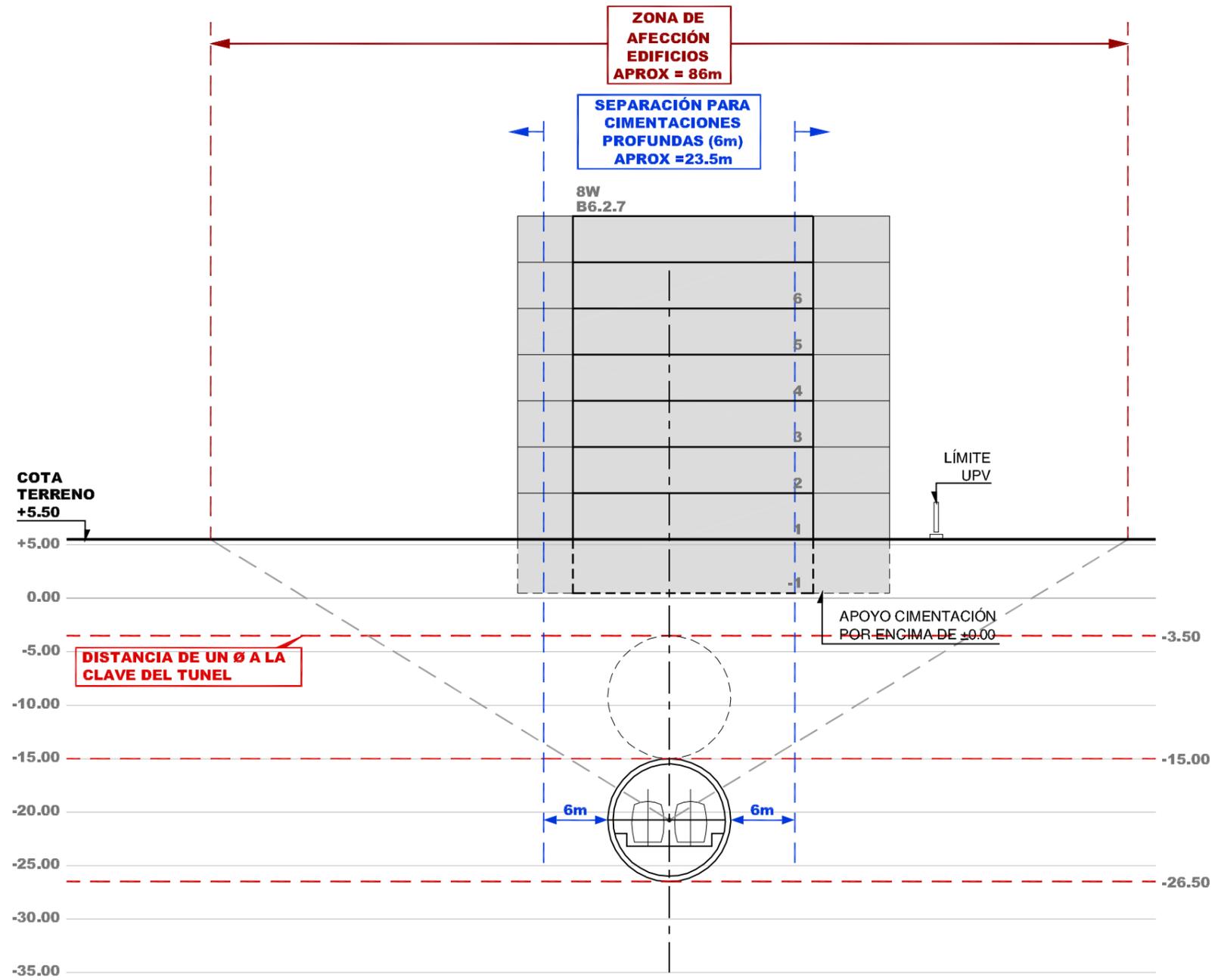
arquitecto

**ANEXO-07**

Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 5**

marzo 2012



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

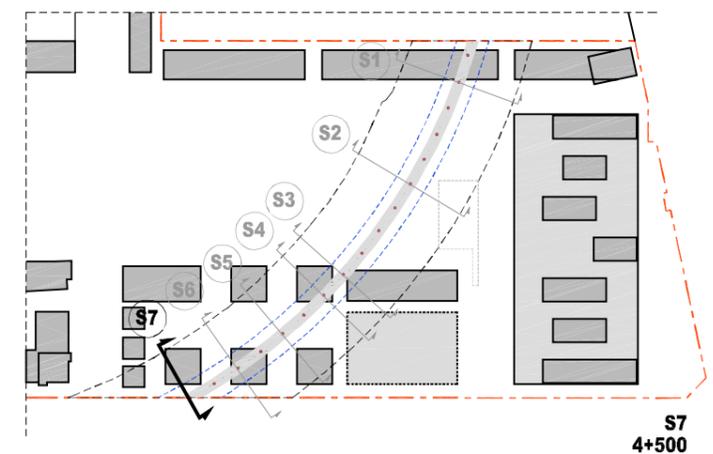
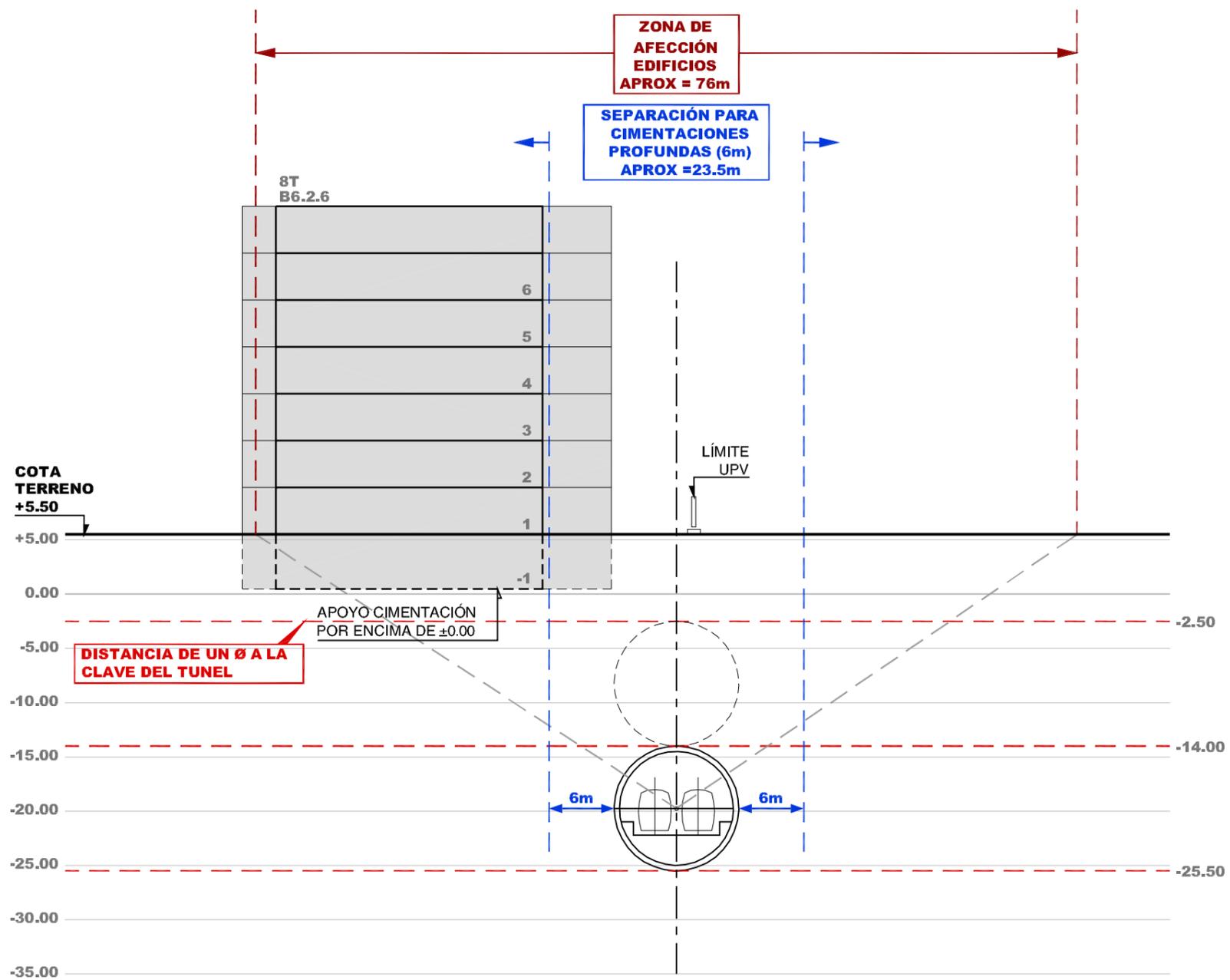
arquitecto

**ANEXO-08**

Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 6**

marzo 2012



**PLAN ESPECIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**MODIFICACIÓN PUNTUAL NÚMERO 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO**

**ANEXO AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALÈNCIA**

H.M.H.

Joaquín Monfort Salvador

arquitecto

**ANEXO-09**

Escala 1/500

**TRAZADO SECCIÓN 7**

marzo 2012



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

---

## **PLAN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA**

MODIFICACIÓN Nº 5 Y DOCUMENTO REFUNDIDO. CAMPUS DE VERA. VALENCIA.

### **III. INFORME DEL MINISTERIO DE FOMENTO:**

#### ***ANÁLISIS AFECCIONES A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.***

**Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias del Ministerio de Fomento. (Junio 2011)**

Nota: La información de los planos del informe (APENDICE 1) del Ministerio de Fomento ha sido recogida y actualizada en los planos (II PLANOS) de este ANEXO: AFECCIONES EN EL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA POR EL NUEVO EJE PASANTE DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA.



**PROYECTO CONSTRUCTIVO: RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA.  
NUEVO EJE PASANTE.  
FASE 1: INFRAESTRUCTURA DEL TÚNEL Y DE LA ESTACIÓN DE ARAGÓN**

***ANÁLISIS AFECCIONES A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA***

## ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES .....	5
2.	OBJETO .....	5
3.	BANDA DE AFECCIÓN A EDIFICACIONES.....	5
4.	CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LAS FUTURAS EDIFICACIONES.....	6
5.	ANÁLISIS PRELIMINAR SUBSIDENCIAS.....	7
5.1.	ESTIMACIÓN DE LOS ASIENTOS .....	9
6.	CONCLUSIÓN.....	10

## APÉNDICE 1 PLANOS: PLANTA Y LONGITUDINAL

## 1. **ANTECEDENTES**

La Universidad Politécnica de Valencia está elaborando el Plan Especial de sus instalaciones y se ha puesto en contacto con el Ministerio de Fomento para realizar el estudio de compatibilidad del Plan Especial de la Universidad con el paso del Tren de Alta Velocidad.

## 2. **OBJETO**

El objeto de este documento es mostrar la zona de afección del trazado del Túnel Pasante en sus instalaciones y realizar una serie de recomendaciones en las zonas de estudio por la UPV para ser ocupadas por edificaciones.

## 3. **BANDA DE AFECCIÓN A EDIFICACIONES**

En los planos adjuntos en el Apéndice 1 de esta Nota Técnica se muestra tanto en planta como en longitudinal el trazado del túnel, a fecha de mayo de 2011, en el ámbito de la Universidad.

En el trazado en planta se ha incluido la banda de afección de las obras del túnel, empleada en las primeras fases del Proyecto Constructivo para realizar el inventario de edificios incluidos en esta franja. A continuación se justifican los límites de la misma.

La subsidencia en superficie (condiciones “green field”) generada por la excavación de un túnel circular puede asimilarse, considerando secciones transversales al eje del túnel, a una ley de distribución tipo Gauss, de acuerdo con el modelo semiempírico propuesto por Peck (1969).

Partiendo de este modelo puede considerarse que la anchura total de la cubeta de asientos es  $6 \cdot i_0$ , siendo  $i_0$  la distancia horizontal entre el eje del túnel y el punto de inflexión.

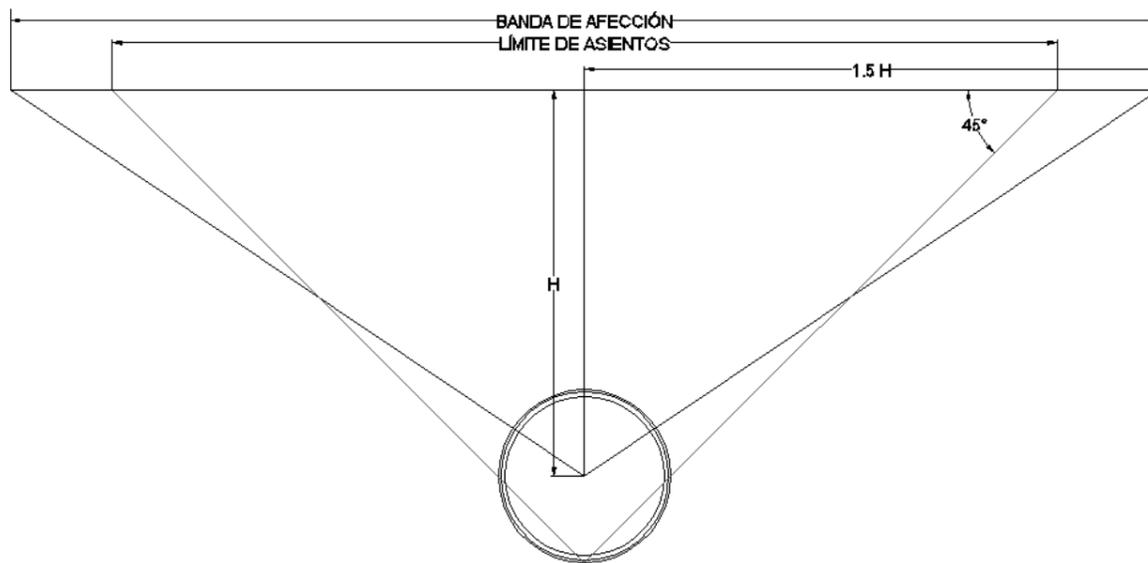
O'Reilly y New (1982) concluyeron que la distancia  $i_0$  es, aproximadamente, una función lineal de la profundidad del túnel  $H$  (referida al eje del mismo) siendo prácticamente independiente del procedimiento constructivo. Para la obtención de este parámetro propusieron la siguiente expresión:

$$i_0 = K \cdot H; \quad K = 0,5 \text{ arcillas}$$

$$K = 0,25 \text{ arenas y gravas}$$

Considerando el valor de  $i$  resultante de la expresión anterior se obtiene que la anchura total de la cubeta de asentos, en el caso pésimo correspondiente a terreno arcilloso, es 3 veces la profundidad del túnel.

En los tramos de túnel en mina ejecutados con tuneladora se adopta una banda de afección de anchura 3 veces la profundidad del túnel, coincidente con la anchura total de la cubeta de asentos.



En el gráfico anterior se superpone la banda de afección y el límite de asentos de la cubeta en superficie empleado en la obtención de los movimientos en la cimentación de los edificios debidos a la ejecución de las obras en fases posteriores del Proyecto y de

acuerdo con la ley de Peck (1969) justificada en el capítulo 5 de este documento. Como se observa la cubeta de asentos estaría dentro de la banda de afección.

Además en el longitudinal del Apéndice 1 se ha incluido una línea separada un diámetro de la clave superior del túnel.

Los futuros edificios que estén dentro de estas bandas requerirán un estudio específico de la afección de los mismos de los asentos verticales, deformaciones horizontales y distorsiones angulares producidas en el terreno por el paso de la tuneladora.

#### 4. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LAS FUTURAS EDIFICACIONES

El documento que está elaborando la Universidad trata de analizar posibles zonas a ocupar por edificios, por lo que no hay datos concretos de lo que se plantea. Las consideraciones que se indican a continuación son genéricas y que con más datos de los edificios habrá que confirmar y hacer los estudios pertinentes en su caso para analizar las afecciones entre el túnel y los edificios.

En este apartado se analizan situaciones diferentes, según si el momento en el que se construye el edificio sea anterior, durante o posterior a la construcción del túnel, y se dan una serie de consideraciones a tener en cuenta en el diseño de los edificios y del túnel:

- El edificio se construye antes que la ejecución del túnel:
  - Los sótanos del edificio deberán de estar a más de un diámetro de la clave del túnel. Ante posibles variaciones del trazado se propone como cota mínima de los sótanos la +0.00.
  - Hay que tener en cuenta que el edificio estará sometidos a las subsidencias propias de la ejecución del túnel por lo que deberá de estar diseñado para asumirlas. En el siguiente apartado se realiza la estimación grosera de los

asientos a la cota +0.00. Cuando se conozca la geometría del edificio y las cotas y tipología de la cimentación habrá que hacer un estudio específico.

- Si se emplea cimentaciones profundas, estas deberán de respetar una distancia mínima en planta de 6m alrededor del túnel y no deberán de atravesar el trazado del mismo. La profundidad del pie de esta cimentación estará por debajo del diámetro horizontal del túnel.
- En el caso de que se empleen tablestacas que atraviesen el trazado del túnel deberán de ser retiradas en su totalidad antes del paso de la tuneladora.
- Durante la ejecución del túnel, el edificio se auscultará y habrá que tenerlo en cuenta en las condiciones de trabajo de la tuneladora y en la sección tipo de las dovelas.
- El edificio se construye después o durante la ejecución del túnel:
  - Los sótanos del edificio deberán de estar a más de un diámetro de la clave del túnel y se propone como cota mínima la +0.00.
  - Si se ejecutaran cimentaciones profundas se tendría que respetar una distancia en planta mínima de 6 m alrededor del túnel. La profundidad del pie de esta cimentación estará por debajo del nivel de base del túnel.
  - En el estudio de las dovelas del túnel habrá que tener en cuenta la afección de las cargas que transmite las cimentaciones del túnel y la descarga producida durante la excavación de los sótanos.
  - En caso que en esta zona durante la construcción del túnel haya sido necesario realizar inyecciones secundarias a través de las dovelas o haya habido admisiones grandes en la inyección por cola, si el exceso de mortero o lechada hubiera alcanzado la zona prevista para la nueva construcción, eso podría crear dificultades al momento de hincar o excavar.

## 5. ANÁLISIS PRELIMINAR SUBSIDENCIAS

El túnel estudiado tiene un diámetro de 11.5 m y será excavado con escudo de presión de tierras (EPB). La C.C. del túnel se sitúa a una profundidad variable entre 20 y 29 m, atravesando un nivel de depósitos de naturaleza aluvial, constituidos por niveles alternados de arcillas-limos y gravas-arenas bajo el nivel freático.

Para la estimación de movimientos del suelo causados para la excavación del túnel es habitual en la práctica emplear métodos empíricos; estos métodos suelen combinarse con métodos analíticos o cálculos con elementos finitos, y ser calibrados con observaciones de casos reales.

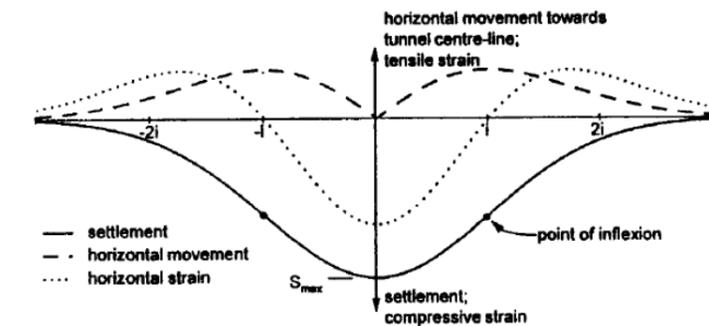


Figura 1. Movimientos verticales y horizontales generados por la excavación del túnel.

El método empírico generalmente utilizado fue introducido por Schmidt (1969) y Peck (1969), y más adelante desarrollado en el Reino Unido, apoyándose en numerosos estudios sobre túneles ejecutados en las arcillas de Londres (Attewell et. Al., 1986; Kimura y Mair, 1981; Mair et al., 1981; O'Reilly, 1988; O'Reilly y New, 1982; New y Bowers, 1994).

El método consiste en los siguientes pasos:

- Evaluación del volumen de pérdida del suelo generado por la perforación del túnel,  $V_e$
- Evaluación del porcentaje de pérdida del suelo que alcanza la superficie,  $V_s$

- Determinación de la distribución de asientos en superficie:
  - Extensión de los asientos
  - Valor del asiento máximo

Los asientos en superficie se pueden estimar con la ley dada por Peck (1969):

$$s = s_{\max} \cdot e^{\left(\frac{-x^2}{2i_o^2}\right)}$$
 , donde  $s$  es el asiento en superficie a una distancia horizontal  $x$ , perpendicular al eje del túnel;  $s_{\max}$  es el asiento máximo en superficie, e  $i_o$  es la distancia horizontal al eje del punto de inflexión de la curva de asientos.

El valor de la distancia al punto de inflexión  $i_o$  depende del diámetro del túnel,  $D$ , de la profundidad del eje del túnel,  $H$ , y del tipo de suelo que se excava. Como primera estimación se puede emplear la fórmula de Peck y otros (1969):  $i_o = \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{H}{D}\right)^{0.8}$  que funciona bastante bien en arcillas, aunque existen otras fórmulas igualmente utilizadas

(e. g. O'Reilly y New 1982, Rankin 1987, Mair 1993, etc.).

El valor del asiento máximo se calcula como:  $s_{\max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi} \cdot i_o}$ , donde  $V_s$  representa el volumen total de asientos en superficie, que suele estimarse como un porcentaje del volumen excavado del túnel  $V_o = \frac{V_s}{\pi(D/2)^2} \cdot 100$

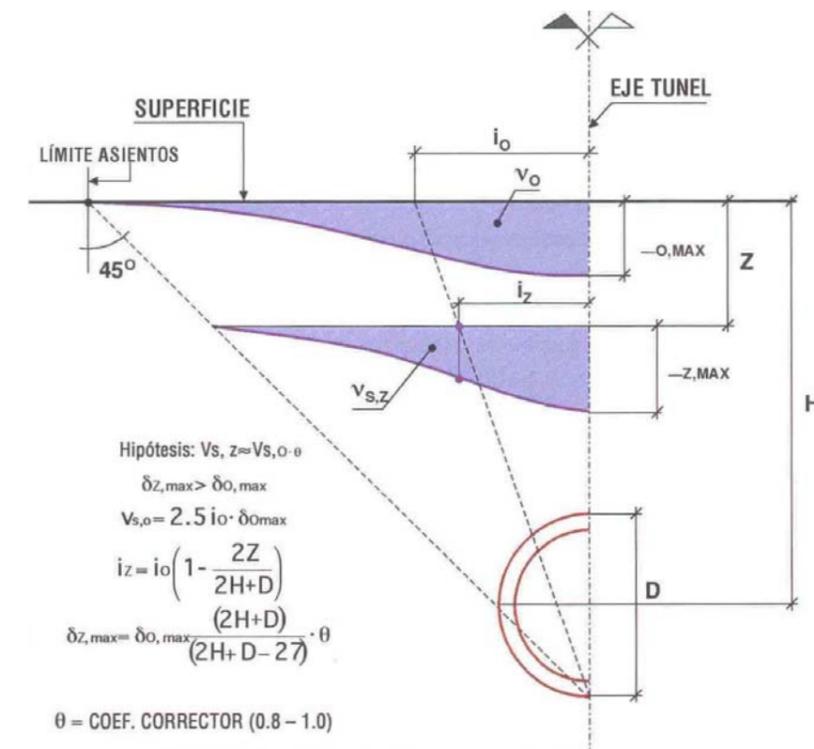


Figura 2. Obtención de cubeta de asientos en profundidad.

La elección del porcentaje de pérdida del suelo,  $V_o$ , es de una considerable importancia. El valor elegido depende de la experiencia del contratista en la técnica de ejecución del túnel y de las condiciones del suelo para cada proyecto en particular.

Durante los últimos años, la eficiencia en la ejecución de túneles con tuneladoras (TBM) ha mejorado gracias a la incorporación de escudos de presión de tierras (EPB), en particular reduciendo el volumen de pérdida de suelo. Experiencias en el Reino Unido (informe del ITA/AITES, 2006) indican que cuando las operaciones con EPB se controlan cuidadosamente, el volumen de pérdida de suelo alcanzado suele estar entre el 0,25 y el 0,5 %.

Celma (1999) estudió la pérdida de volumen de suelo causada por la excavación de dos túneles alineados verticalmente. Los túneles fueron excavados con escudo de presión de tierras (EPB) en los suelos cuaternarios de Valencia para la construcción de

la Línea 5 del metro. El diámetro de los túneles era de 6.52 m y la distancia vertical entre ejes de 9 m. Durante el recorrido estudiado de 500 m, la profundidad de los ejes de los túneles varió entre 26 y 11 m. La estimación del volumen de asentamientos se realizó utilizando medidas de asentamientos en secciones instrumentadas. El túnel superior fue excavado primero y a una velocidad de avance menor a la del túnel inferior. Para el túnel superior, el volumen de pérdida de suelo fue del orden del 0.6% y para el túnel inferior, del orden del 1.2%.

En un análisis más exhaustivo, realizado en el Proyecto Constructivo, el valor de pérdida del suelo se obtiene mediante los cálculos realizados con el programa FLAC 3D y su magnitud está en torno al 0,40% a lo largo de todo el trazado. Mediante el programa FLAC 3D se ha modelizado el procedimiento constructivo del túnel en secciones representativas del trazado.

Para este análisis previo se ha empleado un valor del 1.2% de pérdida de volumen de suelo como valor principal de cálculo.

Las subsidencias causadas por la excavación de un túnel con tuneladora EPB, como es el caso del Eje Pasante, pueden tener varias causas. La figura 3 muestra las principales:

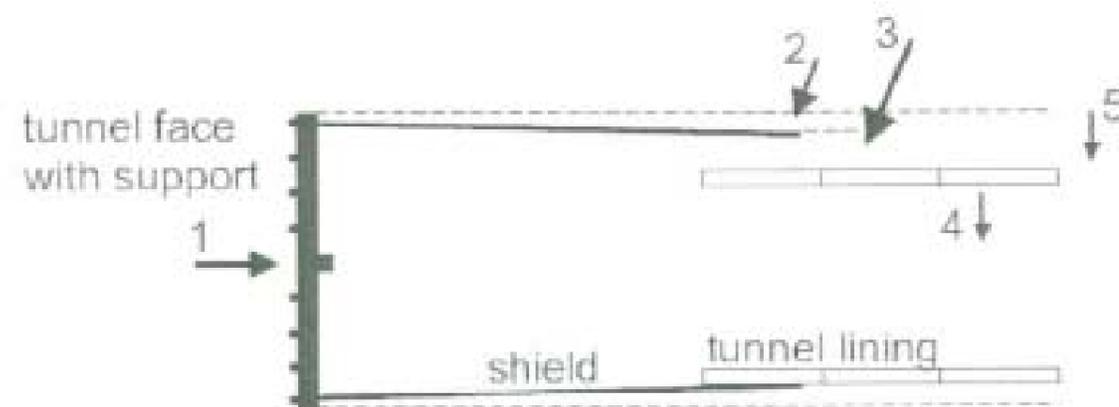


Figura 3. Origen del movimiento del terreno en la perforación del túnel.

- Movimiento del suelo en la dirección del frente del túnel debido a la relajación de tensiones. Cuando hay riesgo de inestabilidad en el frente o se quiere reducir los asentamientos en superficie, se puede aplicar una determinada presión en frente de la tuneladora para obtener la estabilidad adecuada.
- Sobreexcavación producida por la troncoconicidad del escudo. Dada la forma troncocónica del escudo se produce una sobreexcavación que aumenta hacia el final del escudo. Longitudinalmente los desplazamientos varían de forma lineal, de manera que en la parte frontal son nulos y crecen al acercarse a la parte trasera del escudo.
- Movimiento debido al "gap" entre la cara exterior de las dovelas y el terreno. Para minimizar los movimientos producidos por este gap, se procede a inyectar con mortero inmediatamente después de la instalación de las dovelas.
- Deformación del revestimiento debido a la carga del terreno. Esta deformación tiene poca relevancia comparada con las anteriores debido a la gran rigidez que presenta el anillo de dovelas.
- Asiento debido a la consolidación del terreno a largo plazo.

### 5.1. ESTIMACIÓN DE LOS ASIENTOS

A continuación se estiman los asentamientos en los PK 4+500 y 4+700, entre los que se ubica el tramo A de expansión de la Universidad, con el método expuesto en el punto anterior.

Cómo se desconoce la cota y tipología de la cimentación de la edificación se estiman los asentamientos para la cota absoluta mínima propuesta para la cimentación del edificio en este documento, que es la +0.00. Respecto a la superficie del terreno se encontraría a 5m de profundidad.

En el PK 4+500 el centro del túnel se encuentra a una profundidad  $H=20\text{m}$  de la superficie y en la 4+700 a una  $H=29\text{m}$ .

El porcentaje de pérdida de suelo empleado es  $V_0=1,2\%$ , el más conservador de los comentados anteriormente. El motivo es que se trata de una estimación de los asientos sin datos del edificio ya que está en fase de planeamiento.

Lo que se pretende hacer con esta estimación es hincapié en la importancia de que en caso de que esté ejecutado el edificio cuando se construya el túnel, la estructura del edificio sea compatible con las subsidencias que produciría el paso de la tuneladora.

Diametro exterior tuneladora  $D= 11.5$

Asiento 
$$S = S_{max} \cdot e^{\left(\frac{-x^2}{2 \cdot i_o^2}\right)}$$

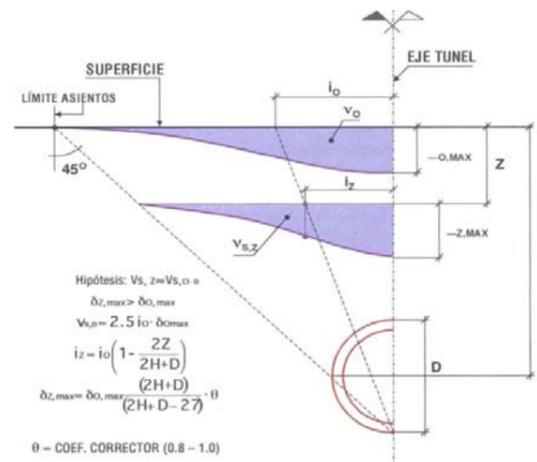
Distancia al punto de inflexión 
$$i_o = \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{H}{D}\right)^{0.8}$$

Asiento máximo 
$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi} \cdot i_o}$$

Volumen asiento 
$$V_s = V_0 \cdot \pi \cdot (D/2)^2$$

Porcentaje pérdida de suelo  $V_0 = 0.012$

Coefficiente corrector= 0.9



PK	H	i0	Vs	$\delta o, max$	z	iz	$\delta z, max (m)$
4+500	20	8.952	1.246	0.056	5	7.214	0.105
4+755	29	12.051	1.246	0.041	5	10.317	0.061

Como se puede observar los asientos máximos producidos a la cota absoluta +0.00 podrían llegar a ser importantes, entre los 10,5cm y los 6,1cm en la vertical del eje del túnel. Por tanto se precisa de un estudio más detallado con datos concretos del edificio propuesto. Además habrá que estudiar la afección a edificios que puede producirse también como resultado de la distorsión angular en la cubeta de asientos y las deformaciones horizontales del terreno.

## 6. CONCLUSIÓN

En respuesta a la información solicitada por la Universidad Politécnica de Valencia se incluyen en el Apéndice 1 los planos con el trazado en planta y longitudinal del túnel actualizados a fecha de mayo de 2011. También se incluye en la planta la banda de afección del trazado.

Respecto a la compatibilidad de las cimentaciones y ocupación del subsuelo en la zona de afección, se ha realizado en el punto 4 de este documento un análisis de las implicaciones y restricciones que deberían de cumplir los nuevos edificio en diferentes situaciones, según se hayan construido al paso de la tuneladora, se estén ejecutando o ya esté realizado el túnel. No obstante, se trata de restricciones genéricas y de carácter orientativo. Se deberá estudiar caso por caso cada una de las edificaciones que se quieran construir en dicha zona.

En el caso de que la UPV quiera finalmente edificar en la zonas de afección establecidas en este informe, deberá solicitar de nuevo informe a esta Dirección General, incluyendo las características concretas de los edificios y los plazos previsto de construcción, al objeto de que se estudie y valore las afecciones mutuas con la construcción del túnel y se pueda validar, o no, la propuesta realizada.