

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Anteproyecto

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Parking and humanization in Lugo's historical centre

Alejandro García Rico

Septiembre 2016



ÍNDICE GENERAL DEL ANTEPROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

A: Memoria descriptiva

B: Memoria justificativa

Anejo Nº1: Objeto del anteproyecto

Anejo Nº2: Estado actual

Anejo Nº3: Estudio de alternativas

Apéndice: Planos de alternativas

Anejo Nº4: Trazado y firmes

Anejo Nº5: Geología

Anejo Nº6: Señalización

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico





Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



Memoria

MEMORIA DESCRIPTIVA	10
Antecedentes	10
Objeto del proyecto	10
Situación actual	10
Intervención	11
Localización	11
Descripción de alternativas	11
Descripción de la solución adoptada.....	12
Puntos conflictivos	12
Tráfico y movilidad	13
Drenaje	13
Iluminación	13
Comodidades para el ciclista	13
Mobiliario urbano.....	14
Datos básicos.....	14
Cartografía.....	14
Geología y geotecnia	14
Control arqueológico.....	14
Climatología.....	14
Sismicidad.....	15
Servicios afectados	17



Estudio de seguridad y salud	17
Estudio de Impacto Ambiental	18
Plazo de ejecución y garantía	18
Presupuesto.....	18
MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	22
ANEJO Nº1: Objeto del anteproyecto	22
Introducción	22
Objeto del anteproyecto	22
ANEJO Nº2: Estado actual	24
Objeto del anejo.....	33
Antecedentes	33
Situación actual	33
ANEJO Nº3: Estudio de alternativas.....	37
Introducción	37
Normativa aplicable	37
Actuación sobre el tráfico	37
Alternativa 1 y alternativa 2:.....	37
Alternativa 3:.....	38
Pautas de diseño y criterios de distribución interior	38
Tamaño de los vehículos	38
Plazas adaptadas a discapacitados.....	39
Ancho de pasillos de circulación.....	39



Radios de giro	40
Altura de las plantas	41
Rampas	41
Accesos peatonales	41
Elementos estructurales.....	41
Estación de control.....	41
Descripción de las alternativas.....	42
Alternativa 1:	42
Alternativa 2:	42
Alternativa 3:	42
Criterios de evaluación de las alternativas.....	43
Funcionalidad	44
Evaluación de costes	45
Repercusión social.....	48
Selección de la alternativa adecuada	50
Puntuación de las alternativas	50
Métodos de las medias ponderadas	50
Método Press	51
Conclusión	52
APÉNDICES: Planos de alternativas	53
ANEJO Nº4: Trazado y firmes	68
Introducción	68



Trazado del eje en planta	68
Vía ciclista: Puerta Obispo Odoario – Plaza de Santo Domingo	68
Vía ciclista: Puerta de la Estación – Plaza de Santo Domingo	69
Descripción del firme y pavimento empleado	69
Firme tipo A	69
Firme tipo B	69
Firme tipo C	70
Firme tipo D	70
Firme tipo E	70
Bordillos	70
ANEJO Nº5: Geología.....	72
Objeto del anejo	72
Datos generales de la zona.....	72
Introducción	72
Estudio geológico	73
Estratigrafía	73
Exposición ambiental	74
Mapas geológicos.....	74
ANEJO Nº6: Señalización	77
Introducción	77
Señalización horizontal.....	77
Señalización vertical	78



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico





Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



MEMORIA DESCRIPTIVA



MEMORIA DESCRIPTIVA

Antecedentes

El proyecto que se desarrolla a continuación surge de la necesidad marcada en el Plan de Estudios de realizar un Proyecto Fin de Grado por parte del autor para la obtención del título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña.

Con las limitaciones propias de un proyecto académico, se ha procurado siempre la utilización de datos reales, así como el cumplimiento de la normativa vigente en el momento actual. En el caso de no disponer de todos los datos reales, se han realizado supuestos, basándose en la experiencia y siempre manteniendo cierta coherencia en relación al tipo de obra y a la ubicación de la misma.

Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto la redacción de los documentos necesarios: Memoria, Planos y Presupuestos, del proyecto

Con este proyecto se pretende facilitar la movilidad y la accesibilidad de los peatones, realzando la dimensión comercial de la zona.

Otro objetivo será la mejora de la movilidad sostenible del barrio, con la incorporación de la bicicleta como modo de transporte, la eliminación de tráfico de automóviles en el entorno y la adecuación para disfrute peatonal de la superficie mediante reurbanización de la plaza y las calles adyacentes a ella una vez realizada la obra del aparcamiento.

Situación actual

Actualmente en el centro histórico de Lugo, más concretamente en las calles Quiroga Ballesteros y en la plaza de Santo Domingo, se permite la circulación de automóviles, contando con un único carril. En los últimos años se han humanizado diversas calles del centro de la ciudad, de tal forma que la utilidad del automóvil dentro de murallas ha quedado reducida paulatinamente durante los últimos años.

Por otra parte, es de destacar el gran número de vehículos que a diario, y especialmente los días laborables, estacionan en doble fila o en la zona destinada a carga y descarga, entorpeciendo a los transportistas, a los taxistas y a los propios peatones.



Asimismo, la no existencia de carril-bici disminuye la utilización de este modo de transporte y aumenta el uso del vehículo privado, situación que se intentará modificar mediante esta nueva remodelación del barrio para humanizar el entorno, además de un ambicioso proyecto del Concello de Lugo en el que se prevé crear 65,5 kilómetros de carril-bici durante los próximos diez años.

Intervención

Las necesidades que se pretenden satisfacer con la realización de este proyecto es eliminar la circulación de automóviles en beneficio de un entorno más humano y dinámico desde el punto de vista de la movilidad sostenible, que implique un mayor uso de la bicicleta y un mayor número de peatones que aumenten la riqueza humana y comercial de la plaza y el barrio.

Todo esto sin disminuir el número de plazas de aparcamiento ofertadas dentro de la Muralla de Lugo, mejorando los accesos a los aparcamientos, de modo que solo esté permitido el acceso en automóvil dentro del recinto amurallado a los transportistas, residentes y clientes del aparcamiento.

Por lo tanto, las intervenciones que se van a realizar serán:

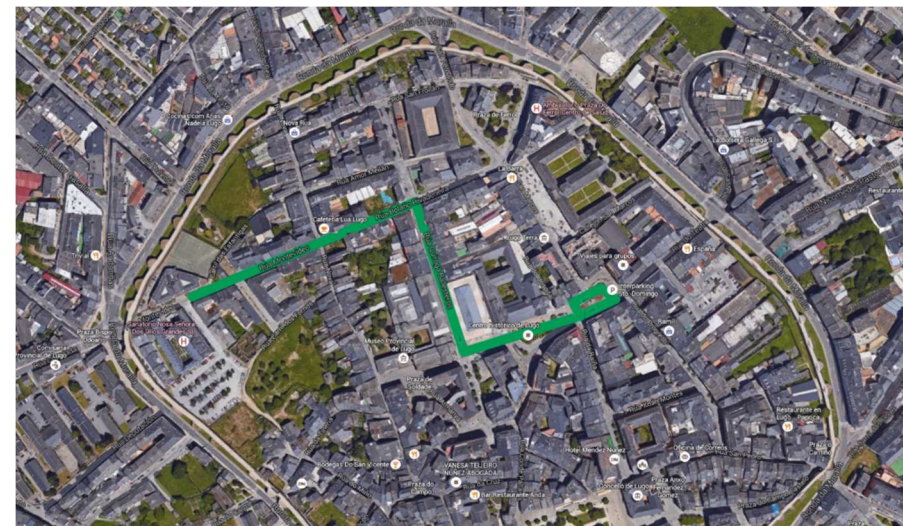
- Humanizar la Plaza de Santo Domingo y las calles adyacentes.
- Construcción de dos aparcamientos disuasorios en el exterior

de la Muralla.

- Creación de carril bici en el centro histórico de Lugo.
- Construcción de unos soportales peatonales entre la calle Carril das Flores y la Ronda de la Muralla.

Localización

La actuación se situará en la Plaza de Santo Domingo y en las calles Quiroga Ballesteros, Bolaño Rivadeneira y Montevideo, así como en la Ronda de la Muralla.





Alternativa cero:

Se considera la alternativa cero de no actuación.

Alternativa 1:

- Remodelación del aparcamiento subterráneo de la Plaza de Santo Domingo, modificando la salida actual.
- Humanización de la Plaza de Santo Domingo y de las calles adyacentes.
- Construcción de carril bici en el centro histórico de Lugo.

Alternativa 2:

- Unión subterránea de los aparcamientos situados en la Plaza de Santo Domingo y en la Plaza del Ferrol.
- Humanización de la Plaza de Santo Domingo y de las calles adyacentes.
- Acceso al aparcamiento por la Plaza de Santo Domingo y Plaza del Ferrol, quedando ubicada la única salida en la Plaza del Ferrol.
- Construcción de carril bici en el centro histórico de Lugo.

Alternativa 3:

- Construcción de dos aparcamientos disuasorios en puntos estratégicos de la ciudad.
- Humanización de la Plaza de Santo Domingo y de las calles

adyacentes.

- Permiso de entrada de vehículos al principio de la calle Montevideo y del Teatro para acceder al aparcamiento situado al lado del Sanatorio de los Ojos Grandes y el de Ánxel Fole respectivamente.
- Cierre del aparcamiento situado en la Plaza de Santo Domingo.
- Construcción de carril bici en el centro histórico de Lugo.

Descripción de la solución adoptada

La solución adoptada es la alternativa número 3.

Puntos conflictivos

Cuando se lleva a cabo un anteproyecto como el de estas características, uno de los principales escollos a salvar tiene que ver con los conflictos que surgen por la ocupación de espacios anteriormente destinados a otros usos, especialmente intersecciones y paradas, tanto de bus como de taxi.

Para resolver las intersecciones, se ha tomado la decisión de incorporar señalización semafórica para los ciclistas y peatones, delimitando convenientemente mediante las marcas viales



apropiadas las zonas por donde han de cruzar los viandantes.

Tráfico y movilidad

La peatonalización de las calles descritas conlleva modificaciones en el tráfico rodado y peatonal no sólo de las propias calles sino de las calles del entorno. Así, al priorizar el uso peatonal y ciclista en el centro histórico de Lugo, se establecen barreras al tráfico rodado en las diferentes puertas de la Muralla Romana de Lugo. Esas barreras restringen el tráfico rodado dentro del recinto amurallado a excepción de residentes, transportistas y clientes de los diferentes aparcamientos.

Además de en estas calles existen modificaciones de distinta importancia (señalización horizontal y vertical, distribución de la carga y descarga, etc.) en calles interiores como la calle Amor Meilán así como en otras vías de mayor capacidad como la Ronda de la Muralla.

Drenaje

En el presente anteproyecto no se ha diseñado el sistema de drenaje. Cabe destacar que en el proyecto completo sería necesaria la definición detallada del sistema de drenaje que cumpla con la misión de recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier

elemento integrante de la estructura.

Iluminación

Dado que el anteproyecto se realiza en el entramado urbano, no se ha considerado la instalación de nuevas luminarias, sin embargo, en un estudio pormenorizado podría plantearse la necesidad de mejorar la iluminación existente.

Comodidades para el ciclista

Los *aparcabicis* ofrecen la posibilidad de dejar a buen recaudo la bicicleta. Dado que este proyecto se basa en la humanización del centro histórico lucense, se considera necesario dotar a la plaza de Santo Domingo de una zona donde estacionar la bicicleta. En este caso, al ser Lugo una ciudad donde predominan las precipitaciones a lo largo del año, es importante que este *aparcabicis* sea cubierto para que las bicicletas estén resguardadas.

Por otra parte, deberían existir otros puntos para aparcar la bicicleta en la ciudad, que se entiende que tendrían que estar asociados a puntos de interés variados (centros comerciales, lugares de esparcimiento,...) o bien ubicados de manera global en toda la ciudad.

Dado que este anteproyecto se centra primordialmente en una zona



concreta, no se planea ninguna actuación al margen de la misma, respondiendo a la globalidad que se presupone debería ir ligada a la colocación de *aparcabicis* en la ciudad.

Mobiliario urbano

Se pretende potenciar con esta obra que el centro de Lugo tenga un uso eminentemente comercial, dejando como zona estancial y de descanso la propia plaza de Santo Domingo.

Por ello se ha creído conveniente dotar a la plaza de una amplia zona de descanso. Esta zona estará dotada de XXXXX

Datos básicos

Cartografía

La documentación empleada es:

- Cartografía de Lugo a escala 1/5000 facilitada por la E.T.S.I.C.C.P.
- Cartografía de Lugo a escala 1/1000 facilitada por el Ayuntamiento de Lugo.

Geología y geotecnia

El área de estudio se encuentra cartografiada geológicamente en la Hoja 72 (Lugo) del Mapa Geológico de España. Todos estos datos se pueden encontrar de forma detallada en el anejo nº5: Geología.

Control arqueológico

Las obras que se realicen en el casco histórico de Lugo pasarán un control arqueológico previo para evitar así la destrucción de restos romanos que se hallan en el subsuelo lucense.

En el presente documento no se realizó un anejo sobre los restos arqueológicos en la zona. Dicho anejo sí debería incluirse en un proyecto completo.

Climatología

El clima en Lugo es oceánico continental, con inviernos fríos y veranos suaves. La temperatura media anual es de 11,5 °C y las precipitaciones son abundantes (más de 1000 mm al año). Debido a su alejamiento del Atlántico, este nivel de precipitación puede ser considerado bajo en comparación con comarcas como las de las Rías Bajas o Santiago. La temperatura más elevada registrada en su historia (41,2 °C) se dio en julio de 1990, y la temperatura más baja



fue de $-10,0^{\circ}\text{C}$ en diciembre de 2005.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
T	6,2	7	9,2	10	13,2	16,1	18,2	18,5	16,4	12,9	8,9	6,9
TM	10,6	12,3	15,2	15,7	19,3	22,3	24,4	25,2	23	18,3	13,3	11
Tm	1,8	1,7	3	4,3	7,2	9,9	12	11,8	9,8	7,6	4,5	2,7
R	114	87	80	102	81	52	34	36	68	137	144	134
H	83	79	74	75	73	73	73	72	75	81	85	85
DR	14	11,1	11,2	14	11,6	6,6	4,6	5,2	7,7	13,6	14,3	13,8

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología

Leyenda

T: Temperatura media mensual/anual ($^{\circ}\text{C}$)

TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias ($^{\circ}\text{C}$)

Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias ($^{\circ}\text{C}$)

R: Precipitación mensual/anual media (mm)

H: Humedad relativa media (%)

DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

Sismicidad

Con el fin de evaluar el riesgo sísmico de las diferentes provincias del territorio español, se publica la norma NCSE – 02 (Norma de Construcción Sismorresistente) en la que se reflejan los diferentes

parámetros y situaciones que permitirán definir dicho riesgo. “Esta norma es de aplicación al proyecto, construcción y explotación de edificaciones de nueva planta. En los casos de reforma o rehabilitación se tendrá en cuenta a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original.” Dicha norma tiene como objeto proporcionar las pautas a seguir para la consideración de la acción sísmica en las estructuras de edificación, a fin de que su comportamiento ante fenómenos sísmicos evite consecuencias graves para la salud y la seguridad de las personas. Esta norma es de aplicación al Proyecto, Construcción y Conservación de edificaciones de nueva planta; en casos de reforma o rehabilitación.



Mapa de peligrosidad sísmica de España
 La aceleración sísmica de cálculo a_c , se define como el producto

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde:

a_b = Aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie.

ρ = Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se

proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

Construcciones de importancia normal $\rho = 1.0$

Construcciones de importancia especial $\rho = 1.3$

S = Coeficiente de aplicación del terreno.

C = Coeficiente del terreno, que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación, y se clasifica en cuatro tipos.

TIPO	DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE
I	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s	1,0
II	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s $\geq v_s > 400$ m/s	1,3
III	Suelo granular de compactad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s $\geq v_s > 200$ m/s.	1,6
IV	Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla $v_s \leq 200$ m/s.	2,0



Parámetros de cálculo

$a_b = 0,04 \cdot g$ Aceleración sísmica básica

$\rho = 1$ Para construcciones de normal importancia

$C=1,6$

Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1 \cdot g$ $S=C/1,25=1,28$

Resultados

A partir de estos resultados se obtiene una aceleración sísmica de cálculo $a_c = 0,0512 \cdot g$

El campo de aplicación de la norma viene recogido en la apartado 1.2.1, que es obligatorio, salvo:

- Construcciones de importancia moderada
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a $0.04 \cdot g$.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a $0.08 \cdot g$. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas, si la aceleración sísmica de cálculo es igual o mayor de $0.08 \cdot g$.

Por lo tanto, dada la importancia de la obra en este caso la norma no será de aplicación al presentar el terreno un valor de a_b inferior a $0.04 \cdot g$.

Servicios afectados

En el presente documento no se realizó un anejo estudiando la afectación de servicios durante el periodo de obras. Dicho anejo sí debería incluirse en un proyecto completo.

Estudio de seguridad y salud

El estudio de seguridad y salud en el trabajo establece las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y a las instalaciones preceptivas de higiene, salud y bienestar de los trabajadores.

El estudio servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de Edificación y Obras Públicas.



No se incluye dicho estudio al tratarse de un anteproyecto, si se estima en el presupuesto de ejecución material una partida alzada en concepto de Seguridad y Salud a la que se adjudican 30.000€.

Estudio de Impacto Ambiental

Debido al carácter de anteproyecto de este documento no se incluye el estudio de impacto ambiental. En el documento completo del proyecto se deberá incluir dicho estudio en el que se incluyan los impactos más importantes sobre el medio físico y socio económico y se definan las medidas correctoras a aplicar para disminuirlos como indica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Plazo de ejecución y garantía

Se estimará un plazo de ejecución de DIEZ (10) meses para la ejecución del proyecto teniendo en cuenta la envergadura del mismo y de los trabajos necesarios para realizarla.

Asimismo, se establece un plazo de garantía de UN (1) AÑO para todas las obras, contando a partir de la fecha de recepción provisional de las mismas, por considerar que transcurrido este estará suficientemente comprobado su funcionamiento.

En este plazo el contratista estará obligado a conservar las obras en perfecto estado.

Presupuesto

	Importe
CAPÍTULO 1: OBRAS DE TIERRAS	260783,543
CAPÍTULO 2: ESTRUCTURAS	1124323,32
CAPÍTULO 3: CERRAMIENTOS	305228,513
CAPÍTULO 4: CUBIERTAS	113264,293
CAPÍTULO 5: INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO	16889,6533
CAPÍTULO 6: URBANIZACIÓN EN SUPERFICIE	251179,445
CAPÍTULO 7: CARRIL BICI	58407,9842
TOTAL	2130076,75
Imprevistos 4%	85203,07
Seguridad y Salud 1,5%	31951,1513
TOTAL P.E.M.	2247230,97
Gastos generales 13%	292140,026
Beneficio Industrial 6%	134833,858
Presupuesto base de Licitación:	2674204,86
IVA 21%	561583,02
Presupuesto base de Licitación más IVA:	3235787,88



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico





MEMORIA JUSTIFICATIVA



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



ANEJO Nº1: OBJETO DEL ANTEPROYECTO



MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº1: Objeto del anteproyecto

Introducción

El anteproyecto se ha realizado en la asignatura Proyecto de Fin de Grado (PFG) del último curso del Grado de Tecnologías de la Ingeniería Civil (grado TECIC) con la finalidad de terminar el grado TECIC de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad da Coruña.

Debido al carácter académico del anteproyecto, se harán ciertas simplificaciones que en un anteproyecto real no se podrían hacer, como por ejemplo los estudios geológicos y geotécnicos.

El anteproyecto se compone de los siguientes documentos: Memoria, Planos y Presupuesto. Estos tres documentos se redactan para desarrollar las características esenciales de un anteproyecto.

Objeto del anteproyecto

El título del Anteproyecto será “Aparcamientos y humanización del

centro histórico de Lugo”. En él se define la solución técnica de la obra, fijando y justificando los procedimientos o tipologías más adecuados para la misma, cotas exactas de la ubicación general de la obra, un precio relativamente exacto y un plazo de construcción.

A continuación se presenta la información básica relativa al anteproyecto.

Título del anteproyecto	Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo
Autor	Alejandro García Rico
Tutora	Leticia Valladares López
Titulación	TECIC
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña
Fecha	Septiembre 2016



ANEJO Nº2: ESTADO ACTUAL



ANEJO Nº2: Estado actual



La plaza de Santo Domingo se sitúa perpendicular a la calle de la Reina constituyendo uno de los ejes más importantes de la zona comercial lucense en lo que respecta al pequeño comercio. Su posición estratégica y el hecho de estar rodeada de edificios altos de viviendas hacen que sea una de las zonas más transitadas de la ciudad.



Vista de la plaza de Santo Domingo desde ambas esquinas en su entronque con la calle del Teatro. Se aprecia en ambas fotos como la plaza está dotada de un único sentido de circulación. Además hay una pequeña zona de carga y descarga así como una parada de taxis, las cuales en muchas ocasiones están repletas de coches mal estacionados.



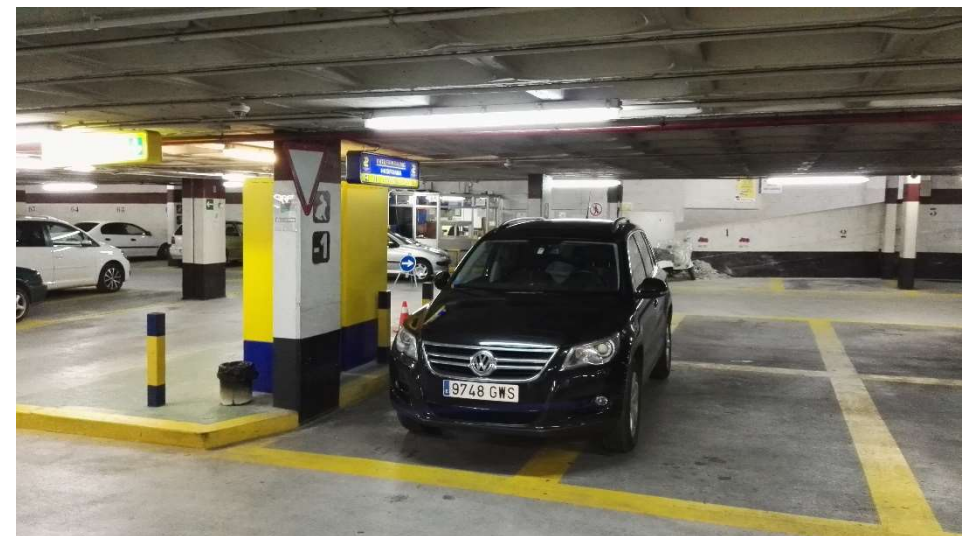
Actualmente, el aparcamiento situado en la plaza de Santo Domingo fue construido hace muchos años, sin haber sido apenas modificado. Es incómodo para el usuario, ya que posee plazas muy estrechas. Este factor lo hace menos atractivo hoy en día, sumándose al hecho de que a apenas 200 metros se encuentra otro aparcamiento con unas plazas más espaciosas



En la primera imagen podemos apreciar la zona de la Plaza de Santo Domingo donde se ubica la Plaza de Abastos lucense. En esa imagen se aprecia una parada de autobuses donde la gente estaciona su vehículo. En la segunda imagen se puede ver el estado actual de la Calle Quiroga Ballesteros.



En estas dos imágenes se puede ver el estado actual de la calle Montevideo, donde se aprecia claramente que un carril reservado a taxi y bus se está utilizando como estacionamiento, de forma que hay un único carril de circulación.



En la imagen de la izquierda aparece la Plaza del Ferrol hoy en día. En la imagen de la derecha podemos ver la anchura de las plazas de estacionamiento en los aparcamientos de la Plaza del Ferrol y Plaza de Santo Domingo, en donde se aprecia claramente que su anchura es insuficiente.



En estas dos imágenes podemos apreciar la Calle San Marcos, la cual ha sido humanizada en los últimos años. Es una calle céntrica que une las plazas de Santo Domingo y Ferrol.



Podemos apreciar el estado actual de uno de los solares seleccionados para la ejecución de un aparcamiento disuasorio, situado en la Ronda de la Muralla y la calle Noriega Varela.



Por último, en estas tres imágenes se puede observar el estado actual del solar entre las calles San Roque y Carril das Flores, donde se ejecutará el segundo aparcamiento disuasorio. Además se suprimirá la pasarela metálica peatonal, que ha originado muchos problemas a los ciudadanos lucenses en los últimos años.



Objeto del anejo

Este anejo tiene como objetivo describir la situación actual del centro histórico de Lugo, desde el punto de vista del aparcamiento y de la reordenación del espacio en superficie. Para ello se hará un breve resumen de la problemática del aparcamiento en el entorno urbano de la plaza de Santo Domingo, analizando causas y motivo.

Antecedentes

A continuación se detallan los principales aspectos que condicionan el Anteproyecto:

- Concentración de numerosos bares, restaurantes, zonas de ocio, zonas comerciales.
- Concentración de equipamientos administrativos como el Ayuntamiento de Lugo así como el mercado municipal, denominado Plaza de Abastos.
- Aparcamientos actuales inadecuados y molestos para el usuario debido a la estrechez de las plazas de estacionamiento, además de que interfieren en la comodidad de peatón obstaculizando el tráfico dentro de la Muralla.

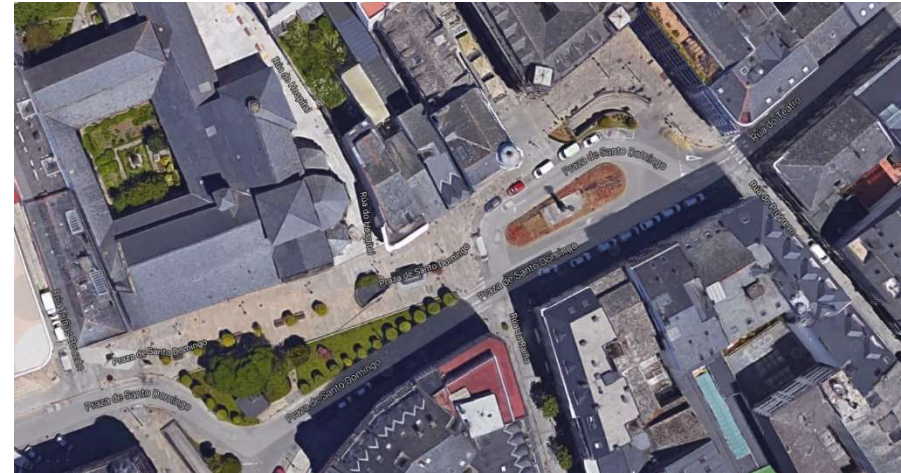


Imagen: Vista aérea de la Plaza de Santo Domingo.

Situación actual

Actualmente, las principales zonas de estacionamiento son los aparcamientos de Anxel Fole, Plaza de Santo Domingo y Plaza del Ferrol, además de algunas plazas distribuidas a lo largo de las diferentes calles. Cuando el conductor quiere estacionar durante un periodo de tiempo pequeño, lo hace en la propia Plaza de Santo Domingo, evitando así utilizar las estrechas plazas del aparcamiento, invadiendo las zonas de carga y descarga, así como la zona reservada para los taxis.

Por otra parte, cabe destacar el caótico entramado de las calles en el interior del recinto amurallado, de un único sentido y un único vial,



con vehículos permanentemente estacionados en doble fila o en zonas donde no tienen permitido el estacionamiento.

Además, la ciudad de Lugo, y en especial la Muralla Romana es uno de los principales puntos turísticos de Galicia, debido a que es patrimonio histórico de la humanidad. En consecuencia, el tráfico de vehículos dentro del monumento resta atractivo a la zona.

A continuación se muestran una serie de fotografías en las que se puede apreciar las situaciones anteriormente descritas:



En estas dos imágenes podemos apreciar varios ejemplos de vehículos mal estacionados en la Plaza de Santo Domingo.





Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



ANEJO Nº3: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



ANEJO Nº3: Estudio de alternativas

Introducción

En este documento se pretenden estudiar las diferentes alternativas para el problema que se plantea. Para ello se valoran los distintos aspectos de cada alternativa, ponderando cada uno adecuadamente.

El problema planteado es liberar el centro de Lugo de vehículos, introduciendo de esta forma sistemas de transporte alternativos como es el uso de la bicicleta.

Normativa aplicable

Las alternativas propuestas han de cumplir una serie de características, a fin de garantizar el cumplimiento de las ordenanzas municipales, normas básicas de edificación y reglas de buena práctica recomendadas por profesionales. Así, para el caso de un aparcamiento público se han de tener en cuenta los siguientes documentos:

- Plan General de Ordenación Municipal de Lugo (PGOM, 29 de Abril de 2011).

El Plan General de Ordenación Municipal (PGOM) es la norma jurídica de obligado cumplimiento tanto para la ciudadanía como para la Administración. Básicamente, el PGOM comprende y regula las acciones y proyectos de renovación de la ciudad, así como el crecimiento del Ayuntamiento de Lugo.

- Ley 8/1997, de 20 de agosto, sobre accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia. Esta ley condiciona el diseño de las salidas peatonales en cuanto a dimensiones de escaleras y ascensores, así como de otros elementos de uso común como los aseos.
- Decreto 35/2000, de 28 de enero, en el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la ley de accesibilidad y supresión de barreras en Galicia.
- Código Técnico de Edificación.

Actuación sobre el tráfico

Alternativa 1 y alternativa 2:

En la primera y segunda alternativa se propone que los vehículos que circulaban dentro de la muralla lucense ya no podrán hacerlo,



pudiendo acceder únicamente si poseen un ticket para estacionar en uno de los cuatro aparcamientos disponibles en el interior del recinto amurallado.

Alternativa 3:

En esta alternativa se propone cerrar el aparcamiento situado en la Plaza de Santo Domingo, prohibiendo la circulación al tráfico en el interior de la Muralla excepto si eres cliente de uno de los tres aparcamientos restantes.

Pautas de diseño y criterios de distribución interior

En caso de ser necesario la construcción de un nuevo aparcamiento, deben establecerse unas pautas básicas para realizar la distribución interior de las plazas y diseñar los accesos y la circulación interior de la mejor manera posible.

A la hora de elegir los criterios de diseño, he seguido las recomendaciones de los siguientes libros:

- “La geometría en el proyecto de aparcamiento”, de Manuel Sobreviela.
- “El arte del parking”, de Jordi Nadal Estrada.

Para el diseño de la distribución del aparcamiento, hay que tomar decisiones previas con respecto a dimensiones estándar de determinados elementos del mismo. Concretamente, en función del tipo de vehículo que se pretenda ubicar en las plazas de estacionamiento, habrá que definir las dimensiones de la plaza de aparcamiento, el número y la dimensión de las plazas adaptadas para discapacitados, el ancho del pasillo, los radios de giro mínimos y las dimensiones de las rampas de acceso.

Tamaño de los vehículos

En cuanto al tamaño de los vehículos, para el diseño, tanto de las plazas como de la circulación interior, nos interesan dos tipos:

Vehículo	Estándar
Longitud (m)	4.75
Ancho (m)	1.80
Radio mínimo medio (m)	4.47
Radio mínimo interior (m)	3.57
Radio mínimo exterior (m)	6.45



Vehículo	Grande
Longitud (m)	4.90
Ancho (m)	1.85
Radio mínimo medio (m)	4.55
Radio mínimo interior (m)	3.63
Radio mínimo exterior (m)	6.58

El modelo Estándar cubre la gran mayoría del parque móvil, es por ello que se dimensionarán las plazas de aparcamiento y la circulación interior en función de sus dimensiones. El modelo Grande, sin embargo, se usará para diseñar los radios de giro, dado que se trata de una maniobra delicada que de no efectuarse de un modo correcto supondría un gran problema para la circulación.

Conocido el tipo de vehículo que circulará por el aparcamiento toca determinar las dimensiones de las plazas. Estrada habla de plazas de 4,80x2,30 m como mínimo. Con estas dimensiones el modelo Estándar tendría suficiente espacio. Sin embargo el Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo determina que las dimensiones mínimas de la plaza deben ser 5x2,50 m con 2,2 metros libres disponibles de ancho. Esto obliga a establecer 2,5 metros de ancho para cada plaza, pero permite colocar columnas de 30 centímetros entre dos plazas contiguas.

Plazas adaptadas a discapacitados

El número de plazas adaptadas a discapacitados será de 1 cada 50 plazas según el Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo. Sin embargo, el Decreto 35/2000, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia establece el mínimo en 1 plaza adaptada por cada 40, cuando el aparcamiento tenga menos de 200 plazas.

En cuanto a las dimensiones de las plazas, el Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo es más restrictivo y determina un ancho mínimo de 3,5 metros, salvo que exista un pasillo de 1 metro por el lado del conductor, en cuyo caso se puede reducir el ancho a 2,5 metros, adoptándose en este caso plazas de 3,5 metros de ancho. Por último, se recomienda que las plazas reservadas estén cerca de los accesos.

Ancho de pasillos de circulación

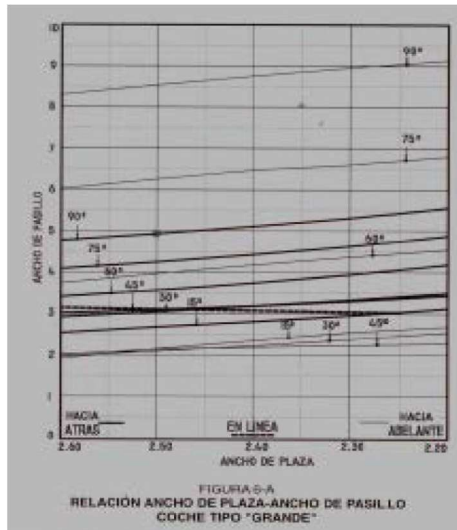
Para estudiar el aparcamiento en una plaza, es condicionante la consideración de barrido. Del estudio de esta maniobra se deduce el ancho de pasillo necesario, que estará ligado a su vez con las dimensiones de la plaza, el ángulo y sentido de aparcamiento. Lo más importante es que los resultados sean homogéneos y coherentes.

Para el aparcamiento en batería han de tenerse en cuenta los



siguientes aspectos:

- El coche queda centrado en su plaza.
- El radio de giro es el mínimo permitido.
- No hay transición; se giran las ruedas con el coche parado.
- Las maniobras de entrada y salida se hacen con la misma trayectoria.
- No existen otras coacciones que los coches de las plazas contiguas.
- Se realiza en una sola maniobra.



Recurriendo así a los ábacos del texto de M. Sobreviela se observa que para un coche *Grande* con una disposición de plazas de 2,5 m de ancho en batería (dispuestos perpendicularmente al pasillo) corresponde un pasillo de 5 m de ancho, de carácter unidireccional.

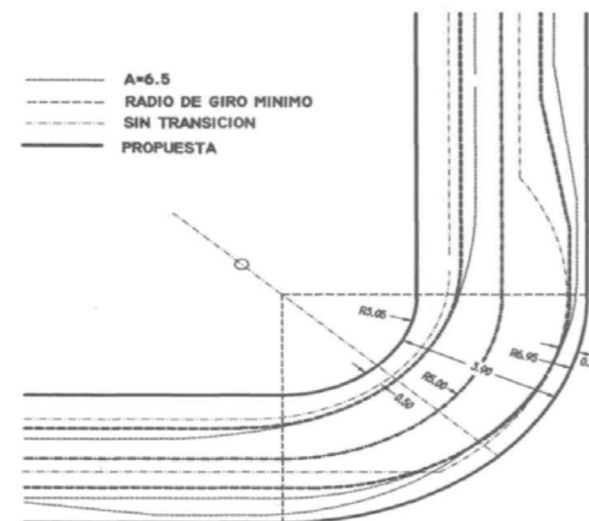
Atendiendo a la normativa, el Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo determina anchuras mínimas de 4,50 metros en estacionamientos en batería. Cuando el

carril no de acceso a ninguna plaza de aparcamiento tendrá un ancho mínimo de 3 metros. En este Anteproyecto se proponen anchos de pasillo de circulación que cumplen ampliamente la normativa municipal.

Radios de giro

En este apartado han de determinarse los radios de giro en el interior de un aparcamiento para una correcta circulación de la forma más ajustada posible para no encarecer el coste.

Serán estos dos arcos (radio interior mínimo de 3,05 metros y un radio exterior mínimo de 6,95 metros en giros de 90°) los que definan los giros en la circulación interior del aparcamiento.





Para el caso de tramos curvos en rampas el Plan General de Ordenación Municipal establece que el radio de giro mínimo será de 6 metros. En este caso, esta información no es relevante ya que no se dispone de tramos curvos en las rampas.

Altura de las plantas

El Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo determina una altura mínima para turismos de 2,40 metros, siendo de 2,20 metros bajo jácenas y conducciones. Poniendo 2,50 en cada planta para mayor comodidad y con un forjado de 0,40 metros de espesor tendremos plantas de 2,90 metros de altura.

Rampas

El Plan Xeral de Ordenación Municipal de Lugo establece un límite del 18% de las pendientes en tramos rectos. La anchura mínima de cada carril en una rampa será de 3 metros.

Accesos peatonales

Para el diseño de los accesos peatonales se ha tenido en cuenta tanto la Normativa Municipal como la Normativa de Seguridad en caso de incendio (CTE-DB-SI).

Las escaleras se diseñarán conforme al CTE y a la normativa autonómica cumpliendo las dimensiones mínimas establecidas.

Deberán salvar una cota de 2,9 metros entre plantas, que se alcanzarán con 18 peldaños de 16 y 28 cm de contrahuella y huella respectivamente. La altura entre mesetas será de 1,45 metros. Además se debe dejar un espacio para el ascensor y el vestíbulo de independencia, por lo que se reservará una superficie aproximada de 25 metros cuadrados para los accesos peatonales.

Elementos estructurales

Para la disposición de los pilares tendremos en cuenta que debe primar el ahorro de espacio. Con la configuración elegida (en batería), los pilares se colocarán cada 3 plazas con su centro de gravedad a 1 metro desde el pasillo y sobre la división de dos plazas.

Estación de control

Se destinará una estación de control en cada uno de los aparcamientos, estando ubicada en un lugar próximo a la entrada y salida de vehículos, donde se ubicarán los equipos de video, vigilancia y control del tráfico.



Descripción de las alternativas

A continuación se describen de modo detallado las alternativas planteadas, que son tres, y que intentan amoldarse del modo más adecuado posible a las condiciones de contorno lucenses.

Alternativa 1:

En la primera alternativa se propone una actuación sobre el tráfico comentada anteriormente. Se dispone de un carril bici de XXX metros de longitud que comienza en la puerta del Obispo Odoario y finaliza en la plaza de Santo Domingo, donde se construirá un aparcabicis cubierto (no incluido en este anteproyecto) y se humanizará. En cuanto a la peatonalización, será peatonal la calle Montevideo prácticamente en su totalidad, la calle Bolaño Rivadeneira parcialmente, la calle Quiroga Ballesteros y la plaza de Santo Domingo.

Se reducirán 9 plazas en el aparcamiento subterráneo de Santo Domingo, inhabilitando la salida actual de vehículos para situarla donde actualmente se encuentra la entrada, disponiendo así de la entrada y la salida del aparcamiento en la misma zona del parking.

Alternativa 2:

Es una alternativa igual en lo que se refiere al recorrido del carril bici, al que se le añadirán 190 metros que comprenden desde la Puerta de la Estación hasta Plaza de Santo Domingo, pudiendo así entrar a la muralla en bicicleta tanto desde la Puerta de la Estación como desde la Puerta de Obispo Odoario.

En esta alternativa se propone unir el aparcamiento subterráneo situado en la plaza de Santo Domingo con el de la Plaza del Ferrol, tapiando así la salida actual del aparcamiento situado en Santo Domingo, habilitando de esta forma una única salida en la Plaza del Ferrol y las dos entradas actuales.

Con esta conexión subterránea se aumentará el número de plazas en 126, siendo estas 30 centímetros más anchas que las que están en funcionamiento ahora mismo (2,20 metros).

La actuación sobre el tráfico será la comentada en el punto anterior.

Alternativa 3:

Se propone la construcción de dos aparcamientos disuasorios en la Ronda de la Muralla, siendo la localización de los mismos la siguiente:



Imagen: Ubicación de los dos aparcamientos disuasorios en la Ronda de la Muralla.

Uno de ellos estará situado entre la puerta de Obispo Odoario y Porta Miñá en la Ronda de la Muralla, concretamente en la calle Noriega Varela. Será un parking en superficie descubierto con un total de 57 plazas, 2 de ellas para minusválidos además de 8 espacios para bicicletas, pensado para colocar un servicio público de bicicletas que facilite el transporte desde el aparcamiento.

El otro parking propuesto se sitúa en la propia Ronda de la Muralla, estando a la altura de la puerta de San Pedro, dispone de 128 plazas repartidas en tres plantas, de las cuales 5 están reservadas a minusválidos.

Con la construcción de estos 2 aparcamientos fuera de la Muralla se pretende cerrar el que está situado en la plaza de Santo Domingo, perdiendo así algunas plazas de aparcamiento en el centro.

Sin embargo, se dispone de otro aparcamiento llamado “Parking Ramón Ferreiro” con 238 plazas cubiertas, actualmente poco demandado y que posee una gran localización.

Asimismo, se propone la construcción de un carril bici de 815.60 metros de longitud con las dos entradas al centro de la ciudad mencionadas anteriormente.

Criterios de evaluación de las alternativas

El diseño de las alternativas se rige por unos criterios que buscan la funcionalidad de la actuación así como su integración dentro del ecosistema urbano y que asegure una buena convivencia con la totalidad de agentes implicados, todo ello sin descuidar el aspecto económico.

Los criterios de evaluación se subdividen en tres grupos:



- Funcionalidad
- Evaluación de costes
- Repercusión social

Funcionalidad

Propiedad de lo que tiene una utilidad eminentemente práctica. Las funciones son aquellas que tiene como objetivo satisfacer las necesidades implícitas o explícitas: idoneidad, exactitud, interoperabilidad, seguridad, cumplimiento de normas, etc. Es un aspecto difícilmente cuantificable. La funcionalidad de una obra se puede medir teniendo en cuenta distintos aspectos, como pueden ser:

- Comodidad del ciclista (A1): Dentro de la comodidad del ciclista se tienen en cuenta diferentes variables, entre las que se pueden considerar: longitud del trazado, número de intersecciones, orografía y climatología.

La longitud del trazado es el parámetro importante, ya que un trazado más largo favorece al ciclista, ofreciéndole entradas al centro de la ciudad desde diferentes ubicaciones, evitando al ciclista que se tenga que desplazar a un punto concreto para acceder al interior de la Muralla. Además, un trazado de mayor o menor longitud influye directamente en el grupo de evaluación de costes.

Alternativa	Comodidad del ciclista
Alternativa 1	6
Alternativa 2	6
Alternativa 3	8

No se profundiza en las diferentes variables ya que prácticamente la única diferencia es la longitud del trazado, ya que la alternativa 3 posee dos entradas a la muralla en lugar de una, este hecho hace que sea la mejor puntuada.

- Comodidad del usuario del aparcamiento (A2): Para que un aparcamiento sea lo más cómodo posible ha de ser espacioso, lo más sencillo posible y con una buena ubicación. Entre los factores que pueden ser determinantes a la hora de que un aparcamiento satisfaga más o menos al cliente pueden incluirse: proximidad a las salidas, rapidez de estacionamiento, facilidad de maniobras, complejidad del aparcamiento (siendo 10 la distribución más sencilla para el usuario) y la distancia al centro de la ciudad, puesto que hay una alternativa que propone aparcamientos disuasorios, los cuales tienen en esa distancia un aspecto que disuade a los conductores de utilizarlos en mayor medida.



Alternativa	Proximidad de las salidas	Rapidez de estacionamiento	Complejidad	Facilidad de maniobras	Distancia al centro	Media
Alternativa 1	7	7	7	5	9	7.00
Alternativa 2	5	7	5	5	9	6.20
Alternativa 3	8	8	9	8	8	8.20

Dentro de este criterio, podemos ver que la comodidad general del aparcamiento es muy superior en la alternativa 3, ya que son dos aparcamientos de nueva construcción, y por lo tanto son más cómodos desde el punto de vista del usuario. Entre las alternativas 1 y 2, hay mayor proximidad a las salidas y menor complejidad en la alternativa 1 ya que en la alternativa 2 se unen ambos aparcamientos quedando de esta forma ambos con una única salida.

- Comodidad para el peatón (A3): En este apartado se tiene en cuenta el aspecto de diseño y el equipamiento de la plaza en superficie, así como la humanización de los diferentes espacios. Este es un aspecto subjetivo y, por tanto, de muy difícil valoración, pero fundamental hoy en día. En nuestro caso, la plaza pretende ser una zona de encuentro para los ciudadanos, proyectándose zonas ajardinadas a su alrededor. Estos aspectos de diseño han de ser adecuados en coste y atractivos a los transeúntes de la plaza. De todas maneras, el

peatón va a ser el gran beneficiado con esta actuación, ya que se pretende reducir el uso del vehículo en la ciudad en beneficio de los peatones.

Alternativa	Comodidad del peatón
Alternativa 1	7
Alternativa 2	7
Alternativa 3	9

La última alternativa será la más atractiva para el peatón ya que propone una humanización en la Plaza de Santo Domingo con el cierre del aparcamiento situado en ella, muy transitada por los peatones lucenses, mientras que en las alternativas 1 y 2 dicha actuación no está propuesta.

Alternativa	A1	A2	A3	Media
Alternativa 1	6	7.00	7	6.67
Alternativa 2	8	6.20	7	7.07
Alternativa 3	8	8.20	9	8.40

Evaluación de costes

Para tener en cuenta este aspecto se hará una aproximación del coste de construcción de cada una de las alternativas. Para ello se emplearán unos precios estándar en unidades de obra sencillas. Con estos precios y las mediciones de volumen, área o perímetro hallaremos una aproximación del precio de ejecución material, que



nos servirá de referencia para comparar las alternativas.

Las unidades de obra comunes que se tendrán en cuenta son:

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)
Excavación mecánica a cielo abierto	M ³	3,80
Carga por medios mecánicos y transporte a <10 Km Con repercusión de escombros de trabajos previos...	M ³	6,20
Cimentación	M ²	36,00
Muros pantalla	M ²	260,00
Forjado reticular (con pilares incluidos)	M ²	110,00

Estimación del coste de urbanización en superficie:

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)
Urbanización de la plaza (Incluyendo repercusión de mobiliario urbano...)	M ²	60,00
Reparación de calles aledañas	M ²	40,00

Estimación del coste del carril bici: Con el fin de estimar el precio por metro lineal según el tipo de solución adoptada se ha optado por decantarse por un carril bici protegido, “vía ciclista que discurre

adosado a la calzada y que puede encontrarse en un solo sentido o en doble sentido”. Se ha adoptado esta decisión ya que se mantiene el trazado actual de la calzada como carril bici, estando este provisto de elementos laterales que lo separan físicamente del resto de la calzada, así como de la acera

CONCEPTO	€/metro lineal (con IVA)
Carril bici protegido	141,34

A continuación se evaluarán los precios aproximados de las diferentes alternativas que nos servirán como referencia para compararlas. Los presupuestos estarán detallados en el documento N^º3: Presupuesto.



- Alternativa 1

Concepto	Unidad	Precio unitario (€)	Medición	Resultado (€)
Excavación mecánica a cielo abierto	M ³	3,80	3265,28	12408,08
Carga por medios mecánicos y transporte a <10 km	M ³	6,20	3265,28	20244,74
Cimentación	M ²	36,00	562,58	20252,88
Muros de sótano	M ²	167,00	1042,38	174076,79
Forjado reticular (con pilares incluidos)	M ²	110,00	1125,96	123855,60
Urbanización de la plaza	M ²	60,00	3473,58	208414,80
Reparación de calles aledañas	M ²	40,00	10961,27	438450,80
Carril bici protegido	M	141,34	646,95	91439,21
Total				1089143,51

- Alternativa 2

Concepto	Unidad	Precio unitario (€)	Medición	Resultado (€)
Excavación mecánica a cielo abierto	M ³	3,80	10434,90	39652,62
Carga por medios mecánicos y transporte a <10 km	M ³	6,20	10434,90	64696,38
Cimentación	M ²	36,00	3316,76	119403,22
Muros de sótano	M ²	167,00	1651,85	275858,59
Forjado reticular (con pilares incluidos)	M ²	110,00	3598,25	395807,05
Urbanización de la plaza	M ²	60,00	3473,58	208414,80
Reparación de calles aledañas	M ²	40,00	10961,27	438450,80
Carril bici protegido	M	141,34	646,95	91439,21
Total				1633722,67



- Alternativa 3

Concepto	Unidad	Precio unitario (€)	Medición	Resultado (€)
Excavación mecánica a cielo abierto	M ³	3,80	10160,975	38611.71
Carga por medios mecánicos y transporte a <10 km	M ³	6,20	10160,975	62998.05
Cimentación	M ²	36,00	1733,195	62395,02
Muros de sótano	M ²	167,00	482,00	80343,09
Forjado reticular (con pilares incluidos)	M ²	110,00	5201,85	572203,50
Urbanización de la plaza	M ²	60,00	5521,85	331311,00
Reparación de calles aledañas	M ²	40,00	8913,00	356520,00
Carril bici protegido	M	141,34	815,60	115276,90
Total				1619659,27

Para poder evaluar el aspecto económico de las alternativas, se le dará un 10 a la alternativa con una menor repercusión y al resto de alternativas se les dará una nota proporcional, recibiendo de esta forma un 5 la alternativa 2 y un 5,1 la alternativa 3.

Repercusión social

Se refiere a los efectos que la intervención planteada tiene sobre la comunidad en general. La repercusión va más allá del estudio del alcance de los efectos previstos y del análisis de los efectos deseados, así como del examen de los mencionados efectos sobre la población beneficiaria. Para evaluar la repercusión social de este anteproyecto se tendrá en cuenta:

- Protección del patrimonio histórico (C1): Se denomina patrimonio histórico al conjunto de bienes culturales, tanto materiales como inmateriales, acumulados a lo largo del tiempo. Estos bienes pueden ser de tipo artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, documental, bibliográfico, científico o técnico. En el caso de la ciudad de Lugo, la Muralla Romana es Patrimonio de la Humanidad.

Por lo que se refiere a este anteproyecto, la alternativa 3 no influirá en nada al patrimonio histórico lucense, ya que los aparcamientos se situarían fuera de la zona protegida. Sin embargo, en la alternativa 1 y alternativa 2 se realizarán



obras subterráneas en el centro histórico lucense, con una alta probabilidad de encontrar restos romanos, sin tener por qué ser perjudicial si previamente se hace un control arqueológico completo.

Alternativa	Protección del patrimonio histórico
Alternativa 1	6
Alternativa 2	5
Alternativa 3	9

- Afección a plazas de aparcamiento (C2): Por afección a plazas de aparcamiento se entiende la reducción o aumento de la oferta al usuario.

La alternativa 3 propone una reducción de la oferta de plazas en el centro de Lugo cerrando al público las 277 plazas del aparcamiento de Santo Domingo y aumentando 185 en la Ronda de la Muralla con el objetivo de reducir el uso del vehículo en el centro de la ciudad y de potenciar el uso de la bicicleta, en una transición hacia un nuevo urbanismo. En la alternativa 1 se pierden plazas ya que se reducen plazas de aparcamiento tanto en superficie como en el parking subterráneo, el cual es reducido en 9. Por último, en la alternativa 2 se incrementa la oferta de plazas en 126 al unir los aparcamientos de la plaza de Santo Domingo y de la plaza del Ferrol mediante un carril unidireccional con plazas de

aparcamiento a ambos lados del mismo.

Alternativa	Afección a plazas de aparcamiento
Alternativa 1	6
Alternativa 2	8
Alternativa 3	6

- Repercusión para el resto de usuarios de la vía pública (C3): Los conductores son los principales afectados con la ejecución de este anteproyecto, aunque de diferente manera. En las tres alternativas el tráfico está restringido en el interior de la muralla. Los peatones y los ciclistas son los principales beneficiados con esta actuación.

Alternativa	Repercusión para el resto de usuarios
Alternativa 1	7
Alternativa 2	7
Alternativa 3	9

Dada la explicación anterior, podemos ver que la alternativa 3 recibe dos puntos más en este aspecto ya que restringe el tráfico de la misma forma que las demás alternativas, sin embargo, el cierre del aparcamiento en la Plaza de Santo Domingo permite al peatón más comodidad al no transitar vehículos.



Alternativa	C1	C2	C3	Media
Alternativa 1	6	6	7	6,33
Alternativa 2	5	8	7	6,67
Alternativa 3	9	6	9	8,00

Selección de la alternativa adecuada

Hemos asignado una puntuación entre 0 y 10 a cada una de las distintas alternativas para cada criterio de los mencionados anteriormente. Finalmente, teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas por las alternativas, escogeremos aquella que tenga una mejor puntuación conjunta, teniendo en cuenta los tres criterios de selección. Para realizar esta selección se emplearán dos métodos diferentes, el método de las medias ponderadas y el método Press. La alternativa seleccionada será aquella que responda mejor a las necesidades que debe satisfacer el presente anteproyecto.

Puntuación de las alternativas

Primero, hemos puntuado cada alternativa en cada uno de los tres criterios. Esta puntuación es un valor entre 0 y 10, obteniendo la alternativa que presente la mejor valoración en ese subcriterio un

10, la que presente la peor un 0. Finalmente, para calcular la nota de la alternativa en el criterio, hicimos la media de todos los subcriterios que definen el criterio.

Para todos los métodos será necesaria la matriz decisional:

	Funcionalidad	Económico	Social
Alternativa 1	6,67	10	6,33
Alternativa 2	7,07	5,00	6,67
Alternativa 3	8,40	5,13	8,00
Peso	0,50	0,35	0,15

Se prioriza la funcionalidad por encima de todo, ya que es una obra ambiciosa con una visión a largo plazo.

Métodos de las medias ponderadas

Es necesario homogeneizar la matriz decisional para obtener la matriz homogeneizada.

Matriz homogeneizada:

	Funcionalidad	Económico	Social
Alternativa 1	0	1	0
Alternativa 2	0,84	0	0,83
Alternativa 3	1	0,51	1
Peso	0,45	0,35	0,20



A cada uno de los criterios se les asigna un peso y se obtiene la matriz de valores ponderados multiplicando la matriz homogeneizada por el peso de cada criterio:

	Funcionalidad	Económico	Social
Alternativa 1	0	0,35	0
Alternativa 2	0,38	0	0,17
Alternativa 3	0,45	0,18	0,20

Finalmente se obtiene la valoración global de cada alternativa sumando las filas de la matriz de valores ponderados. La alternativa elegida será aquella que reúna una mayor puntuación global.

	Puntuación
Alternativa 1	0,35
Alternativa 2	0,55
Alternativa 3	0,83

Método Press

El método utiliza unos pasos similares al anterior, partiendo de la matriz homogeneizada obtenida anteriormente:

	Funcionalidad	Económico	Social
Alternativa 1	0	0,35	0
Alternativa 2	0,38	0	0,17
Alternativa 3	0,45	0,18	0,20

A partir de la matriz de valores ponderados se obtiene la matriz de dominación, cuyos valores vienen dados por la siguiente fórmula:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (vp_{ik} - vp_{jk}), \forall vp_{ik} > vp_{jk}, \quad i, j = 1, \dots, n$$

Matriz de dominación:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	D_j
Alternativa 1	0	0,35	0,17	0,52
Alternativa 2	0,55	0	0	0,70
Alternativa 3	0,65	0,28	0	0,93
d_j	1,20	0,60	0,17	

Por último, para la valoración de cada alternativa se hallará la relación (D_j/d_j), siendo la alternativa óptima la que mayor valor alcance.



	Valor
Alternativa 1	0,43
Alternativa 2	1,17
Alternativa 3	5,47

Tras ser la alternativa 3 la mejor valorada en ambos métodos, no se cree necesario aplicar el método de Electre.

Conclusión

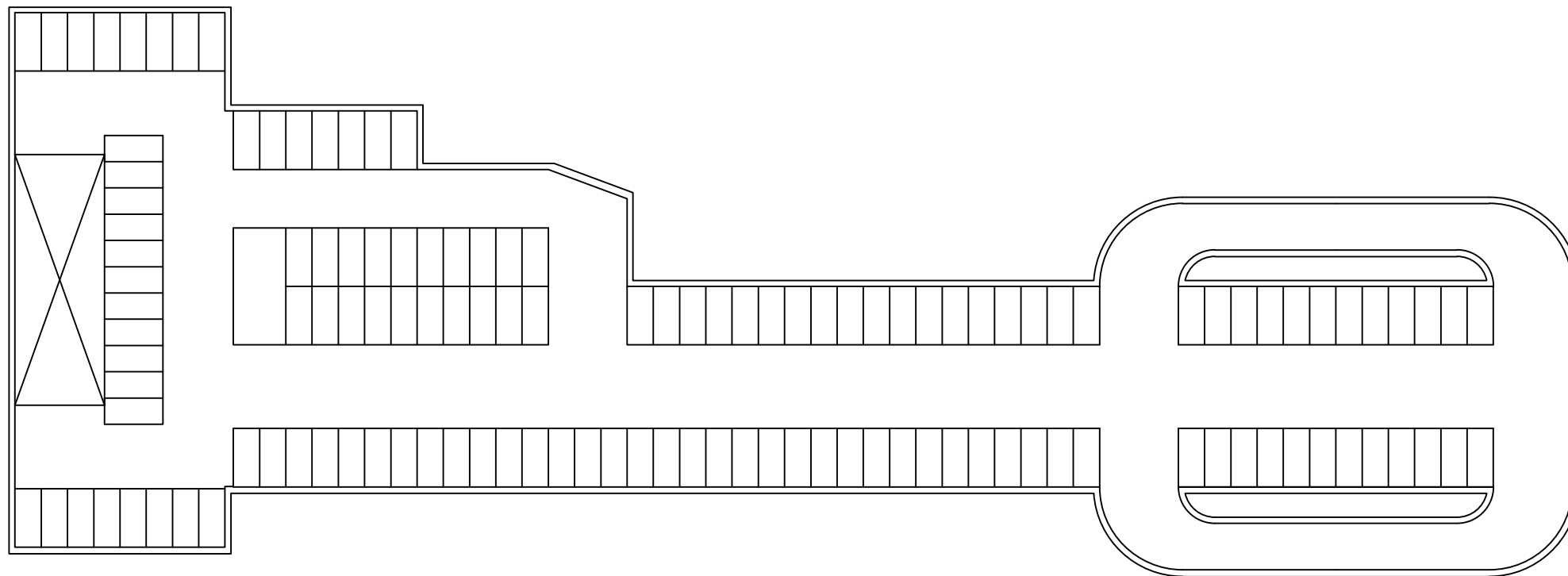
Tras lo visto en este estudio, y siendo la alternativa 3 la mejor valorada por los 2 métodos expuestos, se considera suficientemente justificado que esta sea la alternativa elegida.



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



APÉNDICES: Planos de alternativas



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Alternativa 1: Sótano 1

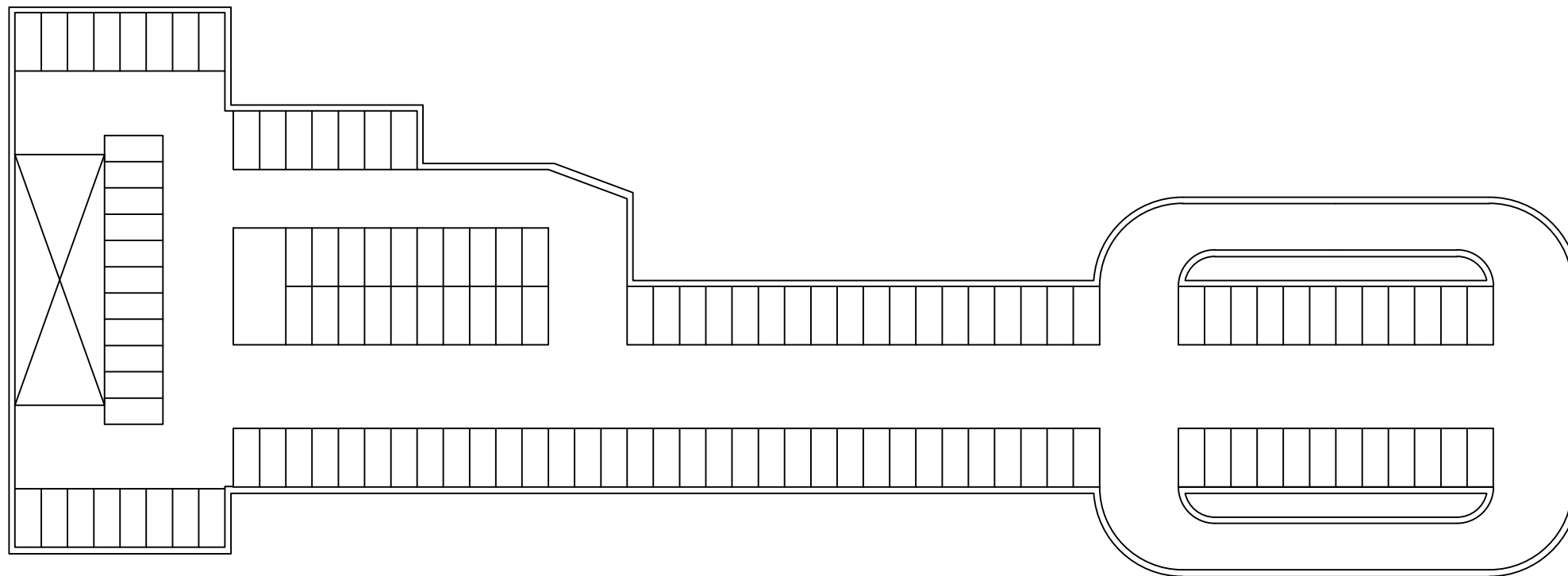
Plano Nº: 1.1

Escala: 1/500

Escala gráfica:

Hoja Nº: 01/02

Fecha: Septiembre 2016



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Alternativa 1: Sótano 2

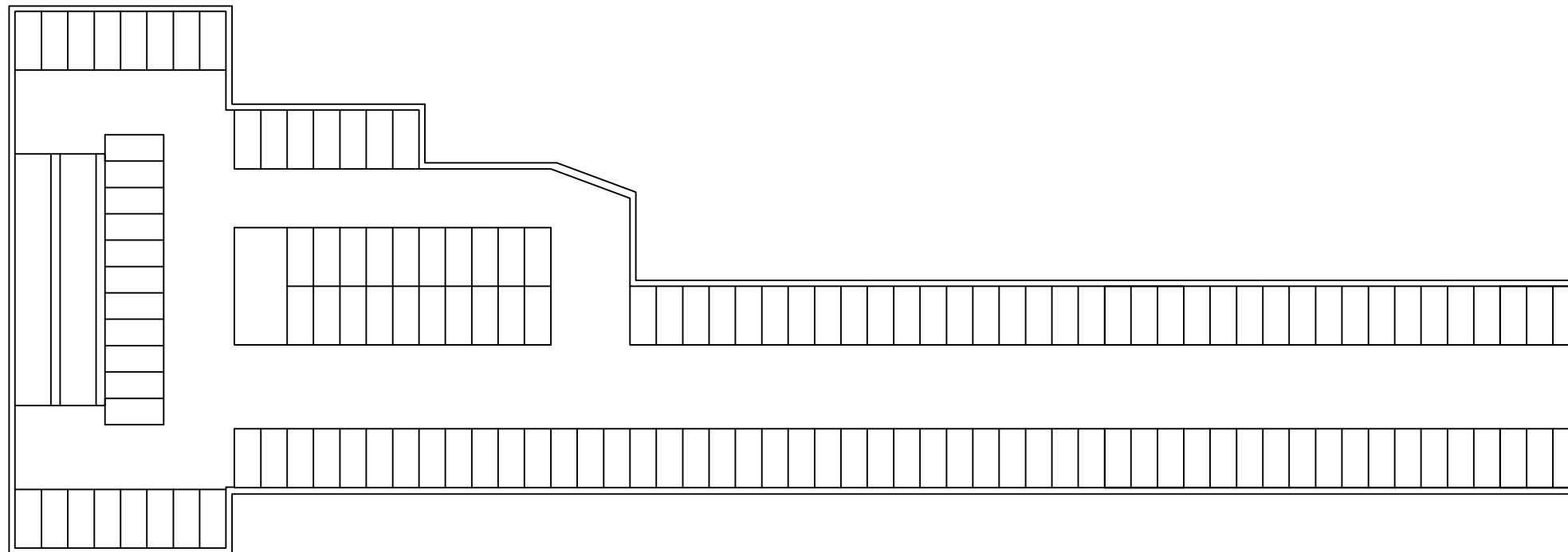
Plano Nº: 1.2

Escala: 1/500

Escala gráfica:

Hoja Nº: 02/02

Fecha: Septiembre 2016



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Alternativa 2: Santo Domingo -2

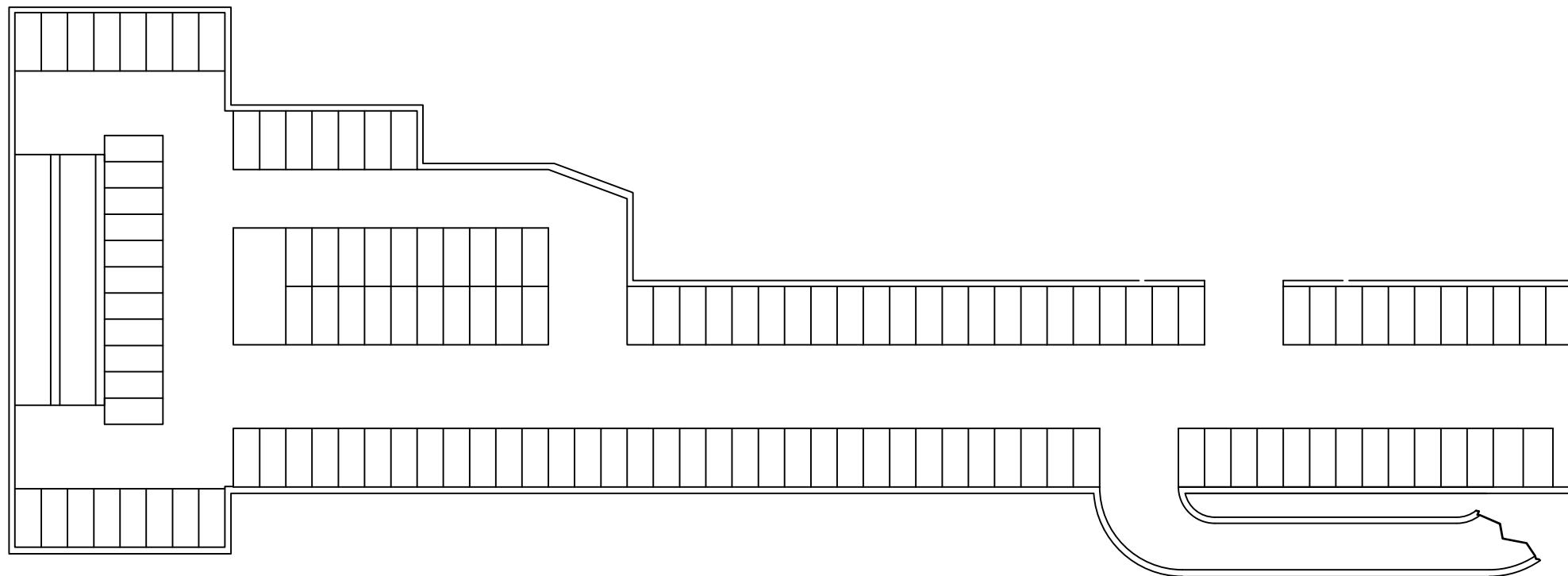
Plano N°: 2.1

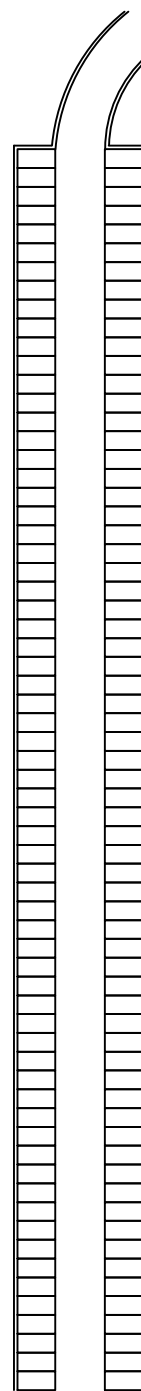
Hoja N°: 01/05

Escala:
1/500

Escala gráfica:

Fecha: Septiembre 2016





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Alternativa 2: Conexión subterránea

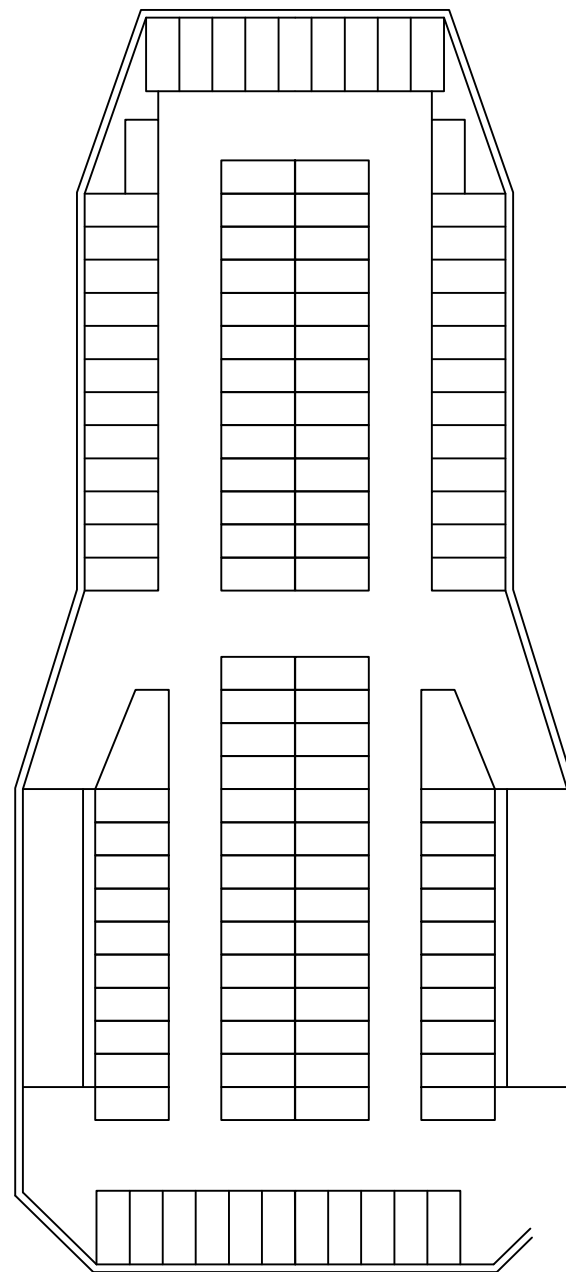
Plano N°: 2.3

Escala:
1/1000

Escala gráfica:
A graphic scale bar with markings at 0, 2, 4, 6, 8, and 10 units.

Hoja N°: 03/05

Fecha: Septiembre 2016



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Alternativa 2: Plaza del Ferrol -1

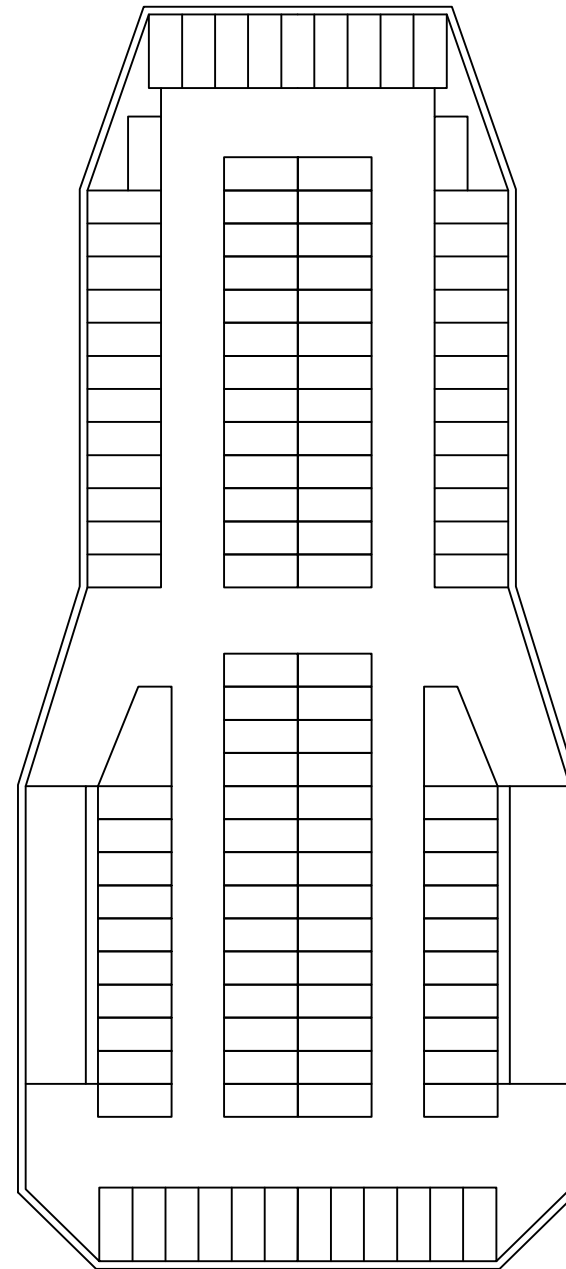
Plano N°: 2.4

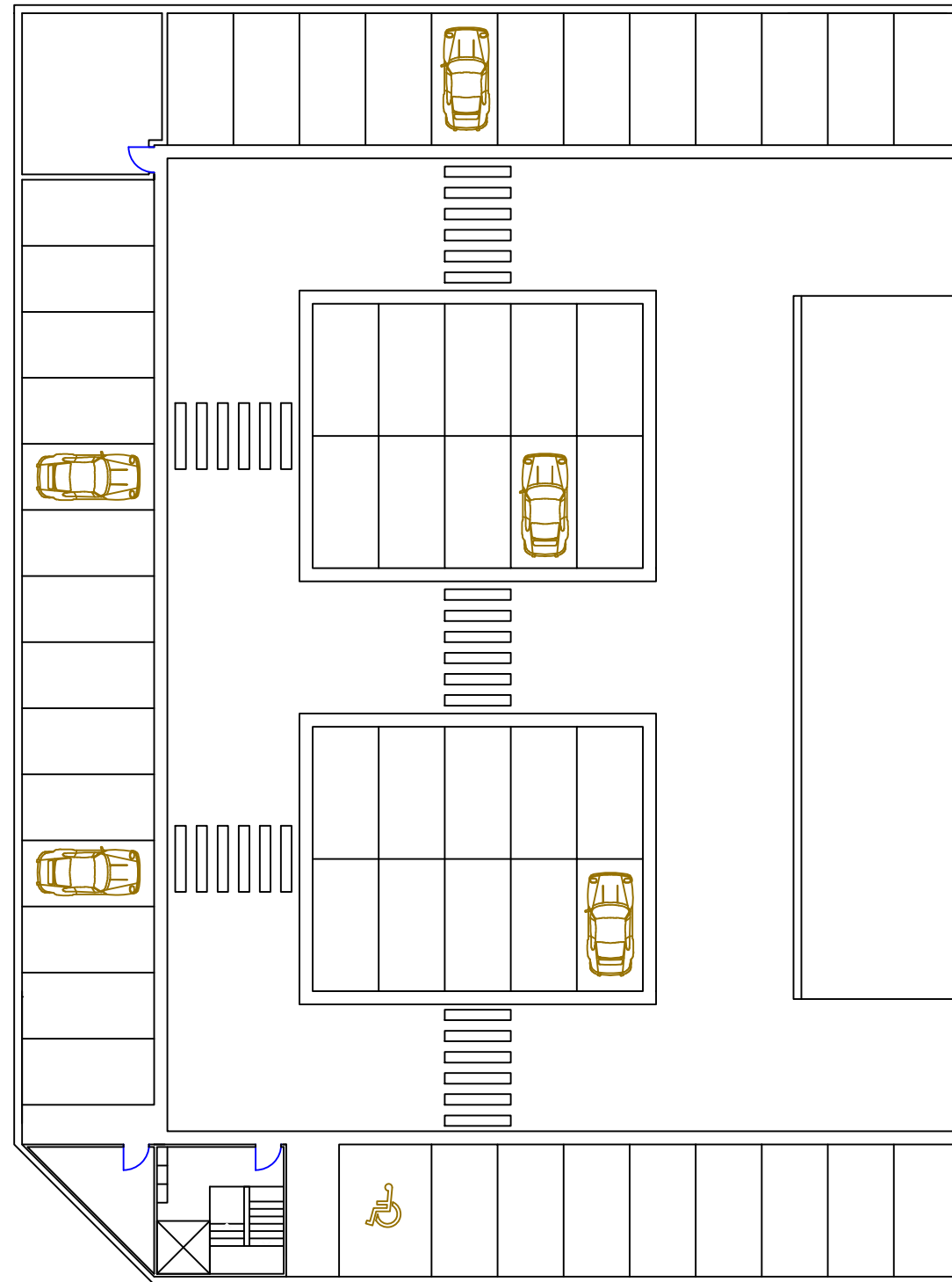
Escala: 1/500

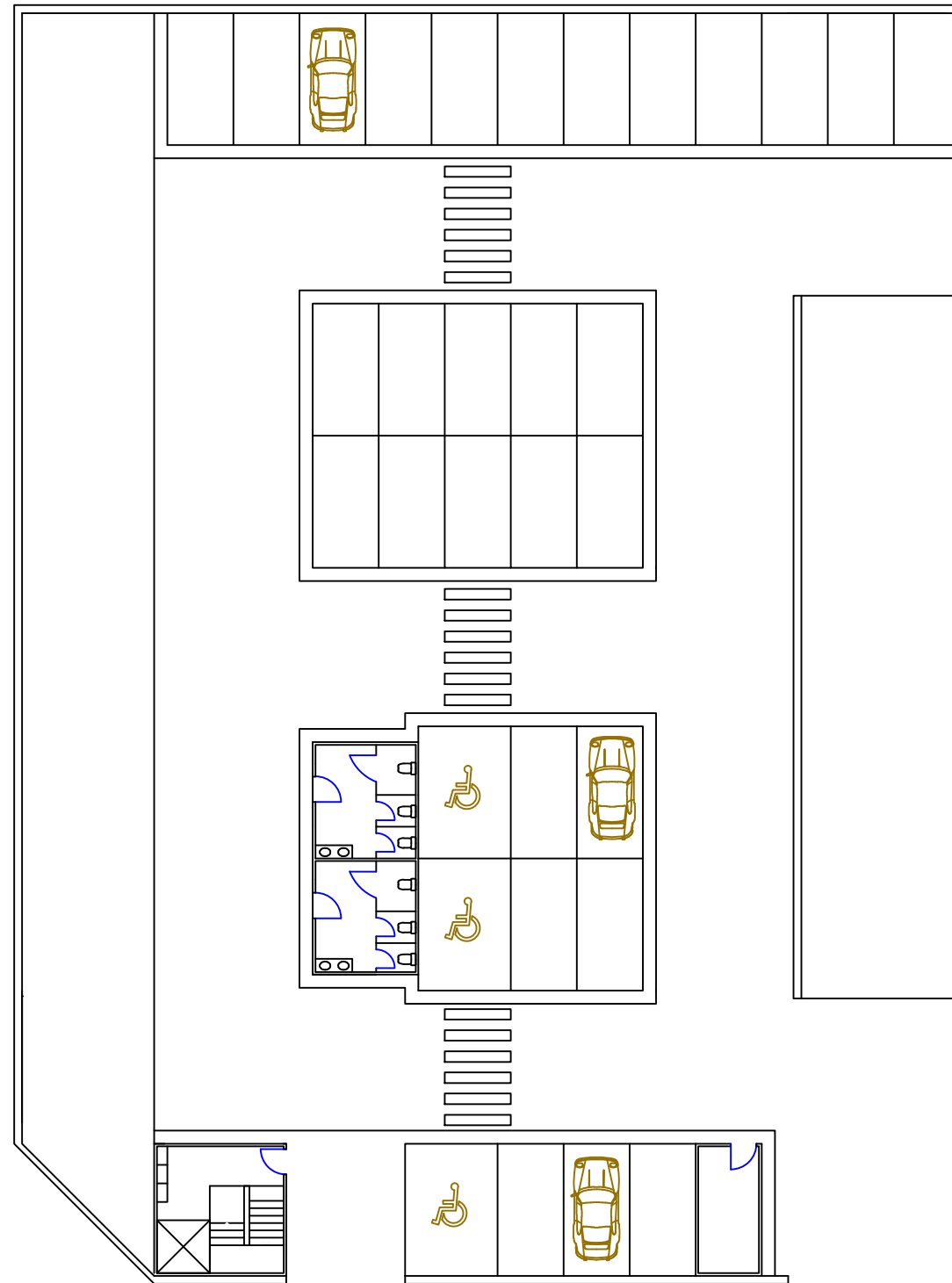
Escala gráfica:
0 2 4 6 8 10

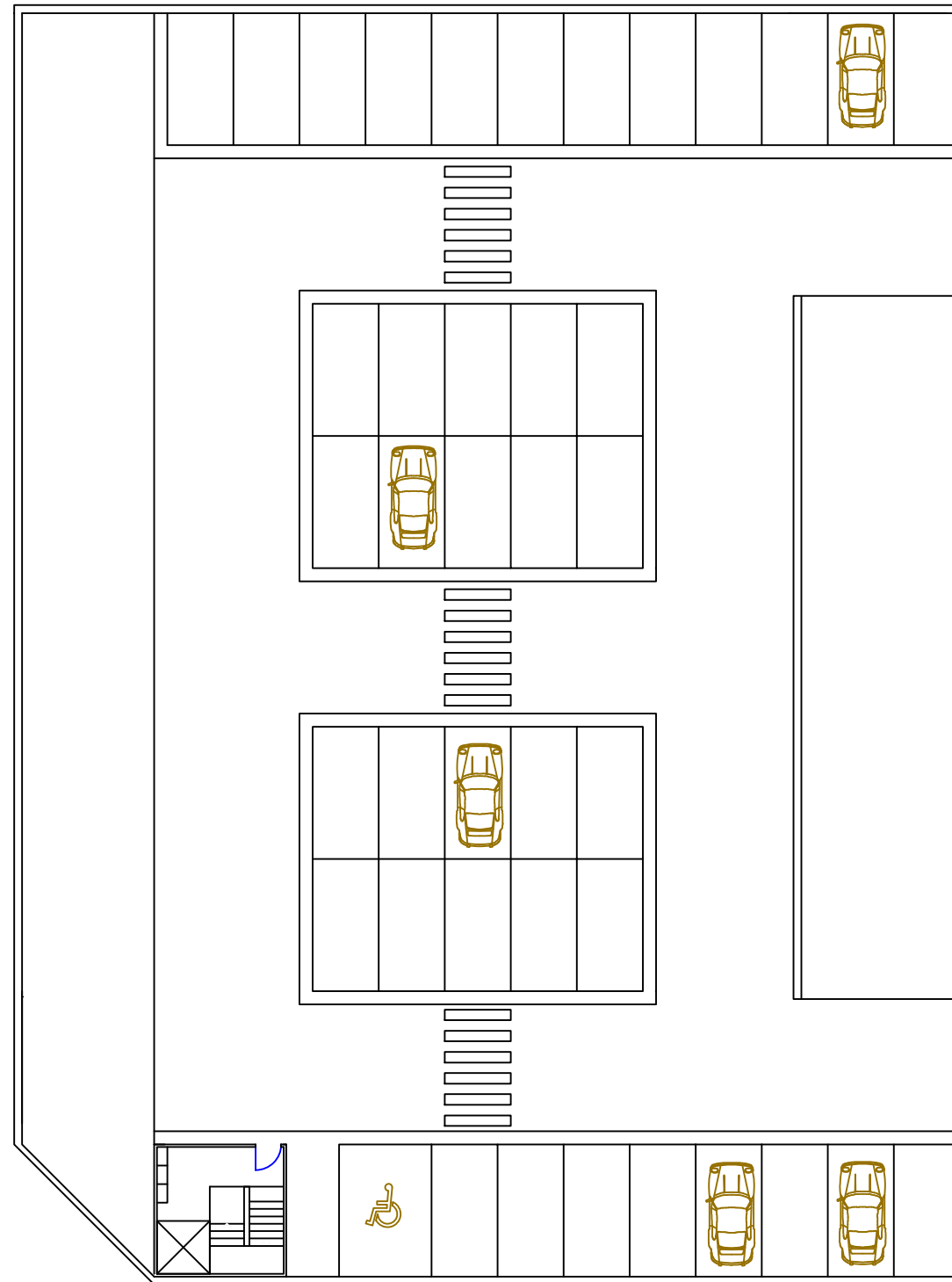
Hoja N°: 04/05

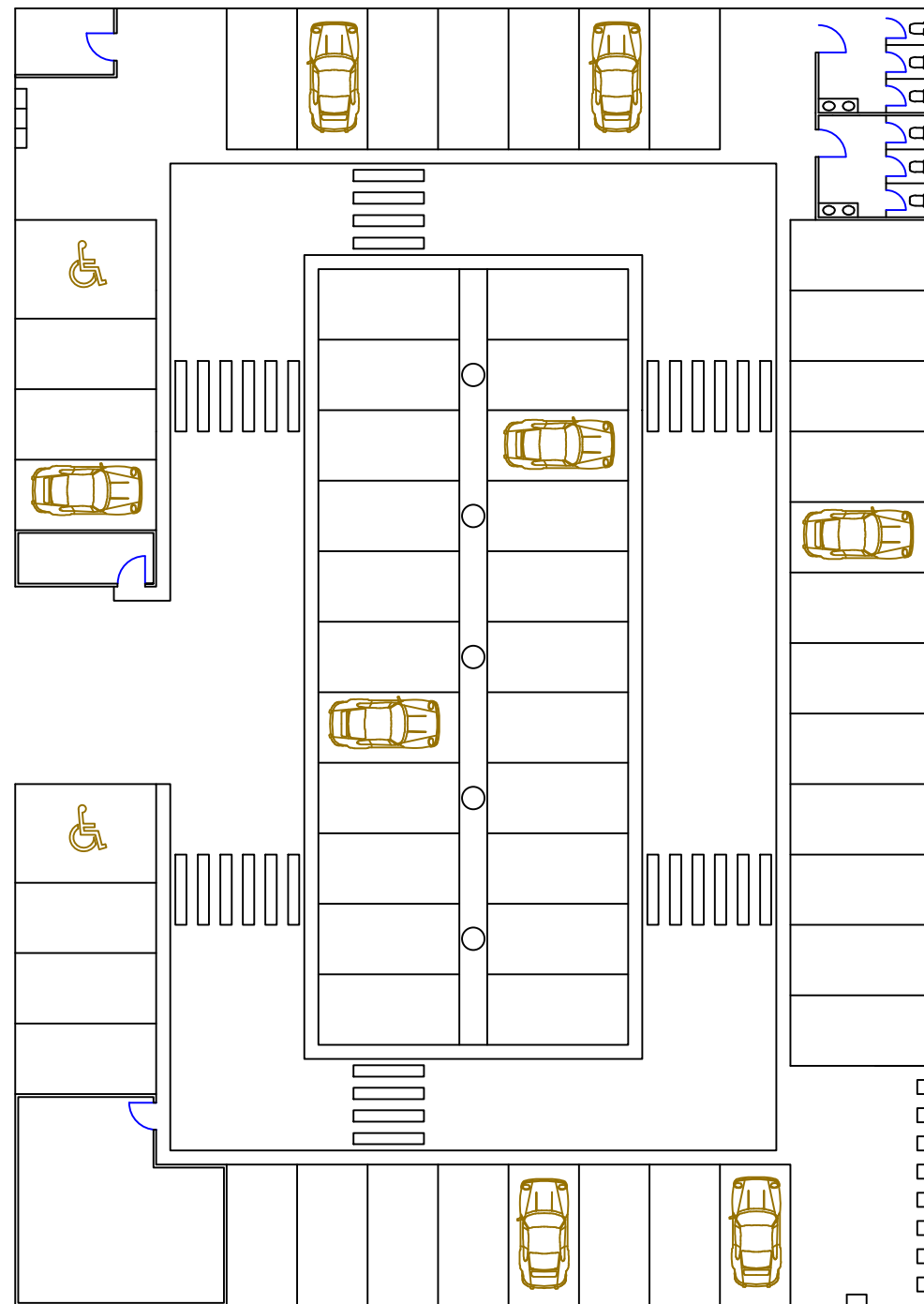
Fecha: Septiembre 2016

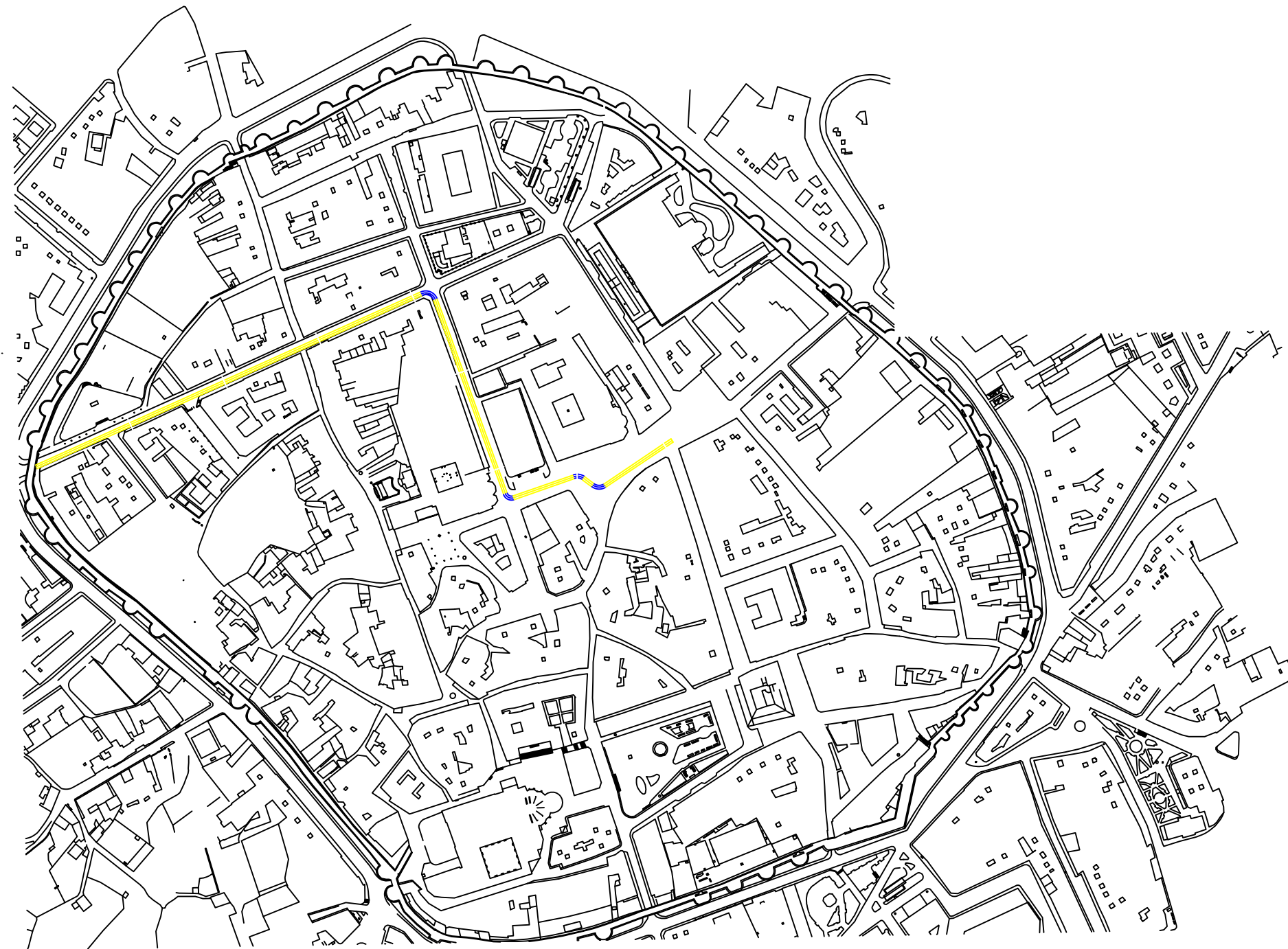












UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

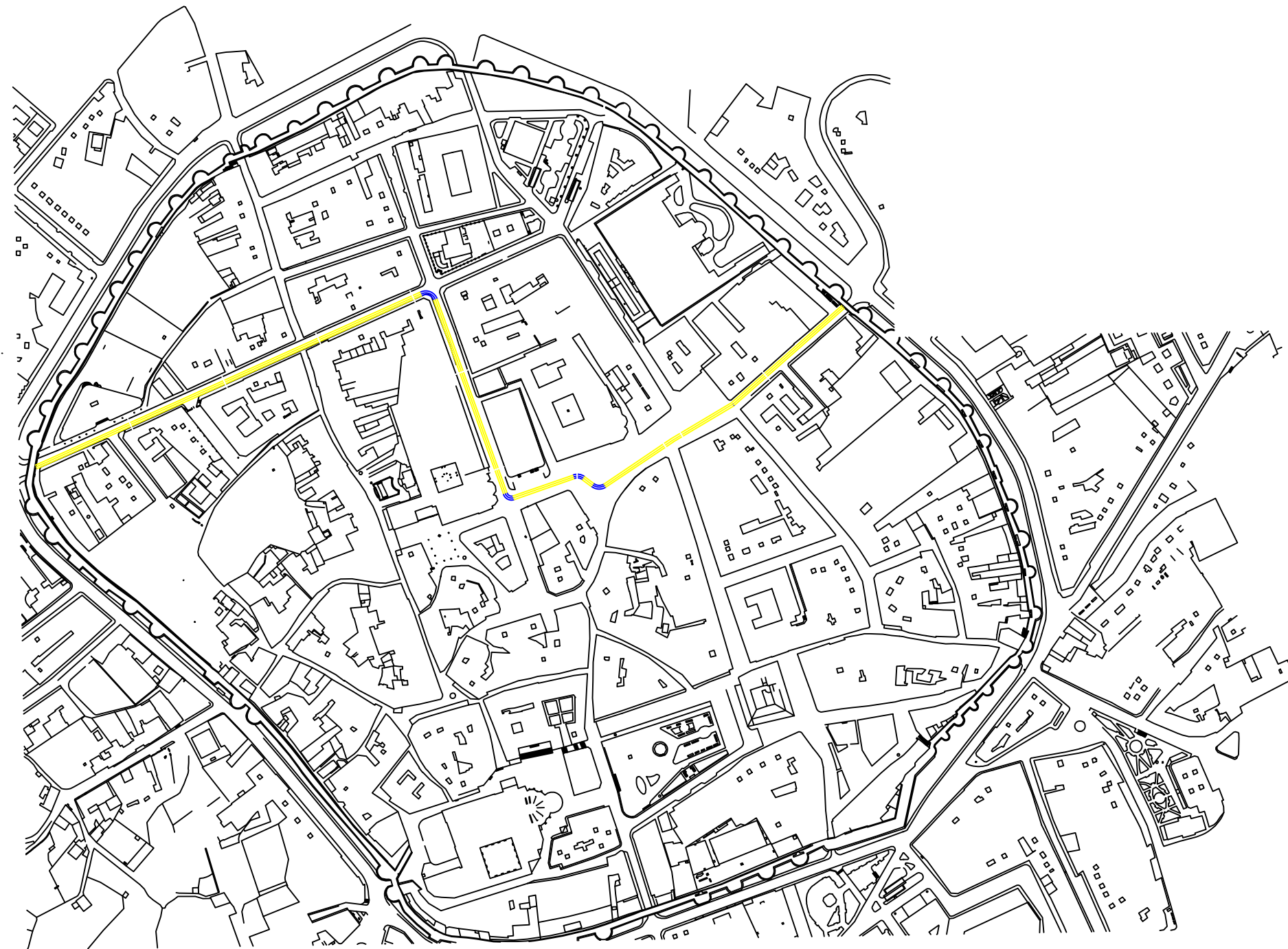
Carril Bici Alternativas 1 y 2

Plano Nº: 4.1

Escala:
1/4000

Hoja Nº: 01/02

Fecha: Septiembre 2016



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Alejandro García Rico

Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo

Carril Bici Alternativa 3

Plano Nº: 4.2

Escala:
1/4000

Hoja Nº: 02/02

Fecha: Septiembre 2016



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



ANEJO Nº4: TRAZADO Y FIRMES



ANEJO Nº4: Trazado y firmes

Introducción

En el presente anejo se detalla la geometría del trazado del eje de la vía ciclista en planta, dado que la geometría en alzado será la que marque la traza del viario urbano. Además, este anejo también tiene como objetivo describir las distintas capas de firme y pavimentos empleados.

El trazado en planta está formado por una sucesión de rectas y curvas sin necesidad de emplear curvas de transición como pudiesen ser las clotoides, debido fundamentalmente a que ha de plegarse a los sistemas generales existentes (calles, plazas, etc.).

Sin embargo, se ha tratado de respetar en todo el recorrido, salvo excepciones, un radio mínimo de 5 metros, dándose los radios más reducidos en intersecciones donde por otra parte se pretende obligar al ciclista circular a velocidades inferiores sin que esto suponga una merma excesiva de su comodidad.

Todos los datos referentes al trazado geométrico del eje se apoyan en lo reflejado en los planos (que se encuentran en el documento Nº2: Planos).

Trazado del eje en planta

A continuación, se muestran los datos correspondientes al trazado en planta del eje de ambas vías ciclistas:

Vía ciclista: Puerta Obispo Odoario – Plaza de Santo Domingo

TIPO	P.K	COORD. X	COORD. Y	Orientación	Radio	Longitud
Recta	0+000.0 0	617268. 5094	476333 7.1992	N65.787 406E		327.125
Curva	0+327.1 2	617566. 8568	476347 1.3606		8.000	13.179
Recta	0+340.3 0	617577. 6635	476346 6.7780	S19.828 310E		159.943
Curva	0+500.2 5	617631. 9165	476331 6.3179		5.000	7.800
Recta	0+508.0 5	617638. 2651	476331 3.2923	N70.791 152E		49.472
Curva	0+557.5 2	617684. 9825	476332 9.5691		8.000	7.793



Recta	0+565.3 1	617692. 3851	476332 8.4365	S53.393 675E		9.174
Curva	0+574.4 8	617699. 7494	476332 2.9660		8.000	9.847
Recta	0+584.3 3	617708. 9838	476332 2.7492	N56.083 277E		62.615

Vía ciclista: Puerta de la Estación – Plaza de Santo Domingo

TIPO	P.K.	COORD. X	COORD. Y	Orientación	Longitud
Recta	0+000.0	617893.36	4763461.12	S48.586818	113.865
a	0	8	3	W	
Curva	0+113.8	617807.97	4763385.80		0.119
a	6	5	4		
Recta	0+113.9	617807.87	4763385.73	S59.139012	54.676
a	8	9	4	W	

Descripción del firme y pavimento empleado

Teniendo en cuenta el manual de “Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano” elaborado por el MOPT en 1992 se definen las siguientes secciones de firme ligadas a la tipología de vía ciclista en la que se emplean.

Firme tipo A

Solución adoptada en la construcción de tramos de carril bici sobre capa de rodadura existente. Para su ejecución es necesario el fresado superficial del firme existente. Será la solución adoptada en este anteproyecto, aprovechando el pavimento existente y usándolo para la ejecución del carril bidireccional protegido.

LECHADA BITUMINOSA EN CALIENTE (SLURRY AZUL)	0.5 cm
RIEGO DE ADHERENCIA TERMOADHERENTE ECR 1-D	
MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC 22 BASE 50/70	4 cm
FIRME EXISTENTE	

Firme tipo B

Solución adoptada para tramos de carril bici sobre el terreno ganado a espacios peatonales. Para su ejecución es necesaria la demolición parcial de los bordillos (que serán aprovechados siempre que sea posible) y acera.

LECHADA BITUMINOSA EN CALIENTE (SLURRY AZUL)	0.5 cm
RIEGO ADHERENCIA TERMOADHERENTE ECR 1-D	
MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC 22 BASE 50/70	4 cm
HORMIGÓN HIDRÁULICO	16 cm



EXPLANADA COMPACTA	
--------------------	--

HORMIGÓN HIDRÁULICO	10 cm
EXPLANADA COMPACTADA	

Firme tipo C

Solución adoptada para tramos de pista bici sobre terreno natural. Para su ejecución es necesaria la excavación de una capa de terreno y su posterior explanación.

LECHADA BITUMINOSA EN CALIENTE (SLURRY AZUL)	0.5 cm
RIEGO ADHERENCIA TERMOADHERENTE ECR 1-D	
MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC 22 BASE 50/70	4 cm
HORMIGÓN HIDRÁULICO	16 cm
EXPLANADA COMPACTA	

Firme tipo D

Firme para tramos de acera bici que supone la construcción de nuevas aceras o la ampliación de la superficie de las ya existentes. Para ello es menester la excavación a una profundidad oportuna a fin de obtener las siguientes capas:

BALDOSA HIDRÁULICA	4 cm
CAPA DE ARENA	4 cm

Firme tipo E

Solución adoptada para la ejecución de pantallas vegetales proyectadas. Requiere de una excavación en zanja que permita acomodar las siguientes capas, que se proponen considerando que dicha pantalla estará compuesta por césped y no por especies vegetales de alto porte que requerirían mayor profundidad para un correcto asentamiento.

CAPA DE TIERRA VEGETAL	20 cm
CAPA DE GRAVA DRENANTE	10 cm

Bordillos

Se dispondrán en las zonas de pantalla vegetal y en las aceras ampliadas. Sus dimensiones serán: bases (superior e inferior) 12 y 15 cm respectivamente, y 35 cm de alto, fabricados de hormigón y en una longitud de pieza de 1 m aproximadamente.



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico

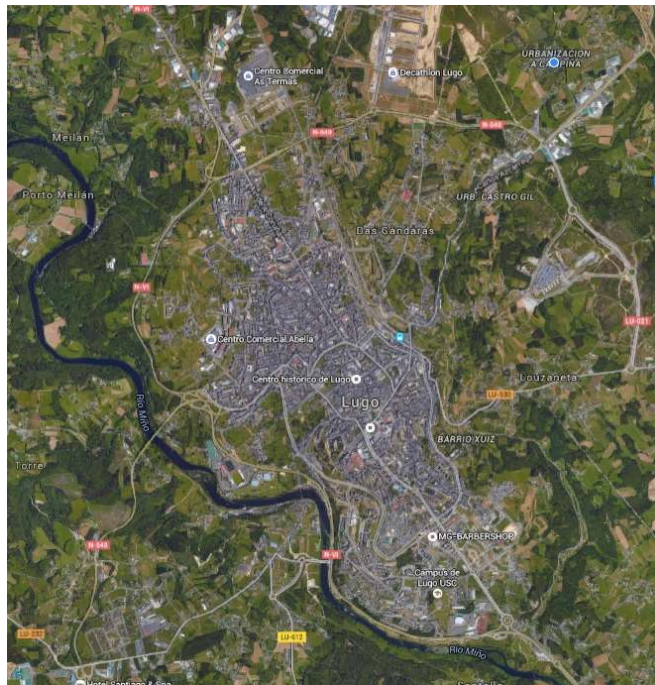


ANEJO Nº5: GEOLOGÍA



ANEJO Nº5: Geología

Objeto del anejo



Este anejo pretende reflejar las características geológicas de la zona donde se pretenden realizar las obras en el término municipal de Lugo.

Planta municipio de Lugo

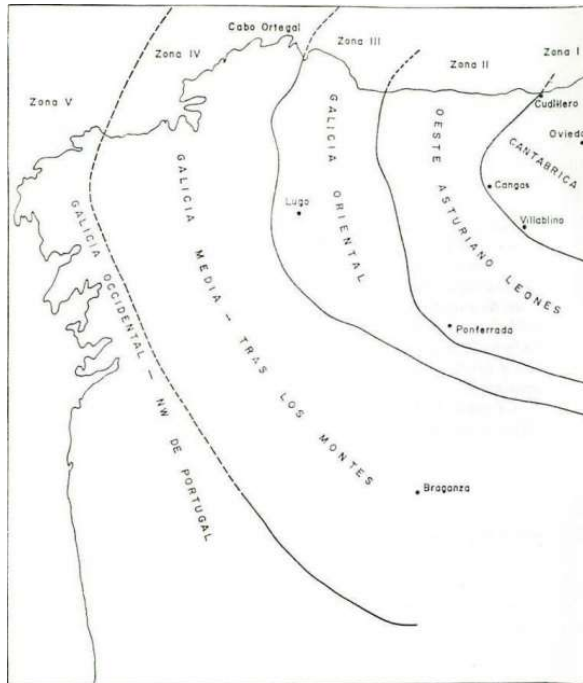
Las calles afectadas por las obras se encuentran en la ciudad de Lugo, en las calles que se acompañan en el anejo correspondiente. Son calles que en la actualidad se encuentran pavimentadas y con redes de distintos servicios instaladas.

En este anejo se indicarán las características del área donde se localiza la zona de actuación.

Datos generales de la zona

Introducción

El área de estudio se encuentra cartografiada geológicamente en la Hoja 72 (Lugo) del Mapa Geológico de España, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a escala 1:50000. La zona se incluye dentro de la denominación Centro-Ibérica (JULIVERT, 1972) y según MATTE (1968), en la zona III, Galicia Oriental, que está caracterizada por la presencia de un Precámbrico esquistoso, localmente cuarcítico, bastante potente y de gran monotonía petrográfica. Presencia de un Ordovícico y Silúrico con una modesta diversidad de facies formado parte del dominio de pliegues tumbados.



Las diferentes zonas paleográficas del NO de la Península Ibérica (según Ph. MATTE).

Estudio geológico

Estratigrafía

La Hoja de Lugo en la que nos encontramos participa de dos unidades o dominios de características litológicas y estructurales muy diferentes, denominadas en la región:

- Unidad del Domo de Lugo (zona este).
- Unidad del Olló de Sapo (zona oeste).

La zona de estudio se encuentra en la parte sureste de la hoja, por lo que se corresponde con la unidad del Domo de Lugo la cual se presenta a continuación.

Unidad del Domo de Lugo

Precámbrico

El Precámbrico se ha dividido cartográficamente en dos tramos: el superior o serie de Villalba, y otro inferior o serie de Alba.

Serie de Alba: Está constituida por un conjunto de esquistos micácicos muy ricos en moscovita, con alternancia de niveles cuarcíticos, estimándose su potencia en varios centenares de metros.

Está formada por dos tramos de muro a techo: esquistoso y cuarcítico.

Serie de Villalba: Esta serie reposa sobre la serie de Alba, mediante contacto concordante y está formada por una monótona secuencia



de esquistos, micacitas y gneis pelíticos con granate. Las series de Alba y Villalba forman una unidad litológica en la que sólo son netamente diferenciables los bancos cuarcíticos como grupo litológico más representativo de la denominada serie de Alba.

Terciario

La formación terciaria viene representada por un nivel arcósico en la base, unas arcillas y margas que intercalan algún nivel más detrítico y un nivel superior conglomerático. Las arcosas son grises, de grano fino a medio, mal compactadas, y se encuentran en finos niveles que no suelen superar los 2 m de potencia. Las arcillas y margas arcillosas son verdosas con finos niveles rojizos. Su potencia varía en función de su emplazamiento, oscilando entre 3 y 20 m aproximadamente. Este Terciario yace horizontalmente fosilizando un relieve premioceno o bien rellenando fosas tectónicas recientes de origen distensional que, en algunos sitios, pueden producir saltos de falla importantes que implican potencias de algún centenar de metros en los materiales terciarios. Encima, y recubriendo arcillas y margas, hay un nivel conglomerático de 1,5 m de espesor, muy suelto, y tipo raña, con cantos de cuarcita subangulosos de hasta 10 cm de diámetro y heterométricos que están inmersos en una matriz arcillo-limosa.

Cuaternario

Consta de limos eluvio-aluviales que generalmente descansan sobre

el Terciario. Asimismo se encuentran coluviones de ladera y terrazas locales.

Exposición ambiental

Según la EHE, se debe identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural, y que viene determinado por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que pueden llegar a provocar su degradación. El tipo de ambiente queda definido por la combinación de dos clases de exposición: Clase general de exposición frente a la corrosión de armaduras y Clase específica de exposición relativas a otros procesos de degradación. Teniendo en cuenta que la precipitación media anual en la ciudad de Lugo es de unos 1100 mm y la tabla 8.2.2 de la EHE tenemos que el tipo de ambiente a considerar para los elementos en contacto con el terreno natural, viene dado por la siguiente clase de exposición: **Ila**.

Mapas geológicos

A continuación se adjunta el mapa geológico correspondiente a la zona del proyecto:



Grado en Tecnologías de la Ingeniería Civil. Proyecto Fin de Grado.
Aparcamientos y humanización del centro histórico de Lugo.
Alejandro García Rico



ANEJO Nº6: SEÑALIZACIÓN



ANEJO Nº6: Señalización

Introducción

En este anejo se explican los criterios que se han considerado a la hora de escoger la señalización a ubicar a lo largo de toda la vía ciclista. Tenemos dos tipos de señalización: horizontal y vertical, que serán presentadas a lo largo de este anejo.

Señalización horizontal


La señalización ha de ser acorde al tipo de carril bici que vamos a ejecutar, en este caso un carril bici protegido.

Para escoger la señalización horizontal se han seguido las siguientes normas y/o manuales de recomendaciones de diseño:

- Catálogo de señalización para vías ciclistas Junio 2010 realizado por el Ayuntamiento de Madrid.
- Plan director de movilidad alternativa de Galicia, CMATI.
- Normas 8.2 IC *Marcas Viales*, MOPU.
- Recomendaciones de diseño para las vías ciclistas en Andalucía, Consejería de Fomento y Vivienda.

De estos documentos se han extraído las siguientes marcas viales a utilizar a lo largo del recorrido:

- Línea discontinua de separación de carriles en vías bidireccionales:

Marca Longitudinal	
Línea de Separación de sentidos en vías ciclistas de doble sentido	
Ubicación	En el eje de la vía ciclista.
Diseño	En tramos urbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 1 m, con una anchura de 10 cm. En tramos interurbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 2.5 m, con una anchura de 10 cm. Para curvas sin visibilidad la marca será continua.
	

- Línea continua para señalización de acera bici en espacios compartidos con los peatones:



- Pasos de peatones sobre carril bici y acera bici:

Marca Transversal	
Paso de peatones sobre vía ciclista. Indica un paso para peatones, donde los ciclistas deben dejarles paso.	
Ubicación	Zonas frecuentadas por peatones.
Diseño	Marcas de 25 cm de ancho separadas entre sí 25 cm y una longitud mínima de 2,5 metros.



- Señales más usuales a disponer en las confluencias con otros tráficos:

Señalización de Obligación	
R-407 a	Vía reservada para ciclos o vía ciclista. Obligación para los conductores de ciclos de circular por la vía a cuya entrada esté situada y prohibición a los demás usuarios de la vía de utilizarla.



Señalización de Prohibición	
R-505	Fin de vía reservada para ciclos. Señala el lugar desde donde deja de ser aplicable una anterior señal de vía reservada para ciclos.



Señalización vertical

Con la finalidad de escoger la señalización vertical a ubicar en todo el recorrido se ha tenido como referencia la documentación ya citada en el apartado de señalización horizontal.

La señalización utilizada es la siguiente:

- Señales más usuales a disponer en las vías ciclistas:

Señalización de Advertencia de Peligro	
P-13 a	Curva peligrosa hacia la derecha. Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la derecha.



Señalización de Advertencia de Peligro	
P-20	Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.



Señalización de Indicación	
S-13	Situación de un paso para peatones. Indica la situación de un paso para peatones.



Señalización de Advertencia de Peligro	
P-22	Ciclistas. Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas o de un lugar donde frecuentemente los ciclistas salen a la vía o la cruzan.





Señalización de Prohibición	
R-102	Entrada prohibida a vehículos de motor. Prohibición de acceso a vehículos de motor.
