

GRADO EN INGENIERIA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL
PP1 Y DISEÑO DE CALEFACCIÓN
COMUNITARIA EN LUIAONDO***

DOCUMENTO 2 - MEMORIA JUSTIFICATIVA

Alumna: Alonso Ajuriaguerra, Idoia

Director: Terés Zubiaga, Jon

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 18 de junio de 2018

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO_01: ESTUDIO DE TRÁFICO	3
ANEJO_02: CÁLCULO DE FIRMES Y PAVIMENTOS	13
ANEJO_03: MOVIMIENTO DE TIERRAS	32
ANEJO_04: CÁLCULO LUMINOTÉCNICO	44
ANEJO_05: CÁLCULO DE LA DEMANDA DE CALOR	64

ANEJO_01: ESTUDIO DE TRÁFICO

ESTUDIO DE TRÁFICO

1.- INTRODUCCIÓN	6
1.1.- ENCUADRE GEOGRÁFICO	6
2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
3.- PROGNOSIS DEL TRÁFICO	7
3.1.- INFORMACIÓN DE INTERES	7
3.2.- ESTIMACIÓN DEL COMPUTO GENERAL DE VEHÍCULOS	8
3.3.- TRÁFICO EN LOS VIALES INTERIORES	10
4.- BIBLIOGRAFÍA	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, Categorías de tráfico pesado, según Instrucción 6.1, Secciones de firme	7
--	---

ESTUDIO DE TRÁFICO

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ENCUADRE GEOGRÁFICO

Ayala/Aiara se encuentra al norte del territorio histórico de Alava, en el límite con Vizcaya. Luiaondo es uno de los 24 núcleos de población que componen Ayala, la extensión del municipio (Ayala) más extenso de la comarca Cantábrica Alavesa es de 140,4 km².

2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Comprobar el dimensionamiento de las nuevas arterias de la urbanización.
- Obtener los valores de tráfico considerando la puesta en servicio del nuevo sector.
- Determinar la categoría de tráfico que corresponde a los viales que integran la urbanización en Proyecto, a fin de diseñar adecuadamente la sección de firme a ejecutar en las obras.

El último de los objetivos tiene una finalidad totalmente práctica. En cumplimiento de este objetivo, este estudio va a realizar una prognosis del tráfico al año previsto de puesta en servicio. El año estimado para la puesta en servicio es 2018.

En efecto, la estructura del firme deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello dependerá de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el año de puesta en servicio.

A los efectos de aplicación de la normativa vigente 6.1-I.C “Secciones de firme” aprobada el 28 de noviembre de 2003 [1], se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp de el carril de proyecto. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla 1B.

Tabla 1, Categorías de tráfico pesado, según Instrucción 6.1, Secciones de firme

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\ 000$	$< 4\ 000$ $\geq 2\ 000$	$< 2\ 000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

3.- PROGNOSIS DEL TRÁFICO

3.1.- INFORMACIÓN DE INTERES

El Sector Residencial a desarrollar se planea para uso predominantemente residencial (donde predominan las viviendas en hileras) con los usos que le son compatible, entre ellos el terciario - comercial.

Destaca una circunstancia, que tiene mucha importancia en este Estudio, y es que los viales de la nueva urbanización de Luiaondo solo van a ser utilizados por los habitantes / usuarios de esta nueva zona residencial. Es decir, que las nuevas calles no servirán de tramos intermedio de ningún itinerario que no tenga principio o fin en el propio Sector. Entonces, el uso de estas futuras calles vendrá determinado por:

- Los propios residentes y sus visitantes
- La actividad comercial y de otros usos terciarios permitidos en el ámbito
- Usuarios y visitantes de los futuros jardines públicos
- Usuarios y acompañantes del equipamientos publico

A lo largo de su vida útil, los viales interiores solo darán servicio a la citada urbanización de Luiaondo. Esto es así porque, como ya se ha dicho, la zona a urbanizar no funcionara como camino de paso a ningún otro posible centro de atracción de tráfico al tratarse de un ámbito rodeado por la red de viales existentes en Luiaondo. Tal y como se puede apreciar en los planos donde se muestra la ordenación pormenorizada del Sector y la infraestructura viaria entorno al mismo, el nuevo vial interior de este ámbito conecta con una carretera de la Red Primaria del municipio de Luiaondo.

Estas características de la urbanización de Luiaondo (uso predominante residencial y situación periférica respecto de carreteras comarcales existentes que descarta su recorrido para otros itinerarios externos) hacen que el futuro tráfico dentro de la urbanización este eminentemente constituido por vehículos ligeros, con algunas visitas eventuales de vehículos pesados. El único tráfico de vehículos pesados previsible en la urbanización será el de vehículos de reparto de los locales comerciales, de los servicios municipales (recogida de basura, riegos o reparaciones), camiones de mudanzas o bomberos.

3.2.- ESTIMACIÓN DEL COMPUTO GENERAL DE VEHÍCULOS

En este apartado se cuantifica el numero de vehículos que se moverá cada día en la urbanización de Luiaondo, cuando esta este ya consolidada y con toda su edificabilidad (viviendas, locales y equipamiento) ocupada por sus residentes / usuarios.

Uso residencial:

La población de Ayala se encuentra en un crecimiento que se mantiene constante en los últimos años. Si en el año 2006 Ayala contaba con 2.687 habitantes, en 2010 se contabilizaban 2.771, y en el padrón de 2016 son ya 2.889 habitantes. De los datos del ultimo padrón y del Catastro [2] (en 2017 se contabilizaban 464 viviendas principales en Luiaondo, además de las que se consideran como segunda residencia o vacías) se ha obtenido el índice de ocupación de 2,7 habitantes por vivienda.

Este valor supone una media de los hogares de Luiaondo, por lo que se espera que si se considera una nueva urbanización, la ocupación media de cada vivienda de la nueva zona residencial será un poco inferior al valor anterior. Se supone que cada nuevo hogar de la urbanización de Luiaondo estará formado, en media, por una familia de 2,5 individuos.

Ademas, se estima que cada vivienda (ocupada por 2,5 nuevos habitantes) posee de media 2,2 vehículos (1 vehículo cada 1,1 habitantes). Si estos coches se emplean una media de 4 trayectos diarios (4 viajes que incluyen ida y vuelta), se obtiene que los residentes pueden realizar un total de 774,4 movimientos cada día dentro de la urbanización.

$$(4desplazam./veh)x(2,2veh/vivienda)x88viviendas = 774,4desplazamientos$$

Por otro lado, a continuación se justificará el valor propuesto para el numero de vehículos por habitante. Se ha obtenido, a partir de los datos ofrecidos por Eustat [3], el parámetro del nº de turismos por cada habitantes de la localidad de Ayala en 2017 es de 0,9 vehic./habitantes.

Se considera, ademas, que una vez puesta en servicio la urbanización, esta tasa puede seguir creciendo. Por ello, se decide fijar en este trabajo una tasa de 1 vehículo cada 1,1 habitantes.

Uso terciario:

Según se establece en las Bases particulares de este Sector [4], el uso característico o global de la nueva urbanización es el residencial. No obstante, se preve, a los efectos de previsión de trafico, que el uso residencial será compatible con los usos terciarios relacionados con actividades comerciales, restaurantes y oficinas. Teniendo en cuenta que la tipología mayoritaria de vivienda es la plurifamiliar donde son habituales los bajos comerciales.

Edificabilidad terciaria: 180 m² en la planta baja de uno de los edificios

Estimación de la afluencia a locales terciarios: 1ocupante/5 m² sup. terciario

Afluencia diaria estimada: 36 personas/día

Por otro lado, los usuarios de las superficies terciarias pueden ser de la urbanización, o de fuera de la misma. Además, en caso de ser de fuera, pueden acudir andando o en coche. Y, en el último caso, pueden acudir varias personas en un mismo coche. Para realizar este estudio se estima que por cada 3 ocupantes de los locales terciarios, se hace 1 viaje en coche (ida + vuelta), lo que resulta un total de 12 movimientos cada día en el interior de la urbanización.

Estas hipótesis son realistas, pero están del lado de la seguridad.

Resumen:

En total, se ha previsto un número global de movimientos en las calles de la nueva urbanización igual a 787 diarios, de los que aproximadamente un 60% corresponden a los propietarios residentes. A esta cifra habría que añadir los vehículos de servicios, de vigilancia etc. Que se puede suponer en torno a 3%, lo que elevaría la cantidad de movimientos a 811 diarios.

3.3.- TRÁFICO EN LOS VIALES INTERIORES

Los movimientos estimados de vehículos en el Sector siempre saldrán o entrarán a los viales de la urbanización de Luiaondo, puesto que esta no tiene entidad suficiente (superficie) para justificar trayectos internos (el porcentaje de estos casos se considera despreciable).

Con esta información, y teniendo los datos de la ordenación y distribución de las edificabilidades, se puede realizar la hipótesis siguiente: del total de movimientos estimados en el apartado 3.2, en cada una de las nuevas calles de la urbanización, se acogerá el siguiente porcentaje de tráfico:

- Calle nº 1 (avenida principal): 50% - Doble sentido
- Calle nº 2 (avenida principal): 50% - Doble sentido

Estas dos calles pertenecen a la nueva urbanización, compuesta cada una de ellas por una calzada de doble sentido, con un carril para cada sentido.

Se estima que el reparto del trafico por sentido es de 50/50, con ello se obtiene un resultado de la intensidad media diaria (IMD) de vehículos ligeros en cada uno de los carriles de estas calles. El valor es: $IMD = 811 \times 0,5 = 406$

En este tipo de urbanizaciones, y por lo descrito en el apartado 3.2, el trafico de vehículos pesados (servicios municipales, abastecimientos, obras, mudanzas, etc.) es siempre inferior al 3% del total. En este caso (3% de 787), esto supone que la IMDp (vehículos pesados), no superará los 25 vehículos diarios, que se corresponde con una categoría de trafico pesado T42, según la Instrucción 6.1-I.C. "Secciones de firme".

Como se ha comentado, para el dimensionamiento del firme de las calzadas, se pueden utilizar las directrices marcadas en la Norma 6.1-I.C., que establecen que la sección de los firmes está en función del trafico y composición de este (trafico pesado), así como la naturaleza del terreno (tipo de explanada). Ahora bien, es necesario señalar que esta instrucción esta concebida para la ejecución de obras de carreteras, por lo que puede parecer excesiva su aplicación en el diseño de calzadas en zonas residenciales. En efecto, el tipo de trafico al que se verán sometidas las calzadas de los viales de la nueva urbanización presenta unas características que no permiten asemejarlo a cualquiera de los recogidos en la anterior instrucción. Esta consideración se tendrá en cuenta en este apartado "Calculo de firmes y pavimentos".

4.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Instrucción 6.1 “Secciones de firme”.

[2] Datos del Catastro

[3] Eustat, nº de vehículos por habitante en la localidad de Ayala

[4] Plan Parcial 1 de Luiaondo

ANEJO_02: CALCULO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

CÁLCULO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

1.- OBJETO	16
2.- FIRMES Y CALZADA	16
2.1.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	16
2.2.- TIPO DE TRÁFICO Y EXPLANADA	17
2.3.- DISEÑO DE LA SECCIÓN DE FIRME	23
2.4.- SELECCIÓN DEL LIGANTE, ÁRIDOS Y FILLER	25
2.5.- MOTIVO DE LA ELECCIÓN DE LA CAPA DE RODADURA EN VIALES	27
3.- SECCIÓN TIPO EN APARCAMIENTOS	29
4.- ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS	29
5.- BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Modulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga, Norma 6.1-I.C.: Secciones de firmes	21
Tabla 2: Formación de explanada, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes	21
Tabla 3: Catalogo de secciones de firme para las categorías de trafico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), en función de la categoría de explanada. Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes	23
Tabla 4: Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes	24
Tabla 5: Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, en capa de rodadura y siguiente. Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes	26
Figura 1, Mapa Geotécnico General, detalle de Luiaondo, según IGME	18
Figura 2, Leyenda del Mapa Geotécnico General	19
Figura 3, Mapa Geológico de España, Fuente Instituto Geológico y Minero de España.	20
Figura 4: Zonas Termicas Estivales, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes	25

CÁLCULO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

1.- OBJETO

En este Anejo se describirá y justificará, las diferentes secciones de firmes y pavimentos a disponer en las obras comprendidas en este Proyecto: calzada de los viales, zonas de aparcamiento y aceras.

2.- FIRMES Y CALZADA

2.1.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el dimensionamiento del firme de las calzadas de la nueva urbanización, se van a utilizar las directrices marcadas por el Ministerio de Fomento, en la Instrucción 6.1-I.C. "Secciones de firmes" [1], que establecen que el diseño del paquete de firme esta en función del tráfico y composición de este (tráfico pesado), así como de la naturaleza del terreno (tipo de explanada). Ahora bien, es necesario señalar que esta instrucción esta concebida para la ejecución de obras de carreteras, por lo que puede parecer desmedida su aplicación en el diseño de calzadas de zonas residenciales.

Así mismo se comprobarán los datos obtenidos con la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de Carreteras del País Vasco [2].

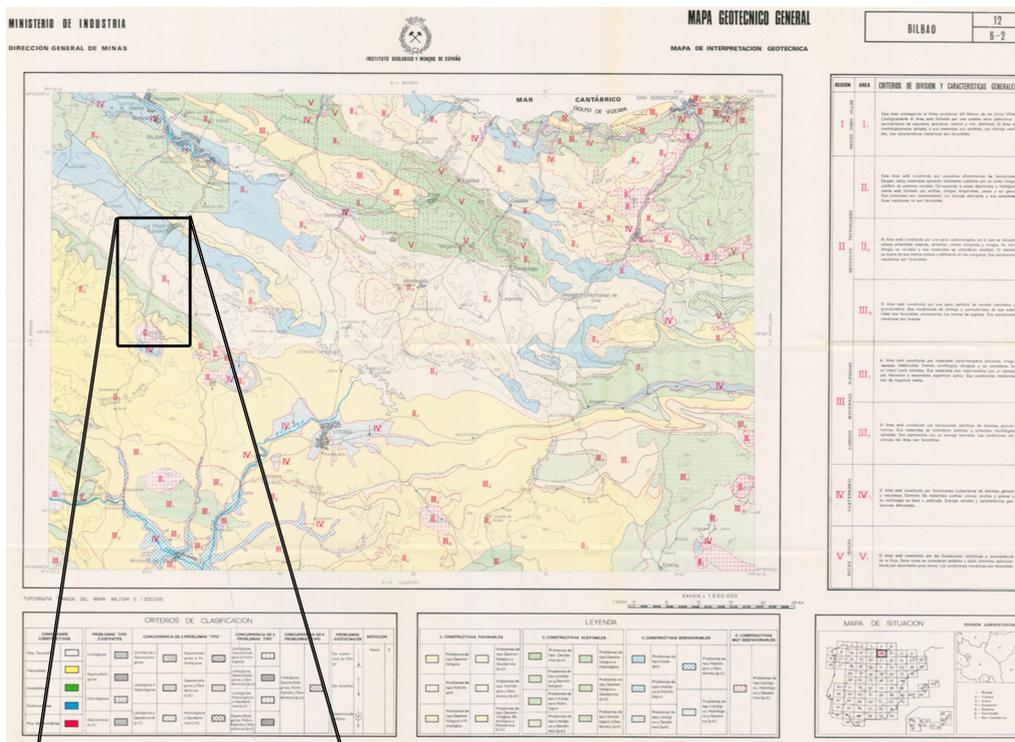
En efecto, como se demostrara mas adelante, el tipo de tráfico al que se verán sometidas las calzadas de los viales de la urbanización que se proyecta presenta unas características que no permiten asemejarlo a cualquiera de los recogidos en la anterior instrucción.

Ademas, es muy común la regla practica que indica que en el diseño de la calzada de los distintos viales de una nueva urbanización, no puede estimarse en ningún caso que el tráfico diario de vehículos pesados será menor de 50. Esto equivale a decir, en aplicación de la Instrucción 6.1-I.C. "Secciones de firmes" que hay que considerar, cuanto menos, una categoría de tráfico pesado T32 ($50 < \text{IMDp} < 99$), cuando se ha demostrado en el Anejo anterior que la previsión de circulación de vehículos pesados por la nueva urbanización será menor de 25 unidades/día (tráfico T42).

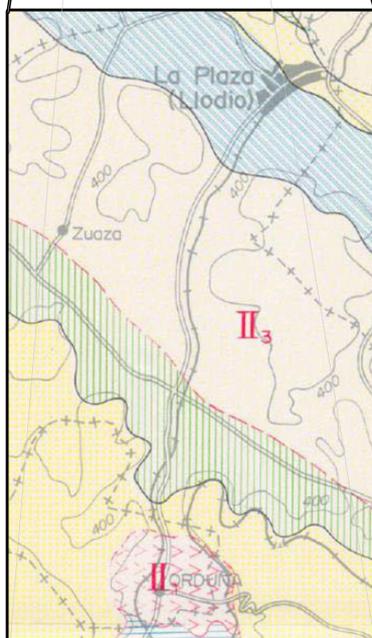
Aplicando con perspectiva crítica este “panorama normativo”, finalmente se seleccionara la sección de firme que, presentado una características funcionales correctas al uso que se pretende, resulte mas adecuada desde el punto de vista económico y medioambiental. Las calzadas de los viales se diseñarán, entonces, aplicando la Instrucción del Ministerio de Fomento.

2.2.- TIPO DE TRÁFICO Y EXPLANADA

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del trafico (fundamentalmente del mas pesado) durante la vida útil de la calzada, y a la categoría de la explanada sobre las que se posara la sección de firme. En resumen, y según la Instrucción 6.1-I.C. “Secciones de firmes”, la sección del firme depende, en primer lugar, de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el año de puesta en servicio (dicha intensidad se utilizara para establecer la categoría de trafico pesado), y en segundo lugar de la categoría de la explanada.



Mapa Geotécnico General
Escala 1/200.000
Fuente: IGME



Detalle de Luiaondo y alrededores

Figura 1, Mapa Geotécnico General, detalle de Luiaondo, según IGME

CRITERIOS DE CLASIFICACION									
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS		PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES		CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"				CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	
Muy favorables		Litológicos		Litológicos y Geomorfológicos		Geomorfológicos e Hidrológicos		Litológicos, Geomorfológico e Hidrológicos	
Favorables		Geomorfológicos		Litológicos e Hidrológicos		Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)		Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	
Aceptables		Hidrológicos						Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	
Desfavorables		Geotécnicos (p.d.)		Litológicos y Geotécnicos (p.d.)		Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	
Muy desfavorables									

II MESOZOICO TECTONIZADO	II₁	Este Area está constituida por pequeños afloramientos de formaciones Keuper; estos materiales aparecen totalmente cubiertos por un suelo margoyesífero de potencia variable. Corresponde a zonas deprimidas y litológicamente está formada por arcillas, margas abigarradas, yesos y sal gema. Sus materiales son impermeables con drenaje deficiente y sus características mecánicas no son favorables.
	II₂	El Area está constituida por una serie calco-margosa, en la que se incluyen calizas arrecifales masivas, dolomías, calizas margosas y margas. Su morfología es variable y sus materiales se consideran estables. El drenaje es bueno en sus tramos calizos y deficiente en los margosos. Sus condiciones mecánicas son favorables.
	III₃	El Area está constituida por una serie detrítica de variada naturaleza y granulometría. Sus condiciones de drenaje y permeabilidad de sus materiales son favorables, exceptuando los tramos de argilitas. Sus condiciones mecánicas son buenas.

Figura 2, Leyenda del Mapa Geotécnico General

Según este documento, la intersección se localiza en un área con condiciones constructivas muy favorables.

A partir del análisis de los datos expuestos, se estima que el terreno posee estabilidad suficiente para trabajar como cimiento de la explanada para formación de un paquete de firme de viales propios de una urbanización residencial, una vez efectuado el desbroce y la retirada de la capa superficial de tierra vegetal (unos 20 cm). La clasificación del suelo es en función de las características del terreno natural en una profundidad mínima de 1 m desde el nivel natural del terreno. Por todo lo expuesto, se estima que el suelo se puede clasificar como suelo tolerable.

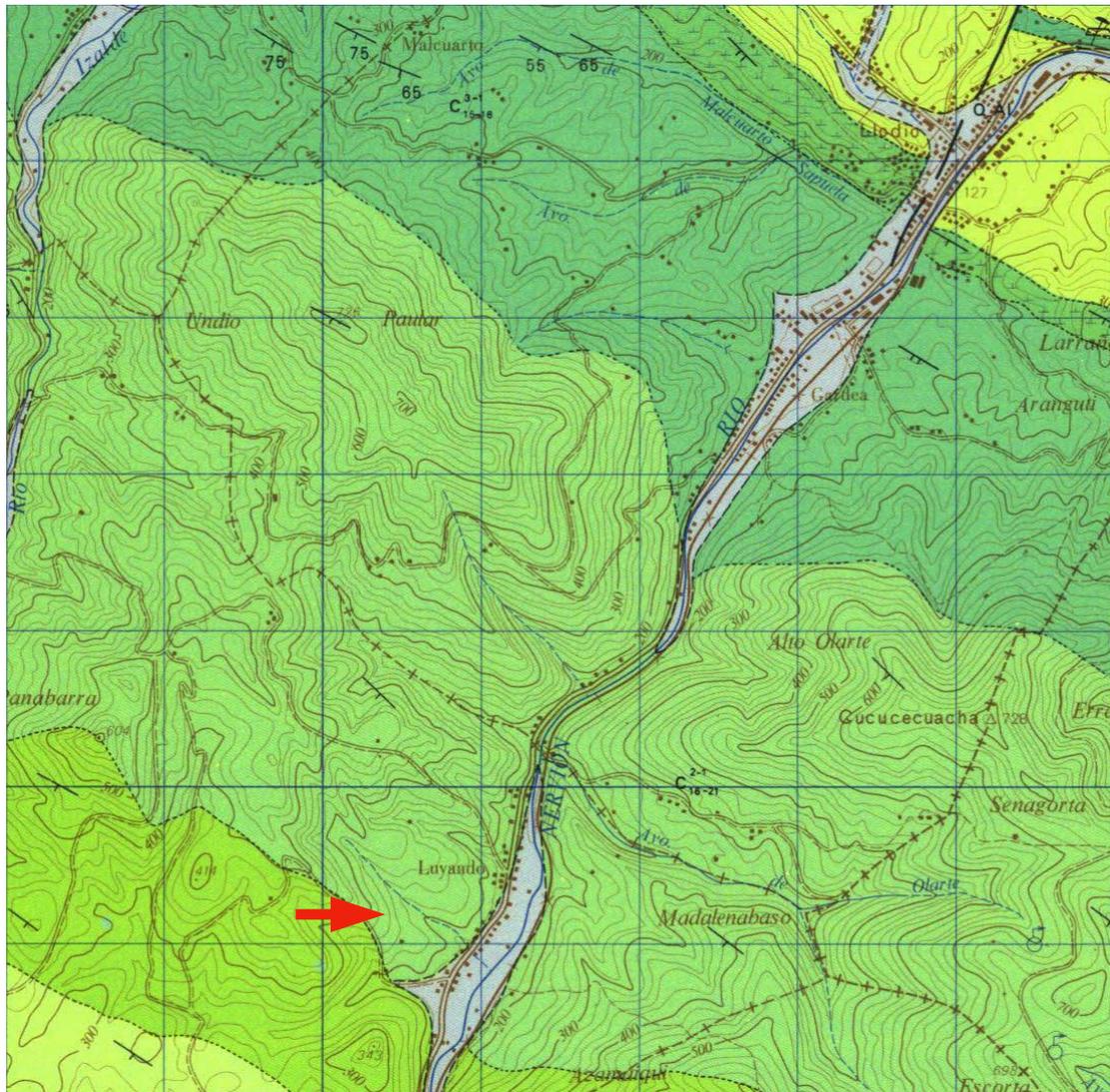


Figura 3, Mapa Geológico de España, Fuente Instituto Geológico y Minero de España.

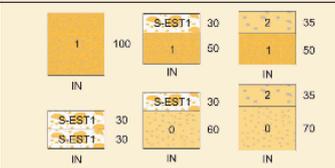
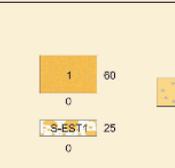
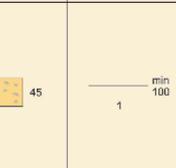
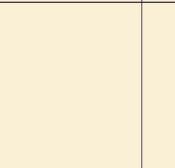
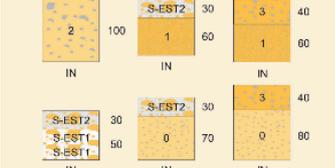
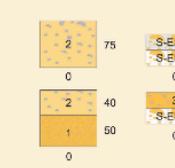
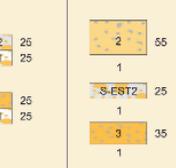
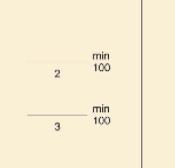
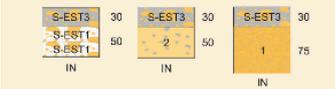
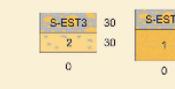
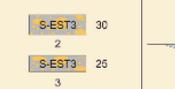
La 6.1-IC “Secciones de Firme” de la instrucción de carreteras aprobada el 28 de Noviembre de 2003 a la que nos remite la “Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco”, considera para el dimensionamiento del firme tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas tres categorías se determinan según el modulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obteniendo de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Modulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga, Norma 6.1-I.C.: Secciones de firmes

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Conocido finalmente el terreno que va a funcionar como base de la explanada (suelo tolerable), y tomando como partida que para la zona bastaría con la obtención de una E2, la Instrucción 6.1-I.C. “Secciones de firmes” remite para la obtención de la explanada E2 ($120 < E_{v2}$ (Mpa) < 300) a las siguientes soluciones.

Tabla 2: Formación de explanada, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes

CATEGORÍA DE EXPLANADA	TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
E1 $E_{v2} \geq 60$ MPa					
E2 $E_{v2} \geq 120$ MPa					
E3 $E_{v2} \geq 300$ MPa					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)

0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)

1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)

2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material

espesor

30 mínimo en cm

S-EST 3

2

suelo de explanación c de la obra de tierra subyacente

Para la correcta aplicación de la Tabla 2 debe tenerse en cuenta que todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal y que todos los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), [3], además de las complementarias recogidas en la tabla 4 de la Norma 6.1-IC “Secciones de Firmes” de la instrucción de carreteras.

La tabla se estructura según el tipo de suelo de la explanación en el caso de los desmontes, o de la obra de tierra subyacente en el caso de los rellenos (terraplenes, pedraplenes o rellenos todo-uno).

Por tanto, dadas la características del terreno en que se ubica el sector:

- Se obtendrá una explanada E2 ($120 < E_{v2} \text{ (Mpa)} < 300$) ejecutando una capa superior del terraplén con 75 cm de suelo seleccionado.
- A partir de la IMD de vehículos pesados estimada para el año 2018 (puesta en servicio de la nueva urbanización), se define un tipo de tráfico T42 para los viales interiores de la nueva urbanización. No obstante, existe una regla práctica (ya comentada) que indica que, en estos casos, no puede estimarse en ningún caso que el tráfico de vehículos pesados será menor de 50. Esto equivale a decir, en aplicación de la Instrucción 6.1-IC.

2.3.- DISEÑO DE LA SECCIÓN DE FIRME

Una vez conocida la categoría de tráfico prevista en los viales interiores de la nueva urbanización (T32 o T42 según el estudio de movilidad) y la explanada tipo (E2), la norma 6.1-IC “Secciones de Firmes” resume en la siguiente tabla las secciones de firme a utilizar:

Tabla 3: Catalogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), en función de la categoría de explanada. Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO											
		T31			T32			T41			T42		
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 ZA 40	3112 MB 15 SC 30	3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 ZA 40	3212 MB 12 SC 30	3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 40	4112 MB 8 SC 30	4114 HF 20 ZA 20	4211 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 35	4212 MB 5 SC 25	4214 HF 18 ZA 20
	E2	3121 MB 16 ZA 40	3122 MB 12 SC 30	3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 ZA 35	3222 MB 10 SC 30	3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 30	4122 MB 8 SC 25	4124 HF 20	4221 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 25	4222 MB 5 SC 22	4224 HF 18
	E3	3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18

Espesores mínimos en cm

MB Mezclas bituminosas
 HF Hormigón de firme
 SC Suelocemento
 ZA Zahorra artificial

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

La urbanización a ejecutar es residencial con una intensidad media diaria de vehículos pesados reducida. Esta tipología se corresponde en esta clasificación con una vía tipo V4 definida como vialidad secundaria.

La decisión final por una de las soluciones posibles se hará basándose en el aspecto económico (coste de los distintos materiales que forman el paquete de firme), así como, en la facilidad de obtención de los diferentes materiales. Entre las diferentes soluciones posibles para cada uno de los casos, la mezcla bituminosa aparece en la mayor parte de los casos, por lo que en este Proyecto se optara por disponer de este material, pues es el de uso mas generalizado: se emplea tanto en viales urbanos como en autopistas, carreteras de todo tipo y pistas de aeropuerto.

Tabla 4: Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 ^(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

A partir del análisis de los datos y teniendo en cuenta el Plan Parcial, que desarrolla la ordenación global fijada por las Normas Subsidiarias del Planeamiento Municipal, finalmente se ha tomado la decisión de contemplar para los viales interiores de la urbanización:

- 5 cm de MBC capa de rodadura (S12)
- Riego de adherencia (EAT) tipo ECR-1
- 7 cm de MBC capa base (G20)
- Riego de imprimación (EAI) tipo ECL-1
- Capa base 30 cm de Zahorra Artificial

Respecto al catalogo de secciones tipo establecido en la Instrucción 6.1-IC, la solución anterior es superior a la sección tipo 4221 (5 cm mas de zahorra artificial e 7 cm mas de mezcla bituminosa), e inferior a la 3221 (5 cm menos de zahorra artificial e 3 cm menos de mezcla bituminosa).

Sin embargo, como se ha dicho con anterioridad, parece excesivo ir a un trafico pesado T32 cuando: 1- Se espera que los vehículos pesados que circulen por los nuevos viales sean menos de 50 al día, y 2- La aplicación de la Instrucción 6.1-IC (escrita sobre todo para carreteras) sobredimensiona los viales de urbanizaciones residenciales.

2.4.- SELECCIÓN DEL LIGANTE, ÁRIDOS Y FILLER

Para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, se tendrá en cuenta la zona térmica estival y la categoría de trafico pesado definido en las siguientes figuras.

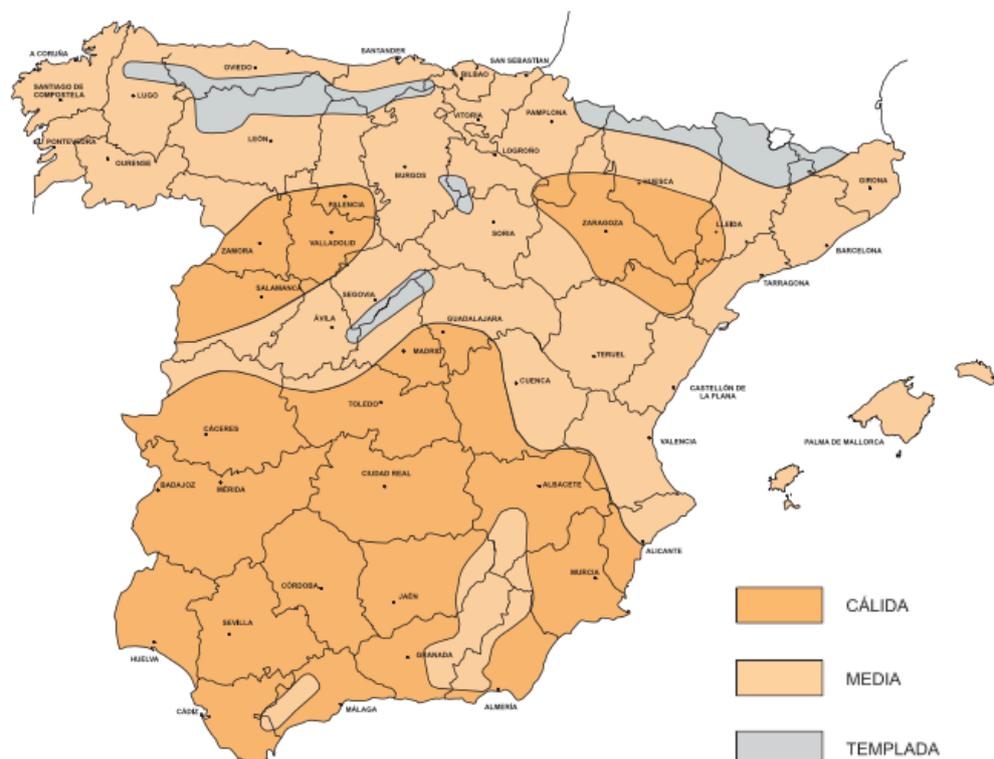


Figura 4: Zonas Térmicas Estivales, Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 Y T31	T32 y arcenes	T4
CÁLIDA	B40/50 BC35/50 BM-2 BM-3c		B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-2 BM-3b BM-3c	B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-3b	B60/70 BC50/70	
MEDIA	B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-3b BM-3c		B40/50 B60/70 BC35/50 BC50/70 BM-3b	B60/70 BC50/70 BM-3b	B60/70 B80/100 BC50/70	B60/70 B80/100 BC50/70
TEMPLADA	B60/70 BC50/70 BM-3b BM-3c			B60/70 B80/100 BC50/70 BM-3b		

*Tabla 5: Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, en capa de rodadura y siguiente.
Norma 6.1-I.C. Secciones de firmes*

Al estar la zona en estudio en zona térmica estival media y como el tipo de tráfico pesado es T42 o T32, se tiene como únicas posibilidades la elección de los betunes B 60/70, ya que cuanto menor es la penetración, más duro y consistente es el betún.

Existen mezclas en caliente con muy diferentes características. La mayor parte de las normalizadas en España son, aun con diversas granulometrías, del tipo hormigón bituminoso, es decir, están formadas por árido grueso, árido fino, filler y betún, siendo su granulometría sensiblemente continua.

El árido grueso a emplear tendrá un desgaste medio en el ensayo de Los Angeles inferior a 20 en capa de rodadura, e inferior a 25 en capa base o intermedia. En la capa de rodadura será de naturaleza caliza.

2.5.- MOTIVO DE LA ELECCIÓN DE LA CAPA DE RODADURA EN VIALES

En este apartado se pretende justificar la elección que se ha realizado sobre el tipo de mezcla bituminosa a utilizar en la capa de rodadura del firme en los viales de la urbanización, que se recuerda ha sido una MBC semidensa S-12, frente a otras posibilidades de las cuales, principalmente, cabe fijarse en las mezclas porosas. Se matiza ya que la argumentación siguiente no considera las ventajas de drenaje que implica el uso del segundo.

Es en estos viales, por su carácter mayormente de distribución del tráfico que de acceso a las viviendas, donde se producirán las mayores intensidades de tráfico. Es, pues, en estos en donde se generaran los mayores niveles de ruido ambiente.

Es el problema acústico el que ha generado la discusión que se expone, pues, mas allá de las recomendaciones como la de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que apunta, a que los niveles sonoros continuos equivalentes, para el periodo diurno, no superen los 65 dB(A). Se añade que tal parámetro ambiental cobra especial importancia en el caso de un entorno como el que pretende conseguir la urbanización proyectada, entorno que debe garantizar el mantenimiento de ciertos factores de confort ambiental por encima, incluso, de los estándares propios de núcleos urbanos mas saturados.

El presente proyecto a querido, cuando menos, considerar la posibilidad de disminuir la incidencia de la contaminación acústica en el ámbito de la urbanización, disponiendo mezclas bituminosas porosas, las cuales disminuyen los niveles de ruido venidos de la rodadura entorno a 3 dB(A).

Entre las ventajas que supondría la colocación de un pavimento poroso en el caso presente, aun cuando no se disminuye el nivel sonoro tanto como se preve, la variación del espectro del ruido generado lo haría mucho mas soportable.

Continuando con la posibilidad comentada de disponer un pavimento poroso en los viales perimetrales, se señala en el caso de viales urbanos y para tal fin, y diferenciados de los propios de carreteras y vías de alta capacidad, existen los denominados pavimentos silenciosos tipo A (los tipo B son propios de carreteras y los tipo C de zonas con grandes problemas de drenaje), que son los indicados para bajas intensidades de tráfico pesado y un ruido con un contenido de frecuencias bajas mayor, como es el caso dadas las velocidades de circulación previstas.

El resultado del modelo, para el periodo diurno y en el caso, muy desfavorable, de intensidad de tráfico para el que se ha calculado, esta por debajo de lo que recomienda la OMS.

Con todo, dada la simplicidad del modelo empleado aso como de las hipótesis de calculo tal desfavorables que se han manejado, se ha decidido, finalmente, no emplear pavimento silencioso en los viales interiores de la urbanización, utilizándose una MBC tipo S-12.

3.- SECCIÓN TIPO EN APARCAMIENTOS

Para las franjas de aparcamiento se escogerá la misma sección de firme que en la calzada por razones constructivas.

4.- ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

En el diseño de los diferentes elementos urbanos que intervienen en este Proyecto de Urbanización, se han ajustado los diferentes elementos de la urbanización para que los itinerarios adaptados de peatones o mixtos de peatones y vehículos, en calles, parques, jardines y otros espacios públicos se adecuen a los requerimientos que se enumeran a continuación:

- La anchura mínima libre de obstáculos en todo el recorrido será de 0,9 m. En las aceras será de 1,5 m.
- Todas las calles deberán disponer, al menos, de una franja de paso de anchura, no inferior a 0,9 m libre de obstáculos.
- En los cambios de dirección, la anchura mínima libre se aumentará hasta 1,10 m cuando se amplíe para los dos lados y hasta 1,2 m cuando se haga hacia uno de ellos.
- El espacio para efectuar giros con sillas de ruedas permitirá incluir un círculo de 1,5 m.
- La pendiente longitudinal máxima, será del 6%. En ningún caso superará el 8%.
- La pendiente máxima transversal será del 2%.
- La altura mínima libre de obstáculos en todo el recorrido será de 2,10 m.
- Los bordillos tendrán los cantos redondeados y una altura máxima recomendable de 0,12 m.
- Los riegos de adherencia se harán con betún fluidificado RC-0, RC-1, RC-2 o bien emulsiones asfálticas.
- 8 plazas de aparcamiento serán reservadas para minusválidos (superior al 2% del número total de plazas). Se dispondrá según criterio del Ayuntamiento o de la Dirección Facultativa.

Respecto a las pendientes, se ha ajustado todo el proyecto para reducir pendientes y para respetar las cotas ya existentes en los ejes (puesto que en estas zonas la nueva urbanización entronca con viales ya existentes). Todos los viales tienen pendiente máxima del 6%.

Respecto a los pasos de cebra, se han adaptado las aceras para el tránsito de minusválidos, con su rampa de bajada, bordillo rebajado hasta 2 cm por encima de la calzada, y baldosa especial antideslizante (de botones rojos). En las siguientes hojas se muestran varios croquis de estos pasos de cebra adaptados, que se definen en función del ancho de la acera, y que han sido trasladados al diseño definitivo de las obras de este Proyecto.

5.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Instrucción 6.1-I.C. “Secciones de firmes”

[2] Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de Carreteras del País Vasco

[3] PG-3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes,

<http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=ICW020>

ANEJO_03: MOVIMIENTOS DE TIERRAS

MOVIMIENTOS DE TIERRAS

1.- INTRODUCCIÓN	35
2.- CONSIDERACIONES	35
3.- PERFIL LONGITUDINAL	37
4.- CÁLCULO DE VOLUMENES	38
5.- REPLANTEO	41
6.- CONCLUSIONES	42
7.- BIBLIOGRAFÍA	43

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1, Listado de cubicación	40
Tabla 2, Listado de puntos para el replanteo del eje	41
Tabla 3, Listado de puntos para el replanteo del límite de la obra	42
Figura 1, Trazado en planta de los viales de la nueva urbanización	36
Figura 2, Perfil longitudinal del eje de la calzada	37
Figura 4, Transversales en planta	38
Figura 5, Corte transversal del terreno modificado en el P.K. 0	39
Figura 6, Corte transversal del terreno modificado en el P.K. 206,086	39

MOVIMIENTOS DE TIERRAS

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se van a describir los parámetros y métodos utilizados para definir las operaciones a realizar para la ejecución de la explanación, en lo que a movimientos de tierras se refiere.

Para llevar a acabo la tarea de construcción de los viales de la nueva urbanización, será necesaria la realización de una serie de movimientos de tierras, tratando de ajustar el nuevo trazado al terreno existente lo máximo posible.

2.- CONSIDERACIONES

Las consideraciones deberán respetar lo mencionado en el Artículo 15 de las Normas Subsidiarias de Luiaondo [1] sobre las condiciones de urbanización y las condiciones particulares mínimas del Plan Parcial 1 [2] que se desarrollan en el Artículo 7 del mismo. Dicho artículo indica los criterios de diseño para el vial.

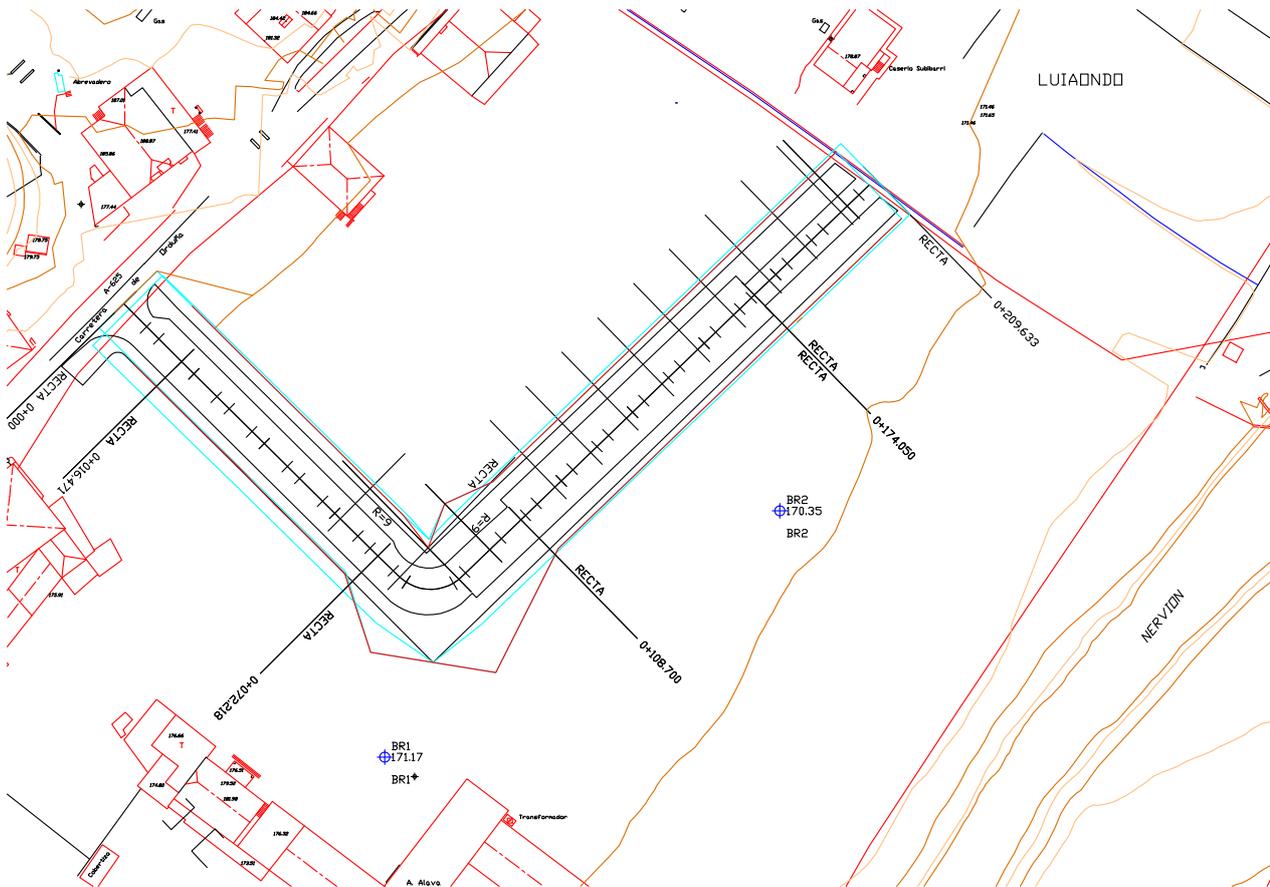


Figura 1, Trazado en planta de los viales de la nueva urbanización

En el plano topográfico [3] anterior se puede observar el eje de la calzada a realizar en la nueva urbanización. En el cálculo de movimientos de tierras de este apartado solo se va a estudiar las calzadas principales de la urbanización. Los movimientos de tierras a realizar para la construcción de la central de generación de calor del sistema de calefacción centralizada se estudiarán en su anejo.

El eje de calzada tiene un tramo recto paralelo a la dirección del río Nerviión y otro tramo recto perpendicular al río Nerviión, y estos dos tramos se unirán mediante una curva de radio de 9 metros.

La longitud total del eje será de 207 metros.

3.- PERFIL LONGITUDINAL

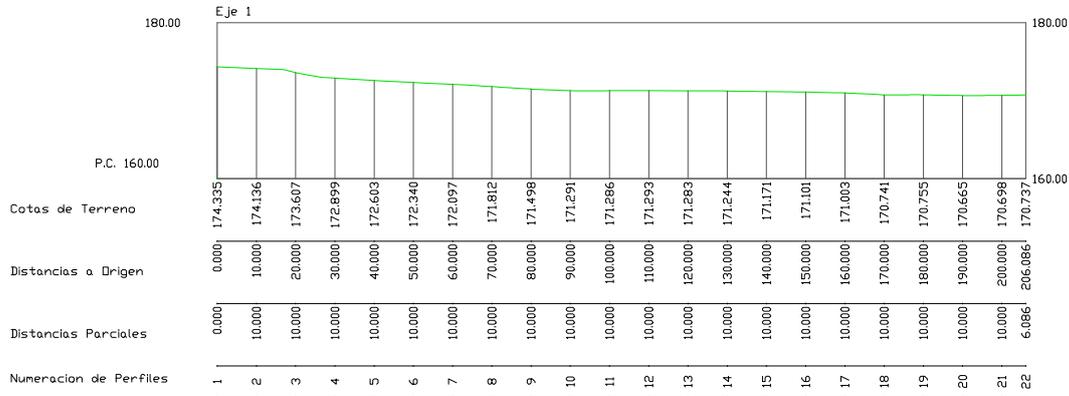


Figura 2, Perfil longitudinal del eje de la calzada

Como se puede observar en el perfil longitudinal del eje, el terreno original es prácticamente llanos la diferencia de cota es mínima, pasa de 174,335 a 170,737 metros de altura en 207 metros de longitud.

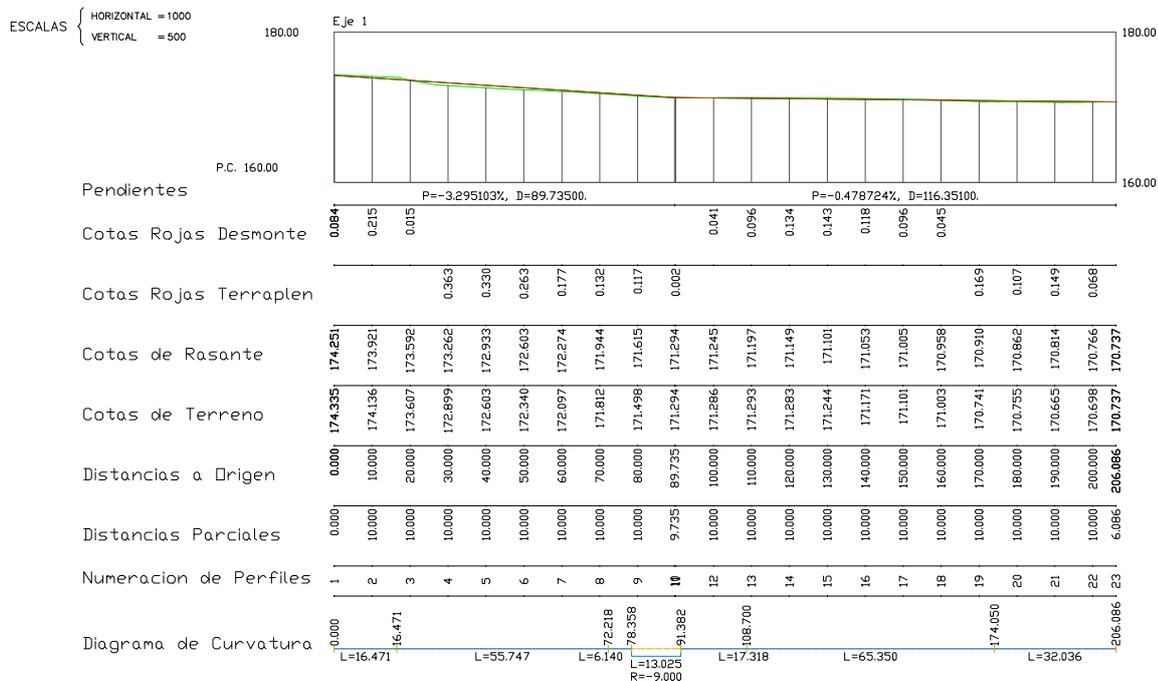


Figura 3, Perfil longitudinal con la nueva rasante

4.- CÁLCULO DE VOLUMENES

Para realizar el cálculo de los volúmenes de movimientos de tierra que se tienen que realizar, se han realizado mediante en programa MDT unas transversales cada diez metros como se muestra a continuación.

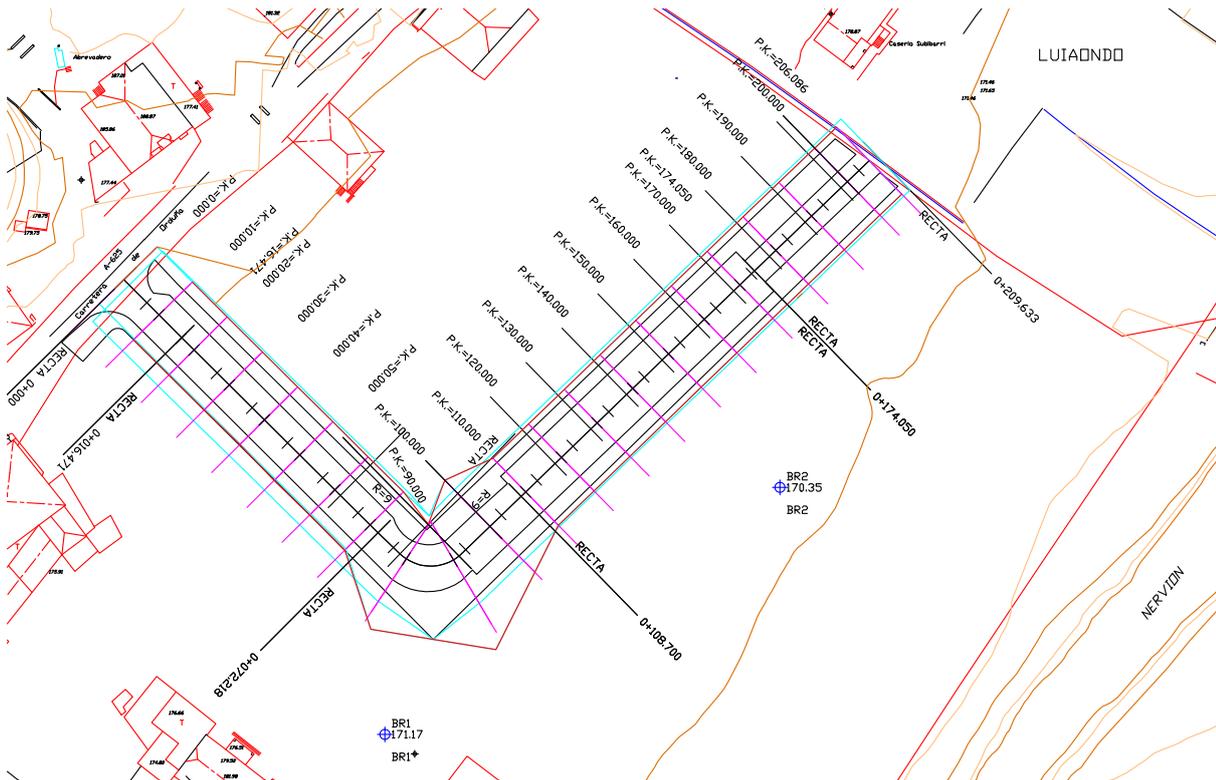


Figura 4, Transversales en planta

A continuación se muestran los cortes transversales del terreno modificado en los puntos P.K. 0 y P.K. 206,086

P.K.=0 - Perfil nº 1

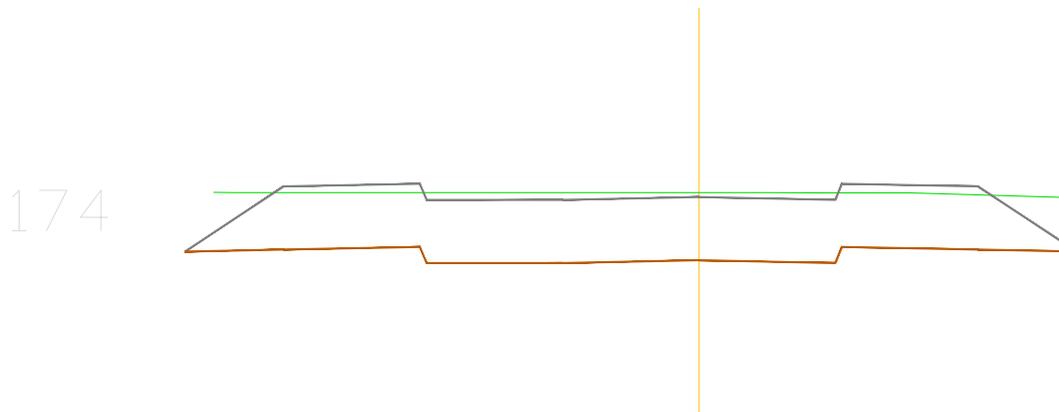


Figura 5, Corte transversal del terreno modificado en el P.K. 0

- El color verde nos indica la cota del terreno natural.
- El color marrón la cota que debemos alcanzar con la excavación.
- El color gris es la cota final de la calzada

P.K.=206,086 - Perfil nº 22

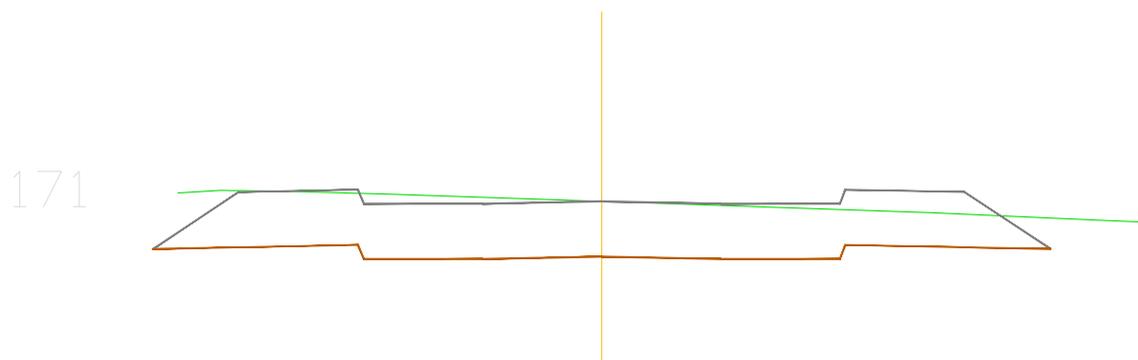


Figura 6, Corte transversal del terreno modificado en el P.K. 206,086

En los cortes transversales del eje se puede observar que los movimientos de tierras serán únicamente para alcanzar la cota necesaria para posteriormente construir la explanada, y finalmente alcanzar la cota que nos indica el vial existente al lado, con el paquete de firmes seleccionados. El paquete de firmes incluye todos los materiales calculados en el Anejo_02 Dimensionamiento de firmes.

La tabla a continuación recoge los valores de las mediciones de las áreas y volúmenes entre perfiles transversales, calculados con un intervalo de 10 metros, calculados con la ayuda del programa MDT.

Tabla 1, Listado de cubicación

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	18.222	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				192.788	0.000	0.000
10.000	20.336	0.000	0.000	192.788	0.000	0.000
				186.922	0.000	0.000
20.000	17.049	0.000	0.000	379.711	0.000	0.000
				140.893	0.000	0.000
30.000	11.130	0.000	0.000	520.604	0.000	0.000
				113.364	0.000	0.000
40.000	11.543	0.000	0.000	633.968	0.000	0.000
				120.245	0.000	0.000
50.000	12.506	0.000	0.000	754.214	0.000	0.000
				131.478	0.000	0.000
60.000	13.789	0.000	0.000	885.692	0.000	0.000
				140.880	0.000	0.000
70.000	14.387	0.000	0.000	1026.572	0.000	0.000
				177.167	0.000	0.000
80.000	21.047	0.000	0.000	1203.740	0.000	0.000
				0.000	0.000	0.000
100.000	25.299	0.000	0.000	1203.740	0.000	0.000
				234.930	0.000	0.000
110.000	21.687	0.000	0.000	1438.670	0.000	0.000
				220.359	0.000	0.000
120.000	22.385	0.000	0.000	1659.029	0.000	0.000
				224.205	0.000	0.000
130.000	22.456	0.000	0.000	1883.234	0.000	0.000
				223.066	0.000	0.000
140.000	22.157	0.000	0.000	2106.300	0.000	0.000
				219.287	0.000	0.000
150.000	21.700	0.000	0.000	2325.587	0.000	0.000
				211.146	0.000	0.000
160.000	20.529	0.000	0.000	2536.733	0.000	0.000
				188.618	0.000	0.000
170.000	17.195	0.000	0.000	2725.351	0.000	0.000
180.000	18.037	0.000	0.000	2901.509	0.000	0.000
				176.171	0.000	0.000
190.000	17.197	0.000	0.000	3077.680	0.000	0.000
				178.921	0.000	0.000
200.000	18.587	0.000	0.000	3256.600	0.000	0.000
				116.795	0.000	0.000
206.086	19.795	0.000	0.000	3373.395	0.000	0.000

TOTALES	
Volumen de Desmote	3373.395
Volumen de Terraplén	0.000
Volumen de Vegetal	0.000
Diferencia (Desmote - Terraplén)	3373.395
Superficie Desbroce	0.000

Nos queda un **total de 3373,395 m³ de desmote.**

5.- REPLANTEO

Para obtener los listados de replanteo se han definido las Bases para el replanteo BR1 y BR2 como se puede observar en la Figura 4.

Los listados para el replanteo del eje y del límite de la obra son los siguientes:

Tabla 2, Listado de puntos para el replanteo del eje

	Base	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Distancia
BR-ESTACIÓN	BR1	499980.109	4771469.109	64.2630	93.708
BR-ORIENTACIÓN	BR2	500059.436	4771518.993		

P.K.	RET	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Azimut	Distancia	Código
0.000	0.000	499927.727	4771560.977	0.000	367.0096	105.753	*
10.000	0.000	499934.760	4771553.869	0.000	368.7242	96.129	
16.471	0.000	499939.311	4771549.269	0.000	370.0286	89.945	*
20.000	0.000	499941.808	4771546.775	0.000	370.8333	86.596	
30.000	0.000	499948.885	4771539.709	0.000	373.4905	77.197	
40.000	0.000	499955.961	4771532.643	0.000	376.8766	67.968	
50.000	0.000	499963.037	4771525.577	0.000	381.3091	58.992	
60.000	0.000	499970.113	4771518.511	0.000	387.2902	50.403	
70.000	0.000	499977.189	4771511.445	0.000	395.6163	42.437	
72.218	0.000	499978.759	4771509.878	0.000	397.8921	40.791	*
78.358	0.000	499983.140	4771505.577	0.000	5.2791	36.593	*
80.000	0.000	499984.425	4771504.558	0.000	7.7135	35.711	
90.000	0.000	499993.916	4771504.336	0.000	23.7807	37.836	
91.382	0.000	499995.049	4771505.124	0.000	25.0339	38.991	*
100.000	0.000	500001.224	4771511.136	0.000	29.6393	47.033	
108.700	0.000	500007.457	4771517.205	0.000	32.9147	55.328	*
110.000	0.000	500008.389	4771518.111	0.000	33.3224	56.577	
120.000	0.000	500015.560	4771525.081	0.000	35.9432	66.254	
130.000	0.000	500022.731	4771532.051	0.000	37.8935	76.015	
140.000	0.000	500029.901	4771539.021	0.000	39.3989	85.831	
150.000	0.000	500037.072	4771545.991	0.000	40.5948	95.685	
160.000	0.000	500044.243	4771552.961	0.000	41.5671	105.567	
170.000	0.000	500051.414	4771559.931	0.000	42.3728	115.468	
174.050	0.000	500054.318	4771562.754	0.000	42.6611	119.483	*
180.000	0.000	500058.597	4771566.887	0.000	43.0606	125.384	
190.000	0.000	500065.790	4771573.835	0.000	43.6535	135.310	
200.000	0.000	500072.983	4771580.782	0.000	44.1654	145.246	
206.086	0.000	500077.360	4771585.010	0.000	44.4439	151.297	*
206.086	0.000	500077.360	4771585.010	0.000	44.4439	151.297	

Tabla 3, Listado de puntos para el replanteo del límite de la obra

	Base	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Distancia
BR-ESTACION	BR1	499980.109	4771469.109	64.2630	93.708
BR-ORIENTACIÓN	BR2	500059.436	4771518.993		

P.K.	RET	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Azimut	Distancia	Código
147.184	34.983	500059.436	4771518.943	170.350	64.2917	93.682	P1
115.029	43.869	500042.571	4771490.159	170.200	79.3068	65.914	P2
112.405	20.897	500024.679	4771504.803	170.750	57.0119	57.101	P3
88.431	21.201	499999.923	4771483.800	170.920	59.3833	24.667	P4
90.757	46.804	500021.596	4771466.546	170.430	103.9281	41.566	P5
147.741	76.381	500088.690	4771489.646	169.150	88.0994	110.506	P6
100.272	85.425	500061.012	4771450.121	169.220	114.6761	83.102	P7
187.287	64.035	500108.325	4771525.892	169.310	73.4590	140.227	P8
90.773	104.490	500055.100	4771419.585	169.890	137.1563	89.867	P10
89.833	74.645	500030.436	4771439.230	170.620	134.1078	58.528	P11
88.404	47.448	500008.953	4771459.155	170.780	121.1541	30.514	P12
69.652	-16.389	499988.523	4771523.288	171.850	9.8089	54.829	P14
55.325	27.243	499947.555	4771502.537	172.190	350.8428	46.660	P16
36.168	24.718	499935.784	4771517.860	172.630	353.0248	65.889	P17
154.567	12.379	500048.975	4771540.298	170.830	48.9445	99.047	P19
188.755	45.038	500096.184	4771540.575	169.900	64.8666	136.311	P20
195.684	19.136	500083.173	4771564.020	170.350	52.6203	140.108	P21
165.602	-19.118	500034.935	4771570.574	171.150	31.5380	115.330	P22
35.001	-21.324	499967.491	4771551.264	172.890	390.2984	83.119	P25
35.335	-32.442	499975.583	4771558.895	172.690	396.7938	89.900	P26
27.542	-51.260	499983.366	4771577.718	173.080	1.9084	108.658	P27
11.463	-44.065	499967.113	4771583.820	184.590	392.8182	115.445	P28
11.470	-49.517	499970.994	4771587.651	187.350	395.1145	118.892	P29
5.153	-29.667	499952.440	4771578.180	174.160	384.1840	112.526	P30
93.920	-89.851	499934.186	4771571.270	174.200	373.1061	112.008	P33
149.587	-65.220	499991.318	4771592.470	173.110	5.7687	123.870	P34
155.998	-44.006	500010.701	4771581.727	172.050	16.8858	116.699	P35
11.788	33.632	499912.110	4771528.943	173.150	345.9395	90.576	P36
109.448	-90.681	499944.789	4771582.751	174.200	380.8164	119.005	P38

6.- CONCLUSIONES

Como se ha visto en el apartado de calculo de volúmenes, el total de volumen de movimientos de tierras será de desmonte, ya que se tendrá que excavar para alcanzar la profundidad necesaria a partir de la cual se ejecutara la explanada con el paquete de firmes seleccionados y finalmente alcanzar la cota que nos indica el vial existente.

Volumen total de desmote: **3373,395 m³**.

7.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Normas Subsidiarias de Luiaondo

[2] Plan Parcial 1, que desarrolla de forma pormenorizada la ordenación global fijada por las Normas Subsidiarias de Planeamiento municipal de Aiara-Ayala para el Sector de suelo urbanizable Luiaondo 1.

[3] Cartografía Luiaondo, <http://www.ide-alava.com/dfa/html/document.html#1&es>

ANEJO_04: CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

1.- OBJETO	47
2.- DESCRIPCIÓN DE LOS VIALES	48
3.- SOLUCIÓN ADOPTADA	51
4.- BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 - Clasificación de las vías, según ITC - EA -02	48
Tabla 2 - Clases de alumbrado para vías tipos C y D, según la ITC-EA-02	49
Tabla 3 - Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E, según ITC -EA 02	50
Figura 1, Iluminación en los pasos de peatones	50

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

1.- OBJETO

El objeto de este anejo es diseñar una iluminación adecuada para los viales de la nueva urbanización, teniendo en cuenta las condiciones de uso de estos viales, con los objetivos de:

- Lograr una iluminación adecuada, para minimizar el peligro de accidentes de los vehículos que circulan por estos viales.
- Lograr una iluminación adecuada para los viandantes
- Proveer de seguridad a todos los usuarios de los viales

Ademas, como la norma exige, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior RD 1890/2008 [1], hay que cumplir los siguientes objetivos:

- Reducir las emisiones de CO₂
- Reducir el consumo energético
- Reducir la contaminación lumínica

Para lograr dichos objetivos a continuación realizaremos un estudio de los viales, un diseño de la instalación y posterior calculo de la instalación con la herramienta Dialux.

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS VIALES

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En nuestro caso se trata de un vial de 6 metros de anchura, de doble sentido de circulación, con un carril para cada sentido. Un carril o dos de estacionamiento de vehículos de 2,5 metros de ancho cada uno y dos aceras, una a cada lado de la calzada, para peatones, de 2,5 metros de ancho cada una.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad. En esta urbanización la velocidad estará limitada por debajo de 30 km/h, esto supone que tenemos unos viales de tipo D, respecto la clasificación que nos marca el RD 1980/2008 en su Instrucción Técnica Complementaria EA - 02 [2].

Tabla 1 - Clasificación de las vías, según ITC - EA -02

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

Tabla 2 - Clases de alumbrado para vías tipos C y D, según la ITC-EA-02

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> • Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal	S1 / S2 S3 / S4
	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal	
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

En este caso se tratan de unas calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada, por lo que la clase de alumbrado a diseñar será CE2/S1/S2 o S3/S4.

En este caso al tratarse de unos viales en los cuales el tráfico de peatones consideramos será normal, la clase de alumbrado a diseñar será S3/S4, pero atendiendo a la normativa y teniendo en cuenta que en la nueva urbanización tendremos una intersección, diseñaremos un tipo de alumbrado CE1/S1/S2.

En la siguiente tabla se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías, correspondientes a las diferentes clases de alumbrado. En este caso, como las normas subsidiarias [3] nos definen, la iluminancia media que se tendrá que conseguir es de 15 lux y la iluminancia mínima será de 5 lux.

Tabla 3 - Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E, según ITC -EA 02

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Para el alumbrado adicional en los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo como es el caso, la iluminancia de referencia mínima en el plano vertical será de 40 lux.

En este caso al tratarse de unas vías de tráfico rodado de doble sentido de circulación, se instalarán dos luminarias, una a cada lado de la calzada y ambas muy próximas al paso de peatones, antes del mismo en cada una de las direcciones de aproximación del tráfico motorizado, de conformidad con la figura 1.

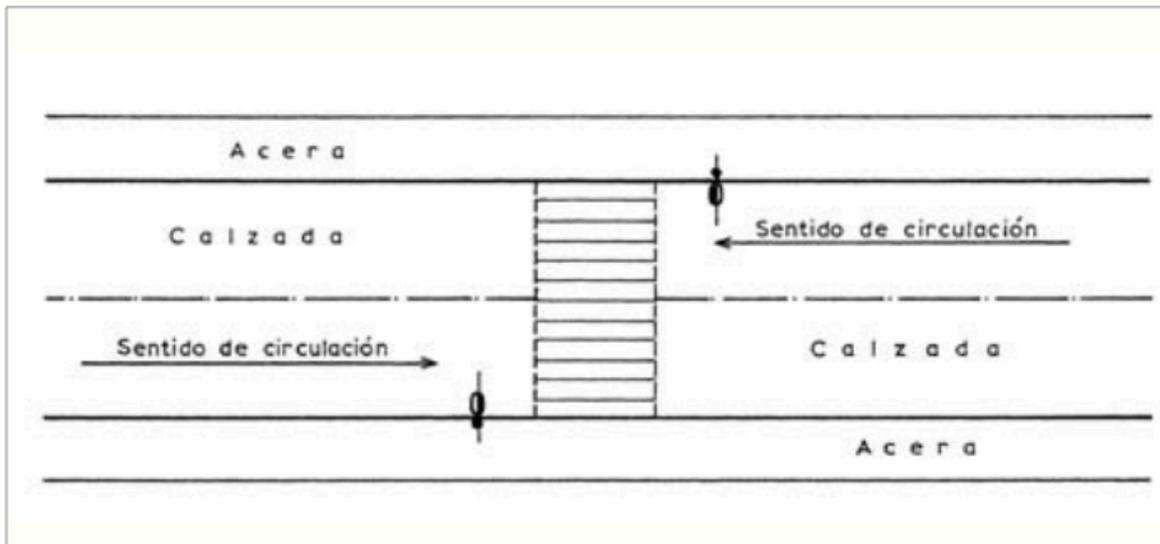


Figura 1, Iluminación en los pasos de peatones

3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

Teniendo en cuenta todos los valores anteriormente mencionados, y atendiendo también a la exigencia de ahorro de energía, se diseñara el alumbrado con lamparas LED y a ciertas horas de la noche se reducida el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado de los viales.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento establecidos en la instrucción ITC-EA-02.

Las lamparas utilizadas en la instalación de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a 65 lum/W.

El sistema de accionamiento garantizara que la instalación de alumbrado exterior se encienda y apague con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía, mediante un reloj astronómico por ejemplo.

El indice de protección de las lamparas será IP66, superior al exigido en la normativa de la localidad.

La disposición de las luminarias en vial será a tresbolillos o en los dos lados de la calzada como se muestra a continuación en los cálculos realizados con el programa Dialux.

A continuación se adjuntan las fichas del producto seleccionado con el que hemos realizado el calculo en Dialux, y los resultados obtenidos con dicho programa.

Proyecto 1



DIALux

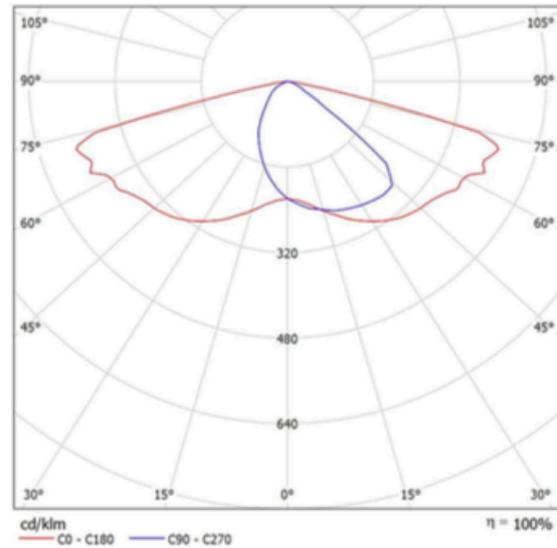
26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Thorn 96 665 769 CQ XL 144L70-740 NR BPS CLO CL1 PN M76 [STD] / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 38 75 97 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

A Extra large size LED road lighting lantern with 144 LEDs driven at 700mA with Narrow Road optic. Electronic, LED control gear. Class I electrical, IP66, IK08. Housing: die-cast aluminium, powder coated light grey (RAL 9006). Enclosure: toughened flat glass. Screws: stainless steel, Ecolubric® treated. Supplied with Ø76mm spigot adaptor which can be fitted for post-top (0°/5°/10° tilt) or side-entry (-20°/-15°/-10°/-5°/0° tilt). Equipped with Nema photocell socket. Complete with 4000K LED.

Dimensions: 761 x 490 x 139 mm
Total power: 292 W
Luminaire luminous flux: 33360 lm
Luminaire efficacy: 114 lm/W
Weight: 20.1 kg
Scx: 0.063 m²

Proyecto 1



DIALux

26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

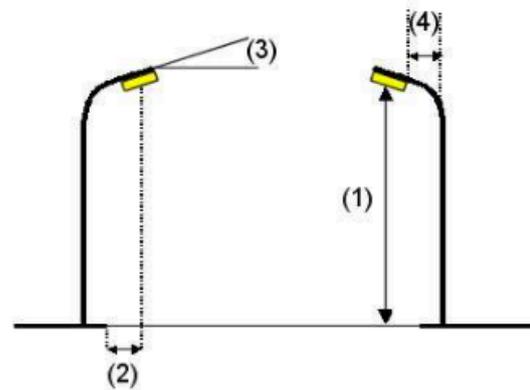
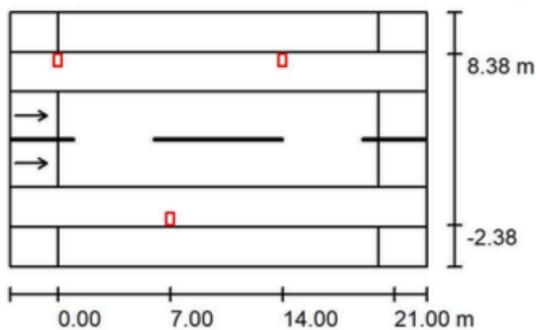
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Thorn 96 665 769 CQ XL 144L70-740 NR BPS CLO CL1 PN M76 [STD]
Flujo luminoso (Luminaria):	33360 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	33393 lm
Potencia de las luminarias:	292.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	14.000 m
Altura de montaje (1):	5.000 m
Altura del punto de luz:	5.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	-2.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.700 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 643 cd/klm

con 80°: 49 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto 1

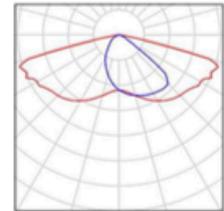


DIALux
26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Lista de luminarias

Thorn 96 665 769 CQ XL 144L70-740 NR BPS
CLO CL1 PN M76 [STD]
Nº de artículo: 96 665 769
Flujo luminoso (Luminaria): 33360 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 33393 lm
Potencia de las luminarias: 292.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 38 75 97 100 100
Lámpara: 1 x CQ_144L70NR_CLO4k (Factor de
corrección 1.000).



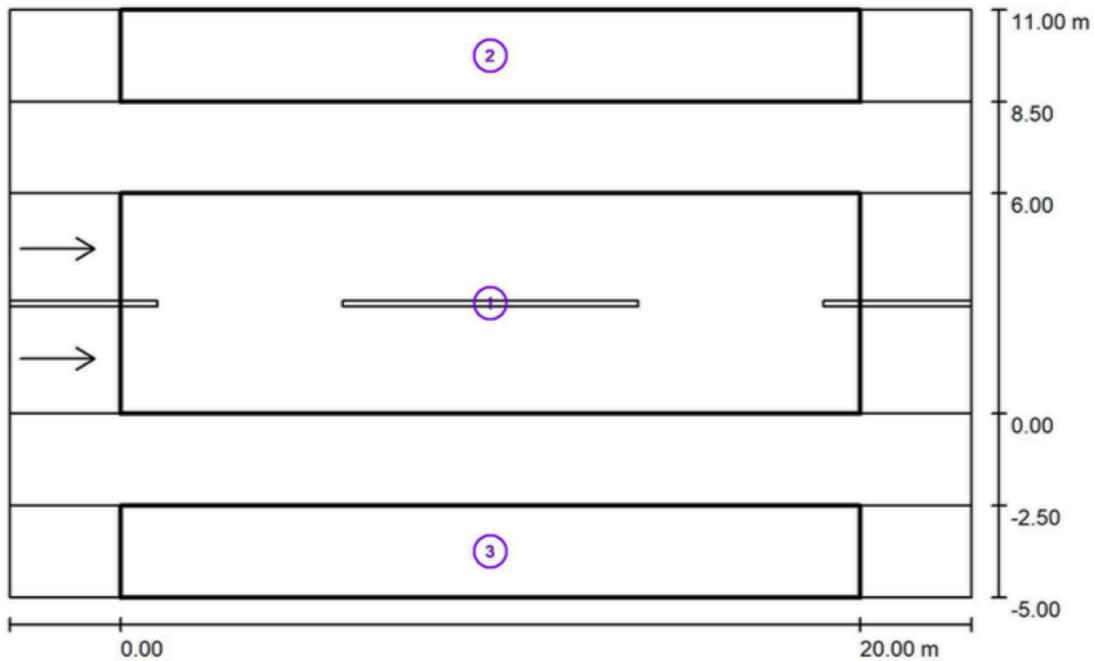
Proyecto 1



26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 20.000 m, Anchura: 6.000 m
Trama: 10 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	13.04	0.86	0.92	/	0.88
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	/	✓

Proyecto 1



26.11.2017

 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Calle 1 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	111.81	0.46
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

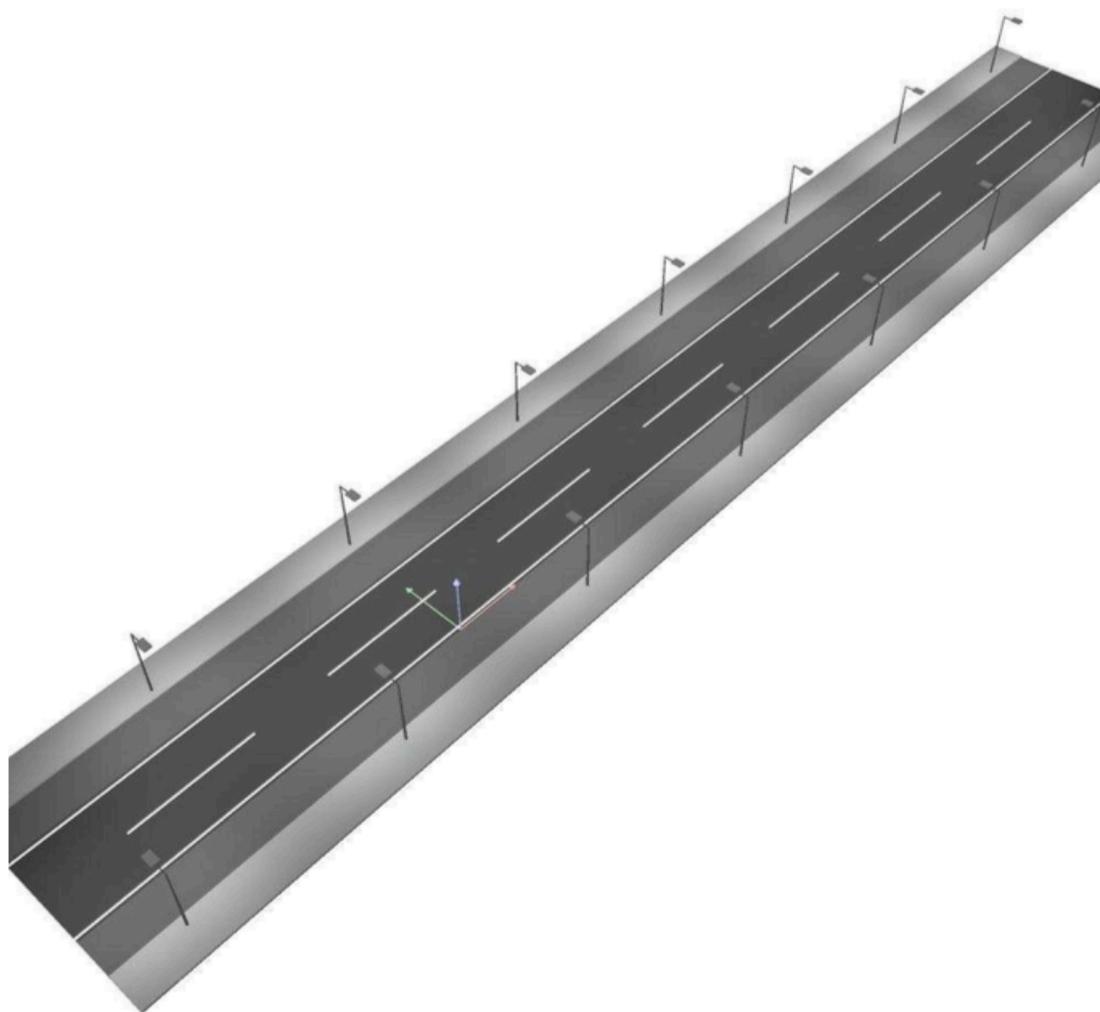
	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	108.37	0.49
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Proyecto 1



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto 1

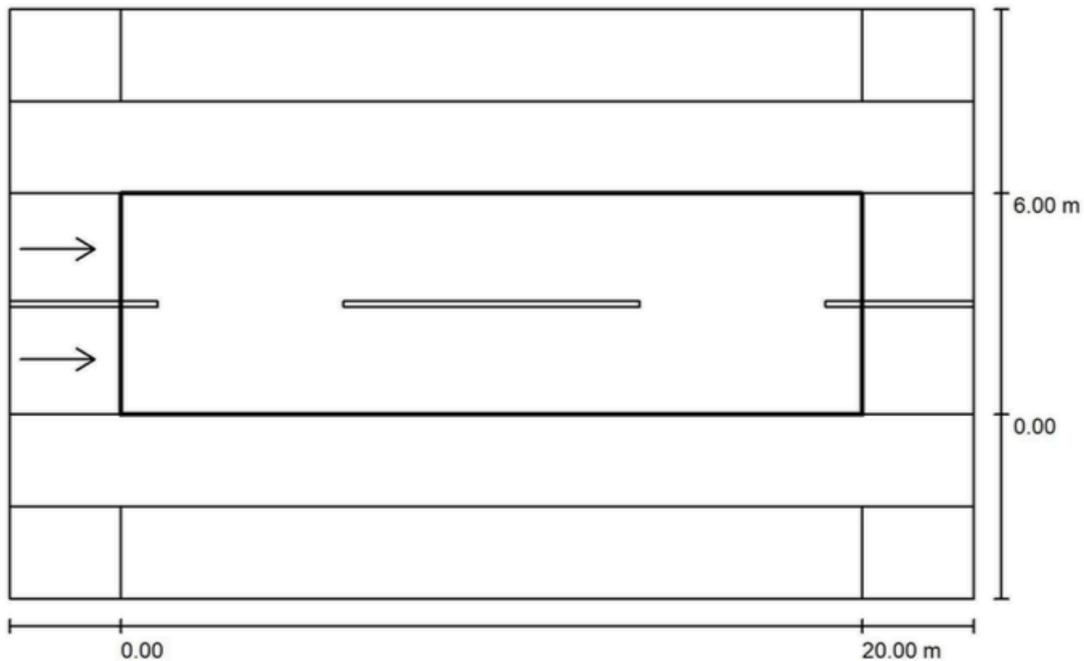


DIALux

26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	13.04	0.86	0.92	/	0.88
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	/	✓

Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.500, 1.500)	13.04	0.86	0.92	/
2	Observador 2	(-60.000, 4.500, 1.500)	13.08	0.87	0.93	/

Proyecto 1

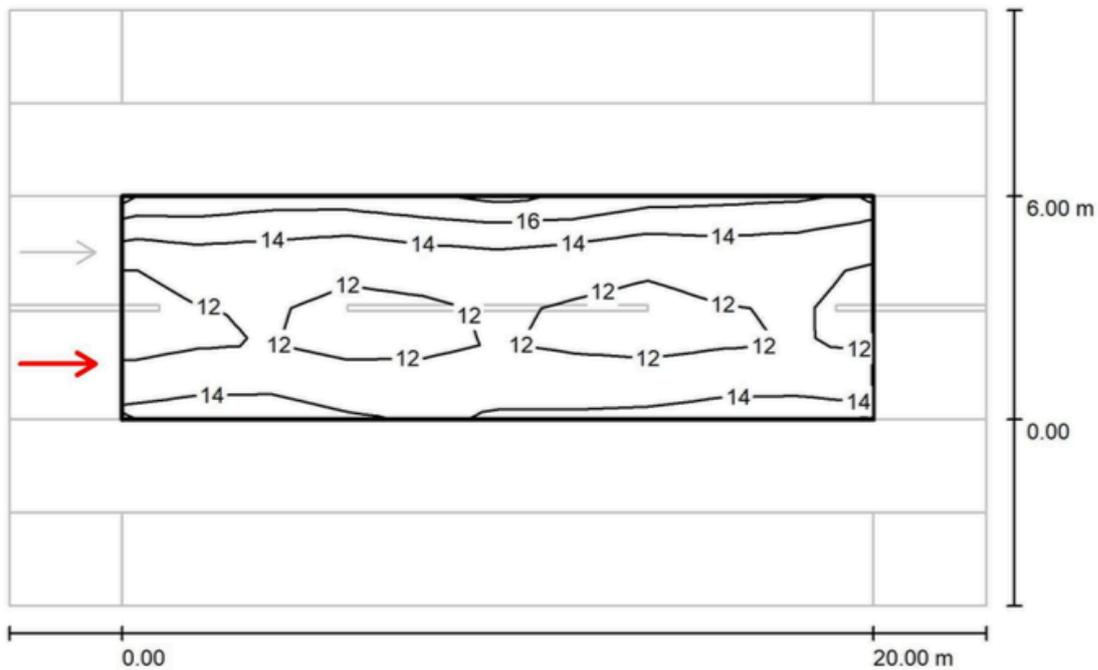


DIALux

26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 186

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	13.04	0.86	0.92	/
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	/

Proyecto 1

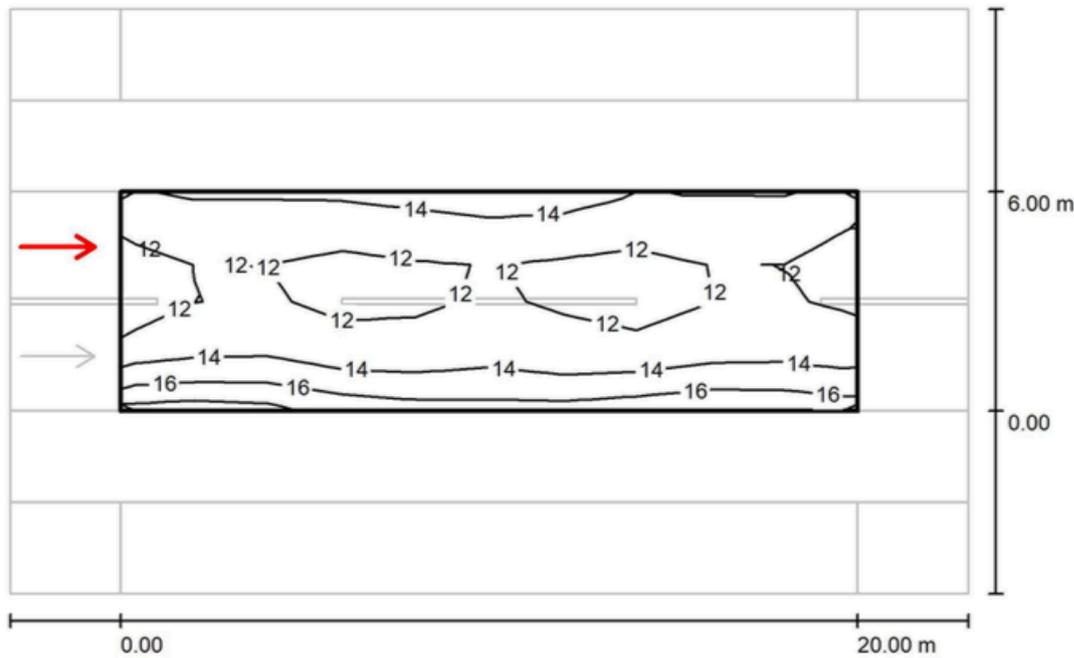


DIALux

26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 186

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	13.08	0.87	0.93	/
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	/

Proyecto 1

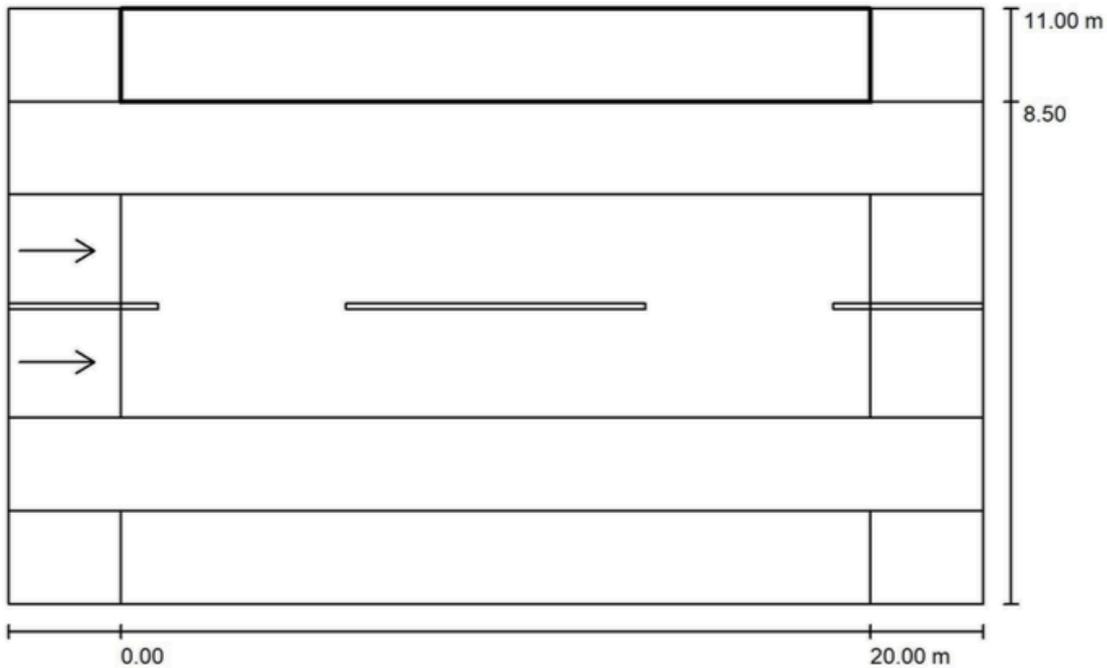


DIALux

26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	111.81	0.46
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

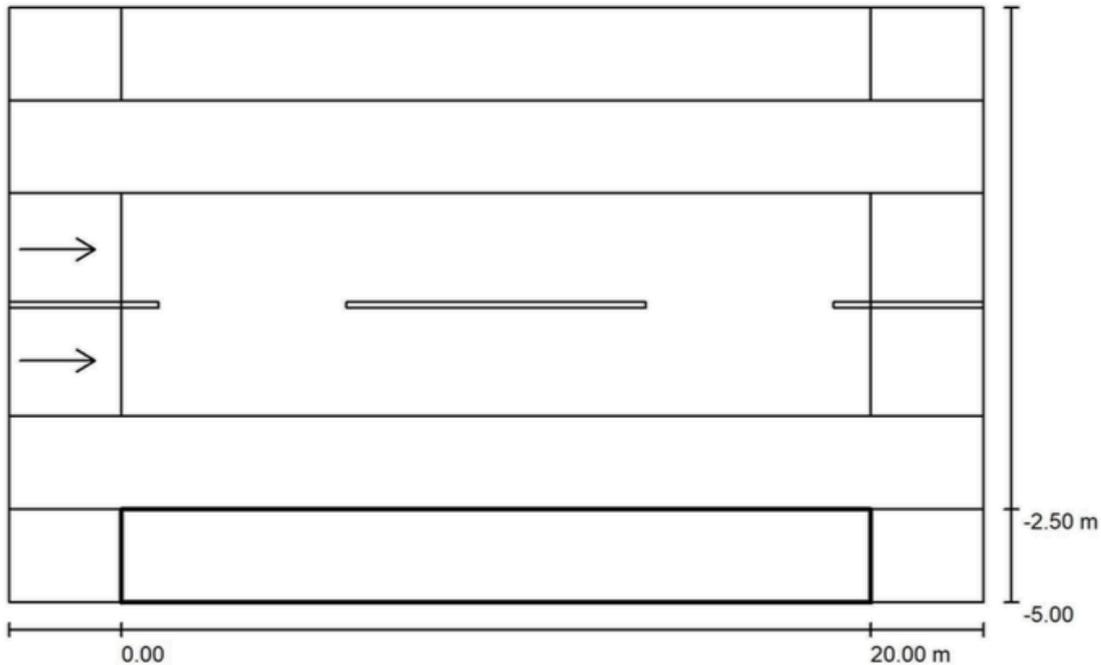
Proyecto 1



26.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

E_m [lx]

U0

Valores de consigna según clase:

108.37

0.49

Cumplido/No cumplido:

≥ 7.50

≥ 0.40



4.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008

[2] Instrucción Técnica Complementaria EA - 02

[3] Normas Subsidiarias de Luiaondo

ANEJO_05: CÁLCULO DE LA DEMANDA DE CALOR

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE CALOR

1.- METODOLOGÍA	67
1.1.- INVENTARIO DE VIVIENDAS	69
1.2.- MÉTODO DE CÁLCULO DE CALEFACCIÓN	71
1.2.1.- Condiciones exteriores e interiores de proyecto	71
1.2.2.- Consideraciones de cálculo para definir la vivienda tipo	72
1.2.3.- Procedimiento para el calculo de las cargas térmicas.	73
1.3.- MÉTODO DE CÁLCULO DE ACS	79
2.- RESULTADOS	80
2.1.- POTENCIA PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN	80
A: CASERÍOS Y UNIFAMILIARES “VIEJAS”	81
B: BLOQUES DE VIVIENDAS “VIEJAS”	86
C: UNIFAMILIARES + ADOSADAS “NUEVAS”	90
D: BLOQUES DE VIVIENDAS “NUEVAS”	94
TOTAL DE LA CARGA TÉRMICA PARA CALEFACCIÓN	97
2.2.- POTENCIA PARA EL SISTEMA DE ACS	98
2.3.- POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA	100
3.- BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Condiciones interiores de proyecto, según la ITE 1 del RITE.	72
Tabla 2, Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W , según el Documento de Apoyo al DB-HE-1.	75
Tabla 3, Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables, según CTE-DB-HS 3	76
1.2.3.3.- Perdidas de calor por infiltraciones	78
Tabla 4, Demanda de Referencia según CTE-HE-4	79
Tabla 5, Zonas climáticas de la Península Ibérica, CTE-DB-HE-1, Apéndice B	90
Tabla 6, Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m^2k , según CTE-DB-HE-1	91
Tabla 7, Total de la carga térmica para calefacción	97
Tabla 8, Temperatura diaria media mensual del agua fría ($^{\circ}C$), según CTE-DB-HE-4, Apéndice B	99
Figura 1. Condiciones exteriores de proyecto para Alava, Aeropuerto de Foronda, Guía IDAE.	71
Figura 2, Esquema vivienda tipo: caserío y unifamiliares “viejas”	81
Figura 3, Envolvente vivienda tipo: caserío y unifamiliares “viejas”	82
Figura 4, Esquema vivienda tipo: Bloques de viviendas “viejas”	86
Figura 5, Envolvente. Vivienda tipo: Bloques de viviendas “viejas”	86
Figura 6, Esquema vivienda tipo: Unifamiliares y adosadas “nuevas”	90
Figura 7, Envolvente vivienda tipo: Unifamiliares y adosadas “nuevas”	91
Figura 8, Esquema vivienda tipo: Bloques de viviendas “nuevas”	94
Figura 9, Envolvente vivienda tipo: Bloques de viviendas “nuevas”	94

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE CALOR

1.- METODOLOGÍA

Para realizar el cálculo de agua caliente necesaria existen varias opciones, tales como, métodos informáticos, métodos basados en históricos de consumos... De cara a realizar un proyecto definitivo, se utilizarían los métodos anteriormente mencionados. En nuestro caso la metodología utilizada es en función de la disponibilidad de datos, que proporciona unos resultados bastante aproximados a la realidad y por el alcance del proyecto son suficientes. A continuación se describe la metodología utilizada para realizar el cálculo de la demanda de calor.

Para realizar el cálculo total de la demanda de agua caliente de las viviendas que se abastecen con este sistema, se realiza un estudio de diferentes aspectos.

Por un lado están los aspectos comunes a todas las tipologías, como la zona climática etc. y por otro lado están los aspectos que varían en función de la tipología de vivienda.

Primero se definen **los aspectos que son comunes** a todas las viviendas:

- Las aportaciones por orientación de la vivienda, radiación solar y posibles aportaciones de calor por equipos o personas dentro de la vivienda se consideran nulas, siendo este el caso mas desfavorable.
- ACS (para la ducha, etc.)
- Localización de las viviendas, condiciones exteriores e interiores de proyecto.

Estos aspectos definen las temperaturas interiores y exteriores de proyecto y la cantidad de agua caliente necesaria para las duchas, etc. Estos aspectos son iguales para todas las tipologías de viviendas.

Al considerar que las aportaciones de calor por radiación solar y equipos o personas dentro de la vivienda, son nulas, se asume que el total de la carga térmica a suministrar para calefactar dichas viviendas, se tiene que aportar con el sistema de calefacción. Y para calcular esta aportación de carga térmica a conseguir, se tienen que calcular las diferentes pérdidas de calor que tienen las diferentes viviendas.

Por ello se tiene que calcular las pérdidas de calor para las diferentes tipologías de viviendas, y para calcular estas pérdidas hay que tener en cuenta los aspectos que varían en función de la tipología de vivienda.

Los aspectos que varían son:

- Envolvente térmica, capacidad térmica de la envolvente para transmitir el calor del interior de la vivienda hacia el exterior de la misma o viceversa.
- Superficie en planta de las viviendas.
- Altura interior de la vivienda.
- Características de los huecos de ventanas
- La situación en el edificio de la vivienda
- Infiltraciones, cantidad de aire que entra en las viviendas por diferentes detalles constructivos como los huecos de las persianas, instalaciones eléctricas, etc.

Estos aspectos se definen para cada tipología de vivienda, obteniendo una vivienda tipo para cada tipología.

Para la definición de la vivienda tipo, se obtiene una media de diferentes aspectos tales como superficie en planta, características de los cerramiento,.... Obtenidos por lo observado en la inspección visual y con mediciones realizadas en los planos del lugar.

A continuación se describe la metodología utilizada para el cálculo de la demanda de calor de una vivienda.

1.1.- INVENTARIO DE VIVIENDAS

Para realizar el inventario de las viviendas se ha dividido el núcleo urbano de Luiaondo en tres zonas, como se puede observar en el plano CC_INV_01, para un mejor estudio de la tipología de las viviendas. En cada zona se ha realizado un análisis de las características constructivas de las viviendas en base a un reconocimiento visual: su año de construcción, los materiales de los huecos de ventanas, etc. Este análisis se puede observar en los planos CC_INV_02, CC_INV_03 y CC_INV_04.

Esto da lugar a **4 tipologías de edificios**:

- A. Caseríos y unifamiliares “viejas
- B. Bloques de viviendas “viejas”
- C. Unifamiliares y adosadas “nuevas”
- D. Bloques de viviendas “nuevas”

Para realizar la clasificación entre bloques de viviendas o unifamiliares + adosadas, se ha tenido en cuenta la tipología de las viviendas. Esto es, si las viviendas tienen vecinos arriba y abajo de las mismas, o si los vecinos se sitúan pareados, compartiendo una pared lateral.

Para clasificarlas entre “nuevas” o “viejas”, se ha tomado como referencia el año de aprobación de las normativas CTE (Código Técnico de la Edificación [13]) y RITE (Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios [14]). Estas normativas, aprobadas respectivamente en 2006 y 2007, establecieron unas condiciones que deben cumplir las nuevas construcciones en sus características constructivas y las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico y de higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

A partir de la aprobación de dichas normativas las viviendas construidas tienen limitada la demanda de calor, y esta limitación han de cumplirla tanto con sus características constructivas, construyendo edificios con fachadas, soleras, cubiertas y huecos con transmitancias térmicas adecuadas, como con los sistemas de instalaciones térmicas, exigiendo e estas ultimas rendimientos mas elevados y reduciendo el limite de emisiones de CO₂.

Para estudiar los aspectos que varían en función de la tipología, definiremos un edificio tipo por cada tipología. Se realizarán los cálculos para la vivienda tipo, así se calculará el total de la demanda de calor por tipología y finalmente el total para todas las viviendas del ámbito de actuación.

Una vez realizado el inventario de las viviendas, se realizara el calculo de agua caliente total necesaria, tanto para ACS como para calefacción, para abastecer a estas.

1.2.- MÉTODO DE CÁLCULO DE CALEFACCIÓN

1.2.1.- Condiciones exteriores e interiores de proyecto

Primeramente se definen las condiciones exteriores e interiores de proyecto.

Condiciones exteriores de proyecto

Todas las viviendas están situadas en Luiaondo, Alava.

Condiciones exteriores de proyecto: Se ha fijado una temperatura de invierno de $-2,4^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura la hemos obtenido de Guía IDAE Condiciones climáticas [2].

Teniendo en cuenta que:

El nivel percentil correspondiente al 99%, será de aplicación para hospitales, clínicas, asilos, residencias de ancianos, etc. Este 99% significa que solo se dan temperaturas mas bajas en el 1% de las horas del periodo considerado. En este caso, para un uso residencial, al utilizar el nivel percentil 99% se garantiza el suministro y posiblemente permite la futura incorporación de nuevas viviendas.

En la *Figura 1* se incluye la tabla que se ha utilizado para fijar las condiciones exteriores de proyecto.

Provincia	Estación		Indicativo				
Álava	Vitoria (Aeropuerto de Foronda)		90910				
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m.(m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
508	$42^{\circ}53'02''$	$02^{\circ}43'22''\text{W}$	87.600 (1998-2007)	(2) 18.980 (1998-2007)		46.672 (2000-2007)	
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN ($^{\circ}\text{C}$)	TS _{99,6} ($^{\circ}\text{C}$)	TS ₉₉ ($^{\circ}\text{C}$)	OMDC ($^{\circ}\text{C}$)	HUMcoín (%)	OMA ($^{\circ}\text{C}$)		
-11,5	-4,0	-2,4	11,4	96	36,4		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX ($^{\circ}\text{C}$)	TS _{0,4} ($^{\circ}\text{C}$)	THC _{0,4} ($^{\circ}\text{C}$)	TS ₁ ($^{\circ}\text{C}$)	THC ₁ ($^{\circ}\text{C}$)	TS ₂ ($^{\circ}\text{C}$)	THC ₂ ($^{\circ}\text{C}$)	OMDR ($^{\circ}\text{C}$)
38,7	32,4	21,6	30,0	21,4	27,9	20,9	20,0
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH _{0,4} ($^{\circ}\text{C}$)	TSC _{0,4} ($^{\circ}\text{C}$)	TH ₁ ($^{\circ}\text{C}$)	TSC ₁ ($^{\circ}\text{C}$)	TH ₂ ($^{\circ}\text{C}$)	TSC ₂ ($^{\circ}\text{C}$)		
22,9	30,2	21,8	30,1	20,8	29,2		

Figura 1. Condiciones exteriores de proyecto para Alava, Aeropuerto de Foronda, Guía IDAE.

Condiciones interiores de proyecto

Condiciones interiores de proyecto: La temperatura y la humedad relativa (HR) de los locales a calefactar se fija de acuerdo con la ITE 1, *Diseño y dimensionado* (RITE) [3], donde se exige que las zonas a calefactar cumplan las siguientes condiciones:

Tabla 1. Condiciones interiores de proyecto, según la ITE 1 del RITE.

	Verano		Invierno	
	T	HR	T	HR
<i>ITE 1 Diseño y dimensionado del RITE 2007</i>	23..25 °C	45..60%	21..23 °C	40..50%

En este caso se han establecido las siguientes condiciones: temperatura interior de 21°C.

1.2.2.- Consideraciones de cálculo para definir la vivienda tipo

En primer lugar se tomarán ciertas consideraciones de cálculo necesarias para abordar el problema, pasando a continuación al cálculo de las cargas propiamente dicho.

Las consideraciones de calculo necesarias son:

- Valores que se determinan por inspección visual en el terreno
- Posibles cálculos de valores medios, para definir la vivienda tipo y sus diferentes elementos constructivos.

Como se ha mencionado anteriormente, al considerar la situación mas desfavorable para el calculo de la demanda de calor, se asume que todo el calor o carga térmica a aportar a nuestra vivienda para mantener unas condiciones de confort dentro de la misma lo tendrá que suministrar el sistema de calor.

Así mismo, al no haber aportaciones de calor, calculando las diferentes pérdidas de calor que tienen las viviendas, se obtendrá la aportación de calor necesaria a realizar por el sistema de calefacción.

Estas pérdidas varían en función de la tipología de vivienda, debido a que cambian aspectos tales como la envolvente térmica, y esto afecta directamente al cálculo de las pérdidas de calor. Por ello, se calculan las diferentes pérdidas de calor para cada tipología de vivienda.

A continuación se describe con detalle el proceso de cálculo de cargas térmicas para calefactar una vivienda. El cálculo consiste en evaluar la cantidad de calor a aportar para mantener la temperatura deseada en la vivienda, y su realización es imprescindible para llevar a cabo el dimensionamiento de la central de generación de calor.

1.2.3.- Procedimiento para el cálculo de las cargas térmicas.

Para el cálculo de la carga térmica total a aportar a la vivienda, calcularemos por separado las pérdidas por:

- Transmitancias de los cerramientos
- Ventilación
- Infiltraciones

La suma de estas tres pérdidas dará la carga térmica total a aportar a la vivienda tipo para mantener una temperatura de confort dentro de la misma.

1.2.3.1.- Pérdidas de calor por transmisión

Las pérdidas de calor por transmisión suceden por la transmisión del calor del interior de la vivienda hacia el exterior de la misma o zona no habitable, por las capacidades térmicas de la envolvente.

Para el cálculo de las pérdidas de calor por transmisión se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$Q_t = U \times A \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Donde:

Q_t = Calor perdido por unidad de tiempo

U = Coeficiente de transmitancia térmica

A = Superficie (m^2)

T_{int} = Temperatura interior

T_{ext} = Temperatura exterior

Para el cálculo de pérdidas de calor por transmisión, se hace el cálculo para la fachada, para los huecos de las ventanas, para la solera y la cubierta de la vivienda a estudiar.

Se calcula primero la transmitancia térmica de las diferentes partes de la envolvente y con ello se calculan las pérdidas de calor de dichas partes de la envolvente térmica de la vivienda.

Se tiene en cuenta el porcentaje que ocupan los huecos de las ventanas en la fachada, y el porcentaje que ocupan los cristales y los marcos en la superficie del hueco.

La transmitancia total del hueco de la ventana se calcula con la fórmula siguiente:

$$U_H = (1 - FM) \times U_{H,v} + FM \times U_{H,m}$$

Donde:

$U_{H,v}$ = transmitancia térmica del vidrio

$U_{H,m}$ = transmitancia térmica del marco de la ventana

FM = fracción del hueco ocupado por el marco

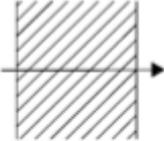
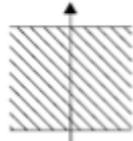
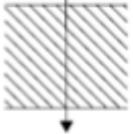
Para el cálculo de la transmitancia térmica total (U) de la fachada, primero se calcula la resistencia térmica (R) de los diferentes materiales que la componen, en base a su espesor (e) en metros y en base a su conductividad térmica (λ).

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Para ello se utilizan los datos que nos proporciona el Documento de Apoyo al DB-HE, así como el catálogo de elementos constructivos de CTE [4].

Tabla 2, Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W , según el Documento de Apoyo al DB-HE-1.

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

1.2.3.2.- Perdidas de calor por ventilación

Para el calculo de las perdidas de calor por ventilación se utiliza la formula siguiente:

$$Q_{\text{ven}} = V(\text{m}^3/\text{s}) \times \rho \times C_p \times (T_{\text{inte}} - T_{\text{ext}})$$

Donde:

Q_{ven} = Calor perdido por ventilación

V = Volumen de aire por unidad de tiempo de renovación

ρ = Peso especifico del aire: 1,2 Kg/m³

C_p = Calor especifico del aire: 0,24 kcal/(Kg*°C) = 1,004 KJ/(Kg*°C)

T_{int} = Temperatura interior

T_{ext} = Temperatura exterior

Para el calculo de los caudales de ventilación (V) se atiende a lo estipulado en el CTE, Sección HS-3, Calidad del aire interior [5].

La extracción se realiza por cuartos húmedos (cocina y baños), mientras que la entrada del aire de renovación se realiza por cuartos secos (salon-comedor y dormitorios).

Tabla 3, Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables, según CTE-DB-HS 3

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

CAUDALES LOCALES SECOS: SALON-COMEDOR Y DORMITORIOS

- Dormitorio principal: 8 l/s x 1 dormitorio = 8 l/s.
- Resto de dormitorios: 4 l/s x 2 dormitorios = 8 l/s
- Salon-comedor: 10 l/s x 1 salon-comedor = 10 l/s
- CAUDAL TOTAL locales secos: 26 l/s

CAUDALES LOCALES HUMEDOS: BAÑOS Y COCINA

- Mínimo en total = 33 l/s
- Mínimo por local = 8 l/s x 2 baños + 8 l/s cocina = 24 l/s < 33 l/s
- CAUDAL TOTAL locales húmedos: 33 l/s > 26 l/s

Una vez calculados los caudales de aire de entrada y aire de salida, se procede al equilibrado de los mismos, es decir, a ajustar los valores de modo que el caudal de aire extraído sea igual al caudal de aire introducido.

El caudal necesario será de 33 l/s tanto para la admisión como para la extracción.

Adecuamos las unidades para introducir los datos en la formula:

$$33 \text{ l/s} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l} = 0,033 \text{ m}^3/\text{s} = V$$

1.2.3.3.- Perdidas de calor por infiltraciones

Este aire entra en la vivienda de manera no controlada por las cajas de las persianas, por la instalación eléctrica, por posibles grietas en la fachada o por la no adecuada ejecución de las uniones constructivas y por la diferencia de presiones entre el exterior y el interior por efecto del viento, y por diferencia de densidad (efecto chimenea).

Para calcular el calor perdido por infiltraciones se usa la siguiente formula:

$$Q_{inf} = n \times V_t \times \rho \times C_p \times (T_{int} - T_{ext})$$

Donde:

n = Renovaciones por segundo de aire: ren/s

V_t = Volumen total de la vivienda: m^3

ρ = Peso especifico del aire: 1,2 Kg/m^3

C_p = Calor especifico del aire: 0,24 $kcal/(Kg^{\circ}C) = 1,004 KJ/(Kg^{\circ}C)$

T_{int} = Temperatura interior

T_{ext} = Temperatura exterior

El valor de “ n ” que se usa para las tipologías de viviendas “viejas” es de $n = 0,6$ ren/h y para las tipologías de viviendas “nuevas” es de $n = 0,2$ ren/h [6].

Se adecuan las unidades para introducir este dato en la formula:

$$0,6 \text{ ren/h} \times 1\text{h}/3600\text{s} = 1,67 \times 10^{-4} \text{ ren/s} = n$$

1.2.3.4.- Suma de todas las perdidas

El total de la suma de las diferentes perdidas es:

$$Q = Q_t + Q_{ven} + Q_{inf}$$

Q_t = Perdidas por transmisión

Q_{ven} = Perdidas por ventilación

Q_{inf} = Perdidas por infiltraciones

1.3.- MÉTODO DE CÁLCULO DE ACS

Para el calculo del agua caliente sanitaria necesaria para baños, duchas etc., se toma como referencia el dato que ofrece el CTE-HE-4 [1].

Tabla 4, Demanda de Referencia según CTE-HE-4

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

La cantidad de ACS (agua caliente sanitaria) es de 28 l/día*persona.

2.- RESULTADOS

2.1.- POTENCIA PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

A continuación se calculan las diferentes pérdidas de las 4 diferentes viviendas tipo:

- A. Caseríos y unifamiliares “viejas
- B. Bloques de viviendas “viejas”
- C. Unifamiliares y adosadas “nuevas”
- D. Bloques de viviendas “nuevas”

A: CASERÍOS Y UNIFAMILIARES “VIEJAS”

En primer lugar se toman ciertas consideraciones de cálculo necesarias para abordar el problema, pasando a continuación al cálculo de las cargas propiamente dicho.

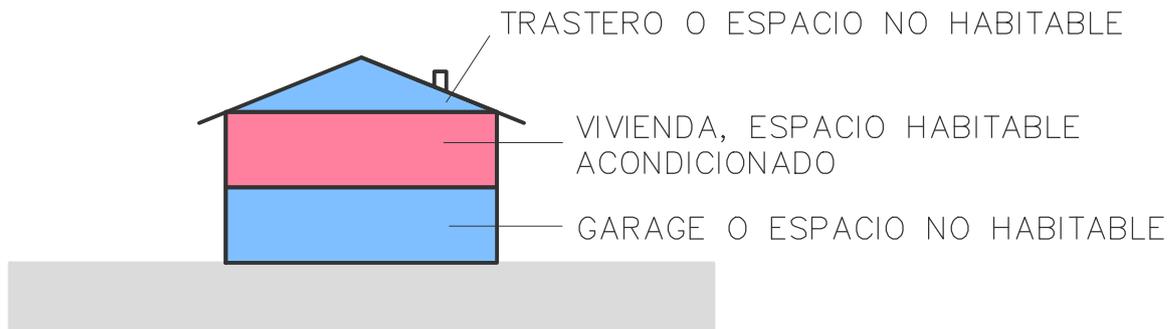


Figura 2, Esquema vivienda tipo: caserío y unifamiliares “viejas”

Para esta tipología de vivienda se considera que, todas las viviendas de Luiaondo de esta tipología tienen:

- 100 m² en planta, con 3 habitaciones, 2 baños, 1 cocina y una sala de estar.
- Una planta baja no habitable (posible garaje, antigua cuadra,...) y que la vivienda está situada en la primera planta.
- La altura interior de las viviendas de 3 metros.
- La planta baja cubierta se considera zona no habitable.
- Los valores de las transmitancias térmicas de los cerramientos que se toman son los de, ventanas de madera antiguas con vidrios monolíticos de un espesor de 4 mm y fachadas de 60 cm de espesor de piedra y revoco por las dos caras. Respecto a las ventanas hay que decir que un porcentaje bajo de esta tipología de viviendas, si tienen ventanas de PVC o similares, pero al ser un porcentaje bajo, se desprecia.
- El total de metros cuadrados que tiene la fachada (cerramiento opaco + ventanas) son 123 m². Se considera que el 75% corresponde al cerramiento opaco o fachada, 92,25 m². Y el 25% restante a los huecos de las ventanas, 30,75 m².

- Se considera que no se ha realizado ningún tipo de mejora en las viviendas de cara al aislamiento térmico de las mismas.
- La pérdida de calor por la cubierta es la de un cerramiento en contacto con zona no habitable, ya que la mayoría de viviendas de esta tipología tienen un piso bajo cubierta destinado a desván o zona no habitada.
- Esta planta bajo cubierta tiene una temperatura de 10 °C, y el techo que limita la zona habitable o vivienda con la zona no habitable o posible desván es de acabado de yeso en el interior de la vivienda y parquet transitable en la zona no habitable, con el elemento portante y la cámara de aire que genera este.

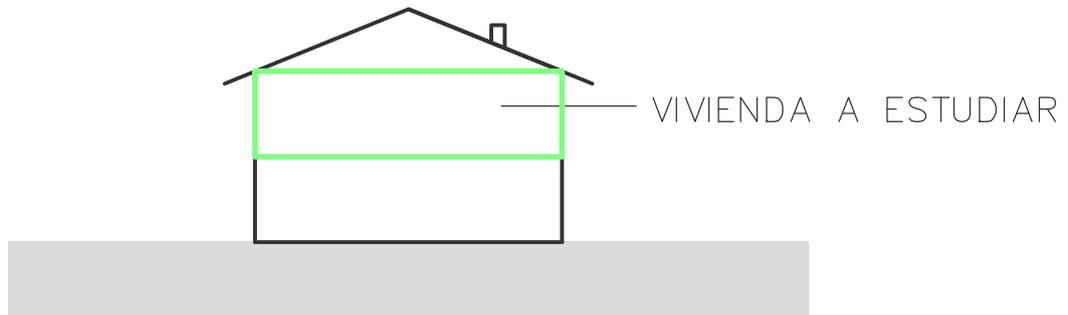


Figura 3, Envoltente vivienda tipo: caserío y unifamiliares “viejas”

A: CASERIOS Y UNIFAMILIARES "VIEJAS"

A: PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_t = U * A * (T_{int} - T_{ext})$$

FACHADA O CERRAMIENTO OPACO

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,13
Yeso	0,05	0,3	0,17
Piedra, Manposteria	0,60	2	0,30
Mortero(1250-1450)	0,03	0,4	0,08
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	0,71
U =	1,41

CERRAMIENTO OPACO, Qt1	U	A	Tint	Text
	1,41	92,25	21	-2,4

Qt1 = 3033,23

VENTANAS

CRISTALES	e(m)	λ	R	U (W/m ² K)	
Ambiente interior, Rsi			0,13		
Vidrio monolitico	0,004	1	0,004		
Ambiente exterior, Rse			0,04		
			TOTAL	0,174	5,75 UH,v
MARCO					
Ambiente interior, Rsi			0,13		
Maderas, Conifera 520 < d < 610	0,045	0,18	0,250		
Ambiente exterior, Rse			0,04		
			TOTAL	0,420	2,38 UH, m

$$UH = (1 - FM) * UH_v + FM * UH_m$$

UH = 4,57

VENTANAS Qt2	UH	A	Tint	Text
	4,569	30,75	21	-2,4

Qt2 = 3287,60

SOLERA (zonas húmedas)

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,17
Azulejo ceramico	0,04	1,3	0,03
Solera de hormigón	0,3	2,1	0,14
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	0,38
U =	2,61

SOLERA (zonas secas)

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,17
Parquet, madera conifera	0,1	0,23	0,43
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	0,64
U =	1,55

SOLERA Qt3 y Qt4	U	A	Tint	Text
Solera (zonas secas)	2,607	80	21	-2,4
Solera (zonas humedas)	1,551	20	21	-2,4

Qt3 =	4879,75
Qt4 =	725,83

CUBIERTA

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,10
Yeso	0,3	2,1	0,14
Elemento portante	0,15	0,14	1,07
Parquet	0,1	0,13	0,77
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	2,12
U =	0,47

CUBIERTA Qt4	U	A	Tint	Text
Cubierta	0,471	100	21	10

Qt4 =	518,01
-------	--------

TOTAL Qt (W) =	12444,41	Qt (kW) =	12,44
----------------	----------	-----------	-------

A: PERDIDAS POR VENTILACIÓN

$$Q_{ven} = V(m3/s) * p * Cp * (Tinte - Text)$$

V (m3/s)=	0,033
p=	1,2
Cp=	1,004
Tinte=	21
Text=	-2,4

Qven (kW) = 0,93

A: PERDIDAS POR INFILTRACIONES

$$Q_{inf} = n * Vt * p * Cp * (Tinte - Text)$$

n =	0,000167	1,67*10-4
Vt =	285	
p =	1,2	
Cp =	1,004	
Tinte =	21	
Text =	-2,4	

Qinf (kW) = 1,34

A: TOTAL DE LAS PERDIDAS

TOTAL Qt (kW) =	12,44
Qven (kW) =	0,93
Qinf (kW) =	1,34

TOTAL PERDIDAS Q (kW) = 14,71

B: BLOQUES DE VIVIENDAS “VIEJAS”

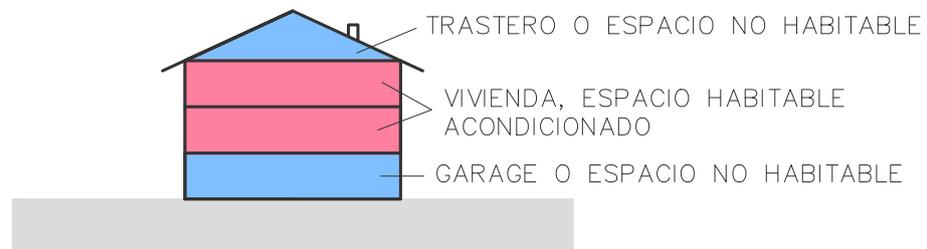


Figura 4, Esquema vivienda tipo: Bloques de viviendas “viejas”

Para esta tipología de vivienda se considera que:

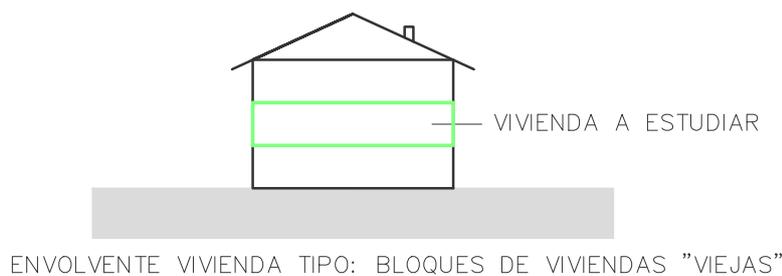


Figura 5, Envoltente. Vivienda tipo: Bloques de viviendas “viejas”

- La vivienda a estudiar esta situada en una primera planta.
- 90 m² en planta, con 3 habitaciones, 2 baños, 1 cocina y una sala de estar.
- Una planta baja no habitable (posible garaje, trasteros,...).
- La altura interior de las viviendas de 2,7 metros.
- El cerramiento opaco es de raseo interior, ladrillo simple, cámara de aire sin ventilación, ladrillo simple y raseo exterior. Ocupa el 75% del total de la fachada, 79,78 m².
- Las ventanas son de madera o metálicas con vidrios monolíticos. Ocupan el 25% de la superficie de la fachada, 26,59 m².
- Se considera que no han realizado ningún tipo de mejora en las viviendas de cara al aislamiento térmico de las mismas.
- La solera es igual en toda la vivienda
- En la planta superior hay otra vivienda, por lo que las pérdidas por transmitancia por la cubierta son igual a cero.

B: BLOQUES DE VIVIENDAS "VIEJAS"

B: PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_t = U * A * (T_{int} - T_{ext})$$

FACHADA O CERRAMIENTO OPACO

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,13
Raseo interior	0,05	1	0,05
Ladrillo simple	0,10	0,55	0,18
Camara de aire sin ventilación	0,05	-	0,20
Ladrillo simple	0,10	0,55	0,18
Raseo exterior	0,03	1	0,03
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	0,81
U =	1,23

CERRAMIENTO OPACO, Qt1	U	A	Tint	Text
	1,23	79,78	21	-2,4

Qt1 = 2294,45

VENTANAS

CRISTALES	e(m)	λ	R	U (W/m ² K)	
Ambiente interior, Rsi			0,13		
Vidrio monolítico	0,004	1	0,004		
Ambiente exterior, Rse			0,04		
			TOTAL	0,174	5,75 UH,v
MARCO					
Ambiente interior, Rsi			0,13		
Maderas, Conifera 520 < d < 610	0,045	0,18	0,250		
Ambiente exterior, Rse			0,04		
			TOTAL	0,420	2,38 UH, m

$$UH = (1 - FM) * UH_v + FM * UH_m$$

UH = 4,57

VENTANAS Qt2	UH	A	Tint	Text
	4,569	26,595	21	-2,4

Qt2 = 2843,37

SOLERA

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,17
Parquet o azulejo	0,04	1,3	0,03
Solera de hormigón	0,18	2,1	0,09
Bovedilla de ladrillo	0,10	0,4	0,25
Monocapa	0,02	1	0,02
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	0,60
U =	1,68

SOLERA Qt3	U	A	Tint	Text
Solera	1,676	90	21	-2,4

Qt3 =	3530,69
-------	----------------

CUBIERTA

MATERIALES	e(m)	λ	R
Ambiente interior, Rsi			0,10
Yeso	0,3	2,1	0,14
Solera de hormigón	0,15	0,14	1,07
Parquet	0,05	0,13	0,38
Ambiente exterior, Rse			0,04

TOTAL =	1,74
U =	0,58

CUBIERTA Qt4	U	A	Tint	Text
Cubierta	0,580	90	21	21

Qt4 =	0,00
-------	-------------

TOTAL Qt (W) =	8668,52	Qt (kW) =	8,67
----------------	----------------	-----------	-------------

B: PERDIDAS POR VENTILACIÓN

$$Q_{ven} = V(m3/s) * \rho * C_p * (T_{inte} - T_{ext})$$

V (m3/s)=	0,033
ρ=	1,2
C_p=	1,004
T_{inte}=	21
T_{ext}=	-2,4

$$Q_{ven} \text{ (kW)} = 0,93$$

B: PERDIDAS POR INFILTRACIONES

$$Q_{inf} = n * V_t * \rho * C_p * (T_{inte} - T_{ext})$$

n =	0,000167	1,67*10 ⁻⁴
V_t =	232	
ρ =	1,2	
C_p =	1,004	
T_{inte} =	21	
T_{ext} =	-2,4	

$$Q_{inf} \text{ (kW)} = 1,09$$

B: TOTAL DE LAS PERDIDAS

TOTAL Q_t (kW) =	8,67
Q_{ven} (kW) =	0,93
Q_{inf} (kW) =	1,09

$$\text{TOTAL PERDIDAS Q (kW)} = 10,69$$

C: UNIFAMILIARES + ADOSADAS “NUEVAS”

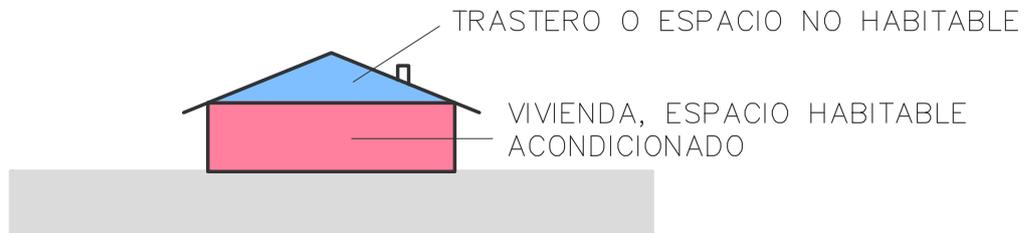


Figura 6, Esquema vivienda tipo: Unifamiliares y adosadas “nuevas”

Esta tipología de vivienda se considera “nueva”, por ello se aplican los parámetros límites que nos establece el CTE de edificación en su DB-HE-1 [7], para las transmitancias térmicas de la envolvente.

Para ello lo primero es determinar la zona climática en la que se encuentran nuestras viviendas.

Tabla 5, Zonas climáticas de la Península Ibérica, CTE-DB-HE-1, Apéndice B

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054													h < 550	h < 850	h ≥ 850	
Valencia/València	B3	8					h < 50					h < 500			h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1

La zona climática es D, la que le corresponde a Vitoria.

Con este dato se trabaja en las tablas que nos proporciona el CTE.

Para esta tipología de vivienda se considera que:

- La vivienda a estudiar se encuentra en la planta baja, esto quiere decir que la solera esta en contacto con el terreno.
- 120 m² en planta, con 3 habitaciones, 2 baños, 1 cocina y una sala de estar.
- La altura interior de las viviendas 2,7 metros.
- Los huecos de ventanas ocupan el 35% de la superficie de la fachada, y el cerramiento opaco el 65%.
- Los valores de transmitancias que se utilizan, son los valores máximos que marca el CTE en su DB-HE1. Se utilizan estos valores ya que son viviendas relativamente nuevas y se considera que posteriores al CTE. Esta normativa exige unos valores máximos para la envolvente de la vivienda, que se muestran en la Tabla 5.
- La planta superior o planta bajo cubierta consideramos que se trata de una buhardilla o espacio no habitable, que está a 10°C.

Tabla 6, Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²k, según CTE-DB-HE-1

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

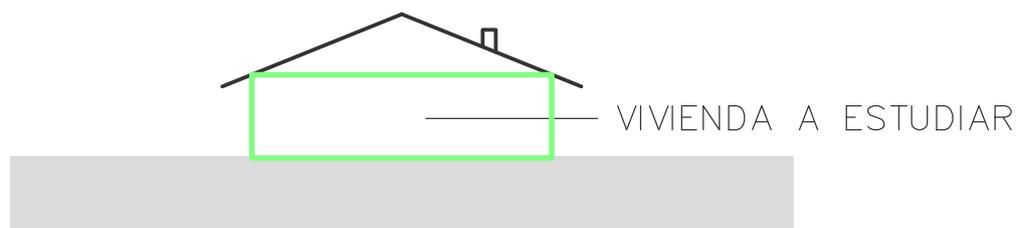


Figura 7, Envolvente vivienda tipo: Unifamiliares y adosadas “nuevas”

C: UNIFAMILIARES + ADOSADAS “NUEVAS”

C: PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_t = U * A * (T_{int} - T_{ext})$$

FACHADA O CERRAMIENTO OPACO

U_{max} = 0,86

CERRAMIENTO OPACO, Qt1	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,86	77,22	21	-2,4

Qt1 = 1553,98

VENTANAS

U_{Hmax} = 3,5

VENTANAS Qt2	U _{Hmax}	A	T _{int}	T _{ext}
	3,50	41,58	21	-2,4

Qt2 = 3405,40

SOLERA

U_{max} = 0,64

SOLERA Qt3	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,64	120	21	5

Qt3 = 1228,80

CUBIERTA

U_{max} = 0,49

CUBIERTA Qt4	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,49	120	21	10

Qt4 = 646,80

TOTAL Qt (W) = 6834,98 Qt (kW) = 6,83

C: PERDIDAS POR VENTILACIÓN

$$Q_{ven} = V(m^3/s) * \rho * C_p * (T_{inte} - T_{ext})$$

V (m ³ /s)=	0,033
ρ =	1,2
C _p =	1,004
T _{inte} =	21
T _{ext} =	-2,4

$$Q_{ven} \text{ (kW)} = 0,93$$

C: PERDIDAS POR INFILTRACIONES

$$Q_{inf} = n * V_t * \rho * C_p * (T_{inte} - T_{ext})$$

n =	0,000055	5,55*10 ⁻⁵
V _t =	306	
ρ =	1,2	
C _p =	1,004	
T _{inte} =	21	
T _{ext} =	-2,4	

$$Q_{inf} \text{ (kW)} = 0,47$$

C: TOTAL DE LAS PERDIDAS

TOTAL Q _t (kW) =	6,84
Q _{ven} (kW) =	0,93
Q _{inf} (kW) =	0,47

$$\text{TOTAL PERDIDAS Q (kW)} = 8,24$$

D: BLOQUES DE VIVIENDAS “NUEVAS”

Esta tipología de vivienda también se considera “nueva”, por ello se utilizan los mismos parámetros límites que se han utilizado para la tipología de vivienda anterior, que marca el CTE.

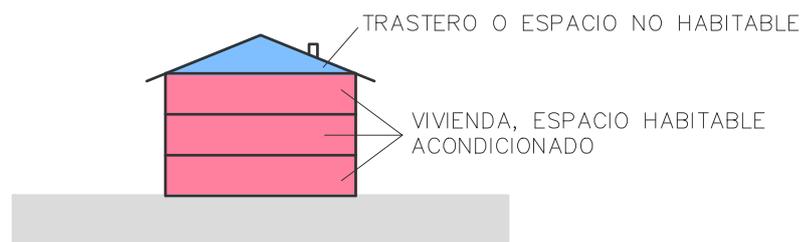


Figura 8, Esquema vivienda tipo: Bloques de viviendas “nuevas”

Para esta tipología de vivienda se considera que:

- La vivienda a estudiar se encuentra en la planta baja, esto quiere decir que la solera está en contacto con el terreno. Se considera que tiene aislamiento perimetral en una banda de 1 m de ancho y 3 cm de espesor.
- 90 m² en planta, con 3 habitaciones, 2 baños, 1 cocina y una sala de estar.
- La altura interior de las viviendas 2,7 metros.
- Los valores de transmitancias que se utilizan son los valores máximos que marca el CTE. Se utilizan estos valores ya que son viviendas relativamente nuevas y se considera que posteriores al CTE. Esta normativa exige unos valores máximos para la envolvente de la vivienda o zona habitada.
- En la planta superior hay otra vivienda, por lo que las pérdidas por transmitancia de la cubierta son igual a cero.

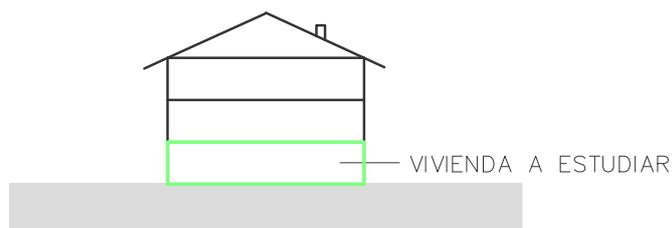


Figura 9, Envolvente vivienda tipo: Bloques de viviendas “nuevas”

D: BLOQUES DE VIVIENDAS “NUEVAS”

D: PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

$$Q_t = U * A * (T_{int} - T_{ext})$$

FACHADA O CERRAMIENTO OPACO

U_{max} = 0,86

CERRAMIENTO OPACO, Qt1	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,86	92,25	21	-2,4

Qt1 = 1856,44

VENTANAS

U_{Hmax} = 3,5

VENTANAS Qt2	U _{Hmax}	A	T _{int}	T _{ext}
	3,50	26,59	21	-2,4

Qt2 = 2178,05

SOLERA

U_{max} = 0,64

SOLERA Qt3	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,64	90	21	5

Qt3 = 921,60

CUBIERTA

U_{max} = 0,49

CUBIERTA Qt4	U _{max}	A	T _{int}	T _{ext}
	0,49	90	21	21

Qt4 = 0,000

TOTAL Qt (W) = 4956,09 Qt (kW) = 4,96

D: PERDIDAS POR VENTILACIÓN

$$Q_{ven} = V(m3/s) * p * Cp * (T_{inte} - T_{ext})$$

V (m3/s)=	0,033
p=	1,2
Cp=	1,004
Tinte=	21
Text=	-2,4

$$Q_{ven} (kW) = 0,93$$

D: PERDIDAS POR INFILTRACIONES

$$Q_{inf} = n * Vt * p * Cp * (T_{inte} - T_{ext})$$

n =	0,000055	5,55*10 ⁻⁵
Vt =	232	
p =	1,2	
Cp =	1,004	
Tinte =	21	
Text =	-2,4	

$$Q_{inf} (kW) = 0,36$$

D: TOTAL DE LAS PERDIDAS

TOTAL Qt (kW) =	4,96
Qven (kW) =	0,93
Qinf (kW) =	0,36

$$\text{TOTAL PERDIDAS Q (kW) = 6,25}$$

Una vez obtenidas las perdidas totales para cada vivienda tipo solo queda calcular el total para cada tipología de vivienda y así el total de las perdidas de calor de todas la viviendas a abastecer con este sistema de calefacción comunitaria.

TOTAL DE LA CARGA TÉRMICA PARA CALEFACCIÓN

Tabla 7, Total de la carga térmica para calefacción

	Nº viviendas	Perdidas totales de la vivienda tipo (kW)	TOTAL PERDIDAS (kW)
TIPOLOGIA A	39	14,72	573,96
TIPOLOGIA B	76	10,69	812,52
TIPOLOGIA C	24	8,14	195,41
TIPOLOGIA D	380	6,25	2373,48
TOTAL =			3955,37

Como se ha comentado al principio de este anexo, al considerar que las posibles aportaciones de calor por radiación solar y personas o equipos dentro de las viviendas son nulas, el total de carga térmica a aportar a las viviendas es igual a la perdidas de calor de las mismas, **3955,37 kW**.

Este valor es la aportación necesaria a realizar para mantener unas condiciones de confort dentro de las viviendas.

2.2.- POTENCIA PARA EL SISTEMA DE ACS

Para el dimensionamiento del sistema en este apartado, se calcula el consumo diario de ACS, para el dimensionamiento de uno de los depósitos de acumulación y la potencia necesaria de la caldera.

En este caso se dimensiona el depósito o los depósitos de acumulación con la capacidad suficiente para almacenar el consumo de un día. Y la potencia de la caldera para realizar dos cargas diarias.

Para determinar los consumos se aplica el documento HE 4 del CTE [8], como se ha comentado anteriormente.

Este documento marca un gasto de 28 l/día*persona.

Basándose en los datos del último padrón y del Catastro se obtiene el índice de ocupación de 2,7 habitantes por vivienda, que se redondea a 3 habitantes por vivienda, para mantenerse del lado de la seguridad.

El total de viviendas que se abastecen de agua caliente sanitaria son 519 viviendas, a 3 habitantes por vivienda, nos da un total de 1.557 habitantes, y como el gasto de ACS por habitante está estipulado según el CTE en 28 l/día*persona, el total de agua caliente sanitaria a suministrar es de 43.596 l/día a 60 °C.

$$Q_{ACS} = Q \text{ (l/día)} \times \rho \times C_p \times (T_{USO} - T_{AF})$$

Donde:

Q_{ACS} = Potencia necesaria para el consumo de ACS de un día

Q = Litros consumidos de ACS en un día

ρ = Densidad del agua = 1 kg/l

C_p = Calor específico del agua = 4,18 julios/gr. °C

T_{USO} = Temperatura de distribución instantánea del agua

T_{AF} = Temperatura del agua fría de entrada

Para establecer la temperatura del agua fría se utilizan los datos que proporciona el CTE-DB-HE-4 [9].

Tabla 8, Temperatura diaria media mensual del agua fría (°C), según CTE-DB-HE-4, Apéndice B

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>A Coruña</i>	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
<i>Albacete</i>	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
<i>Alicante/Alacant</i>	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
<i>Almería</i>	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
<i>Ávila</i>	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
<i>Vitoria-Gasteiz</i>	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
<i>Zamora</i>	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
<i>Zaragoza</i>	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

La temperatura del agua fría de entrada es 10 °C.

La temperatura de uso se establece en 60 °C.

Cambiando de unidades litros consumidos en un día:

$$43.596 \text{ l/día} \times 1 \text{ día} / 24\text{h} \times 1 \text{ hora} / 3.600 \text{ sg} = 0,5 \text{ l/sg}$$

$$Q_{ACS} = 0,5 \text{ l/sg} \times 1 \text{ kg/l} \times 4,18 \text{ julios/gr } ^\circ\text{C} \times 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 105,6 \text{ kW}$$

2.3.- POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA

La potencia total necesaria de la instalación, es la suma de la potencia requerida para suministrar calefacción y la potencia requerida para suministrar ACS.

Por un lado se calcula la potencia total necesaria para la calefacción. Esta potencia hay que tener en cuenta que durante varios meses del año no es necesaria, ya que en Luiaondo, durante los meses de primavera-verano la temperatura exterior es suficientemente alta como para no disponer de calefacción.

Y por otro lado se calcula la potencia total necesaria para ACS, que funciona todo el año.

La potencia total para suministrar calefacción a las viviendas del ámbito de actuación es de **3955,37 kW**.

Para suministrar ACS a las viviendas del ámbito de actuación se considera que el depósito de acumulación realiza dos cargas completas diarias, para ello la potencia es de **100 kW**.

El total asciende a 4055,37kW. Esta potencia se suministra con 4 calderas de 1000 kW cada una que trabajan en cascada. Esta potencia es suficiente para suministrar calefacción y ACS a las viviendas consideradas y admitiría la incorporación de mas puntos de suministro.

3.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Demanda de referencia, Código Técnico de la Edificación, documento Ahorro de Energía, Sección 4.
- [2] Condiciones climáticas, Guía IDAE,
- [3] ITE 1, Diseño y dimensionado (RITE).
- [4] Catalogo de elementos constructivos del CTE. Marzo 2010.
- [5] Caudales de ventilación, Calidad del aire interior, Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Salubridad, Sección 3.
- [6] http://www.arca53.dsl.pipex.com/index_files/tt6.htm
- [7] Parámetros límites, Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Ahorro de Energía, Sección 1.
- [8] Demanda de referencia a 60 °C, Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Ahorro de energía, Sección 4.
- [9] Temperatura diaria media mensual , Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Ahorro de energía, Sección 4.