

ANEJOS

ANEJO N° 1:

CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

ACTUALIZADO 2021

ANEJO Nº 1: CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

Se mantiene el anejo de 2010 y se añade a continuación una actualización a fecha de 2021.

Como cartografía general del Proyecto se han utilizado los planos 1:5000 del Gobierno de Navarra y las ortofotos de la misma escala.

Para la realización de este Proyecto de Construcción se ha encargado un levantamiento topográfico de la zona por donde va a discurrir el Nuevo Enlace en ambos lados de la Ronda Este (PA-30).

El conocimiento de la zona se ha completado con varias visitas “in situ” y con una colección de fotografías, no sólo de las partes generales de la obra sino de detalles significativos de aspectos concretos (drenaje, pocillos, arquetas, servicios afectados, etc.).

Se ha realizado un segundo levantamiento topográfico para completar algunas zonas que faltaban en el primer levantamiento.

Los trabajos topográficos, restitución del vuelo y realización de taquimétrico han sido realizados por la Empresa Guillermo Muerza, S.L.

Se presenta a continuación un Plano con la situación de las Bases de Replanteo utilizadas en este Proyecto.

Asimismo se incluye la Memoria Topográfica y las fichas de cada Base de Replanteo.

GUILLERMO MUERZA S.L.
INGENIERIA TOPOGRAFICA
N.I.F. B-31684632
Plaza Ezkabazabal 16,Ent.A
31600 BURLADA (NAVARRA)
Tel. 948 134736

ENTRE MUTILVAS (ENLACE)

MEMORIA TOPOGRÁFICA

OBJETO: -

El objeto de este trabajo topográfico es la lectura y materialización de las bases de replanteo, que han de servir para la ejecución del proyecto de trazado del enlace de entre Mutilvas.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS: -

Se ha partido del clavo Geopunt de coordenadas conocidas y enlazadas con la geodesia de la zona para dar coordenadas U.T.M. al trabajo, y se ha realizado una poligonal para poner las bases de replanteo necesarias para la ejecución de la obra. Desde estas bases se han tomado todos los datos necesarios para definir el proyecto: líneas blancas de la carretera tanto en el comienzo como en el final de la variante; caminos de servicios, líneas aéreas, obras de fabrica, regatas, edificaciones, etc.

Las lecturas de los ángulos y distancias han sido hechas con una estación total AGA de la serie Geodimeter 600 con un error en lectura angular de + 2 seg. cent. y un error en distanciometría de 3 mm. + 5 PPM. Se han leído los ángulos con vuelta de campana del anteojo aplicando la regla de BESSEL, habiéndose tomado las distancias y desniveles de sus ejes en ambas posiciones del anteojo así como en las posiciones de frente y espalda sacando la media de todas. Los cálculos de las coordenadas se han hecho aplicando el k utm y su reducción al geoide en cada base. En los cálculos de las distancias y desniveles de sus ejes se han aplicado las correcciones de esfericidad y de refracción correspondientes. La cota está dada en el hierro del hito feno. Todos los cálculos han sido realizados por un sistema de ordenadores HP, mediante unos programas de topografía.

RESUMEN DE BASES

SANCRISTOBAL	609203.940	745861.260	894.700
GEOPUNTO	613533.231	739920.278	447.110
E-1	613554.234	740063.894	450.507
E-2	613572.543	739832.080	448.151
E-3	613662.629	740215.497	454.553
E-4	613498.370	740328.776	465.299
E-5	613628.816	740360.461	463.113

Burlada, 31 de Enero de 2011.
El Ing. Tec. en Topografía



Fdo. Guillermo Muerza Esparza

ACTUALIZACIÓN 2021

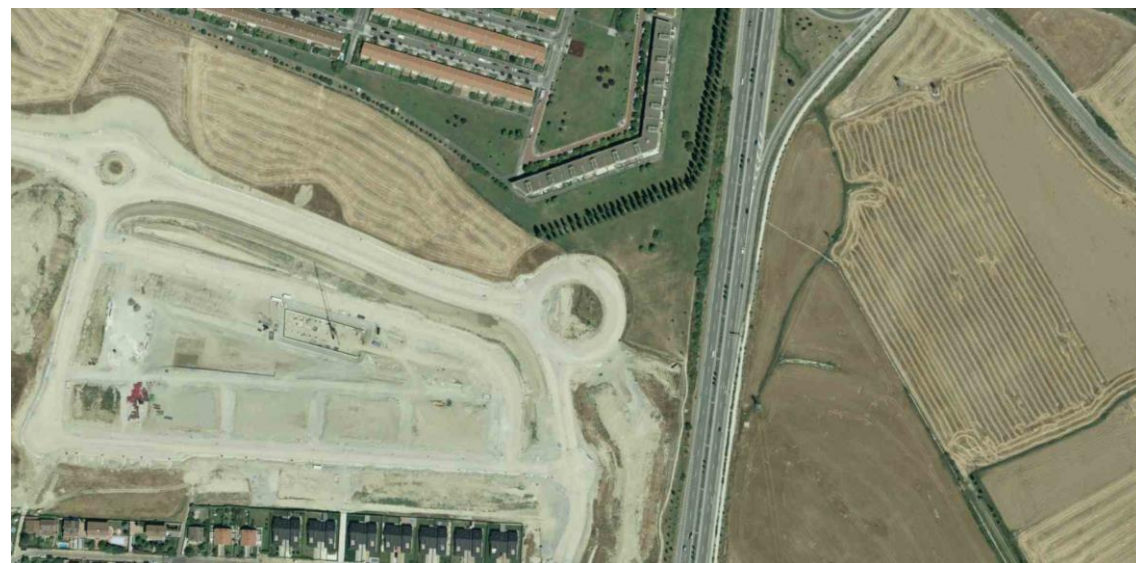
Las obras de urbanización de Mugartea, realizadas en 2012, modificaron la configuración del terreno con respecto a la topografía base que se utilizó para el proyecto de 2010.

En concreto, los principales elementos novedosos que transforman la situación original son la glorieta de Mugartea y el caballón de tierras que separa la urbanización de Mugartea de la PA-30.

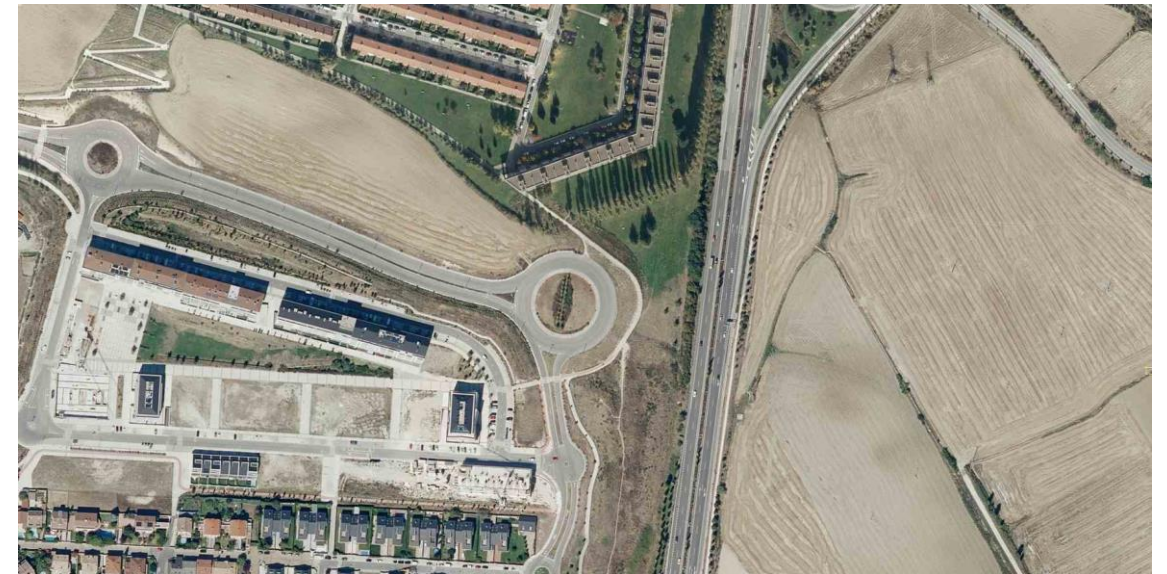
ZONA ENLACE DE MUGARTEA. AÑO 2010



CONSTRUCCIÓN URBANIZACIÓN DE MUGARTEA. AÑO 2012



ZONA ENLACE DE MUGARTEA. AÑO 2021



Para conocer el terreno actual se ha realizado un nuevo taquimétrico de la zona modificada, (entre la glorieta y la gasolinera), y también se han tomado puntos de la glorieta realizada en la urbanización, para comprobar que su realización coincide con la previsión que se tuvo al hacer el proyecto de 2010.

Esta comprobación revela que la glorieta existente coincide en planta con dicha previsión, pero no en alzado, apreciándose un incremento de cota de aproximadamente 85 cm en el entronque de la glorieta con el nuevo carril de salida a la PA-30 (Eje 1) y de 20 cm en el entronque de la glorieta con el nuevo carril de entrada desde la PA-30 (Eje 2)

Hay que resaltar que, al haberse realizado el proyecto en el año 2010, el sistema de coordenadas ha variado respecto al existente actualmente. Para facilitar el trabajo de replanteo se ha creído conveniente que este nuevo taquimétrico se realizase con las coordenadas antiguas, es decir con la misma topografía que el resto del proyecto.

Se adjunta a continuación una Memoria topográfica que explica con mayor detalle esta circunstancia.

OBJETO Y CÁLCULO

El objeto del trabajo es la ampliación de la topografía realizada en febrero de 2008, para el proyecto del nuevo enlace a la Ronda Este “SOTO DE LEZKAIRU-ENTRE MUTILVAS”. Para el cálculo de coordenadas se empleó en planimetría, el sistema de referencia UTM ED50 30N y en altimetría la oficial en ese momento.

A la hora de realizar la ampliación a fecha de 2021, comprobamos que el plano de comparación en **Z** ha cambiado. Actualmente existe una diferencia de **- 27 cm.** con aquellas. Es decir, que si cogemos el modelo de geoide EGM08-REDNAP para el cálculo de la altimetría actual, esta nos dará esa diferencia con la cartografía elaborada en 2008. Por ello, se ha seguido con el mismo sistema de coordenadas original, para la ampliación y modificación de la topografía levantada a fecha de hoy.

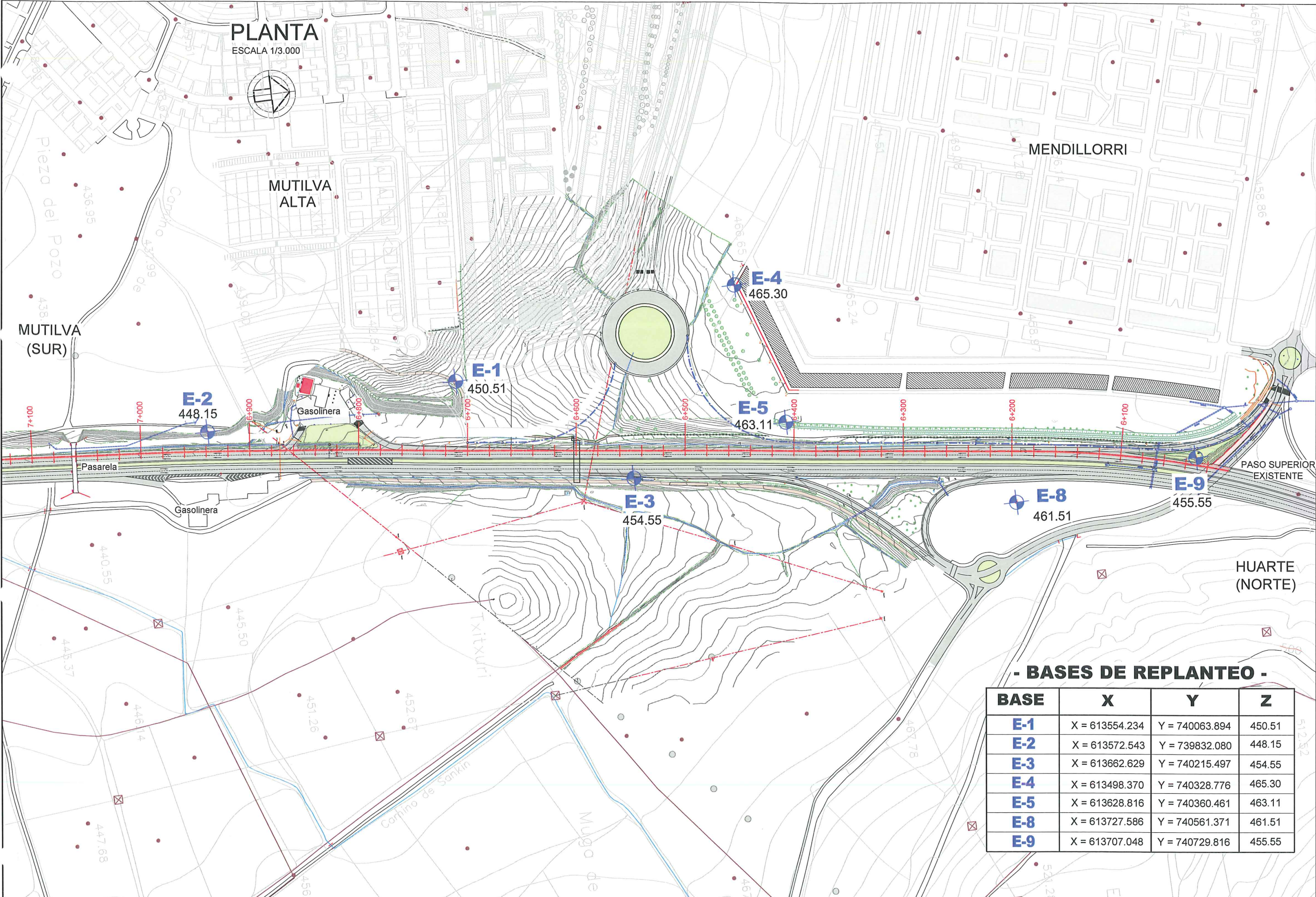
COORDENADAS BASES DE REPLANTEO

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z
E-1	613554.23	4740063.89	450.51
E-2	613572.54	4739832.08	448.15
E-3	613662.63	4740215.50	454.55
E-4	613498.37	4740328.78	465.30
E-5	613628.81	4740360.46	463.11
E-8	613727.59	4740561.37	461.51
E-9	613707.05	4740729.82	455.55

En Burlada, a 8 de marzo de 2021.



Fdo.: Guillermo Muerza Esparza
Ingeniero en Geomática y Topografía
Nº de colegiado: 1914



PLANTA
ESCALA 1/3.000



MUTILVA
ALTA

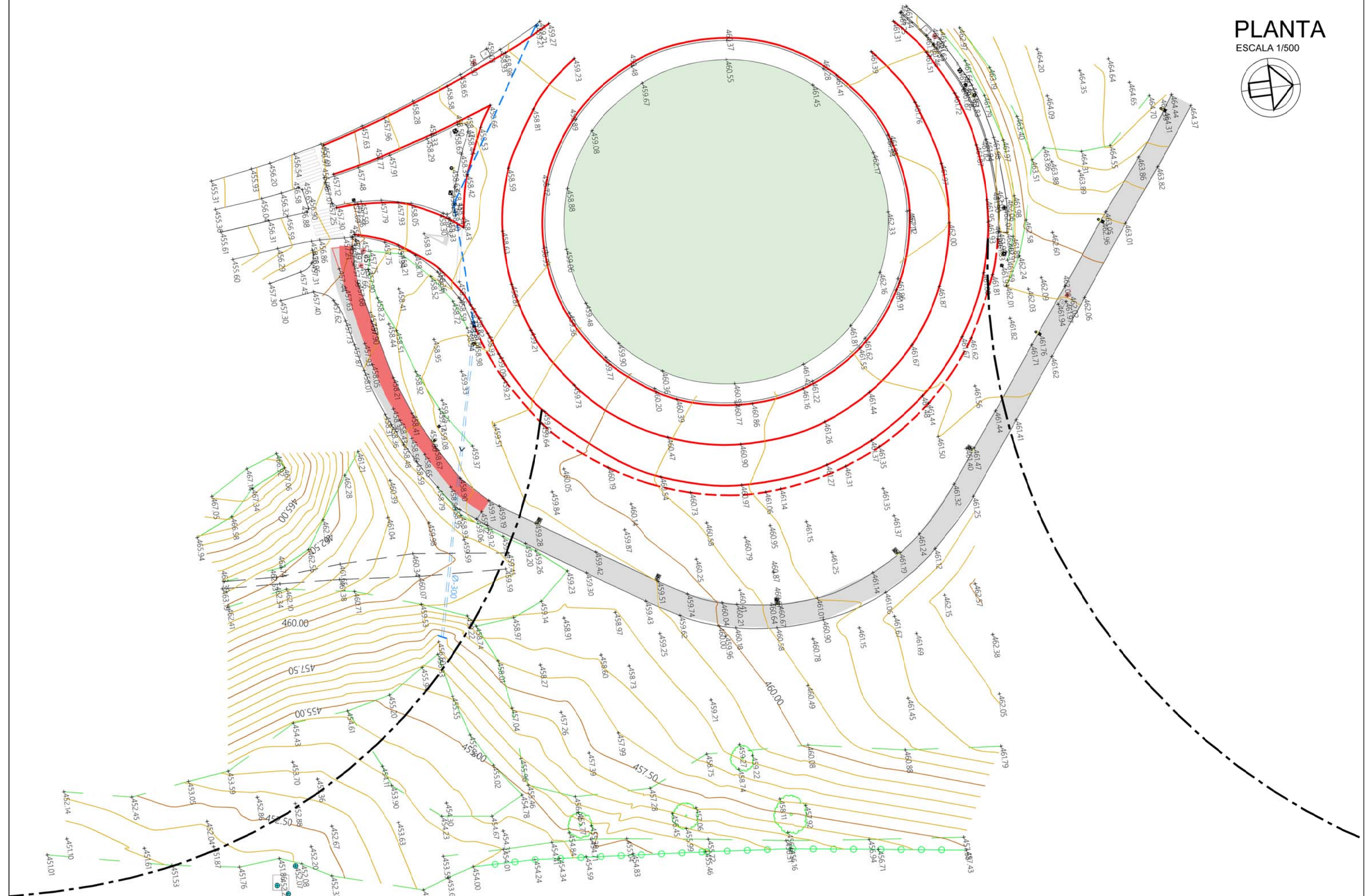
MENDILLORRI

MUTILVA
(SUR)

HUARTE
(NORTE)

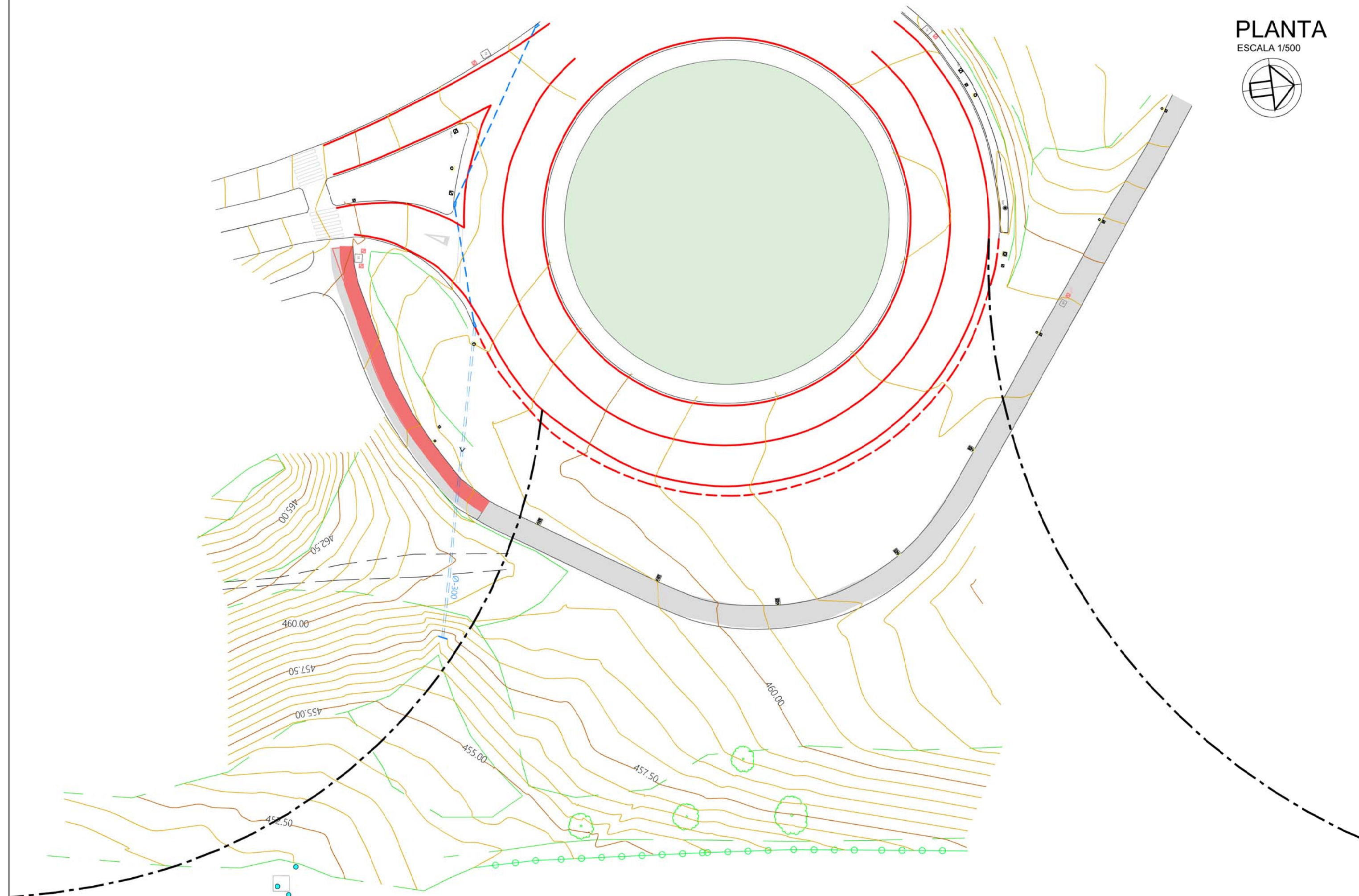
- BASES DE REPLANTEO -

BASE	X	Y	Z
E-1	X = 613554.234	Y = 740063.894	450.51
E-2	X = 613572.543	Y = 739832.080	448.15
E-3	X = 613662.629	Y = 740215.497	454.55
E-4	X = 613498.370	Y = 740328.776	465.30
E-5	X = 613628.816	Y = 740360.461	463.11
E-8	X = 613727.586	Y = 740561.371	461.51
E-9	X = 613707.048	Y = 740729.816	455.55



PLANTA

ESCALA 1/500



ANEJO Nº 2:

GEOTECNIA



**INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PASO SUPERIOR Y
GLORIETAS EN LA RONDA ESTE DE PAMPLONA EN MUGARTEA, ENTREMUTILVAS
(NAVARRA)**

CLIENTE: SERTECNA

Pamplona, noviembre de 2010

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	4
3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO	5
3.1. MARCO GEOLÓGICO	5
3.2. HIDROLOGÍA	6
3.3. SISMICIDAD	6
4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO	8
4.1. SONDEOS DE RECONOCIMIENTO	9
4.2. ENSAYOS "In situ" (S.P.T)	10
4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE 103801-1994)	11
5. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES Y ASIENTOS	16
5.1. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES PARA SUELOS	16
5.2. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES PARA EL PERFIL DE METEORIZACIÓN	17
5.3. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES PARA EL SUSTRATO ROCOSO	19
5.4. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS	22
6. ENSAYOS DE LABORATORIO	24
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	25
8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN	28
9. CONDICIONES DE EXPLANADA. SECCIONES DE FIRME	40
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47

ANEXOS

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda

ANEXO 2: Registros y fotografías del sondeo

ANEXO 3: Registro de los ensayos de penetración dinámica DPSH

ANEXO 4: Perfiles de correlación

ANEXO 5: Boletines de los ensayos de laboratorio

ANEXO 6: Plano de ubicación de ensayos

INFORME: IR-GE994 1209.02

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a GEEA Geólogos S.L., a requerimiento de SERTECNA la prestación de servicios profesionales con relación a la construcción de un nuevo paso superior y glorietas sobre la Ronda Este (NA-32) a la altura del P.K. 5.

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico-geotécnico del terreno. Se trata de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las profundidades y situación de estos, las resistencias de los mismos, y aconsejar sobre la base de ello las cimentaciones más apropiadas, las profundidades a las que se deben realizar y las cargas admisibles del terreno.

Los Geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según se recoge en el Real Decreto 1378/2001 de 7 de Diciembre, en el que se definen las funciones profesionales del Geólogo. Los ensayos se han realizado por GEEA GEOLOGOS S.L. laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones expuestas en este informe con fecha de noviembre de 2010.

2. METODOLOGÍA

Una vez aprobado el presupuesto e indicados los objetivos de la investigación, el método ha sido ordenado de la siguiente manera:

Antecedentes del lugar

1. IGME/ Mapa Geológico de España. Hoja 141 (Pamplona), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 141-II (Pamplona), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Mapa Geotécnico del Área de Pamplona (2002), Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra.
5. Estudios previos realizados en la zona.

Investigación de campo

1. Tipo de construcción: paso superior y nuevas glorietas, Entremutilvas (Navarra)
2. Nº de ensayos realizados: 1 sondeo (anexo 2) y 3 ensayos DPSH (anexo 3).
3. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 6).

Contenidos en informe

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Estimación de cargas admisibles y asientos (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota de cimentación y tipología de cimentación (apartado 8).
7. Cargas admisibles, hundimiento, asientos admisibles, nivel freático, excavabilidad, estabilidad de taludes, agresividad (apartado 9).

3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA

El área estudiada se sitúa, geológicamente, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, dentro del Dominio Pirenaico, en el subdominio Surpirenaico, de dirección Este-Oeste, limitado al oeste por la falla de Estella y extendiéndose al este hacia la zona de Jaca, formando una unidad denominada cuenca de Jaca-Pamplona, con predominio de materiales sedimentarios Paleocenos y Eocenos.

Estratigráficamente, y limitándonos al área de Pamplona aflora una serie de materiales de edad eocena, con la excepción de una serie de afloramientos de arcillas triásicas en facies Keuper de origen diapírico. La serie eocena está compuesta por una serie de depósitos margosos y arcillosos con facies flyschoides, siendo el nivel de referencia una formación de margas nodulosas grises con intercalaciones de niveles calcareníticos conocida como Margas de Pamplona, de edad Bartonense- Priabonense. La potencia de la serie varía entre 400 a 1500-2000 metros.

Desde un punto de vista tectónico, la cuenca de Jaca-Pamplona pertenece al subdominio surpirenaico, zona en la cual, materiales Mesozoicos y Cenozoicos han sufrido un empuje hacia el sur durante la orogenia alpina que ha desarrollado una serie de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia el sur que se disponen sobre la cuenca terciaria del Ebro. Estos cabalgamientos se han desarrollado a favor de la migración de materiales salinos del Keuper en respuesta a los esfuerzos producidos durante la orogenia alpina, actuando en la mayor parte de los casos como nivel de despegue de los cabalgamientos. Dentro de esta estructura regional la cuenca de Pamplona, se puede considerar como una cuenca de *piggy-back* asociada al cabalgamiento de la Sierra de Alaiz - Puente la Reina. A menor escala, el área de estudio presenta una estructura simple caracterizada por la existencia de pliegues de dirección NO-SE de amplio radio.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con un gran desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Arga y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados en una matriz arenoso-arcillosa; y una serie de coluviones y glaciares de

relativa importancia en laderas y piedemontes formados por limos, limos arcillosos y arenas con cantos dispersos, etc.

3.2 HIDROLOGÍA

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- a. *Los depósitos aluviales cuaternarios*, asociados a las terrazas del Arga, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.
- b. *Formaciones margosas del Terciario*, materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés.

3.3 SISMICIDAD

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de Octubre de 2002).

La zona de estudio, Mendillorri-Pamplona (Navarra), posee unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de $a_b = 0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v = 1$.

Si la aceleración sísmica básica (a_b) es igual o mayor de $0,04g$ deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la co-

lectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en los casos de construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, o en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,08g$. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, (a_c) es igual o mayor a $0,08g$.

En los casos en que sea de aplicación esta Norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

En los edificios en que ha de aplicarse esta Norma se requiere calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 y cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 de la citada Norma.

ac Aceleración sísmica de cálculo	0.032	$a_c = S \times \tau \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	0.04	1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp. Para $\tau \times a_b < 0,1 g$ $S = C/1,25$ Para $0,1g < \tau \times a_b < 0,4 g$ $S = C/1,25 + 3,33 (\tau \times a_b/g - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4g < \tau \times a_b$ $S = 1,0$
p coeficiente adimensional de riesgo	1	
S Coeficiente de ampliación del terreno	0.80	
El coeficiente C depende del terreno	1	tipo I: roca compacta $C=1$ tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro $C=1,3$ tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme $C=1,6$ tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando $C=2,0$

4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Para establecer las características geotécnicas de la parcela objeto de estudio, se ha realizado un reconocimiento que ha consistido en la realización de un sondeo mecánico con extracción continua de testigo y tres ensayos de penetración dinámica. Tanto la ubicación de los ensayos como las profundidades alcanzadas en ellos queda representado en el plano de ubicación de los ensayos incluido en el anexo 6 del presente informe. Los ensayos se han ubicado con el fin de abarcar toda la superficie de la estructura, si bien no se ha podido acceder a la zona de la glorieta E dado que los accesos se encontraban anegados en el momento de realizar la campaña por la existencia de una regata próxima.

También se ha recopilado información de estudios previos y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

Los sondeos de reconocimiento nos permiten reconocer el terreno hasta la profundidad alcanzada y de los testigos obtenidos se han extraído muestras para caracterizar los materiales y determinar la agresividad del terreno con relación a los sulfatos que pudieran existir y que puedan afectar a las cimentaciones.

Las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta la cota de finalización del ensayo. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil por debajo de la cota de rechazo.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), testificación de los sondeos y las fotos (anexo 2), registro del ensayo de penetración dinámica (anexo 3), perfiles de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1. SONDEOS MECÁNICOS

Criterios de reconocimiento

Para la descripción del sondeo mecánico se han seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
IA	SANA	No hay señales de alteración de la roca matriz.
IB	DÉBILMENTE METEORIZADA	Decoloración de superficies de discontinuidades principales.
II	LIGERAMENTE METEORIZADA	La decoloración indica alteración de roca matriz y de superficies de discontinuidad. La roca matriz puede estar decolorada y puede ser más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material descompuesto y/o desintegrado como suelo. Pueden haber zonas de roca sana y decolorada, formando un marco continuo o como bloques sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca descompuesta y/o desintegrada en suelo. Puede haber zonas de roca sana o decolorada formando un marco continuo o como bloques / núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Roca descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. Estructura original del macizo fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruída la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

Descripción de los sondeos

El día 19 de febrero de 2010 se realizó un sondeo mecánico con un equipo sonda, mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo. La sonda está compuesta por una batería con una corona cortante unida al equipo mediante un varillaje que le transmite el movimiento de rotación y empuje ejercido por la máquina de perforación. El testigo se aloja en la batería durante la perforación y es extraído cada cierto tiempo. Las baterías de rotación pueden ser de tubo simple, doble o triple (para una mejor recuperación).

Durante la ejecución de los sondeos se realizó un ensayo de resistencia “in situ” (SPT).

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 1:

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 – 1,90 m	0	Relleno antrópicos de naturaleza granular y arcillosa (camino).
1,90 – 6,00 m	1	Arcillas marrones con cantos milimétricos que aparecen de forma dispersa.
6,00-7,20 m	2	Perfil III-II del sustrato rocoso formado por margas cuyas superficies de discontinuidades principales están decoloradas. Los núcleos de roca están poco decolorados en forma de superficies marrones. Han perdido la consistencia original y se rompen con relativa facilidad. Evolucionan a estados más sanos en profundidad.
7,20 – 8,20 m	3	Sustrato rocoso formado por las Margas grises de Pamplona. RQD: 100%
		N.F.: 6.50 m

4.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT (UNE 103800-1992).

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se ha realizado un ensayo de penetración estándar (S.P.T.).

Cuando el terreno es arenoso – limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60º de ángulo en punta.

Objeto y datos del ensayo

El objeto de este ensayo es estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800. Este ensayo se realiza en el interior de sondeos durante la perforación. Para la ejecución del ensayo, se ha de limpiar la perforación al llegar a la cota deseada para el ensayo, se retira la batería de perforación y en su lugar se instala un tomamuestras de dimensiones estándar. Este tomamuestras se divide en tres elementos: una zapata, un tubo bipartido y la cabeza de acoplamiento al vari-

llaje del equipo sonda. Se hincan en el suelo una longitud de 60 cm contando el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. El golpeo se realiza con una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de golpeo. Las lecturas del primer y último tramo no se tienen en cuenta por la alteración del suelo provocada por la perforación, en el primer caso, y por la sobrecompactación que pueda producir el golpeo en el segundo caso. Así, con la suma de los valores de los dos tramos centrales se obtiene un valor NSPT, que se correlaciona según unos métodos establecidos para la obtención de la resistencia del terreno. Si el número de golpes para un tramo de 15 cm es superior a 100 se considera como rechazo a la penetración. Si el ensayo se realiza a una cota por debajo del nivel freático, el valor de NSPT se ha de corregir mediante la expresión:

$$N = 15 + (N' - 15)/2$$

Siendo N' el valor de penetración medido, y siempre y cuando este sea superior a 15. (Terzaghi y Peck, 1948 – en Ayala Carcedo, 1991)

El valor del NSPT se puede correlacionar con una serie de parámetros geotécnicos, según los criterios definidos por varios autores basados en el uso generalizado de este ensayo. Los parámetros geotécnicos deducibles de los ensayos SPT son: la densidad relativa, la compacidad, el ángulo de rozamiento interno (j') en suelos granulares (aplicable a partir de 2 m de profundidad).

En la siguiente tabla se muestra la profundidad y el valor obtenido en el ensayo:

Sondeo	SPT nº:	Profundidad	Valores SPT, (N_{30})	Litología
1	1	6,35-6,70 m	24-47-50R	perfil

Como se obtiene el rechazo al ensayo, para el cálculo de los parámetros geotécnicos del perfil de meteorización tomaremos un N_{30} -50.

4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE 103801-1994)

Objeto y datos del ensayo

El ensayo consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza, con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno.

La hincan en el terreno se logra golpeando el conjunto en su parte superior con una maza

en caída libre. Esta maza, que pesa 63,5 Kg, se deja caer desde una altura de 75 cm.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el número de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno. Este número de golpes se designará en lo sucesivo como N_{20} y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno. A partir de N_{20} y con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etcétera.

Realización de ensayo y maquinaria utilizada

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. La puntaza sobresale por su parte inferior y al colocar la meseta horizontal, se clava en el terreno. Si la magnitud que se introduce es del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando por algún motivo, se precisa realizar una excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo, se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota concreta.

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas de 100 golpes de penetración cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (de manera aislada en cada una de ellas), cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes o cuando se alcance la profundidad que previamente se haya establecido. Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.

El resultado de los ensayos de penetración se representa en un gráfico: en ordenadas figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

El ensayo se ha realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-60 que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy
- S.P.T. Standard Penetration Test

- Mecanismo de golpeo automático

El ensayo de penetración se ha realizado siguiendo la norma DPSH:

- Relación longitud/diámetro de la maza..... $> \phi = 1$ y $< \phi = 2$.
- Masa de la Maza: 63,5 Kg
- Altura de Caída..... 75,0 cm.
- Masa yunque 7,2 Kg.
- Longitud de la varilla 1,0 m.
- Diámetro exterior de la varilla 32,0 mm.
- Masa máxima varilla + niple..... 6,31 Kg/m
- Desviación máxima en primeros 5 metros 1 %.
- Desviación máxima a partir de 5 metros 2 %.
- Sección de la puntaza Cilindro-cónica.
- Área de la puntaza..... 20,0 cm²
- Angulo de la puntaza 90º
- Cuenteo de golpes cada..... N 20,0 cm.

Cálculo de resultados

Sobre la base de los resultados de los ensayos de penetración, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando para ello la fórmula de hinca:

Fórmula dinámica de los holandeses:

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados, para ello se calcula la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{\left((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}} \right) \right)}$$

siendo:

M= peso de la maza (=63.5 Kg)

H= altura de caída de la maza (=75 cm)

P= peso de yunque + varillas (8 kg/m)

A= área de la puntaza (20 cm²)

20/N₂₀= penetración por golpe, en cm

Mediante el coeficiente de Buisson, (que para el caso que nos ocupa se ha considerado un coeficiente de 0,5), se establece la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática. Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo:

Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm².

R_e = resistencia estática.

F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

Resultado de los Ensayos de Penetración

Para el contraste de los resultados se aplica la formulación de Meyerhof (1956) sobre la base del número de golpes N₂₀ del ensayo de penetración en:

Suelos cohesivos

para B>1,22 m

$$Q_{adm.} = q_c / 25 \times [(1+3,28 B) / (3,28 B)]^2$$

para B<1,22 m

$$Q_{adm.} = q_c / 15$$

B = ancho de la zapata

q_c = Resistencia por punta.

Según Meyerhof: q_c = α x 1,428 x N₂₀ ; α = 2,3 a 1,8 según la dureza de las arcillas.

Suelos granulares

para B >1,22 m

$$Q_{adm.} = 0,1142 \times N_{20} \times [(1+3,28 \times B) / 3,28 \times B]^2$$

para B <1,22 m

$$Q_{adm.} = 0,172 \times N_{20}$$

B = ancho de la zapata

q_c = Resistencia por punta.

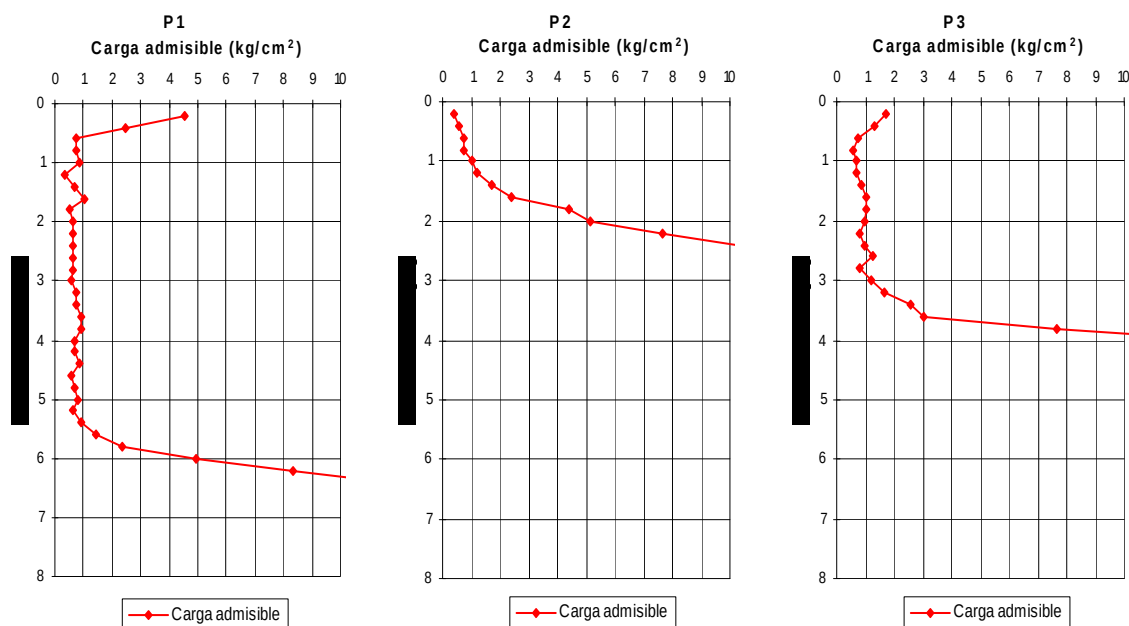
A partir del valor de la resistencia dinámica R_p es posible estimar la resistencia en punta estática q_c (véase Buisson y otros), mediante unas correlaciones y coeficientes de transformación, éstos dependen fundamentalmente de la naturaleza del terreno y de su estado en el momento de efectuar el ensayo.

5. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES Y ASIENTOS

5.1. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES EN SUELOS

Se han realizado un total de tres ensayos de penetración dinámica, uno en la glorieta W, y los otros dos en las pilas 1 y 2, tal y como queda reflejado en el plano de ubicación del anexo 6 del presente informe. En el anexo 3 del presente informe se muestran las gráficas correspondientes a cada ensayo. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir de inicio del ensayo, que se corresponde con la rasante natural del terreno previa a la actuación proyectada.

A partir de la interpretación de los ensayos por varios métodos, se obtienen valores de carga admisibles para el terreno ensayado. A continuación se muestran las gráficas en las que queda representado el perfil de cargas admisibles, obtenido para cada tramo e 20 cm ensayado hasta el rechazo al ensayo, obtenido para cada penetrómetro realizado.



A partir de estas gráficas y correlacionándolas con los materiales identificados en el sondeo se estiman las siguientes cargas admisibles:

- Nivel geotécnico 0, tierra vegetal. No se le asignan cargas admisibles ya que no es apto para el desplante de la cimentación y deberá ser previamente retirado.
- Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos, con cargas admisibles que varían entre

0,50 y 1,00 kg/cm² en función de la concentración de cantos.

- Nivel geotécnico 2, perfil de meteorización margas. Presentan cargas admisibles que varían entre 2,00 kg/cm² y valores superiores a 3,00 kg/cm² conforme se van alcanzando estados más sanos de la roca.

A partir de los D.P.S.H realizados, el sondeo y las cargas admisibles estimadas para cada horizonte se ha elaborado un perfil de correlación que se incluye en el anexo 4 del presente informe y muestran la estimación de la distribución en profundidad de los distintos niveles geotécnicos identificados en los ensayos de penetración.

5.2. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES EN EL PERFIL DE ALTERACIÓN

Para el cálculo de la carga admisible del perfil de meteorización del sustrato rocoso seguiremos la formulación de Terzaghi. El perfil de alteración del macizo rocoso está formado por arcillas margosas y margas, asimilables a un suelo cohesivo preconsolidado. Por lo tanto para verificar la capacidad portante del perfil de meteorización vamos a utilizar los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H., que son también ensayos de resistencia y su rechazo se produce a partir que resistencias de 6,00 a 12,00 kg/cm² (Desing Manual DM-7). Por lo tanto para nuestros cálculos utilizamos el valor más bajo, 6,00 kg/cm².

En tal caso la presión de hundimiento del terreno cohesivo vendría definido por la formulación de Terzaghi:

$$P_{vh} = c \times N_c + q \times N_q + 1/2 \gamma \times B \times N_\gamma$$

Según este método, la presión vertical de hundimiento se compone de tres términos que permiten evaluar el aporte de capacidad soporte debido a la resistencia del terreno, a su peso propio y a la sobrecarga al nivel de cimentación.

Siendo:

- P_{vh} , la presión vertical de hundimiento
- c , la cohesión del material
- q , la sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación
- γ , el peso específico del terreno
- B , el ancho del cimiento

- N_c , N_q , N_γ , los factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno del material.

Teniendo en cuenta que se trata de un terreno principalmente cohesivo, la situación del análisis más desfavorable coincide con la hipótesis de corto plazo, es decir, sin permitir el drenaje de las presiones intersticiales. Esta consideración implica que el ángulo de rozamiento interno del material es nulo, por lo que los factores anteriores quedan:

$$N_c = \pi + 2 = 5,14; N_q = (1+0/1-0) \times e^{\pi \tan 0} = 1; N_\gamma = 1,5 (0-1) \tan 0 = 0$$

Por otra parte, la cohesión a emplear se corresponde a la resistencia al corte sin drenaje del terreno cohesivo, la cual y según el criterio de Mohr, es la mitad de la resistencia a compresión simple obtenida ($6,00 \text{ kg/cm}^2$), por lo que podemos considerar la cohesión mas desfavorable de $3,00 \text{ Kg/cm}^2$.

Aplicando los parámetros obtenidos a la formación de Terzaghi, obtenemos que la presión de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

$$P_{vh} = c \times N_c + q \times N_q$$

Siendo c la cohesión del material, $3,00 \text{ Kg/cm}^2$ en el caso que nos ocupa y q la sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, $1,08 \text{ Kg/cm}^2$ (para un empotramiento medio de $6,00 \text{ m}$ aproximadamente y una densidad media del terreno excavado de $1,80 \text{ Kg/cm}^3$):

$$P_{vh} = 3,00 \times 5,14 + 1,08 \times 1 = 16,50 \text{ Kg/cm}^2$$

Para obtener la tensión admisible en la base de la zapata, se debe afectar la carga de hundimiento por un coeficiente de seguridad, que en la práctica habitual, para situaciones permanentes (cimentaciones) se sitúa entre 3 y 5.

$$q_{adm} = P_{vh}/5 = 16,50/5 = 3,30 \text{ Kg/cm}^2 \approx 3,00 \text{ Kg/cm}^2$$

5.3. ESTIMACIÓN DE CARGAS ADMISIBLES EN EL MACIZO ROCOSO

Para el cálculo de la carga admisible del macizo rocoso seguiremos la metodología de Serrano y Olalla (1993) para macizos rocosos homogéneos e isotrópicos.

El macizo rocoso está formado por las margas de Pamplona de edad Eoceno (Bartoniense-Priaboniense inferior) que presenta intercalaciones esporádicas de niveles calcareníticos centimétricos. Para el cálculo de la carga admisible q_{adm} se han realizado dos ensayos de compresión simple tal y como se especifica a continuación:

S1 de 7,80 a 8,10 m: 70,57 kg/cm²

Como parámetros de partida para realizar el cálculo, obtenemos el índice RMR (Bieniawski, 1989) que se utiliza para estimar la calidad del macizo rocoso:

Parámetros de clasificación		Puntuación
Resistencia de la matriz rocosa (Compresión simple 71 Kg/cm ²)		2
R.Q.D.		15
Separación discontinuidades		15
Características discontinuidades		20
Condiciones hidráulicas		10
Corrección orientación discont.		-7
RMR	Valoración	55
	Clasificación	III Media

La carga de hundimiento se estima a partir de los siguientes parámetros:

i_2 – inclinación de la carga con respecto a la vertical

σ_1 – presión vertical actuante en el contorno situado junto a la cimentación correspondiente a la sobrecarga de tierras por encima de la base de las zapatas.

α - inclinación de la superficie del terreno junto a la zapata.

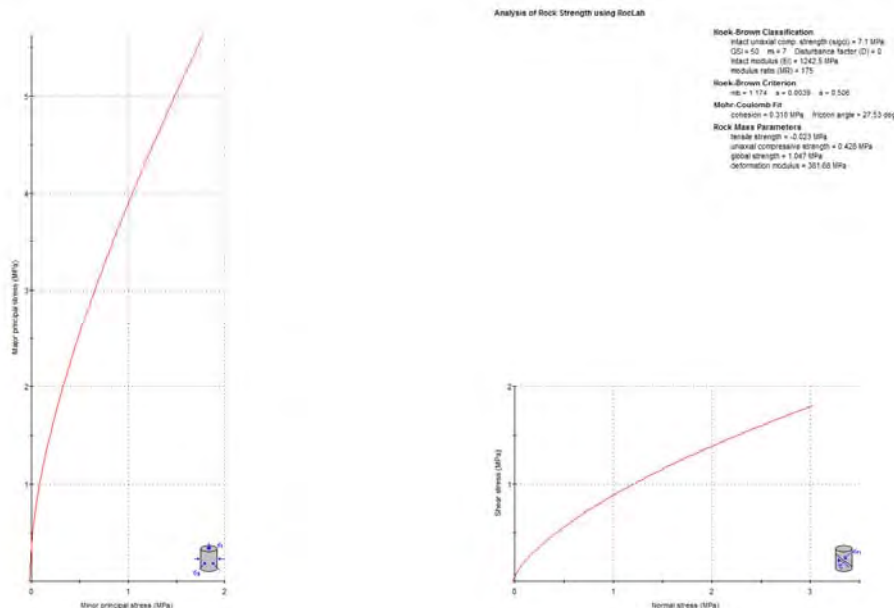
Para nuestros cálculos, consideramos que los valores de i_2 y el de α son iguales a cero, y como valor de σ_1 tomamos $0,60 \text{ kg/cm}^2$ (para un empotramiento mínimo de zapata de $3,00 \text{ m}$ y una densidad media del terreno excavado de $2,00 \text{ Kg/cm}^3$).

La carga de hundimiento P_h se obtiene de la expresión: $P_h = \beta \cdot (N_\beta - \zeta)$

en donde: $\beta = \frac{m \cdot \sigma_{ci}}{8}$ y $\zeta = \frac{8 \cdot s}{m^2}$

siendo m y s los parámetros del criterio de Hoek y Brown (1980) y σ_{ci} el valor de la resistencia a compresión simple. Los valores de m y s los hemos obtenido a partir del RocLab:

Parámetros	
m	1,174
s	0,0039



Por otra parte, N_β es el coeficiente de carga y se obtiene en función de la inclinación de las cargas (i_2) y de la sobrecarga externa normalizada (σ_{01}) actuando alrededor de la zapata, que se determina como:

$$\sigma_{01} = \left(\frac{\sigma_1}{\beta} \right) + \zeta$$

El valor del coeficiente N_β se obtiene a partir de un gráfico que relaciona estos dos factores.

Así, para un valor de resistencia a la compresión simple de $\sigma_{ci} = 71 \text{ Kg/cm}^2$, obtenido a partir de la media de los ensayos de compresión simple realizados, obtenemos los siguientes parámetros:

$$\beta = 10,38$$

$$\zeta = 0,023$$

$$\sigma_{01} = 0,04 \text{ (sobrecarga de tierras } 0,60 \text{ Kg/cm}^2\text{)}$$

$$N_{\beta} \approx 7,50$$

$$P_h = 77,64 \text{ Kg/cm}^2 \text{ para una excavación hasta el sustrato rocoso de margas}$$

La carga admisible, q_{amd} vendrá determinada por el cociente de la presión de hundimiento por un factor de seguridad (F) determinado en función del valor del RMR y del valor de σ_{ci} .

$F = 15$ (Coeficiente de seguridad para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996))

$$q_{adm} = \frac{77,64}{15} \approx 5,18 \text{ Kg/cm}^2 \approx \mathbf{5,00 \text{ kg/cm}^2}$$

5.4. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

Método Elástico

Podemos estimar para el perfil de alteración III del sustrato rocoso un asiento por medio de la teoría de la elasticidad que para un suelo homogéneo e isótropo proporciona como valor de asiento el siguiente, siendo:

S = asiento en cm.

B = ancho de zapata

Q = carga admisible en Kg/cm²

V = módulo de Poisson

K = coeficiente k

E = módulo de deformación

$$S = \frac{B \cdot q \cdot (1 - \nu^2)}{E} \cdot k$$

En suelos:

Para una carga de diseño de 1,80 kg/cm² (terraplén de 9 m de altura con densidad media de terreno de 2,00 Tn/m³) considerando valores de E de 100 kg/cm² (dato obtenido a partir de los golpes de los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H), un coeficiente de forma K de 0,25 y un módulo de Poisson de 0,33; el asiento máximo estimado para diferentes anchos de terraplén son los siguientes:

	Metodo Elastico					
Ancho de zapata (m)	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00
Asiento (mm)	40.10	80.20	120.30	160.40	200.50	240.60

En el perfil de meteorización:

Para una carga de diseño de 3,00 kg/cm², considerando valores de E de 457,96 kg/cm² (dato obtenido a partir de los golpes de los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H), un coeficiente de forma K de 1,12 y un módulo de Poisson de 0,33; el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapata son los siguientes:

	Asiento en mm					
Ancho de zapata (m)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
Zapata cuadrada (mm)	6.54	9.81	13.08	16.34	19.61	22.88

En el sustrato rocoso:

Para una carga de diseño de $5,00 \text{ kg/cm}^2$, considerando valores de E de 3.816 kg/cm^2 un coeficiente de forma K de 1,12 y un módulo de Poisson de 0,25; el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapata son los siguientes:

	Asiento en mm					
Ancho de zapata (m)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
Zapata cuadrada (mm)	0.83	1.24	1.65	2.06	2.48	2.89

6. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos se han obtenido de acuerdo con la Normativa o, en su defecto, a través de técnicas habituales en mecánica de suelos. Cada ensayo tiene un grado de precisión recogido en la Norma asignada y, generalmente, en la bibliografía técnica.

Las características de los sucesivos materiales localizados en los ensayos, más allá de los puntos analizados, se pueden inferir a partir de los resultados en los mencionados puntos. Ahora bien, es necesario considerar que el conjunto no presenta variaciones litológicas y/o mecánicas bruscas. Esta condición previa puede ser, en ocasiones, incorrecta, declinado esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido del sondeo de reconocimiento, se seleccionaron tres muestras representativas, una de los rellenos, una del horizonte de arcillas con cantos y otra del sustrato rocoso, para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica.

El número y tipo de ensayos ejecutados, se han realizado según la siguiente normativa:

	S1	S1	S1	Norma
Referencia	N04710	N04711	N04709	
Profundidad	1,00-1,50	3,00-3,50	7,80-8,10	
Litología	rellenos	arcillas	marga	
Humedad natural (%)	--	17,29	4,20	UNE 103300/1993
Límites Atterberg: LL/LP/IP	--	34/23/12	--	UNE 103103/94 103104/93
Sulfatos (%SO₄)	<100	<100	<100	UNE 83001/2000
Densidad húmeda/seca (gr/cm³)	--	--	2,44/2,34	UNE 103301/94
Compresión simple (Kg/cm²)	--	--	70,57	UNE 22950/90

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para un adecuado planteamiento posterior de la tipología y cota de cimentación, etc.

Los datos mostrados a continuación han sido obtenidos por métodos directos mediante la descripción de los sondeos y los resultados de laboratorio, y por métodos indirectos a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H. y SPT realizados. Posteriormente se han contrastado todos los datos obtenidos, además de consultar referencias bibliográficas.

Los horizontes litológicos que se han diferenciado son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos:** horizonte testificado en el S1 con una potencia de 1,90 m y formado por materiales de naturaleza granular superficialmente y arcillosa en profundidad. Este nivel no es apto para el desplante de la cimentación, por lo que deberá ser previamente eliminado.

Naturaleza: cohesiva/granular

Consistencia: compacta

Peso por unidad de volumen: 1,75-1,80 T/m³ (estimado)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 28,61° ($N_{20-6,60} = N_{30-10}$)

Cohesión sin drenaje c_u : 0 kg/cm² ($N_{20-6,60} = N_{30-10}$)

Módulo elástico: 146,31 kg/cm² ($N_{20-6,60} = N_{30-10}$)

Cimentaciones profundas* (se deberán tomar estos valores como negativos):

Resistencia unitaria por fuste: 0,28 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 22 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 1; arcillas con cantos**, horizonte cohesivo formado por arcillas de tonos marrones que contienen cantos milimétricos que aparecen de forma dispersa. En el sondeo 1, se ha testificado un espesor de 4,10 m. A partir de los golpes obtenidos en los ensayos de penetración dinámica se estima una potencia de 5,00 m en la zona de P1, 0,80 m en la zona de P2 y 2,60 m en la zona de P3. Los parámetros geotécnicos estimados para este horizonte a partir de los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H son los siguientes:

Consistencia: blanda

Densidad: 1,80-1,85 kg/m³ (estimado)

Resistencia Compresión Simple q_u : 1,13 kg/cm² ($N_{20-6}=N_{30-9}$)

Cohesión no drenada c_u : 0,56 kg/cm² ($N_{20-6}=N_{30-9}$)

Cohesión drenada c' : 0,00-0,09 kg/cm² (estimado)

Angulo de Rozamiento Interno Φ_u : 0º ($N_{20-6}=N_{30-9}$)

Angulo de Rozamiento Interno Φ' : 18º-21º (estimado)

Módulo elástico: 94,76 kg/cm² ($N_{20-6}=N_{30-9}$)

Clasificación Casagrande/AASHTO:CL/A-6

Cimentaciones convencionales:

Carga admisible (q_a): 0,50-1,00 Kg/cm²

Cimentaciones profundas*:

Resistencia unitaria por fuste: 0,53 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 5,06 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 2: perfil de meteorización de las Margas de Pamplona.** Horizonte formado por margas arcillosas, y margas, que van alcanzando estados más sanos en profundidad. En el sondeo 1 se ha testificado un espesor de 1,20 m y a partir de los golpes de los ensayos de penetración dinámica se estima que el espesor del perfil se sitúa en torno a 1,00 m. Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Consistencia: dura

Densidad: 2,00-2,10 kg/m³ (estimado)

Resistencia Compresión Simple q_u : 6,25 kg/cm² (N_{30-50})

Cohesión no drenada c_u : 3,13 kg/cm² (N_{30-50})

Cohesión drenada c' : 0,00-0,30 kg/cm² (estimado)

Angulo de Rozamiento Interno Φ_u : 0º (N_{30-50})

Angulo de Rozamiento Interno Φ' : 25º-27º (estimado)

Módulo elástico: 457,96 kg/cm² (N_{30-50})

Clasificación Casagrande/AASHTO: CL/A-6

Cimentaciones convencionales:

Carga admisible q_a : 3,00 kg/cm²

Cimentaciones profundas*:

Resistencia unitaria por fuste: 0,90 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 28,13 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 3: Formación Margas de Pamplona.** Su límite superior, se ha tes-

tificado en el sondeo 1 a -7,20 m de profundidad. En los ensayos de penetración dinámica se estima que la profundidad de aparición del sustrato rocoso varía entre -7,00 m en la zona de P1, -3,00 m en la zona de P2 y -4,00 m en la zona de P3. En todos los casos las profundidades son referidas a la rasante de ejecución de los ensayos, en el momento de su realización y previamente a la actuación proyectada; su límite inferior oscila según datos bibliográficos una profundidad comprendida entre 450 y 2.000 m. Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Densidad húmeda gr/cm^3 : 2,44

Densidad seca gr/cm^3 : 2,34

Cohesión: 3,18 kg/cm^2 (Roclab)

Angulo de rozamiento interno: 27,53° (Roclab)

Modulo de elasticidad (E): 3.816 (Roclab)

Coeficiente de Poisson (ν): 0,25

Compresión simple (kg/cm^2): 70,54 $\approx$ 71,00 Kg/cm^2

Cimentaciones profundas*:

Resistencia unitaria por fuste: 1,26 kg/cm^2 (CTE)

Resistencia unitaria por punta: superior a 28,00 kg/cm^2

Resistencia hundimiento por punta para pilote tipo de 650 con 2 diámetros de empotramiento en roca 507 Tn (JIMENEZ SALAS, 1981)

Resistencia hundimiento por punta para pilote tipo de 800 con 2 diámetros de empotramiento en roca 1077 Tn (JIMENEZ SALAS, 1981)

8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de la solución que se considera como válida a utilizar en el diseño de las cimentaciones de la edificación objeto de los trabajos. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe.

Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de ejecución, considerando necesario que durante la excavación y cimentación esté presente un geólogo, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares, como pueden ser cambios laterales de facies muy puntuales que hagan que varíe la profundidad de los materiales que aparecen en este informe, de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN DE PILAS Y ESTRIBOS

1.- Cimentación semiprofunda desplantada en el perfil de meteorización del sustrato rocoso, nivel geotécnico 2:

- Se recomienda la realización de una cimentación semiprofunda mediante zapatas aisladas o corridas apoyados sobre zanjas o pozos de cimentación, desplantados a su vez, en el perfil de meteorización del sustrato rocoso (nivel geotécnico 2).
- A partir de los ensayos realizados se estima una profundidad de desplante de cimentación de -6,00 m en la zona de pila 2 y estribo 2 y -3,40 m en la zona de pila 1 y estribo 1. En todos los casos las profundidades son referidas a la rasante de ejecución de los ensayos en el momento de su realización y previamente a la actuación proyectada.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 3,00 kg/cm² siempre que se garantice haber alcanzado el perfil de meteorización (ver apartado de tensiones admisibles).
- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos

o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.

- Los pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyaran a la cota requerida, las zapatas de hormigón armado correspondientes.
- En cualquier caso, una vez realizada la excavación se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza, ya que pueden variar las condiciones geomecánicas de los materiales.

2.- Cimentación semiprofunda y profunda desplantada en el sustrato rocoso, nivel geotécnico 3.

Se recomienda realizar la cimentación desplantada en el sustrato rocoso. A tal efecto, es necesario alcanzar las margas (nivel geotécnico 3) ya que sobre ella se localizan los rellenos antrópicos, las arcillas y el perfil de meteorización de menor capacidad portante. Es preciso alcanzar el (N.G.3) en todos los puntos de apoyo, dado que si una parte de la cimentación se apoya sobre este material y otra sobre otro horizonte, se pueden producir asentamientos diferenciales. Por lo tanto el desplante de la cimentación deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea.

- Se recomienda la realización de una cimentación semiprofunda mediante zapatas aisladas o corridas apoyados sobre zanjas o pozos de cimentación, desplantados a su vez, en el perfil de meteorización del sustrato rocoso (nivel geotécnico 3).
- A partir de los ensayos realizados se estima una profundidad de desplante de cimentación de -7,20 m en la zona de pila 2 y estribo 2 y -4,00 m en la zona de pila 1 y estribo 1. En todos los casos las profundidades son referidas a la rasante de ejecución de los ensayos en el momento de su realización y previamente a la actuación proyectada.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 5,00 kg/cm² siempre que se garantice haber alcanzado el perfil de meteorización (ver apartado de tensiones admisibles).

- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.
- Los pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyaran a la cota requerida, las zapatas de hormigón armado correspondientes.
 - En la zona de la pila y el estribo 2 la cimentación será profunda mediante la realización de pilotaje.
 - La tensión de diseño del pilotaje dependerá la profundidad, diámetro y empotramiento del mismo en el sustrato rocoso, los parámetros geotécnicos para estimación de las cargas por punta y por fuste se localizan en el apartado 7 del presente informe.

Capacidad de carga de pilotes

La resistencia a compresión simple del sustrato rocoso es de 71,00 Kp/cm².

En pilotes aislados la carga vertical se compara con la carga de hundimiento del pilote Q_h a través de un factor de seguridad de hundimiento. Dicha carga de hundimiento se expresa como:

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

(Q_h): las cargas transmitidas

(Q_p): la resistencia por la punta

(Q_f): la resistencia por el fuste

$$Q_p = p_p A_p \quad A_p = \pi * \phi^2 / 4$$

$$Q_f = \int_0^1 \pi \phi p_f(z) dz = \pi \phi \int_0^1 p_f(z) dz = \pi \phi \sum p_f^i l^i$$

De estas dos componentes, la contribución por fuste se ve afectada por el sistema de ejecución en mayor medida que la contribución por punta.

Resistencia por la punta

Para el cálculo de la resistencia por la punta en **terrenos granulares** partimos de que desprecia la cohesión. Se han propuesto varios métodos fundados teóricamente de difícil aplicación puesto que sus resultados no se observaban en la realidad y se ha buscado un planteamiento más empírico, que se describe como:

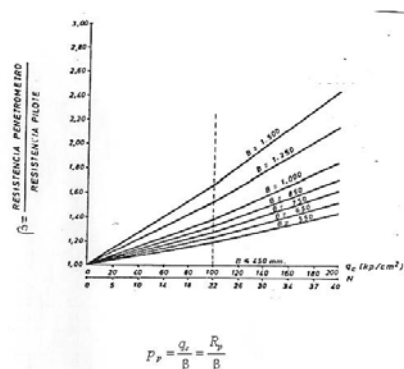
$$p_p = \frac{q_c}{\beta} = \frac{R_p}{\beta}$$

($1 < \beta < 3$), en la β que no es constante, aumentando al aumentar q_c y el diámetro del pilote.

Resistencia por punta en suelo granular según la norma NTE-CPI/77.

Finalmente se escribiría como:

$$p_p = \frac{q_c}{1 + \alpha B q_c}$$



En el caso de que exista una base granular de tipo grava y no sea posible realizar el ensayo de penetración se puede tomar:

Gravas limpias:	$p_p = 120 \text{ kp/cm}^2$
Gravas arenosas:	$p_p = 80 \text{ kp/cm}^2$
Gravas arcillosas:	$p_p = 50 \text{ kp/cm}^2$

En cualquier caso, es recomendable empotrar la punta y disponer, como mínimo de 6ϕ tanto por arriba como por abajo del nivel de apoyo.

Si solo se apoya p_p puede verse reducido a la mitad de su valor de cálculo.

El comportamiento de los **terrenos cohesivos** es complejo debido a que se generan presiones intersticiales durante la hincia, se pueden producir remoldeo del suelo, con el con-

siguiente cambio de propiedades y se pueden producir procesos de consolidación simultáneamente. Generalmente se trabaja en tensiones totales.

En arcillas blandas ($q_u < 2,5 \text{ kp/cm}^2$) puede despreciarse la contribución por punta del pilote, ya que es pequeña en comparación con la contribución que se obtendrá del fuste.

Partiendo de la misma expresión que en los terrenos granulares, en el caso de condiciones no drenadas, y analizando los coeficientes N_c y N_q , los factores de forma y de empotramiento, se llega a una expresión en la que la presión de hundimiento por punta es:

$$p_p = 9c_u$$

Si se dispone de la resistencia a la compresión simple o la resistencia a la penetración, entonces dicha expresión se transforma en:

$$p_p = 9c_u = 4,5q_u \cong 0,6q_c \quad q_u \cong \frac{q_c}{7,5}$$

Un caso particular son las pantallas, que actúan como cimentación y cuya resistencia por punta es:

$$p_p = 7,5c_u = 3,75q_u \cong 0,5q_c$$

que tiene coeficientes diferentes al no haberse incluido el factor de forma (una pantalla es análoga a una zapata corrida).

La expresión de la resistencia por punta (Q_p) para un **empotramiento en roca** se puede establecer en función de la resistencia a compresión simple (Jiménez Salas, Geotecnia y Cimientos II):

$$p_p = \alpha * q_u = \beta * \left(0,5 + \frac{D}{6\phi} \right) * q_u$$

$$\alpha = \beta \left(0,5 + \frac{D}{6\phi} \right) \leq 1$$

Donde:

p_p : Resistencia por punta.

α : Resistencia unitaria por la base

q_u : Resistencia a compresión simple

D: Profundidad de empotramiento en la roca.

ϕ : Diámetro del pilote.

β : Depende del tipo de roca:

Tipo de roca	Resistencia a compresión simple q_u (kp/cm ²)	β
Granito, pórfido	150	0,6
Caliza compacta no margosa	80	0,8
Pizarra dura	40	0,3
Arenisca compacta	100	0,8

Normalmente para conseguir la penetración de la punta del pilote en la roca de apoyo será necesario el uso de trépanos.

Resistencia por el fuste

La carga de hundimiento por fuste (Q_f) se calcula en función de la presión de hundimiento por fuste p_f (Norma NTE-CPI (1977) según:

$$Q_f = \pi \phi \int_0^1 p_f dz$$

El mecanismo de rotura por fuste tiene lugar en la interfase pilote-terreno, partiendo de la condición general de rotura de Mohr-Coulomb:

$$p_f = \tau = a + \sigma_h' \tan \delta = a + K \gamma' z \tan \delta$$

a: adherencia.

σ_h' : tensión efectiva horizontal

δ : ángulo de rozamiento entre la pared y el terreno.

K: coeficiente de empuje.

γ' : densidad efectiva ($\gamma_h - \gamma_w$)

z: espesor de la capa

Al usar esta condición de rotura se observa que la resistencia por fuste crece linealmente con la profundidad. Esto, sin embargo, no es muy realista ya que al medir en con el penetrometro la resistencia por fuste en profundidad, se observa que se produce una estabili-

zación y que incluso **con los mejores suelos (arenas densas) nunca se supera el valor límite de $p_f=1\text{kp/cm}^2$.**

En general la resistencia por fuste es mayor en suelos granulares que en cohesivos debido a que en los primeros se basa en la componente friccional (que depende del confinamiento) mientras que en los segundos las condiciones de rotura no drenada implica que sólo quede la componente de adherencia. Sin embargo, es habitual que en arenas el fuste se movilice poco debido a que la punta se encuentra bien apoyada y el pilote se asienta poco (baja deformabilidad del suelo en la zona de punta). Por el contrario en terrenos cohesivos, la capacidad portante en la punta es baja y la deformabilidad del terreno alta (pilotes flotantes) y el fuste se moviliza siendo por tanto importante la contribución por fuste del pilote.

Por último, hay que remarcar que la componente por fuste es muy sensible a la puesta en obra, habiendo mucha diferencia si el pilote es hincado o perforado.

En los **terrenos granulares**, el mecanismo de rotura por fuste tiene lugar en la interfase pilote-terreno, partiendo de la condición general de rotura de Mohr-Coulomb:

$$p_f = \tau = a + \sigma_h' \tan \delta = a + K\gamma' z \tan \delta$$

Donde cada término se puede interpretar:

- el término de adherencia a , que está relacionado con la cohesión del suelo puede despreciarse en suelos granulares.
- El ángulo de rozamiento δ corresponde al rozamiento en la interfase suelo pilote y puede estimarse según:
 - o $\delta = \phi'$ en el caso de pilotes de extracción ya que la rugosidad del pilote con el terreno puede ser buena.
 - o $\delta = \phi' / 3$ en el caso de pilotes metálicos hincados que son muy lisos.
 - o $\delta = 2\phi' / 3$ en el caso de pilotes hincados de hormigón
- el coeficiente de empuje k está muy influido por la forma de ejecución de los pilotes:
 - o En pilotes de extracción puesto que el terreno se descomprime al hacer la perforación y acaba empujando sobre el pilote, $k_a < k < k_0$. En caso de tener que tomar un valor sería aconsejable adoptar $k=k_a$ que dejaría del lado de la seguridad.

- o El pilotes de desplazamiento puesto que el terreno se comprime al hincar el pilote $k_0 < k < k_a$. En caso de tener que toma un valor sería aconsejable adoptar $k = k_0$ que dejaría del lado de la seguridad.

Valores típicos de K	Arena suelta	Arena densa
Hincado	1,0	2,5
Perforado	0,25	0,7

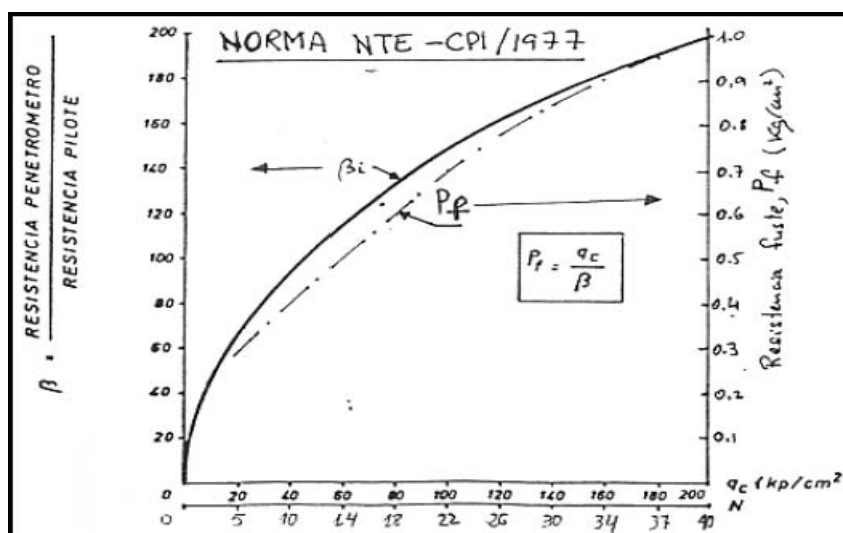
En todo caso, ya se ha dicho que es más probable disponer de información penetrométrica que ángulos de rozamiento. Esto quiere decir que se deberá estimar la resistencia por fuste en base a dichos resultados penetrométricos.

Donde:

$$p'_f = \frac{q_c}{\beta} \quad 20 < \beta < 200$$

q_c : resistencia en punta obtenido de ensayo de penetración estática.

β : variable, aumenta con la resistencia:



El penetrómetro estático también es capaz de aportar información directa de la resistencia por fuste, es decir, medida directa de p_f . En cualquier caso está limitada, como ya se ha dicho, al valor de 1 kp/cm^2 .

En el caso de las gravas, es difícil la realización de ensayos penetrométricos, por lo que se toman los siguientes valores de referencia:

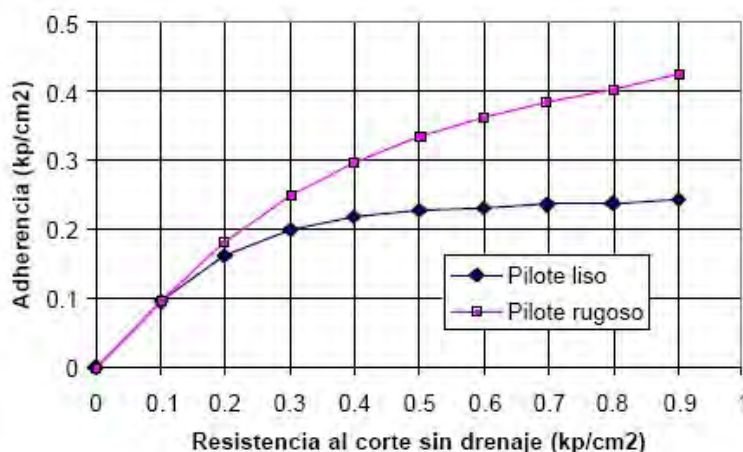
	P_f (kp/cm ²)
Gravas limpias (GW,GP)	1,0
Gravas arenosas (GS)	0,77
Gravas arcillosas o limosas (GC,GM)	0,51

En **terrenos cohesivos**, la estimación de la resistencia por fuste es difícil por la generación de presiones intersticiales debido a la baja permeabilidad, el remoldeo que pueden sufrir durante la ejecución de los pilotes y la presencia de procesos de consolidación en el terreno donde se instalan.

Prácticamente se trata de una resistencia por adherencia, lo que daría lugar a:

$$Q_f = \pi \phi \int_0^1 adz$$

es decir, que se ha supuesto que $\delta=0$, que corresponde a la rotura de la interfase en condiciones no drenadas. La adherencia a depende de varios factores y lógicamente se podrá estimar a partir de la resistencia al corte sin drenaje del suelo C_u .



Esto indica que una posible forma de evaluar la adherencia puede ser:

$$p_f = a = \beta C_u$$

Como puede verse en la figura adjunta β es prácticamente igual a la unidad para arcillas blandas ($C_u < 0,3$ kp/cm²) mientras que va decreciendo a medida que va aumentando la resistencia, llegando a valer del orden de 0,2.

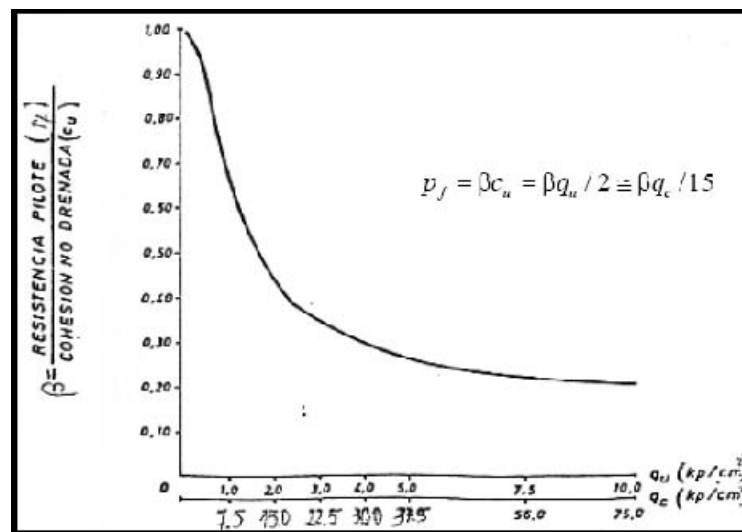
Kerisel propuso la siguiente expresión para la determinación de β :

$$\beta = \frac{1 + c_u^2}{1 + 7 * c_u^2} \Rightarrow c_u \text{ kp/cm}^2$$

Finalmente es conveniente expresar la resistencia por fuste en función de la resistencia a la penetración, en cuyo caso resulta:

$$p_f = a = \beta * c_u = \beta * \frac{q_u}{2} \approx \beta * \frac{q_c}{15}$$

Sujeto en todo caso a limitación de 0,9 kp/cm²



Por último hay que hacer una serie de recomendaciones respecto a la evaluación de la resistencia por fuste que se puede aplicar para quedar del lado de la seguridad:

- en el caso de encontrar capas de arcillas muy blandas profundas, la resistencia por fuste de las que se encuentren por encima no pueden ser superiores a 3 veces las de las capas blandas.
- En el caso de encontrar capas granulares intercaladas en arcillas, la resistencia por fuste de las capas granulares no puede ser superior a 2 veces la de las capas arcillosas.
- En capas de arcilla con constancia media o superior se deben despreciar los 2 metros superiores en contacto con la superficie del terreno.

En **sustrato rocoso**, en general no habrá que considerar el fuste, ya que la roca interesa para un apoyo por punta.

Según el CTE, dentro de la zona de empotramiento de roca se debe considerar, para la evaluación de la resistencia de los pilotes perforados, un valor de cálculo de la resistencia unitaria por fuste p_f (MPa) igual a:

$p_f (MPa) = 0,2 * \sqrt{q_u}$ donde q_u vendrá especificado en MPa, debiéndose verificar siempre que la roca es estable en agua.

Se suelen utilizar también las fórmulas:

$$p_f = \frac{1}{20} q_u \qquad p_f = \frac{1}{10} \frac{p_p}{d_f}$$

Según Jiménez Salas 1981 "Geotecnia y Cimientos II": la resistencia del apoyo en roca por pilote (incluida la transmisión lateral por empotramiento) viene definida por el resultado de las siguientes ecuaciones:

$$Q_{p1} = r \cdot R_b \cdot A_p + 0.5 \cdot R_b \cdot A_e$$

Donde:

Q_p : Resistencia del apoyo en roca.

r : Factor de reducción debido a las irregularidades de la estratificación. ($r = 0,8$)

R_b : Resistencia unitaria por la base

A_p : Área de la superficie basal del pilote en el empotramiento.

A_e : Área de la superficie lateral de empotramiento en roca.

La resistencia unitaria por la base (R_b), se puede calcular por la fórmula:

$$R_b = \beta \cdot \left(0.5 + \frac{D_e}{6B} \right) \cdot R_u$$

Donde:

β : coeficiente que depende de la naturaleza de la roca ($\beta = 0.5$)

D_e : Profundidad de empotramiento en la roca.

B : Diámetro del pilote.

R_u : Resistencia a la compresión simple de la roca.

Para un pilote diseñado solo por punta asumiendo que los pesos propios del pilote se compensan con la resistencia unitaria por fuste del resto de horizontes, a modo de ejemplo:

- Para diámetro 650 mm con un empotramiento mínimo de 2 diámetros en el sustrato rocoso (71 kg/cm^2) la carga de hundimiento en punta resultaría de 104 Tn (Punta) + 403 (Tn empotramiento) = 507 Tn/3 (FS) = 169 Tn
- Para diámetro 800 mm con un empotramiento mínimo de 2 diámetros en el sustrato rocoso (71 kg/cm^2) la carga de hundimiento en punta resultaría de 261 Tn (Punta) + 816 (Tn empotramiento) = 1077 Tn/3 (FS) = 359* Tn

*tope estructural típicos por unidad de superficie para pilotes hormigonados in situ son de 50 a 75 kg/cm^2 y si se localizan por debajo del nivel freático de 35 a 50 kg/cm^2 .

9. CONDICIONES DE URBANIZACIÓN

Todos los datos considerados en este apartado se han obtenido del Reglamento PG-3 (“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales”), así como de la *Norma 6.1-IC* (“Secciones de Firmes”, B.O.E. 12-12-03).

En la zona W de la obra la glorieta se localiza sobre un relieve en donde la cota de aparición del sustrato rocoso es relativamente próxima 2,5 m, por lo que en caso de realizar desmontes superiores a esta cota la categoría de la explanada sería E3. En el caso contrario, se debería retirar al menos la tierra vegetal en cuyo caso afloraría el horizonte de arcillas con cantos y parte del perfil de alteración del sustrato rocoso en cuyo caso no generaría explanada y debería realizarse aportaciones de material para obtener las mismas.

En la zona E de la obra la glorieta se localiza sobre una vaguada por lo que necesariamente se deben hacer terraplenes para alcanzar las cotas exigidas por el proyecto. A nivel superficial se localizan rellenos antrópicos, tierra vegetal y terrenos blandos que deberán ser previamente retirados, una vez realizadas estas actuaciones el horizonte de arcillas con cantos localizado a cota superficial. Además en la zona se localizan varias regatas que deberán ser conducidas o drenadas previa ejecución de la obra para controlar la saturación de la zona y por ende la variación de los niveles freáticos, en caso contrario se deberán utilizar materiales seleccionados para la cimentación del terraplén.

Aptitud para préstamos (clasificación de suelos SEGÚN PG-3)

Los materiales a emplear en rellenos tipo terraplén serán, con carácter general, suelos o materiales locales que se obtengan de las excavaciones realizadas en obra, de los préstamos que se definan en el Proyecto, o que se autoricen por el Director de Obras. (Artículo 330.3.1. del PG-3). Los criterios para conseguir un relleno tipo terraplén adecuado irán encaminados a emplear los distintos materiales, según sus características, en las zonas más apropiadas de la obra.

En todo caso se utilizarán materiales que cumplan, al menos, las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en proyecto.

Los materiales susceptibles, o no, de convertirse en material de préstamo se clasifican, basándose en sus características intrínsecas, siguiendo los criterios que se resumen en la siguiente tabla:

Clasificación de los materiales (suelos) según Art. 330 del PG-3

	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES	SUELOS MARGINALES
Contenido en m.o. (%)	< 0.2	< 1	< 2	< 5
Contenido en Yesos (%)			< 5	
Contenido en sales solubles incluido el yeso (%)	< 0,2	< 0,2		
Contenido en otras sales solubles distintas del yeso (%) (NLT 114)			< 1,0	
Tamaño máximo (mm)	< 100	< 100	< 100	< 100
Pasa tamiz 2 UNE (%)	<80	< 80		
Pasa tamiz 0,40 UNE (%)	≤ 15 ó 			
Pasa tamiz 0,40 UNE (%)	< 75			
Pasa tamiz 0,080 UNE (%)	< 25	< 35		
Límite líquido	< 30	< 40	< 65	
Índice de plasticidad	< 10	Si LL>30 IP>4	Si LL>40 IP>0,73 (LL-20)	Si LL>90 IP<0,73 (LL-20)
Asiento en ensayo de colapso (%) (NLT 254)			< 1,0	
Hinchamiento en ensayo de expansión (%) (UNE 103-601)			< 3,0	< 5,0

Los materiales que no se incluyan en las categorías anteriores se clasifican como *suelos inadecuados*.

Atendiendo a los tipos de suelos resultantes, así como a los requisitos que en su caso se exijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, éstos se podrán usar en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén (Artículo 33.4.1. del PG-3), tal y como se resume en la siguiente tabla:

ZONA TERRAPLÉN	TIPO DE SUELO	CBR
Coronación	Adecuados, Seleccionados	>5
Cimiento	Tolerables, Adecuados, Seleccionados	≥3
Núcleo	Tolerables, Adecuados, Seleccionados. Marginales (*)	≥3
Espaldones (**)		

(*) El uso de suelos marginales o de suelos con índice C.B.R. < 3 puede venir condicionado por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de Obras, conforme a lo indicado en el artículo 330.4.4 del PG-3 (“Precauciones especiales con distintos tipos de suelos”).

(**) En *Espaldones* se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión. No se usarán suelos expansivos o colapsables. Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos solubles (Según UNE 103201) mayor de dos por ciento (2%), los espaldones evitarán la infiltración del agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

Explanadas

Formación de la explanada para viales

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa) (NLT-357)	≥60	≥120	≥300
CBR (NLT-111/78)	5<CBR<10	10<CBR<20	CBR>20

La formación de las explanadas de las distintas categorías que se recoge en la figura 1, depende del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles. Para la correcta aplicación de la figura 1 se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- | 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) |
| CATEGORÍA DE EXPLANADA | E1
$E_{u1} \geq 60 \text{ MPa}$ | | | | | |
| | E2
$E_{u2} \geq 120 \text{ MPa}$ | | | | | |
| | E3
$E_{u3} \geq 300 \text{ MPa}$ | | | | | |
- 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)

tipo de material

espesor mínimo en cm

30

2

suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

43

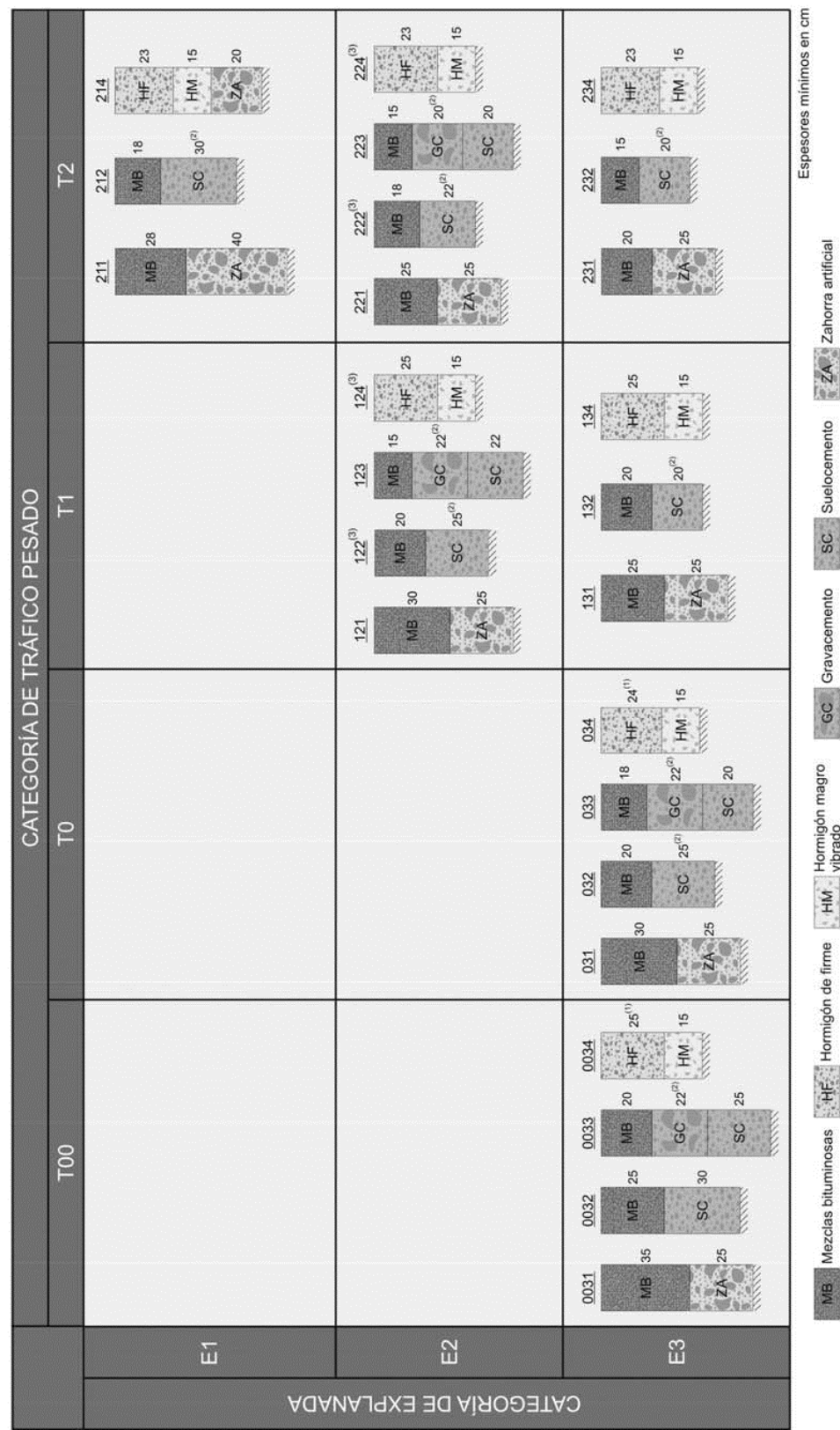
Categorías de tráfico y secciones de firme

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, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en los viales del proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría del tráfico pesado.

A los efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC, se definen ocho categorías de tráfico pesado, descritas en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	IMDp (Vehículos pesados/día)
T00	≥ 4000
T0	3999-2000
T1	1999-800
T2	799-200
T31	199-100
T32	99-50
T41	49-25
T42	<25

Una vez establecido el tipo de tráfico por el técnico proyectista, las secciones de firme que deberán realizarse, en función de las explanadas obtenidas, son las que se muestran en las **figuras 2.1 y 2.2.**



(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
(2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
(3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

FIGURA 2.1 – CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO
T00 A T2, EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
				E3
	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 ZA 20	4221 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 25 4222 MB 5 SC 22 4224 HF 18 ZA 20
	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 ZA 20	4131 MB 10 ⁽¹⁾ ZA 20 4132 MB 8 SC 20 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 ⁽¹⁾ ZA 20 4232 MB 5 SC 20 4234 HF 18 ZA 20
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.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

FIGURA 2.2 – CATÁLOGO 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

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La obra se va a realizar en 2 fases, en una primera se construirán los viales de acceso y salida a la glorieta W y en una segunda fase se construirán el paso superior (puente) y los viales de acceso y salida a la glorieta E.

1º FASE DE OBRA

La primera fase en la que se contempla el ensanche del vial actual para la construcción de los carriles de acceso y salida a la glorieta W del proyecto.

En esta fase la obra de tierras fundamentalmente va consistir en el vaciado de tierras para la construcción de los viales y glorieta, según la caracterización geotécnica realizada los materiales aflorantes en la superficie una vez realizado el vaciado, serán el nivel geotécnico 1 y nivel geotécnico 2, horizonte de arcillas con cantos y perfil de alteración del sustrato rocoso de naturaleza margosa.

Caracterización de explanada

La naturaleza de los suelos es fundamentalmente arcillosa y según los ensayos de resistencia realizados no alcanzan el modulo elástico suficiente para formar explanada E-1 hasta los 3 m de profundidad la zona del vial y hasta los 1,5 de profundidad en la zona de la glorieta W, en el caso de superar estas cotas de excavación el material alflorante será el sustrato rocoso en cuyo caso se obtendría una explanada E3.

Según las analíticas de laboratorio realizadas y experiencias previas Los niveles geotécnicos 1 y 2 (arcillas con cantos y perfil de meteorización) se clasificarán como tolerables, por lo que no constituirán por si mismos ningún tipo de explanada y se deberán añadir diferentes espesores de materiales adecuados o seleccionados en función de las características de la explanada que se pretenda construir.

Estabilidad de taludes de desmonte

En cuanto a la estabilidad de los taludes de desmonte para los niveles geotécnicos 1 y 2 (arcillas con cantos y perfil de meteorización) se recomienda la utilización de un talud 1.5H:1V. En el caso de afectar el nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso) la formación margosa mantiene generalmente taludes verticales estables tipo 1H:3V aunque es necesario comprobar durante la ejecución la orientación del diaclasado para definir finalmente el grado de estabilidad de los mismos. No obstante debido a la rápida degradación química

que sufre la roca en contacto con los agentes atmosféricos, los taludes verticalizados manifiestan en un chineo constante del material margoso, caídas ocasionales de bloques y lavado superficial en coladas de la roca degradada a arcilla. En este sentido es recordable optar por taludes más tendidos tipo 1H:1V o incluso 1.5H:1V para permitir la revegetación del mismo y paliar los procesos de degradación inherentes a la naturaleza de la roca.

Estabilidad de taludes de terraplén

La inclinación del talud de terraplén va estar condicionada por las características naturales del terreno de préstamos y las condiciones de puesta en obra, normalmente se suele optar por 1,5H:1V (34º) si el material de aportación es granular de buena calidad, o si el material es algo peor o las condiciones de puesta en obra no son muy exigentes se opta por un 2H:1V (26º).

2º FASE DE OBRA

La segunda fase de obra contempla el ensanche del vial actual para la construcción de los carriles de acceso y salida a la glorieta E del proyecto, así como el paso superior mediante un puente para comunicar las dos glorietas.

En esta fase la obra de tierras fundamentalmente va consistir en el terraplenado de materiales de aportación para la glorieta E y sus ramales de acceso así como para el vial superior.

En la zona en la que está proyectada la ubicación de la glorieta E circulan dos regatas de aguas superficiales por lo que se prevé que el nivel freático sea más superficial (-1,50 m cota estimada). En este sentido se recomienda tomar una serie de medidas correctoras en cuanto al encauzamiento y drenaje se refiere, para evitar que el agua procedente tanto de la escorrentía superficial así como de posible circulación subterránea, no afecten al terraplén proyectado en la zona.

Debido a la sobrecarga del terraplén, aprox. 1,65 kg/cm² (8,67 m x 1,9 Tn/m²) y a la presencia de depósitos arcillosos blandos de hasta 7 m van a manifestarse asentamientos en el terreno natural.

Para minimizar los asentamientos pueden recomendarse las siguientes actuaciones:

1. El acopio de los excedentes de los desmontes de la fase 1 de la obra a modo de precarga en la zona donde se proyectan los terraplenes en la segunda fase. Ya que en el tiempo que transcurran ambas fases previsiblemente se habrán generado la

totalidad de los asientos elásticos y parte de los de consolidación, si los hubiese, proporcionales a la carga transmitida por el acopio. Esta medida será más efectiva si se realizan provisionalmente las obras de encauzamiento de las regatas para evitar el represamiento de las aguas.

2. Sustituciones totales o parciales (1-2 m) de los terrenos arcillosos blandos por suelos seleccionados o inclusiones de columnas de grava que refuercen el terreno. Cualquier cajeadado que se realice en el terreno se debe equipar de su correspondiente drenaje para evitar la acumulación de agua.
3. Con objeto de mejorar el contacto del terraplén con el estrato natural, se recomienda verter y compactar antes de la colocación del terraplén, una capa de árido grueso exenta de finos. El conjunto formado mejorará notablemente el comportamiento resistente ante los esfuerzos. Cualquier cajeadado que se realice en el terreno se debe equipar de su correspondiente drenaje para evitar la acumulación de agua.

Además de los asientos derivados del terreno natural por la sobrecarga se deberán contemplar los del terraplén, que estos dependerán de la naturaleza del material utilizado (evolutivos o no) y de las condiciones de puesta en obra de los mismos.

Los asientos diferenciales más significativos pueden manifestarse entre las estructuras y las obras de tierra, para controlar los mencionados asientos pueden realizarse losas de transición entre las estructuras y los materiales terraplenados, en caso que estas obras no fueran suficientes, se deberían realizar mejoras de terreno bajo los terraplenes mediante sustituciones totales o parciales de material, la adopción de uno o ambos sistemas queda a criterio del proyectista en función de las tolerancias establecidas.

Caracterización de explanada

La categoría de la explanada dependerá de los materiales utilizados para el terraplenado, en el caso de utilizar materiales tolerables con CBR>3 se deberán añadir las correspondientes tongadas de suelos adecuados o seleccionados para alcanzar la categoría de explanada requerida.

Estabilidad de taludes de terraplén

La inclinación del talud de terraplén va estar condicionada por las características naturales del terreno de préstamos y las condiciones de puesta en obra, normalmente se suele optar por 1,5H:1V (34º) si el material de aportación es granular de buena calidad, o si el material

es algo peor o las condiciones de puesta en obra no son muy exigentes se opta por un 2H:1V (26°).

Cimentación de la estructura

Para las cimentaciones convencionales: a partir del valor de compresión simple obtenido, la presión de diseño será igual o inferior de $\sigma = 5,00 \text{ kg/cm}^2$ siempre que se garantice haber alcanzado la formación sana, ya que la carga de hundimiento del macizo rocoso anisótropo es del orden de 7,764 MPa, aplicando el factor de seguridad según el coeficiente para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996) se obtiene una carga admisible para sustrato rocoso Q_{adm} igual o inferior a 5,18 Kg/cm².

Para las cimentaciones profundas: se recomienda la ejecución de **pilotes excavados “in situ”**, con camisa auxiliar en presencia de N.F. y colapso de los materiales, o barrenados sin entubación CPI-7/NTE-92, en caso de que las paredes de la perforación se mantuviesen estables.

A título orientativo, indicaremos que la resistencia del apoyo en roca por pilote (incluida la transmisión lateral por empotramiento) viene definida por el resultado de la siguiente ecuación:

$$Q_{p1} = r \cdot R_b \cdot A_p + 0.5 \cdot R_b \cdot A_e$$

Donde:

Q_p : Resistencia del apoyo en roca.

r : Factor de reducción debido a las irregularidades de la estratificación. ($r = 0,8$)

R_b : Resistencia unitaria por la base

A_p : Área de la superficie basal del pilote en el empotramiento.

A_e : Área de la superficie lateral de empotramiento en roca.

La resistencia unitaria por la base (R_b), se puede calcular por la fórmula:

$$R_b = \beta \cdot \left(0.5 + \frac{D_e}{6B} \right) \cdot R_u$$

Donde:

β : coeficiente que depende de la naturaleza de la roca ($\beta = 0.5$)

D_e : Profundidad de empotramiento en la roca.

B : Diámetro del pilote.

R_u = qu: Resistencia a la compresión simple de la roca.

Para un pilote diseñado solo por punta asumiendo que los pesos propios del pilote se compensan con la resistencia unitaria por fuste del resto de horizontes rozamientos de los horizontes:

- Para diámetro 650 mm con un empotramiento mínimo de 2 diámetros en el sustrato rocoso (71 kg/cm^2) la carga de hundimiento en punta resultaría de 104 Tn (Punta) + 403 (Tn empotramiento) = 507 Tn/3 (FS) = 169 Tn
- Para diámetro 800 mm con un empotramiento mínimo de 2 diámetros en el sustrato rocoso (71 kg/cm^2) la carga de hundimiento en punta resultaría de 261 Tn (Punta) + 816 (Tn empotramiento) = 1077 Tn/3 (FS) = 359* Tn

*tope estructural típicos por unidad de superficie para pilotes hormigonados in situ son de 50 a 75 kg/cm^2 y si se localizan por debajo del nivel freático de 35 a 50 kg/cm^2 .

AGUAS FREÁTICAS

Durante la realización de los ensayos se detectó la presencia de aguas freáticas en el sondeo 1 a -6,50 m de profundidad (profundidad referida a la rasante de ejecución de los ensayos).

En la zona en la que está proyectada la ubicación de la glorieta E circulan dos regatas de aguas superficiales por lo que se prevé que el nivel freático sea más superficial que en la zona del sondeo (-1,50 m cota estimada).

Teniendo en cuenta la ubicación de la glorieta E, se recomienda tomar una serie de medidas correctoras en cuanto al encauzamiento y drenaje se refiere, para evitar que el agua procedente tanto de la escorrentía superficial así como de posible circulación subterránea, no afecten al terraplén proyectado en la zona.

Los coeficientes estimados de permeabilidad en cm/s correspondientes a los siguientes horizontes en función del análisis granulométrico, experiencias previas y valores típicos contemplados en bibliografía son los siguientes:

K en cm/s	10 ²	10 ¹	1,0	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Muy bueno		Bueno				Malo		Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias, zahorras		Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limosa y arcillas, depósitos glaciares, arcillas estratigráficas, etc.			Suelos impermeables como arcillas homogéneas				
			Suelos impermeables por efecto de la vegetación y la intemperie									
Determinación directa de K	Realizar test de permeabilidad, directamente en el emplazamiento a estudiar. Para obtener resultados fidedignos se requiere mucha experiencia.											
	Obtener K mediante el permeámetro de carga constante. Se requiere poca experiencia.											
Determinación indirecta de K			Usar permeámetro de carga variable requiere poca experiencia			Con el permeámetro de carga decreciente, se requiere mucha experiencia.			Con el permeámetro de carga decreciente se requiere bastante experiencia por lo que es medianamente fiable.			
	Obtener K a partir de la curva granulométrica. Sólo sirve para arenas y gravas poco cohesivas y limpias								Obtener K a partir de ensayos de consolidación. Se requiere bastante experiencia.			

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad K (cm/s) de suelos (según Casagrande Y Fadum)

De $K = 10^{-1}$ a $K = 10^{-3}$ cm/s Nivel geotécnico 0. Tierra vegetal y rellenos de urbanización.De $K = 10^{-3}$ a $K = 10^{-5}$ cm/s Nivel geotécnico 1. Arcillas con cantos.De $K = 10^{-5}$ a $K = 10^{-6}$ cm/s Nivel geotécnico 2. Perfil de meteorizaciónDe $K = 10^{-6}$ a $K = 10^{-9}$ cm/s Nivel geotécnico 3. Sustrato rocoso**ANÁLITICA DE LABORATORIO**

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, indican que el contenido de sulfatos solubles en suelos ($\text{mg SO}_4^{2-}/\text{Kg}$) según UNE 103201/96 es <100 en todas las muestras analizadas, por lo tanto los materiales analizados no presentan ataque al hormigón, y no sería necesario el uso de cementos sulforresistentes.



Pamplona, noviembre de 2010.

Firmado: EDUARDO ARANA RICO, Geólogo. Col. Nº 3.461



Firmado: GUILLERMO ERICE LACABE, Geólogo. Col. Nº 2.577

ANEXO 1

Mapa geológico y Leyenda

ANEXO 2

Registros y fotografías de los sondeos

OBRA: Paso superior y glorieta Mugarte, Entremutilvas (Navarra)

CLIENTE: SERTECNA

SONDEO: 1

FECHA: 19 de febrero de 2010

REF. INFORME: IR-GE 994 1209.01

REF.: G03466

--	--

B

113

B

101

L

86

M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo

B: Bateria simple; T: Bateria doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo
Tipo de Sonda TP-30

Su: Ensayo Vanetest, C.S.: Ensayo de compresión simple.



1



2



3

GEEA GEÓLOGOS S.L.
Paseo Sandúa 28, bajo
31.012 Pamplona (Navarra)



Fotos: Testificación de sondeo 1 cajas 1, 2 y 3
Lugar: ENTREMUTILVAS (NAVARRA)
Fecha: Febrero de 2010
Cliente: SERTECNA



GEEA GEÓLOGOS S.L.
Paseo San dúa 28, bajo
31.012 Pamplona (Navarra)

Fotos: Testificación de sondeo 1 caja 4
Fecha: Febrero de 2010
Cliente: SERTECNA



ANEXO 3

Registro de los ensayos de
penetración dinámica
D.S.P.H.



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pº Sandua nº 28, 31012 Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363 336

www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Rotonda Mugartea, Mendillorri - Mutilva Alta (Navarra)

Cliente: SERTECNA S.A.

Ref. Inf.: IR-GE 994 1209.01

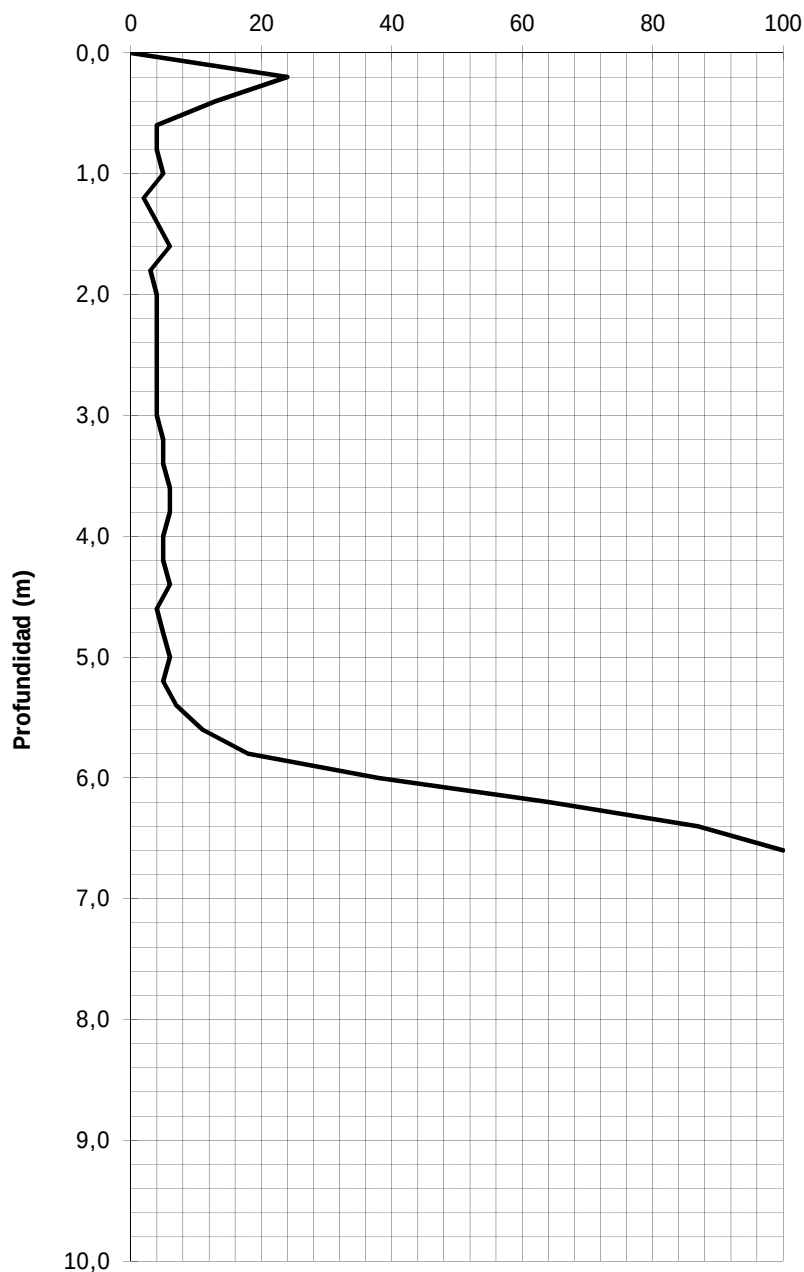
Penetración Nº: 1

Referencia: G03340

Fecha: 17 de diciembre de 2009

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	24
0.20-0.40	13
0.40-0.60	4
0.60-0.80	4
0.80-1.00	5
1.00-1.20	2
1.20-1.40	4
1.40-1.60	6
1.60-1.80	3
1.80-2.00	4
2.00-2.20	4
2.20-2.40	4
2.40-2.60	4
2.60-2.80	4
2.80-3.00	4
3.00-3.20	5
3.20-3.40	5
3.40-3.60	6
3.60-3.80	6
3.80-4.00	5
4.00-4.20	5
4.20-4.40	6
4.40-4.60	4
4.60-4.80	5
4.80-5.00	6
5.00-5.20	5
5.20-5.40	7
5.40-5.60	11
5.60-5.80	18
5.80-6.00	38
6.00-6.20	64
6.20-6.40	87
6.40-6.60	RECHAZO
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pº Sandua nº 28, 31012 Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363 336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Rotonda Mugartea, Mendillorri - Mutilva Alta (Navarra)

Cliente: SERTECNA S.A.

Ref. Inf.: IR-GE 994 1209.01

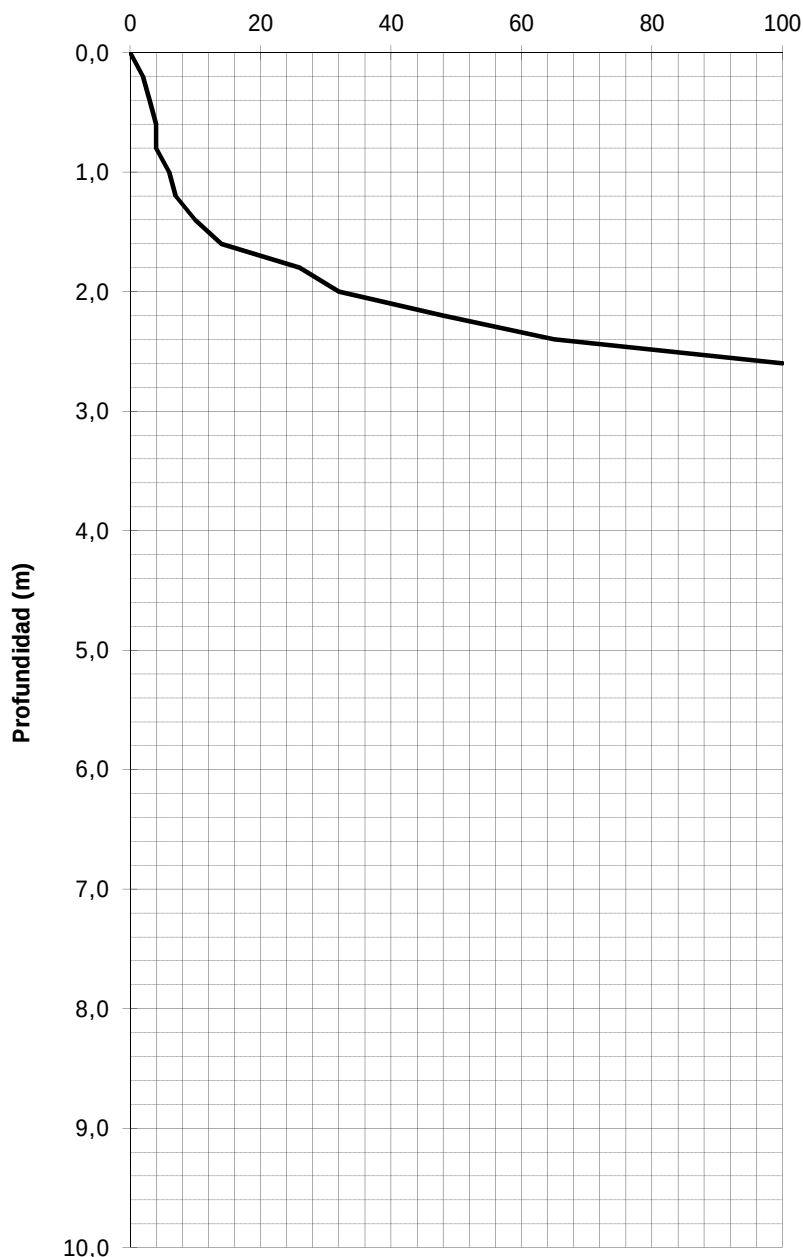
Penetración Nº: 2

Referencia: G03340

Fecha: 17 de diciembre de 2009

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	2
0.20-0.40	3
0.40-0.60	4
0.60-0.80	4
0.80-1.00	6
1.00-1.20	7
1.20-1.40	10
1.40-1.60	14
1.60-1.80	26
1.80-2.00	32
2.00-2.20	48
2.20-2.40	65
2.40-2.60	RECHAZO
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pº Sandua nº 28, 31012 Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363 336

www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Rotonda Mugartea, Mendillorri - Mutilva Alta (Navarra)

Cliente: SERTECNA S.A.

Ref. Inf.: IR-GE 994 1209.01

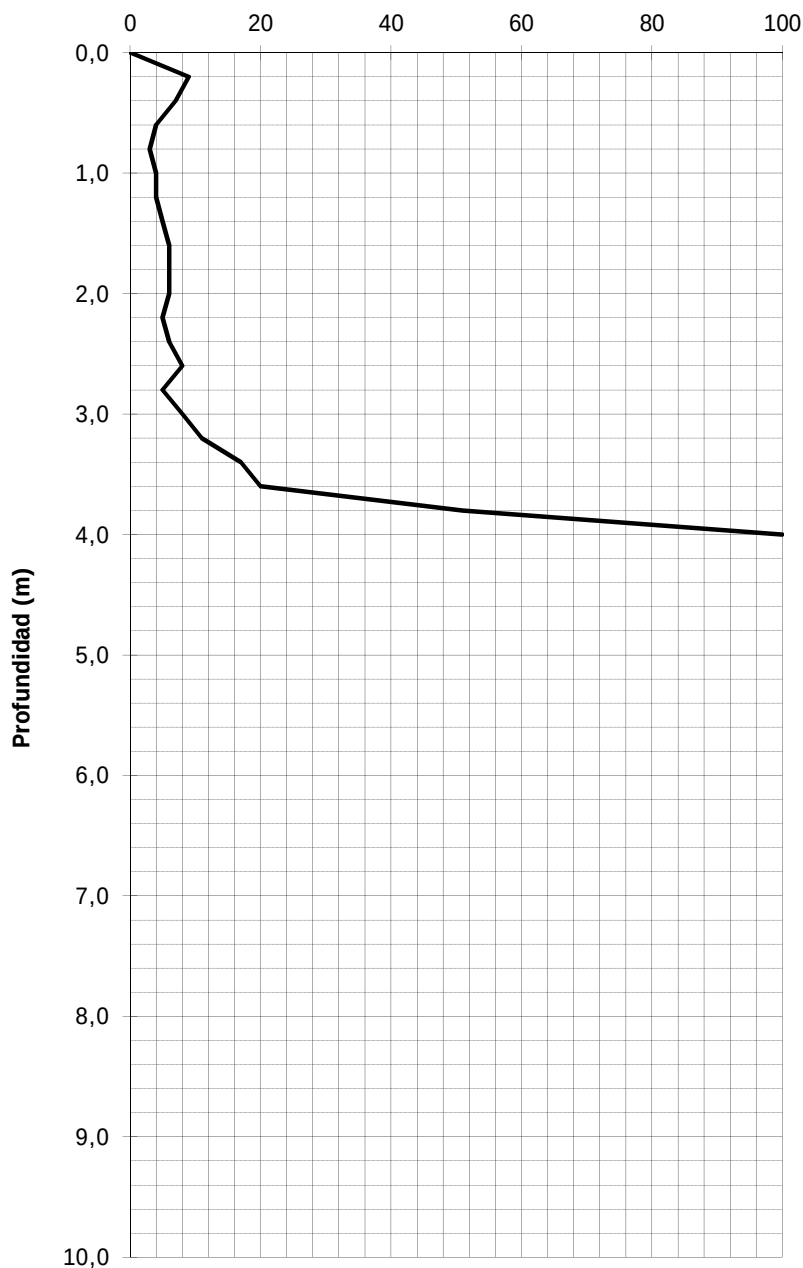
Penetración N°: 3

Referencia: G03340

Fecha: 17 de diciembre de 2009

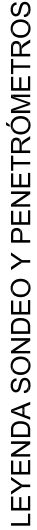
Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	9
0.20-0.40	7
0.40-0.60	4
0.60-0.80	3
0.80-1.00	4
1.00-1.20	4
1.20-1.40	5
1.40-1.60	6
1.60-1.80	6
1.80-2.00	6
2.00-2.20	5
2.20-2.40	6
2.40-2.60	8
2.60-2.80	5
2.80-3.00	8
3.00-3.20	11
3.20-3.40	17
3.40-3.60	20
3.60-3.80	51
3.80-4.00	RECHAZO
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	



ANEXO 4

Perfiles de correlación



ANEXO 5

Boletines de ensayos de laboratorio

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo	CONTENIDO DE
			SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS
		Norma	UNE 83001:2000
		Acta nº	Nº Copia
		AN13270	Copia 1 Sertecna

Referencia Muestra....	N04710	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 1,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

RESULTADO ENSAYO

SO_4^{2-} (mg/kg de suelo seco) = $(0,416 * ((T+R) - T)) / M$

SO_4^{2-} (mg/kg de suelo seco) **<100**


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Ayegui, 18 DE MARZO DE 2010

HOJA 1 DE 1

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

	GEEA GEÓLOGOS S.L.	<i>Ensayo</i>	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Norma</i>	UNE 103300/93
		<i>Acta n°</i> AN13120	<i>N° Copia</i> Copia 1 Sertecnia

Referencia Muestra....	N04711	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M2 DE 3 A 3.5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNIA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

DATOS ENSAYO

TARA + SUELO + AGUA (gr) = 2092.50

TARA + SUELO (gr) = 1864.52

- TARA (gr) = 545.80

RESULTADO DEL ENSAYO

HUMEDAD NATURAL (%) 17.29


 Fdo. Ana Quintanar
 Responsable del ensayo



VºBº Guillermo Erice
 Director Técnico

Ayegui: 4 DE MARZO DE 2010

HOJA 1 DE 3

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 124/2008 de 2 de mayo de 2008.

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**DETERMINACIÓN DE
LÍMITES DE ATTERBERG**

Norma

UNE 103103/94 103104/93

Acta n°

AN13121

N° Copia

Copia 1 Sertecna**Referencia Muestra.... N04711**

PROCEDENCIA SONDEO

TIPO DE MUESTRA ALTERADA

FECHA ENTRADA 23 DE FEBRERO DE 2010

Referencia Informe..... EN-192/10

REF. CLIENTE S1 M2 DE 3 A 3,5 METROS

PETICIONARIO SERTECNA

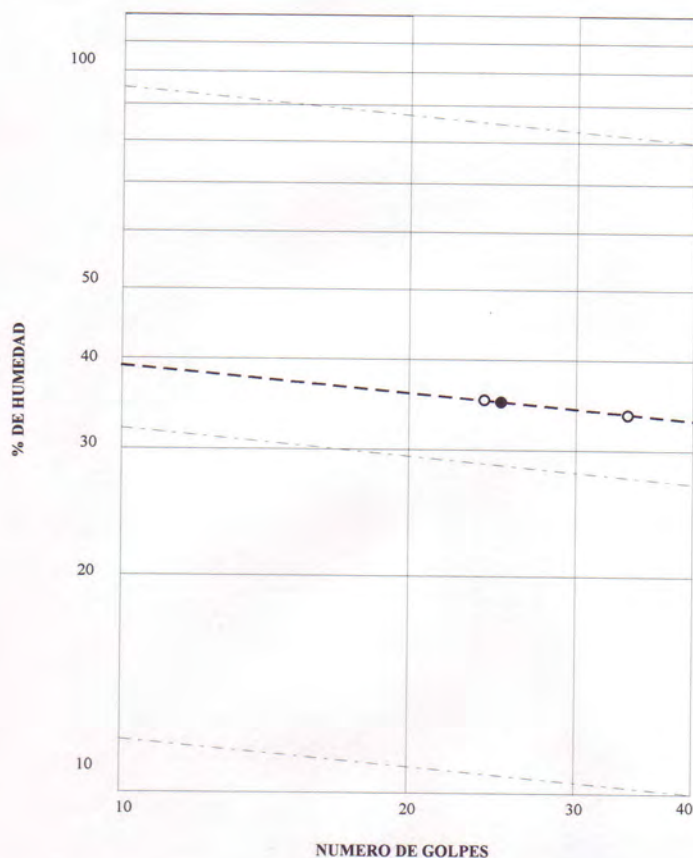
DEN. OBRA MUGARTEA

CALCULO LIMITE LIQUIDO

	Nº de golpes	24	34
	Referencia tara		
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	3,99	3,82
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	23,89	23,76
$t+s$	Tara + suelo	19,90	19,94
t	Tara	8,56	8,57
$s=(t+s)-t$	Suelo	11,34	11,37
$w=100*(a/s)$	% Humedad	35,2	33,6

CALCULO LIMITE PLASTICO

	Referencia tara	
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,98
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	13,80
$t+s$	Tara + suelo	12,82
t	Tara	8,54
$s=(t+s)-t$	Suelo	4,28
$w=100*(a/s)$	% Humedad	22,9

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

LIMITE LIQUIDO = 34,9

LIMITE PLASTICO = 22,9

INDICE PLASTICIDAD = 12,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

Ayegui, 4 DE MARZO DE 2010



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i>	CONTENIDO DE
		<i>Norma</i>	SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS
		<i>Acta nº</i> AN13122	UNE 83001:2000 <i>Nº Copia</i> Copia 1 Serotecnia

Referencia Muestra....	N04711	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M2 DE 3 A 3.5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNIA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

RESULTADO ENSAYO

$$SO_4^{--} \text{ (mg/kg de suelo seco)} = (0.416 * ((T+R) - T)) / M$$

$$SO_4^{--} \text{ (mg/kg de suelo seco)} < 100$$


 Fdo: Anna Quintanar
 Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Ayegui, 4 DE MARZO DE 2010

Página 3 DE 3

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008.

Los resultados tienen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa de Laboratorio.

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO <i>Norma</i> UNE 103300/93 <i>Acta nº</i> AN13266 <i>Nº Cópia</i> Copia 1 Sertecna
---	---

Referencia Muestra.... N04709	Referencia Informe..... EN-192/10
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S1 DE 7,8 A 8,10 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO SERTECNA
FECHA ENTRADA 23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA MUGARTEA

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (gr) =	1838,60
TARA + SUELO (gr) =	1798,21
TARA (gr) =	836,40

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	4,20


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Eñice
Director Técnico

HOLA 1 DE 4

Ayegui, 18 DE MARZO DE 2010

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
		Norma	UNE 103301/94
		Acta nº	Nº Copia
		AN13267	Copia 1 Sertecna

Referencia Muestra....	N04709	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 7,8 A 8,10 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

DATOS ENSAYO

PESO MUESTRA HUMEDA (gr) = 568,80

PESO CON PARAFINA (gr) = 583,33

PESO SUMERGIDO (gr) = 334,10

HUMEDAD (%) = 4,20

RESULTADO DEL ENSAYO

DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3) = 2,44

DENSIDAD SECA (gr/cm3) = 2,34


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

HOJA 2 DE 4

Ayegui, 18 DE MARZO DE 2010

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA
DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA**

Norma

UNE 22950/90

Acta n°

AN13268

N° Copia

Copia 1 Sertecna

Referencia Muestra....	N04709	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 7,8 A 8,10 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

DATOS PROBETA

PESO (gr)	710,05	SUP. BASE (cm ²)	38,48
DIAMETRO. (mm)	70,00	VOL. PROBETA (cm ³)	292,48
ALTURA (mm)	76,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,43

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	2,93
ESBELTEZ	1,09
COEFICIENTE (K)	0,93
CARGA ROTURA CORREGIDA	2,72
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm2)	70,57




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo


VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 18 DE MARZO DE 2010

Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo	CONTENIDO DE
			SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS
		Norma	UNE 83001:2000
		Acta nº	Nº Copia
		AN13269	Copia 1 Sertecna

Referencia Muestra....	N04709	Referencia Informe.....	EN-192/10
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 7,8 A 8,10 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	SERTECNA
FECHA ENTRADA	23 DE FEBRERO DE 2010	DEN. OBRA	MUGARTEA

RESULTADO ENSAYO

$$SO_4^{--} (\text{mg/kg de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$$

$$SO_4^{--} (\text{mg/kg de suelo seco}) < 100$$



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 18 DE MARZO DE 2010

HOJA 4 DE 4

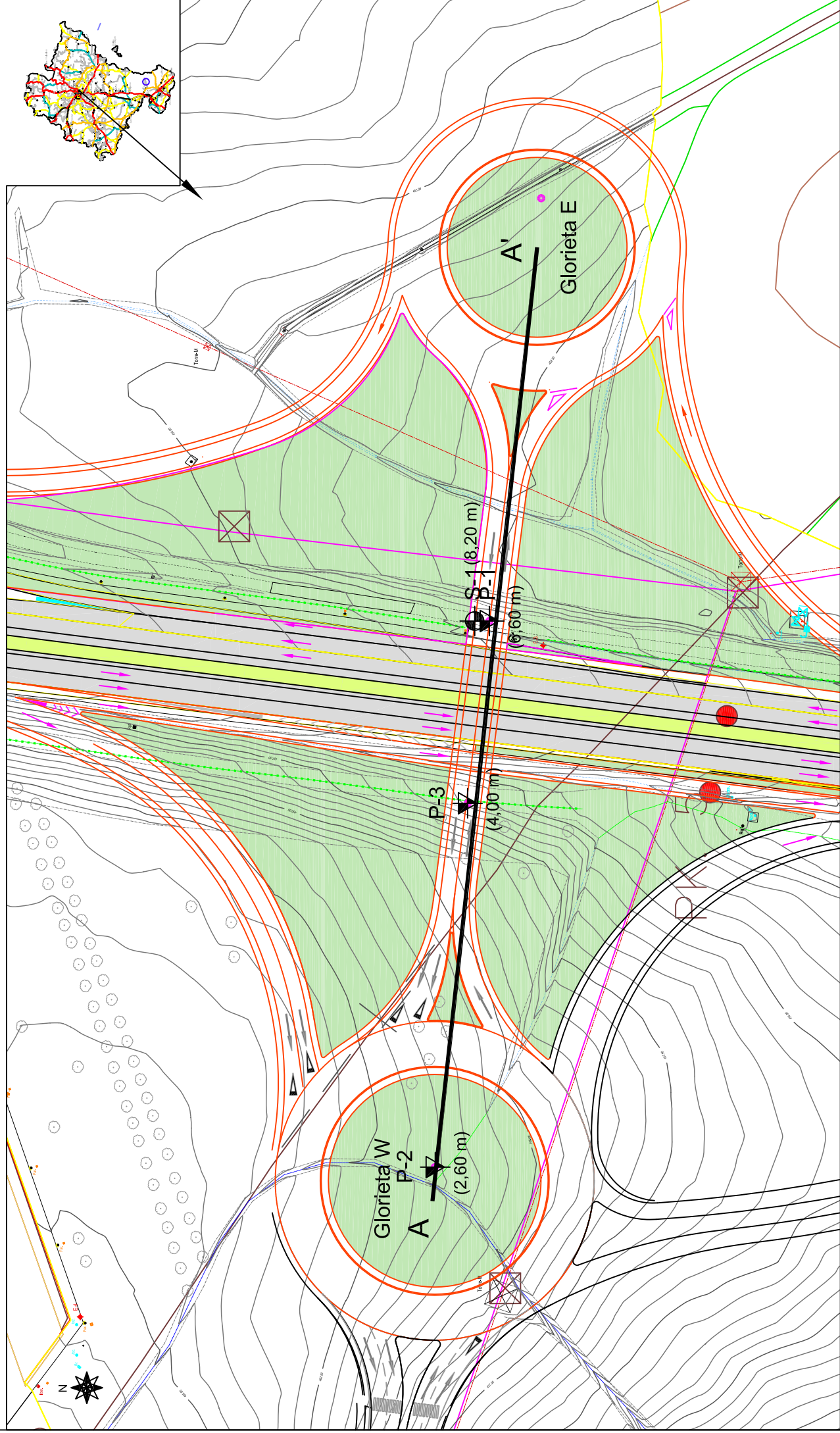
Laboratorio de ensayos acreditado para el Control de Calidad en edificación por Gobierno de Navarra según Resolución 724/2008 de 2 de mayo de 2008

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal. Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.

ANEXO 6

Plano de ubicación de los ensayos

PLANTA DE UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS



ANEJO Nº 3:

TRAZADO Y DEFINICION GEOMETRICA

ACTUALIZADO 2021

ANEJO nº 3: TRAZADO Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.

Se actualiza este anejo a fecha de 2021. Se sustituye el trazado en alzado del eje 1, por no coincidir la cota de encuentro existente en la glorieta con la prevista en el proyecto de 2010. El resto del trazado, tanto en planta como en alzado, se mantiene tal y como se diseñó en 2010.

Se han mecanizado tres ejes:

- Eje nº A6: Se corresponde con la banda blanca de la calzada (dirección Sur) de la Ronda Este (Eje 6).

- Ramal A1: Se refiere al ramal de salida de la Glorieta de Mugartea hacia el vial de servicio (dirección Sur) (Eje 1). **(ACTUALIZADO 2021)**

- Ramal A2: Se corresponde con la actual salida de Mendillori, con la 1ª parte del vial de servicio y con la entrada a la Glorieta de Mugartea (desde la Ronda Este) (Eje 2). **(ACTUALIZADO 2021)**

A continuación, se indican en un índice el número de ejes mecanizados.

Trazado en Planta

EJE nº 6: Ronda Este (PA-30): Huarte (norte) – Mutilva (sur).
Puntos Fijos de Banda Blanca Existente cada 20 m.

EJE nº1: Ramal 1: Salida de Glorieta Mugartea.
Datos de entrada, Puntos Singulares y Puntos Fijos cada 5 m.

EJE nº2: Ramal 2: Entrada a Glorieta Mugartea.
Datos de Entrada, Puntos Singulares y Puntos Fijos cada 5 m.

Trazado en Alzado.

EJE nº6: Ronda Este (PA-30): Huarte (norte) – Mutilva (sur).
Datos de Entrada, Listado de Vértices y Puntos Fijos cada 20 m.

EJE nº1: Ramal 1: Salida de Glorieta Mugartea. **(ACTUALIZADO 2021)**
Datos de Entrada, Listado de Vértices y Puntos Fijos cada 5 m.

EJE nº2: Ramal 2: Entrada a Glorieta Mugartea. **(ACTUALIZADO 2021)**

Datos de Entrada, Listado de Vértices y Puntos Fijos cada 5 m.

TRAZADO EN PLANTA

PUNTOS DEL EJE CADA 20 METROS

Desplazamiento
PK inicial: 6+000,000
Despl. inicial: 0,000
PK final: 7+198,740
Despl. final: 0,000

<u>Estación</u>	<u>Coor. X</u>	<u>Coor. Y</u>	<u>Distancia</u>	<u>Acimut</u>	<u>Radio</u>	<u>Parám.</u>
6+000	613.722,726	740.758,342	0,000	218,5754		
6+020	613.716,973	740.739,187	0,000	218,5754		
6+040	613.711,220	740.720,033	0,000	216,6651		
6+060	613.706,044	740.700,715	0,000	215,3936		
6+080	613.701,255	740.681,296	0,000	214,1187		
6+100	613.696,856	740.661,786	0,000	212,8475		
6+120	613.692,847	740.642,192	0,000	210,8837		
6+140	613.689,444	740.622,483	0,000	210,0840		
6+160	613.686,290	740.602,733	0,000	209,2820		
6+180	613.683,384	740.582,946	0,000	208,7300		
6+200	613.680,650	740.563,133	0,000	208,0908		
6+220	613.678,115	740.543,295	0,000	207,8985		
6+240	613.675,640	740.523,448	0,000	207,8693		
6+260	613.673,174	740.503,601	0,000	207,8665		
6+280	613.670,709	740.483,754	0,000	207,9976		
6+300	613.668,203	740.463,911	0,000	207,8022		
6+320	613.665,758	740.444,061	0,000	207,8729		
6+340	613.663,291	740.424,214	0,000	207,7157		
6+360	613.660,873	740.404,361	0,000	207,9013		
6+380	613.658,397	740.384,514	0,000	207,9001		
6+400	613.655,922	740.364,668	0,000	207,9001		
6+420	613.653,446	740.344,822	0,000	207,7382		
6+440	613.651,021	740.324,970	0,000	208,0620		
6+460	613.648,495	740.305,130	0,000	207,8243		
6+480	613.646,043	740.285,281	0,000	207,9566		
6+500	613.643,550	740.265,437	0,000	207,9206		
6+520	613.641,068	740.245,591	0,000	208,0525		
6+540	613.638,545	740.225,751	0,000	207,8279		
6+560	613.636,092	740.205,902	0,000	207,8121		
6+580	613.633,644	740.186,052	0,000	207,9076		
6+600	613.631,166	740.166,206	0,000	207,9021		
6+620	613.628,690	740.146,360	0,000	208,3636		
6+640	613.626,070	740.126,533	0,000	207,9755		
6+660	613.623,571	740.106,689	0,000	207,9562		
6+680	613.621,078	740.086,845	0,000	207,8148		
6+700	613.618,629	740.066,996	0,000	207,8697		
6+720	613.616,163	740.047,149	0,000	207,9881		
6+740	613.613,660	740.027,306	0,000	207,9917		
6+760	613.611,156	740.007,463	0,000	207,3561		
6+780	613.608,850	739.987,597	0,000	207,7860		
6+800	613.606,410	739.967,746	0,000	207,9400		
6+820	613.603,922	739.947,901	0,000	207,6486		
6+840	613.601,525	739.928,045	0,000	207,7797		
6+860	613.599,087	739.908,195	0,000	207,1612		
6+880	613.596,842	739.888,321	0,000	207,1612		
6+900	613.594,598	739.868,447	0,000	206,7705		
6+920	613.592,475	739.848,560	0,000	206,4794		
6+940	613.590,443	739.828,664	0,000	206,4024		
6+960	613.588,435	739.808,765	0,000	206,2330		
6+980	613.586,480	739.788,861	0,000	205,8330		
7+000	613.584,650	739.768,945	0,000	205,4722		

<u>Estación</u>	<u>Coor. X</u>	<u>Coor. Y</u>	<u>Distancia</u>	<u>Acimut</u>	<u>Radio</u>	<u>Parám.</u>
7+020	613.582,933	739.749,018	0,000	205,2036		
7+040	613.581,300	739.729,085	0,000	204,9709		
7+060	613.579,740	739.709,146	0,000	204,5972		
7+080	613.578,297	739.689,198	0,000	204,5908		
7+100	613.576,856	739.669,250	0,000	204,2144		
7+120	613.575,533	739.649,294	0,000	203,8891		
7+140	613.574,312	739.629,331	0,000	203,8603		
7+160	613.573,100	739.609,368	0,000	203,7551		
7+180	613.571,921	739.589,403	0,000	203,3008		
7+198,740	613.570,950	739.570,688	0,000	203,3008		

01-Ramal 1

DATOS DE ENTRADA

Al.	Tipo	Radio	Retranq.	AE/AS	X1/Y1	X2/Y2
1	Retrogiratorio	80,000			613.555,805 740.211,438	
2	Fijo	Infinito		62,000	613.618,201 740.123,389	613.611,302 740.067,925

PUNTOS SINGULARES

Estación	Longitud	Coord. X	Coord. Y	Acimut	Radio	Parám.	X Centro	Y Centro
1+526,682	0,000	613.555,805	740.211,438	114,5842	80,000		613.537,638	740.133,528
1+619,894	93,212	613.616,394	740.147,580	188,7598	80,000		613.537,638	740.133,528
1+667,944	48,050	613.615,259	740.099,736	207,8783	Infinito	62,000		
1+699,999	32,056	613.611,302	740.067,925	207,8783	Infinito			

PUNTOS DEL EJE CADA 5 METROS

	Estación	Coor. X	Coor. Y	Acimut	Radio	Parám.
PS	1+526,682	613.555,805	740.211,438	114,5842	80,000	
	1+530	613.559,020	740.210,618	117,2246		
	1+535	613.563,793	740.209,132	121,2035		
	1+540	613.568,464	740.207,350	125,1824		
	1+545	613.573,015	740.205,281	129,1612		
	1+550	613.577,427	740.202,931	133,1401		
	1+555	613.581,685	740.200,310	137,1190		
	1+560	613.585,770	740.197,429	141,0979		
	1+565	613.589,667	740.194,298	145,0767		
	1+570	613.593,361	740.190,930	149,0556		
	1+575	613.596,837	740.187,337	153,0345		
	1+580	613.600,083	740.183,534	157,0134		
	1+585	613.603,084	740.179,537	160,9922		
	1+590	613.605,830	740.175,359	164,9711		
	1+595	613.608,310	740.171,018	168,9500		
	1+600	613.610,513	740.166,531	172,9288		
	1+605	613.612,432	740.161,915	176,9077		
	1+610	613.614,059	740.157,187	180,8866		
	1+615	613.615,388	740.152,368	184,8655		
	1+619,894	613.616,394	740.147,580	188,7598		
	1+620	613.616,413	740.147,475	188,8443		
	1+625	613.617,136	740.142,528	192,6073		
	1+630	613.617,581	740.137,549	195,9563		
	1+635	613.617,781	740.132,553	198,8913		
PS	1+640	613.617,766	740.127,554	201,4123	Infinito	62,000
	1+645	613.617,570	740.122,558	203,5192		
	1+650	613.617,225	740.117,570	205,2121		
	1+655	613.616,763	740.112,591	206,4909		
	1+660	613.616,218	740.107,621	207,3557		
	1+665	613.615,621	740.102,657	207,8065		
	1+667,944	613.615,259	740.099,736	207,8783		
	1+670	613.615,005	740.097,695	207,8783		
	1+675	613.614,388	740.092,733	207,8783		
	1+680	613.613,771	740.087,771	207,8783		
	1+685	613.613,153	740.082,810	207,8783		
	1+690	613.612,536	740.077,848	207,8783		
	1+695	613.611,919	740.072,886	207,8783		
	1+699,999	613.611,302	740.067,925	207,8783		

02-Ramal 2

DATOS DE ENTRADA

Al.	Tipo	Radio	Retranq.	AE/AS	X1/Y1	X2/Y2
1	Retrogiratorio	100,000			613.667,098 740.800,420	
2	Fijo	-3.500,000		67,000	613.664,553 740.496,071	613.664,553 740.496,071
3	Giratorio	Infinito			613.697,623 740.708,471	613.647,683 740.360,430
4	Giratorio	93,000		66,000		613.538,908 740.280,399

PUNTOS SINGULARES

Estación	Longitud	Coord. X	Coord. Y	Acimut	Radio	Parám.	X Centro	Y Centro
1+952,879	0,000	613.667,098	740.800,420	148,0850	100,000		613.598,546	740.727,615
2+029,893	77,014	613.698,443	740.732,147	197,1134	100,000		613.598,546	740.727,615
2+074,783	44,890	613.693,779	740.687,601	211,4023	Infinito	67,000		
2+268,577	193,794	613.664,550	740.496,049	207,8773	-3.500,000		617.137,790	740.064,074
2+381,805	113,228	613.650,575	740.383,687	207,8773	Infinito			
2+428,644	46,839	613.640,947	740.337,983	223,9088	93,000	66,000	613.554,429	740.372,095
2+555,395	126,751	613.538,908	740.280,399	310,6747	93,000		613.554,429	740.372,095

PUNTOS DEL EJE CADA 5 METROS

	Estación	Coor. X	Coor. Y	Acimut	Radio	Parám.
PS	1+952,879	613.667,098	740.800,420	148,0850	100,000	
	1+955	613.668,627	740.798,950	149,4352		
	1+960	613.672,104	740.795,358	152,6183		
	1+965	613.675,398	740.791,597	155,8014		
	1+970	613.678,500	740.787,676	158,9845		
	1+975	613.681,402	740.783,605	162,1676		
	1+980	613.684,097	740.779,394	165,3507		
	1+985	613.686,578	740.775,053	168,5338		
	1+990	613.688,839	740.770,594	171,7169		
	1+995	613.690,874	740.766,028	174,9000		
	2+000	613.692,678	740.761,365	178,0831		
	2+005	613.694,247	740.756,619	181,2662		
	2+010	613.695,577	740.751,799	184,4493		
	2+015	613.696,665	740.746,920	187,6324		
	2+020	613.697,507	740.741,992	190,8155		
PS	2+025	613.698,102	740.737,028	193,9986	100,000	
	2+030	613.698,448	740.732,040	197,1816		
	2+035	613.698,549	740.727,042	200,1798		
	2+040	613.698,429	740.722,043	202,8235		
	2+045	613.698,115	740.717,053	205,1126		
	2+050	613.697,636	740.712,077	207,0472		
	2+055	613.697,020	740.707,115	208,6273		
	2+060	613.696,295	740.702,168	209,8527		
	2+065	613.695,488	740.697,233	210,7237		
	2+070	613.694,627	740.692,308	211,2401		
	2+074,783	613.693,779	740.687,601	211,4023		
	2+075	613.693,741	740.687,387	211,3983		
	2+080	613.692,854	740.682,467	211,3074		
	2+085	613.691,974	740.677,545	211,2165		
	2+090	613.691,101	740.672,621	211,1255		
PS	2+095	613.690,235	740.667,697	211,0346	Infinito	67,000
	2+100	613.689,376	740.662,771	210,9436		
	2+105	613.688,524	740.657,844	210,8527		
	2+110	613.687,680	740.652,916	210,7617		

PS

TRAZADO EN ALZADO

06-R.E. Huarte(norte)-mutilva(sur).

DATOS DE ENTRADA

<u>Ver.</u>	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>
1	6+018,000	456,500•				
2	6+133,000	457,000•	0,4348	0,000	0,000•	0,000
3	6+434,674	458,512•	0,5012	332,503	-9.800,000•	-1,410
4	6+886,487	445,447•	-2,8917	73,330	10.000,000•	0,067
5	7+033,217	442,280•	-2,1584	160,670	14.000,000•	0,230
6	7+198,740	440,607•	-1,0107			

LISTADO DE VÉRTICES

<u>Ver.</u>	<u>Esta./Cota</u>	<u>TE/TS</u>	<u>Cota TE/TS</u>	<u>Pente.(%)E/S</u>	<u>L/Flecha</u>	<u>Kv/Theta(%)</u>
1	6+018,000					
	456,500	6+018,000	456,500	0,4348		
2	6+133,000	6+133,000	457,000	0,4348	0,000	0,000
	457,000	6+133,000	457,000	0,5012	0,000	0,0664
3	6+434,674	6+268,423	457,679	0,5012	332,503	-9.800,000
	458,512	6+600,925	453,705	-2,8917	-1,410	-3,3929
4	6+886,487	6+849,822	446,507	-2,8917	73,330	10.000,000
	445,447	6+923,152	444,656	-2,1584	0,067	0,7333
5	7+033,217	6+952,882	444,014	-2,1584	160,670	14.000,000
	442,280	7+113,552	441,468	-1,0107	0,230	1,1476
6	7+198,740					
	440,607	7+198,740	440,607	-1,0107		

PUNTOS DE LA RASANTE CADA 20 METROS

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
TE V TS	6+018,000	456,500	0,4348					
	6+020,000	456,509	0,4348					
	6+040,000	456,596	0,4348					
	6+060,000	456,683	0,4348					
	6+080,000	456,770	0,4348					
	6+100,000	456,857	0,4348					
	6+120,000	456,943	0,4348					
	6+133,000	457,000	0,4348					
	6+133,000	457,000	0,4348	457,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
	6+133,000	457,000	0,4348					
	6+140,000	457,035	0,5012					
	6+160,000	457,135	0,5012					
	6+180,000	457,236	0,5012					
	6+200,000	457,336	0,5012					
	6+220,000	457,436	0,5012					
TE	6+240,000	457,536	0,5012					
	6+260,000	457,637	0,5012					
	6+268,423	457,679	0,5012					
PA	6+280,000	457,730	0,3831					
	6+300,000	457,786	0,1790					
	6+317,540	457,802	0,0000					

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
V	6+320,000	457,802	-0,0251					
	6+340,000	457,776	-0,2292					
	6+360,000	457,710	-0,4333					
	6+380,000	457,603	-0,6373					
	6+400,000	457,455	-0,8414					
	6+420,000	457,266	-1,0455					
	6+434,674	457,102	-1,1952	458,512	332,503	-9.800,000	-1,410	-3,3929
	6+440,000	457,037	-1,2496					
	6+460,000	456,766	-1,4537					
	6+480,000	456,455	-1,6578					
	6+500,000	456,103	-1,8618					
	6+520,000	455,711	-2,0659					
	6+540,000	455,277	-2,2700					
	6+560,000	454,803	-2,4741					
	6+580,000	454,287	-2,6782					
TS	6+600,000	453,731	-2,8822					
	6+600,925	453,705	-2,8917					
	6+620,000	453,153	-2,8917					
	6+640,000	452,575	-2,8917					
	6+660,000	451,996	-2,8917					
	6+680,000	451,418	-2,8917					
	6+700,000	450,840	-2,8917					
	6+720,000	450,261	-2,8917					
	6+740,000	449,683	-2,8917					
	6+760,000	449,105	-2,8917					
	6+780,000	448,526	-2,8917					
	6+800,000	447,948	-2,8917					
	6+820,000	447,370	-2,8917					
	6+840,000	446,791	-2,8917					
	6+849,822	446,507	-2,8917					
TE	6+860,000	446,218	-2,7899					
	6+880,000	445,680	-2,5899					
	6+886,487	445,514	-2,5250	445,447	73,330	10.000,000	0,067	0,7333
	6+900,000	445,182	-2,3899					
	6+920,000	444,724	-2,1899					
	6+923,152	444,656	-2,1584					
	6+940,000	444,292	-2,1584					
	6+952,882	444,014	-2,1584					
	6+960,000	443,862	-2,1075					
	6+980,000	443,455	-1,9647					
	7+000,000	443,076	-1,8218					
	7+020,000	442,726	-1,6790					
	7+033,217	442,510	-1,5846	442,280	160,670	14.000,000	0,230	1,1476
	7+040,000	442,405	-1,5361					
	7+060,000	442,112	-1,3933					
TS	7+080,000	441,847	-1,2504					
	7+100,000	441,612	-1,1075					
	7+113,552	441,468	-1,0107					
	7+120,000	441,403	-1,0107					
	7+140,000	441,201	-1,0107					
	7+160,000	440,999	-1,0107					
	7+180,000	440,796	-1,0107					
	7+198,740	440,607	-1,0107					

ACTUALIZADO 2021

01-Ramal 1 - Ramal 1 - Rasante Eje 2021

DATOS DE ENTRADA

<u>Ver.</u>	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>
1	1+526,684	459,604•				
2	1+553,000	459,709	0,4000•	51,771	-500,000•	-0,670
3	1+620,000	453,040•	-9,9541	42,474	600,000•	0,376
4	1+699,999	450,740•	-2,8751			

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
TS	1+641,237	452,429	-2,8751					
	1+645,000	452,321	-2,8751					
	1+650,000	452,177	-2,8751					
	1+655,000	452,034	-2,8751					
	1+660,000	451,890	-2,8751					
	1+665,000	451,746	-2,8751					
	1+670,000	451,602	-2,8751					
	1+675,000	451,459	-2,8751					
	1+680,000	451,315	-2,8751					
	1+685,000	451,171	-2,8751					
	1+690,000	451,027	-2,8751					
	1+695,000	450,884	-2,8751					
	1+699,999	450,740	-2,8751					

LISTADO DE VÉRTICES

<u>Ver.</u>	<u>Esta./Cota</u>	<u>TE/TS</u>	<u>Cota TE/TS</u>	<u>Pente.(%)E/S</u>	<u>L/Flecha</u>	<u>Kv/Theta(%)</u>
1	1+526,684					
	459,604	1+526,684	459,604	0,4000		
2	1+553,000	1+527,115	459,606	0,4000	51,771	-500,000
	459,709	1+578,885	457,133	-9,9541	-0,670	-10,3541
3	1+620,000	1+598,763	455,154	-9,9541	42,474	600,000
	453,040	1+641,237	452,429	-2,8751	0,376	7,0791
4	1+699,999	1+699,999	450,740	-2,8751		
	450,740					

PUNTOS DEL EJE CADA 5 METROS

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
TE	1+526,684	459,604	0,4000					
	1+527,115	459,606	0,4000					
PA	1+529,115	459,610	0,0000					
	1+530,000	459,609	-0,1771					
	1+535,000	459,575	-1,1771					
	1+540,000	459,491	-2,1771					
	1+545,000	459,357	-3,1771					
	1+550,000	459,174	-4,1771					
V	1+553,000	459,039	-4,7771	459,709	51,771	-500,000	-0,670	-10,3541
	1+555,000	458,940	-5,1771					
	1+560,000	458,656	-6,1771					
	1+565,000	458,322	-7,1771					
	1+570,000	457,938	-8,1771					
	1+575,000	457,504	-9,1771					
TS	1+578,885	457,133	-9,9541					
	1+580,000	457,022	-9,9541					
	1+585,000	456,524	-9,9541					
	1+590,000	456,026	-9,9541					
	1+595,000	455,529	-9,9541					
TE	1+598,763	455,154	-9,9541					
	1+600,000	455,032	-9,7479					
	1+605,000	454,566	-8,9146					
	1+610,000	454,141	-8,0813					
	1+615,000	453,757	-7,2479					
V	1+620,000	453,416	-6,4146	453,040	42,474	600,000	0,376	7,0791
	1+620,000	453,416	-6,4146					
	1+625,000	453,116	-5,5813					
	1+630,000	452,858	-4,7479					
	1+635,000	452,641	-3,9146					
	1+640,000	452,466	-3,0813					

ACTUALIZADO 2021

02-Ramal 2 - 02-Ramal 2 - Eje 2 2021

DATOS DE ENTRADA

<u>Ver.</u>	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>
1	1+952,940	452,300•				
2	1+972,400	452,780•	2,4667	15,459	1.200,000•	0,025
3	2+082,390	456,910•	3,7549	85,064	-2.500,000•	-0,362
4	2+343,500	457,830•	0,3523	65,781	-5.000,000•	-0,108
5	2+452,500	456,780•	-0,9633	52,570	750,000•	0,461
6	2+534,000	461,707	6,0460•	40,796	-800,000•	-0,260
7	2+555,395	461,910•	0,9466			

LISTADO DE VÉRTICES

<u>Ver.</u>	<u>Esta./Cota</u>	<u>TE/TS</u>	<u>Cota TE/TS</u>	<u>Pente.(%)E/S</u>	<u>L/Flecha</u>	<u>Kv/Theta(%)</u>
1	1+952,940	1+952,940	452,300	2,4667		
	452,300					
2	1+972,400	1+964,671	452,589	2,4667	15,459	1.200,000
	452,780	1+980,129	453,070	3,7549	0,025	1,2882
3	2+082,390	2+039,858	455,313	3,7549	85,064	-2.500,000
	456,910	2+124,922	457,060	0,3523	-0,362	-3,4026
4	2+343,500	2+310,609	457,714	0,3523	65,781	-5.000,000
	457,830	2+376,391	457,513	-0,9633	-0,108	-1,3156
5	2+452,500	2+426,215	457,033	-0,9633	52,570	750,000
	456,780	2+478,785	458,369	6,0460	0,461	7,0093
6	2+534,000	2+513,602	460,474	6,0460	40,796	-800,000
	461,707	2+554,398	461,901	0,9466	-0,260	-5,0994
7	2+555,395	2+555,395	461,910	0,9466		
	461,910					

PUNTOS DEL EJE CADA 5 METROS

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
TE	1+952,940	452,300	2,4667					
	1+955,000	452,351	2,4667					
	1+960,000	452,474	2,4667					
	1+964,671	452,589	2,4667					
	1+965,000	452,598	2,4941					
	1+970,000	452,733	2,9108					
	1+972,400	452,805	3,1108	452,780	15,459	1.200,000	0,025	1,2882
V	1+975,000	452,889	3,3274					
	1+980,000	453,065	3,7441					
TS	1+980,129	453,070	3,7549					
	1+985,000	453,253	3,7549					
	1+990,000	453,441	3,7549					
	1+995,000	453,629	3,7549					
	2+000,000	453,816	3,7549					
	2+005,000	454,004	3,7549					
	2+010,000	454,192	3,7549					

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
TE	2+015,000	454,380	3,7549					
	2+020,000	454,567	3,7549					
	2+025,000	454,755	3,7549					
	2+030,000	454,943	3,7549					
	2+035,000	455,131	3,7549					
	2+039,858	455,313	3,7549					
	2+040,000	455,318	3,7492					
	2+045,000	455,501	3,5492					
	2+050,000	455,673	3,3492					
	2+055,000	455,836	3,1492					
	2+060,000	455,988	2,9492					
	2+065,000	456,131	2,7492					
	2+070,000	456,263	2,5492					
	2+075,000	456,386	2,3492					
	2+080,000	456,498	2,1492					
V	2+082,390	456,548	2,0536	456,910	85,064	-2.500,000	-0,362	-3,4026
	2+085,000	456,600	1,9492					
	2+090,000	456,693	1,7492					
	2+095,000	456,775	1,5492					
	2+100,000	456,848	1,3492					
	2+105,000	456,910	1,1492					
	2+110,000	456,963	0,9492					
	2+115,000	457,005	0,7492					
	2+120,000	457,038	0,5492					
TS	2+124,922	457,060	0,3523					
	2+125,000	457,060	0,3523					
	2+130,000	457,078	0,3523					
	2+135,000	457,095	0,3523					
	2+140,000	457,113	0,3523					
	2+145,000	457,131	0,3523					
	2+150,000	457,148	0,3523					
	2+155,000	457,166	0,3523					
	2+160,000	457,183	0,3523					
	2+165,000	457,201	0,3523					
	2+170,000	457,219	0,3523					
	2+175,000	457,236	0,3523					
	2+180,000	457,254	0,3523					
	2+185,000	457,272	0,3523					
	2+190,000	457,289	0,3523					
PA	2+195,000	457,307	0,3523					
	2+200,000	457,324	0,3523					
	2+205,000	457,342	0,3523					
	2+210,000	457,360	0,3523					
	2+215,000	457,377	0,3523					
	2+220,000	457,395	0,3523					
	2+225,000	457,412	0,3523					
	2+230,000	457,430	0,3523					
	2+235,000	457,448	0,3523					
	2+240,000	457,465	0,3523					
	2+245,000	457,483	0,3523					
	2+250,000	457,501	0,3523					
	2+255,000	457,518	0,3523					
	2+260,000	457,536	0,3523					
	2+265,000	457,553	0,3523					
V	2+270,000	457,571	0,3523					
	2+275,000	457,589	0,3523					
	2+280,000	457,606	0,3523					
	2+285,000	457,624	0,3523					
	2+290,000	457,641	0,3523					
	2+295,000	457,659	0,3523					
	2+300,000	457,677	0,3523					
	2+305,000	457,694	0,3523					
	2+310,000	457,712	0,3523					
	2+310,609	457,714	0,3523					
	2+315,000	457,728	0,2645					
	2+320,000	457,738	0,1645					
	2+325,000	457,744	0,0645					
	2+328,226	457,745	0,0000					
	2+330,000	457,745	-0,0355					
	2+335,000	457,741	-0,1355					
	2+340,000	457,731	-0,2355					
	2+343,500	457,722	-0,3055	457,830	65,781	-5.000,000	-0,108	-1,3156
	2+345,000	457,717	-0,3355					
	2+350,000	457,698	-0,4355					
	2+355,000	457,673	-0,5355					

	<u>Estación</u>	<u>Cota</u>	<u>Pente.(%)</u>	<u>Cota Ver.</u>	<u>Long.(L)</u>	<u>Radio(kv)</u>	<u>Flecha</u>	<u>Theta(%)</u>
	2+360,000	457,644	-0,6355					
	2+365,000	457,610	-0,7355					
	2+370,000	457,571	-0,8355					
	2+375,000	457,526	-0,9355					
TS	2+376,391	457,513	-0,9633					
	2+380,000	457,478	-0,9633					
	2+385,000	457,430	-0,9633					
	2+390,000	457,382	-0,9633					
	2+395,000	457,334	-0,9633					
	2+400,000	457,286	-0,9633					
	2+405,000	457,238	-0,9633					
	2+410,000	457,189	-0,9633					
	2+415,000	457,141	-0,9633					
	2+420,000	457,093	-0,9633					
	2+425,000	457,045	-0,9633					
TE	2+426,215	457,033	-0,9633					
	2+430,000	457,006	-0,4586					
PB	2+433,440	456,998	0,0000					
	2+435,000	457,000	0,2080					
	2+440,000	457,027	0,8747					
	2+445,000	457,087	1,5414					
	2+450,000	457,181	2,2080					
V	2+452,500	457,241	2,5414	456,780	52,570	750,000	0,461	7,0093
	2+455,000	457,308	2,8747					
	2+460,000	457,469	3,5414					
	2+465,000	457,662	4,2080					
	2+470,000	457,889	4,8747					
	2+475,000	458,150	5,5414					
TS	2+478,785	458,369	6,0460					
	2+480,000	458,443	6,0460					
	2+485,000	458,745	6,0460					
	2+490,000	459,047	6,0460					
	2+495,000	459,350	6,0460					
	2+500,000	459,652	6,0460					
	2+505,000	459,954	6,0460					
	2+510,000	460,256	6,0460					
TE	2+513,602	460,474	6,0460					
	2+515,000	460,558	5,8713					
	2+520,000	460,835	5,2463					
	2+525,000	461,082	4,6213					
	2+530,000	461,298	3,9963					
V	2+534,000	461,447	3,4963	461,707	40,796	-800,000	-0,260	-5,0994
	2+535,000	461,482	3,3713					
	2+540,000	461,635	2,7463					
	2+545,000	461,756	2,1213					
	2+550,000	461,847	1,4963					
TS	2+554,398	461,901	0,9466					
	2+555,000	461,906	0,9466					
	2+555,395	461,910	0,9466					

ANEJO N° 4:

TRAFICO

INDICE

- Memoria Estudio de Tráfico
- Fichas de Aforos de Campo
- Resultados de ordenador Programa de Capacidad de Glorietas (Arcady 5 y Sidra)

Indice

1. Introducción y Antecedentes

2. Objeto y Metodología del Estudio

3. Análisis del Escenario Actual

3.1. Configuración actual del tramo de estudio

3.2. Tráfico actual

3.3. Resumen Tráfico Actual

4. Análisis del Escenario Futuro

4.1. Solución viaria prevista (Tipología del Enlace)

4.2. Asignación de tráfico a la red (Tráfico Futuro)

4.2.1. Previsión de aumento de tráfico en la Ronda Este a 10 años vista

4.2.2. Tráfico inducido por el nuevo Enlace de Mugartea

4.2.3. Tráfico inducido por la futura Ciudad de la Seguridad

4.3. Tráfico Total generado por el nuevo

4.4. Resumen Tráfico Futuro

5. Estudio de Capacidades y Nivel de Servicio

5.1. Capacidad Glorietas

5.2. Capacidad Tramos de Trenzado

6. Conclusiones

ANEXOS:

- Fichas de Aforos de Campo
- Cálculos de capacidad de las Glorietas
 - Glorieta lado Badostain
 - Glorieta lado Pamplona
- ▲ Arcady 5
- ▲ Sidra Intersection 5.0

NUEVO ENLACE A LA RONDA ESTE: SOTO DE LEZCAIRU-ENTREMUTILVAS

1. Introducción y Antecedentes

En este Estudio de tráfico se va a analizar el funcionamiento del acceso a la Ronda Este (PA-30) por el futuro enclave de Mugartea.

El proyecto comprende la realización del nuevo enlace a la Ronda Este en una zona situada entre Mendillorri y Entremutilvas, incluyendo las glorietas de cada lado y los correspondientes ramales de acceso a la PA-30.

Se analizan las diversas salidas e incorporaciones a la calzada principal de la Ronda Este y a la vía de servicio del lado Pamplona.

Se incluye asimismo la conexión de la Glorieta del lado Badostain con la carretera NA-2303 de acceso a Badostain.



2. Objeto y Metodología del Estudio

En este estudio de tráfico se pretende analizar si la solución elegida ofrece un funcionamiento correcto sin alterar al mismo tiempo el funcionamiento de la vía principal (PA-30).

Una vez situadas las bases del Estudio, se describe a continuación la metodología a seguir en la elaboración del mismo.

En primer lugar deberán definirse los elementos del enlace objeto de análisis. El enlace de la PA-30 lo integran varios elementos diferenciados (glorietas y ramales de acceso a la vía principal), cuyos funcionamientos y capacidades deberán evaluarse de manera independiente.

A continuación se establecerá un tráfico tipo que resulte de la suma del tráfico existente y la estimación de tráfico inducido por el nuevo Enlace.

Finalmente, este tráfico tipo se aplicará a cada uno de los elementos de estudio para evaluar la capacidad y el margen de saturación que presenta cada uno de ellos.

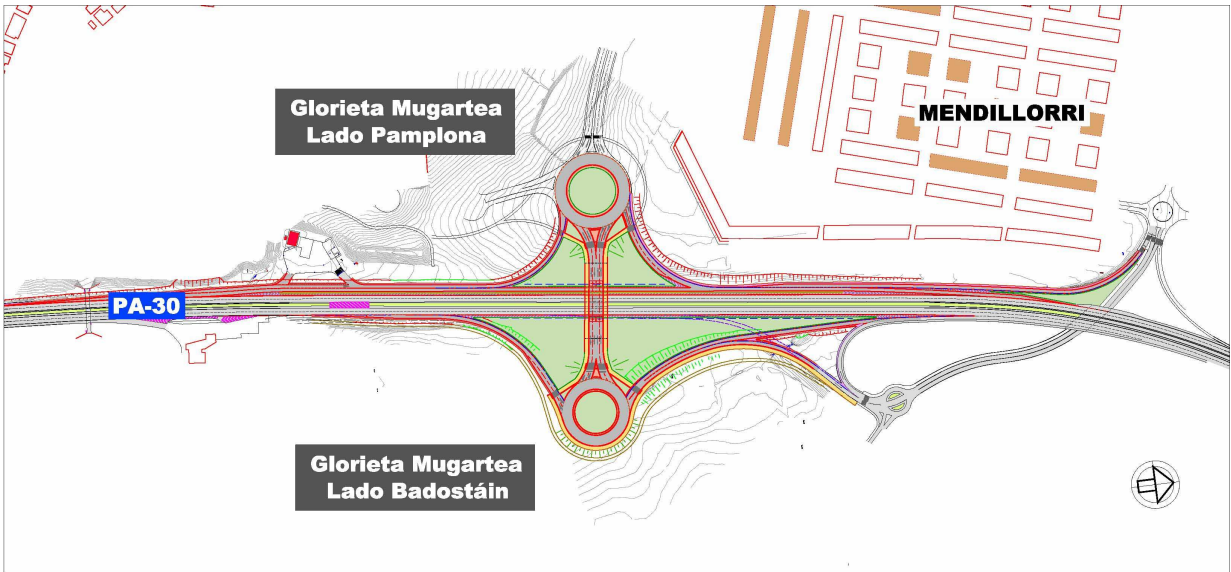
Elementos de estudio y análisis

Para lograr un Estudio de tráfico completo establecemos los siguientes elementos del enlace que pudieran considerarse puntos críticos desde el punto de vista del tráfico:

- **Glorietas:** Glorieta lado Badostáin (oeste) del Enlace.

La glorieta lado Pamplona (este) del Enlace Mugartea fue analizada ya por SERTECNA en un Estudio específico en septiembre de 2009. No obstante se volverá a analizar su capacidad, dado que ha variado ligeramente la previsión de tráfico que se estableció en su día como consecuencia de la incorporación de un nuevo tráfico generado por la nueva Ciudad de la Seguridad al Enlace.

- **Ramales de acceso:** Ramal de salida sur lado Pamplona y Ramal de salida norte lado Badostáin. Los accesos a la PA-30 del lado Pamplona se producen mediante una vía de servicio incorporada para mejorar la fluidez del tráfico en las incorporaciones.



- **Tramos de trenzado posibles:** En la fase inicial de Proyecto se han considerado una serie de alternativas en relación a las incorporaciones a la PA-30.
Algunas de estas alternativas incluían tramos de trenzado, cuyas capacidades han resultado a la postre insuficientes para albergar el tráfico previsto.
Los tramos de trenzado considerados inicialmente han sido el tramo lado Pamplona entre el Enlace de Mendillorri y el nuevo Enlace de Mugartea y el tramo lado Pamplona entre el nuevo Enlace de Mugartea y la Gasolinera.
La solución viaria adoptada finalmente descarta ambos tramos de trenzado en la Ronda Este (PA-30) y logra que todas las entradas y salidas de vía se realicen de manera más simple mediante la incorporación de una nueva vía de servicio paralela a la PA-30.
Se mantiene tan sólo un tramo de trenzado en el vial de servicio entre el Enlace de Mugartea y la gasolinera, pero ya solo con los tráficos propios de estos dos accesos, (salida de la Glorieta de Mugartea y entrada a la gasolinera)

Para los cálculos de capacidad de la glorieta y los tramos de trenzado se han utilizado los siguientes programas informáticos:

- **Glorietas:** Transport Research Road Laboratory (TRL): ARCADY
SIDRA Intersection (Version 4.0)
- **Tramos de trenzado:** HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1a

Para el diseño de los ramales de acceso (entradas y salidas) a la PA-30 se ha seguido la normativa establecida en la instrucción.

De este modo, las características geométricas de estos ramales de acceso, tales como la longitud de cuña y sección de calzada en función de la velocidad de circulación y el tipo de vía se han ajustado a dicha normativa.

3. Análisis del Escenario Actual

Mugartea será un nuevo desarrollo urbanístico situado al este de Pamplona, ente Mutilva Alta, Mendillorri y Soto de Lezkairu. Pertenece al término municipal de Aranguren.

El nuevo Enlace de Mugartea articulará además del tráfico local, parte del tráfico procedente del centro de Pamplona (Soto de Lezkairu, Ensanches, etc...) hacia el lado Este de Pamplona y viceversa.

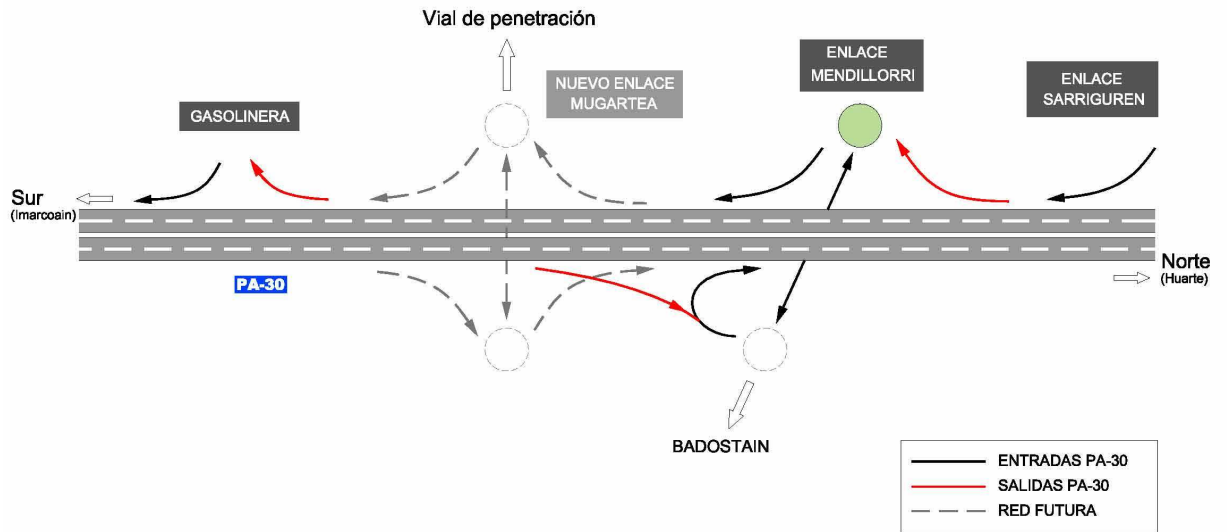
3.1. Configuración actual del tramo de estudio

El ámbito de actuación del nuevo Enlace de Mugartea abarca el tramo de la PA-30 comprendido entre el Enlace actual de Mendillorri al norte y la Estación de Servicio *Shell* (PK 4+000) al sur.

La PA-30 (Ronda Este) se trata de de una vía desdoblada de 2 carriles por sentido, con una anchura de 3,5m por carril, arcenes de 2,5m a la derecha y 1m a la izquierda y una mediana central de 3m de anchura elevada mediante New Jersey de hormigón.

Los accesos actuales (salidas/entradas) a la PA-30 del Enlace de Mendillorri se producen mediante ramales directos de un único carril con sus correspondientes tramos de incorporación a las nuevas vías.

La gasolinera del lado Pamplona tiene un ramal de salida de la Ronda hacia la gasolinera de longitud reducida y en cambio, la entrada a la Ronda se produce de forma directa, realizando un STOP.



3.2. Tráfico Actual

Fuentes consultadas y aforos

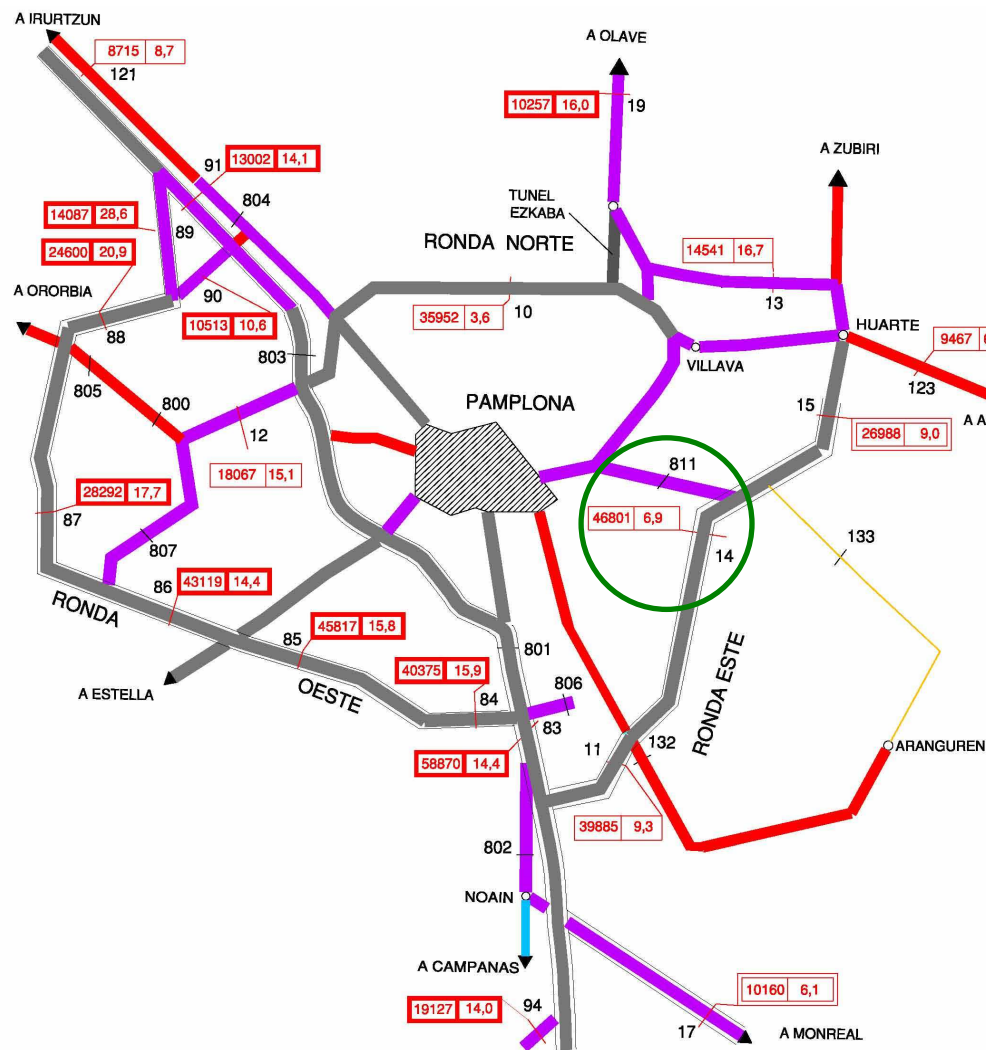
Para este Estudio de tráfico disponemos de las siguientes fuentes de datos:

- **Plan de Aforos de Tráfico** del Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra
 - **Aforos “in situ”** obtenidos por la empresa de Ingeniería Sertecna en enero de 2008
- Estas fuentes servirán para determinar el tráfico existente y la tendencia en años venideros.

Plan de Aforos de Tráfico del Departamento de Obras Públicas

Para conocer el tráfico existente en la PA-30 acudiremos al Plan de Aforos de tráfico del Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra.

La estación de aforo más representativa para este Estudio de Tráfico es la nº14. Se encuentra situada en el PK 4,00 de la carretera PA-30, entre el Paso superior de Mutilva y el Paso inferior de Mendillorri, es decir, exactamente en el mismo punto que se prevé el nuevo Enlace de Mugarte.



A continuación se muestran los datos de IMD y porcentaje de vehículos pesados registrados en el año 2.009 en esta estación de aforo.

Aforo nº 14	IMD	% Pesados
2009	45.478	5,75%

En el siguiente cuadro de datos se muestran las distribuciones horarias de la Estación de aforos nº14, correspondientes al año 2.008.

Estación :	14 MENDILLORRI PA30				IMD = 46801		% Pesados = 6,9	
DISTRIBUCIONES HORARIAS								
Hora	Labs.	Sáb.	Fes.	Turismos	Furgonetas	Camiones	> 12 m.	Total
00	227	516	534	285	3	2	22	312
01	107	334	340	149	3	3	17	173
02	73	216	239	96	2	4	15	117
03	69	150	168	74	3	3	15	95
04	150	145	162	119	6	5	21	151
05	725	327	219	531	19	9	36	596
06	1325	550	322	955	32	25	59	1071
07	3535	813	513	2468	86	70	89	2714
08	4357	1130	720	3013	147	103	114	3377
09	3087	1524	805	2172	140	104	121	2538
10	2537	2021	1066	1882	136	95	140	2253
11	2641	2411	1402	2049	136	99	147	2431
12	2855	2560	1565	2247	137	96	148	2629
13	3679	2668	1734	2939	115	61	143	3257
14	3735	2028	1474	2883	94	72	119	3168
15	3742	1437	1131	2717	109	86	128	3040
16	3186	1674	1357	2381	109	88	130	2709
17	3498	1980	1529	2677	105	88	130	3000
18	4034	2204	1781	3176	87	58	129	3451
19	3752	2434	2223	3143	59	27	115	3345
20	2822	2300	2165	2511	32	12	98	2654
21	2040	1835	1670	1854	20	9	75	1958
22	1295	1185	1052	1172	13	9	50	1244
23	485	613	603	479	6	4	31	520
IMD	53957	33052	24772	41974	1600	1133	2093	46801

De este cuadro extraemos los siguientes datos de hora punta:

Hora Punta	Franja Horaria	Vehículos/hora	% HP
Mañana	8:00 - 9:00	4.357	8,07%
Tarde	18:00 - 19:00	4.034	7,48%

El día de mayor densidad de tráfico a lo largo de la semana es el viernes, mientras que el mes de mayor circulación a lo largo del año es el de mayo.

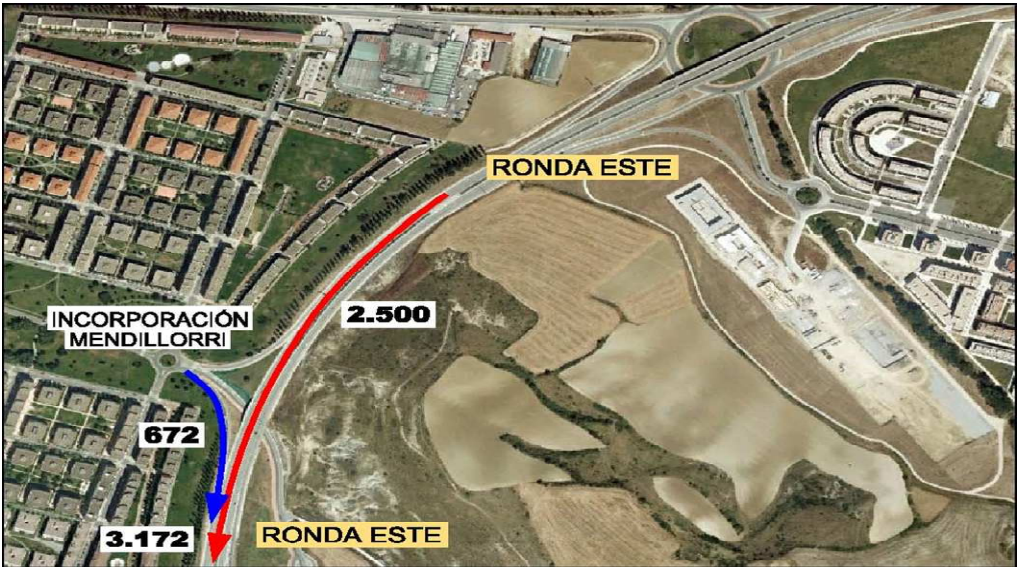
Aforos “in situ” obtenidos por la empresa de Ingeniería Sertecna

El Plan de aforos de tráfico del Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra nos ofrece datos de la vía principal (PA-30). Sin embargo, para el Estudio de tráfico se precisan también otros datos de flujo secundario (entradas y salidas de la Ronda Este).

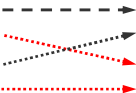
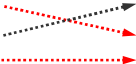
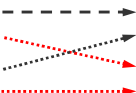
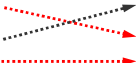
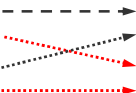
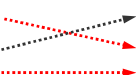
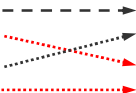
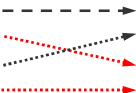
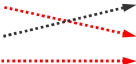
Para ello contamos con datos de aforo “in situ” obtenidos por la empresa Sertecna el 24 de enero de 2008 (jueves).

En esta campaña de aforos se tomaron datos de tráfico en la vía principal (PA-30) en el sentido norte-sur de circulación durante las principales horas de la mañana (7:30-9:30) y de la tarde (18:00-20:00), resultando las franjas de 7:30 a 8:30 de la mañana y de 18:00 a 19:00 de la tarde como las de mayor tráfico.

RONDA ESTE DIRECCION SUR							
HORA	Desde Ronda Este (Lado Norte)			Desde Mendillorri			TOTAL
	Tur.	Cam.	Total	Tur.	Cam.	Total	
07:30-07:45	631	34	665	209	5	214	879
07:45-08:00	594	32	626	161	2	163	789
08:00-08:15	519	54	573	148	3	151	724
08:15-08:30	580	56	636	142	2	144	780
08:30-08:45	544	49	593	162	4	166	759
08:45-09:00	504	50	554	131	3	134	688
09:00-09:15	404	61	465	126	2	128	593
09:15-09:30	331	51	382	67	1	68	450
18:00-18:15	415	46	461	73	4	77	538
18:15-18:30	440	53	493	42	0	42	535
18:30-18:45	414	45	459	62	1	63	522
18:45-19:00	381	32	413	72	0	72	485
19:00-19:15	336	27	363	69	1	70	433
19:15-19:30	320	27	347	65	0	65	412
19:30-19:45	293	26	319	50	0	50	369
19:45-20:00	215	18	233	42	0	42	275
Hora punta	2500			672			3172



En las horas matinales se tomaron además datos de tráfico en el Enlace de Sarriguren y el tramo de trenzado lado Pamplona situado en la PA-30 entre Sarriguren y Mendillorri. Estos datos nos ofrecen una evolución del tráfico en este tramo de la Ronda Este. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

DESDE			HACIA					
HORA	RONDA ESTE (Lado Norte)		TRENZADO	RONDA ESTE- MENDILLORRI		RONDA ESTE (Lado Norte)		
07:30-07:45	Ronda Este (Lado Norte)	422			665	Continúa Ronda Este	665	879 Ronda Este (Lado Sur)
	Rotonda Sarriguren	258			15	Salida hacia Mendillorri	Incorporación desde Mendillorri 214	
07:45-08:00	Ronda Este (Lado Norte)	400			626	Continúa Ronda Este	626	789 Ronda Este (Lado Sur)
	Rotonda Sarriguren	250			24	Salida hacia Mendillorri	Incorporación desde Mendillorri 163	
08:00-08:15	Ronda Este (Lado Norte)	364			573	Continúa Ronda Este	573	724 Ronda Este (Lado Sur)
	Rotonda Sarriguren	249			40	Salida hacia Mendillorri	Incorporación desde Mendillorri 151	
08:15-08:30	Ronda Este (Lado Norte)	389			636	Continúa Ronda Este	636	780 Ronda Este (Lado Sur)
	Rotonda Sarriguren	285			38	Salida hacia Mendillorri	Incorporación desde Mendillorri 144	
TOTAL	Ronda Este (Lado Norte)	1575			2500	Continúa Ronda Este	2500	3172 Ronda Este (Lado Sur)
	Rotonda Sarriguren	1042			117	Salida hacia Mendillorri	Incorporación desde Mendillorri 672	
1575		2617		2500		3172	RONDA ESTE	

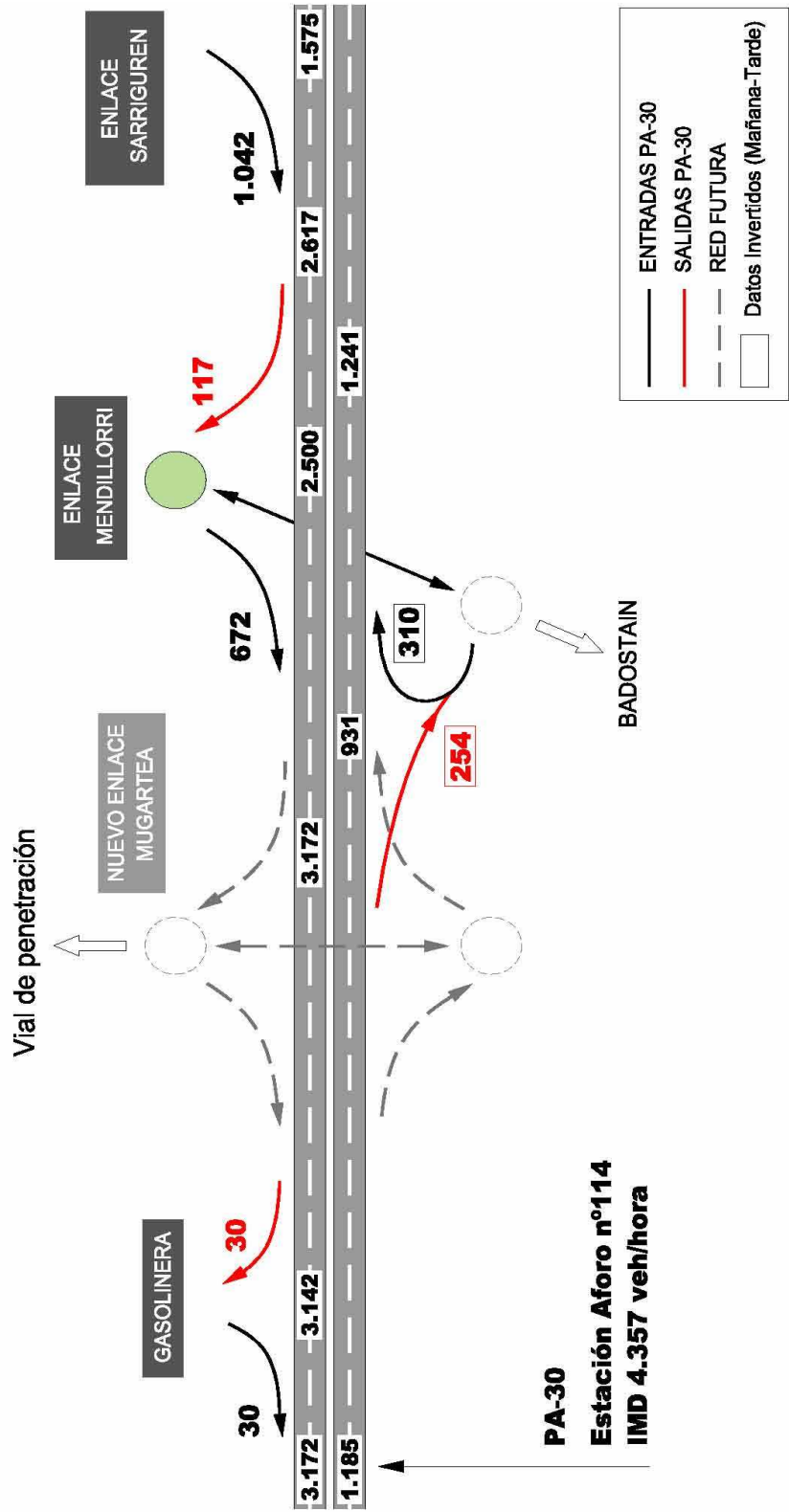


Durante este día se tomaron además aforos de tráfico en el acceso a la Estación de Servicio situada en la PA-30, a la altura de Mutilva Alta. El número de vehículos que accedieron en la hora punta fueron aproximadamente 30.

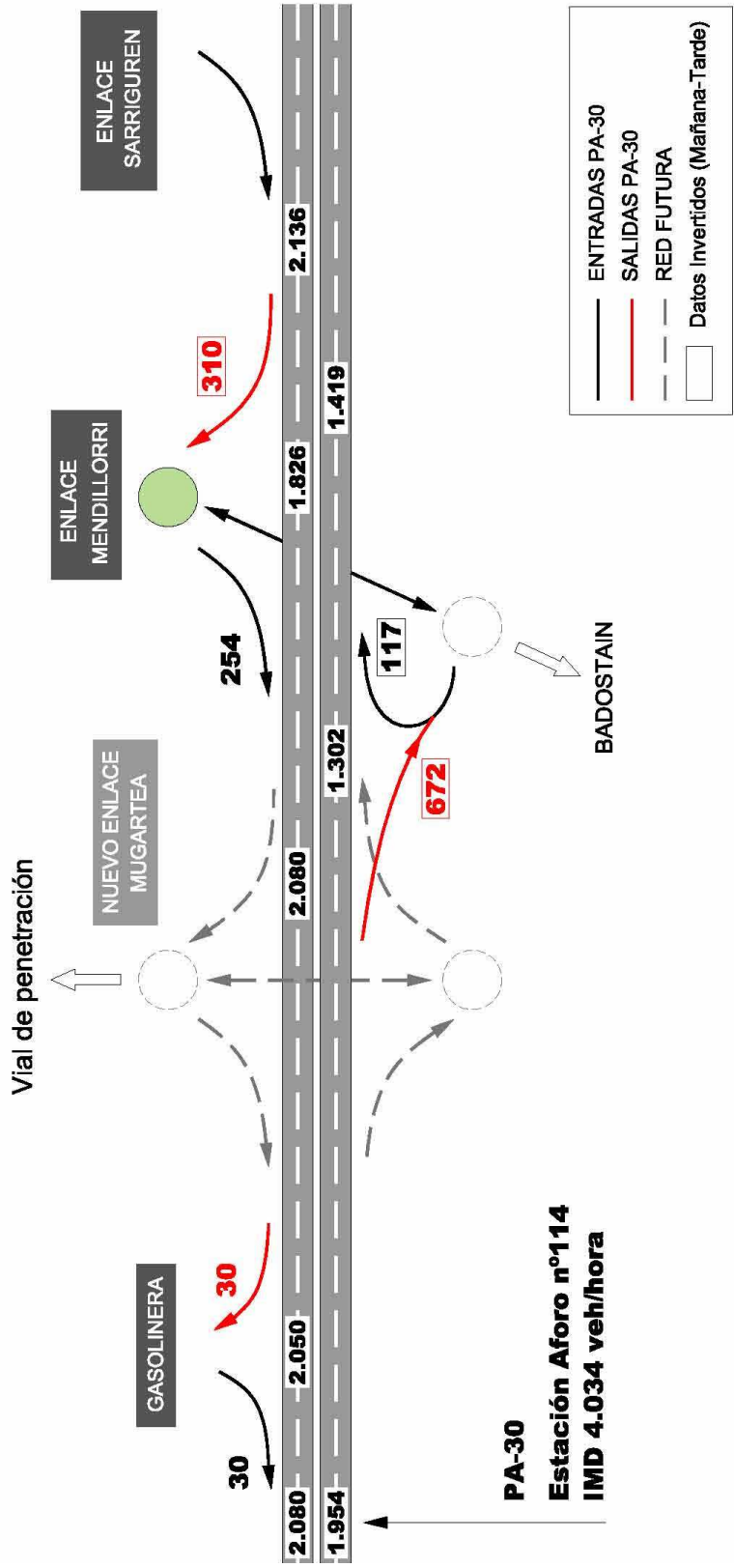
3.3. Resumen Tráfico Actual

Con los datos de IMD y los aforos “in situ” se han configurado sendos esquemas resumen (HP mañana y HP tarde) del tráfico actual en todo el tramo de influencia del nuevo Enlace de la PA-30.

HORA PUNTA MAÑANA
SITUACION ACTUAL



HORA PUNTA TARDE
SITUACION ACTUAL



4. Análisis del Escenario Futuro

4.1. Solución viaria prevista (Nuevos elementos en el tramo de estudio)

Para la designación de un tráfico total deberá establecerse previamente el escenario futuro. A continuación se enumeran y describen los nuevos elementos que alteran la configuración del escenario actual en el tramo de influencia del nuevo Enlace de Mugartea:

1. Nuevo Enlace de Mugartea

Genera tráficos de atracción y dispersión en la medida que supone por sí sola una nueva alternativa de acceso a la PA-30.

2. Incorporación de un nuevo vial de servicio paralelo a la PA-30 (lado Pamplona).

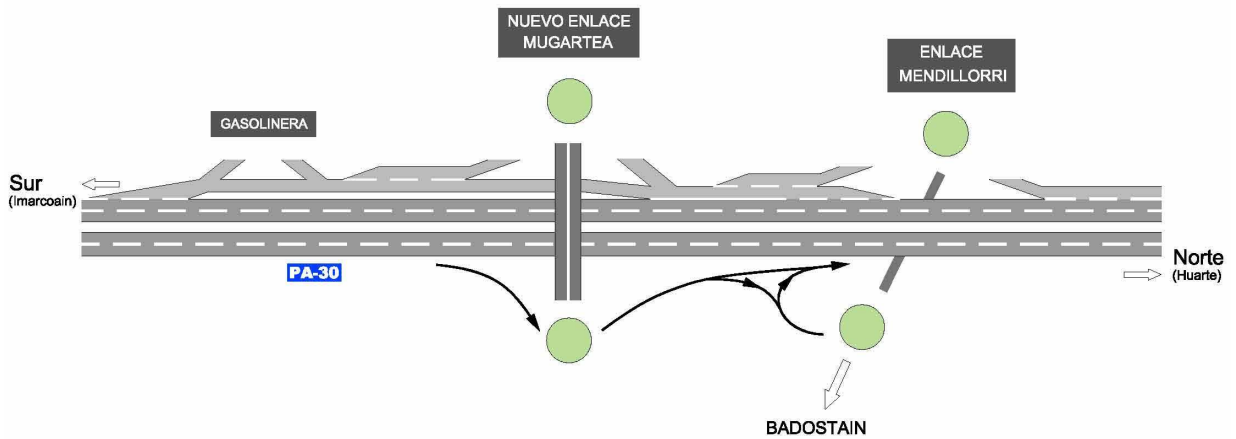
Este nuevo vial de servicio permite canalizar todo el tráfico correspondiente a los accesos (entradas y salidas) de la PA-30 en el tramo de influencia del nuevo Enlace de Mugartea (lado Pamplona).

El tronco principal de la PA-30 (lado Pamplona) presenta en este tramo una salida y una entrada, (las del vial de servicio), reduciéndose al mínimo de este modo la injerencia del tráfico de los accesos sobre el tráfico principal de la Ronda.

El nuevo vial de servicio permite canalizar los tráficos correspondientes al ramal de salida sur de Mendillorri, los ramales de entrada y salida del nuevo Enlace de Mugartea y los ramales de entrada y salida a la Gasolinera existente.

3. Unificación de ramales de entrada y salida de los Enlaces de Mugartea y Mendillorri (lado Badostáin)

El nuevo escenario previsto mantiene independientes los Enlaces de Mugartea y Mendillorri en el lado Pamplona, pero unifica los carriles de entrada y salida a la PA-30 del lado Badostáin, aprovechando parte de la configuración actual del Enlace de Mendillorri.



4. Futuro Acceso de la Ciudad de la Seguridad al Enlace de Mugartea

La futura Ciudad de la Seguridad prevé un acceso a través de la glorieta (lado Badostáin) del nuevo Enlace de Mugartea. Esta nueva “Ciudad” generará un determinado volumen de tráfico que influirá en la capacidad del Enlace.

4.2. Asignación de trafico a la red y Tráfico Total

Se van a analizar 2 aspectos relativos a la asignación de tráfico futuro a la red viaria; la previsión de aumento de tráfico en la PA-30 a 10 años vista y los tráficos inducidos por el nuevo Enlace de Mugartea y por la futura Ciudad de la Seguridad.

4.2.1. Previsión de aumento de tráfico en la Ronda Este a 10 años vista

Una vez obtenido el tráfico actual mediante los aforos realizados por el Gobierno de Navarra y los realizados “in situ”, debe hallarse la evolución de este tráfico para un escenario futuro cuyo horizonte se establece en este caso en el año 2020.

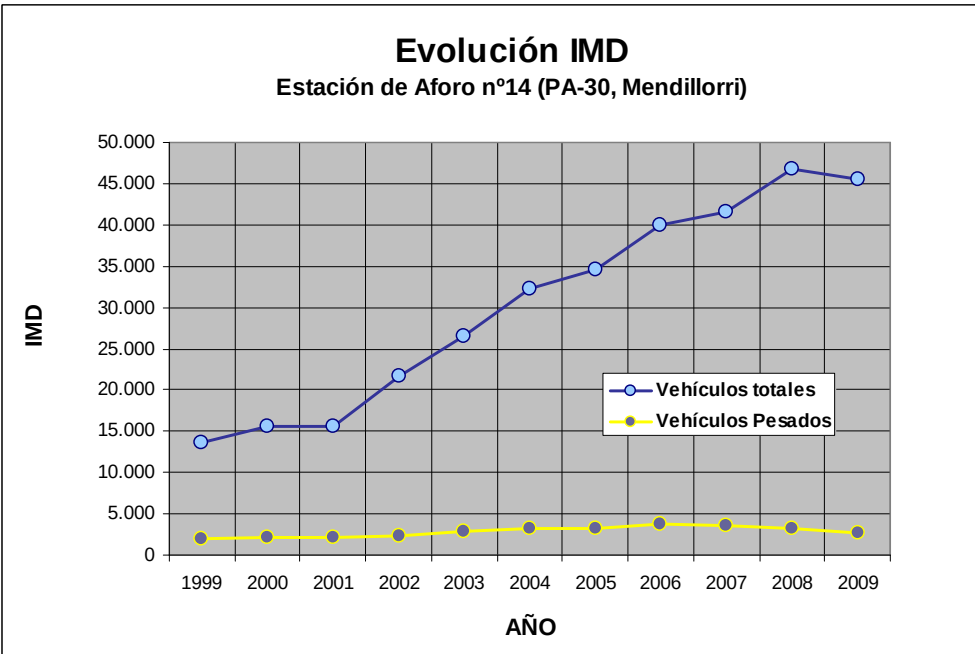
Para determinar una evolución del tráfico a 10 años vista es necesario conocer previamente la progresión del tráfico en los últimos años y a partir de aquí establecer un ratio acorde con dicha evolución. En este caso habrá que tener en cuenta también la disminución del tráfico debido a la actual crisis económica.

A continuación se muestra un cuadro de evolución de IMD en la estación de aforo nº 14 a lo largo de los 10 últimos años.

Año	IMD	% Pesados
1999	13.678	14,00%
2000	15.525	13,50%
2001	15.525	13,50%
2002	21.683	10,70%
2003	26.582	11,00%
2004	32.345	10,00%

Año	IMD	% Pesados
2005	34.596	9,10%
2006	39.982	9,30%
2007	41.599	8,70%
2008	46.801	6,90%
2009	45.478	5,75%

Se observa un incremento notable de tráfico en prácticamente los últimos 10 años, aunque en el último año (2.009) no sólo se ha frenado esta progresión, sino que además se ha producido un leve descenso de tráfico, consecuencia probablemente de la crisis económica.



El gráfico anterior muestra una tendencia de crecimiento medio de aproximadamente 3.000 vehículos al año, lo que equivale prácticamente a un incremento de tráfico del 300% con respecto al año 2000.

Este espectacular aumento se debe a la creciente expansión de los desarrollos urbanísticos situados al este de la comarca de Pamplona durante estos años (Mendillorri, Sarriguren, Mutilvas, etc...) y al desdoblamiento de esta vía a 2 carriles por sentido llevado a cabo en el año 2002.

Este ritmo de incremento del tráfico sin embargo sería insostenible a corto plazo y no podría prolongarse durante muchos años más. La vía presenta lógicamente una capacidad limitada y su nivel de saturación podría estar próximo en caso de continuar esta tendencia.

En relación a la red viaria de esta zona de la comarca de Pamplona existe además la posibilidad de habilitar en un futuro la denominada Ronda Super-Este.

Esta iniciativa se impulsaría probablemente en caso de prever un rebase de los límites de capacidad de la PA-30 (Ronda Este) y su creación aliviaría por tanto el volumen de tráfico de la actual PA-30, originando una situación de mayor equilibrio en la red viaria.

Por todo ello, se cree que la tasa de crecimiento que podría registrarse a partir del año 2010 en la PA-30 (Ronda Este) será más sostenida.

Para hallar el tráfico previsto en el año horizonte del 2020, se va a adoptar por tanto una tasa de crecimiento del 1,5%, que es la señalada por el Departamento de Obras Públicas como mínimo crecimiento anual de las carreteras de la red de la Comunidad Foral de Navarra.

A la vista del descenso en el tráfico general que se está produciendo en estos últimos años y que se prevé que siga continuando, se va a realizar una pequeña corrección en base a considerar un aumento del 1,5 % hasta el 2016. Desde este año habrá un descenso del incremento de tráfico al 0,9 % de aumento, que es la tasa recomendada por el Ministerio de Fomento a partir del citado año y que se mantendrá constante hasta el año horizonte.

Así con esta hipótesis, para el año 2020 las previsiones de tráfico serían las siguientes:

Año	% Aumento	IMD	Año	% Aumento	IMD
2009	---	45.478	2015	1,50	49.728
2010	1,50	46.160	2016	0,90	50.175
2011	1,50	46.852	2017	0,90	50.627
2012	1,50	47.555	2018	0,90	51.082
2013	1,50	48.269	2019	0,90	51.542
2014	1,50	48.993	2020	0,90	52.006

Con el valor de IMD previsto de 52.006 veh/día para el año 2020 se va a hallar el aumento de tráfico en relación al año 2009:

Tráfico IMD 2020

Tráfico IMD 2009

=

52.006

45.478

= 1,143

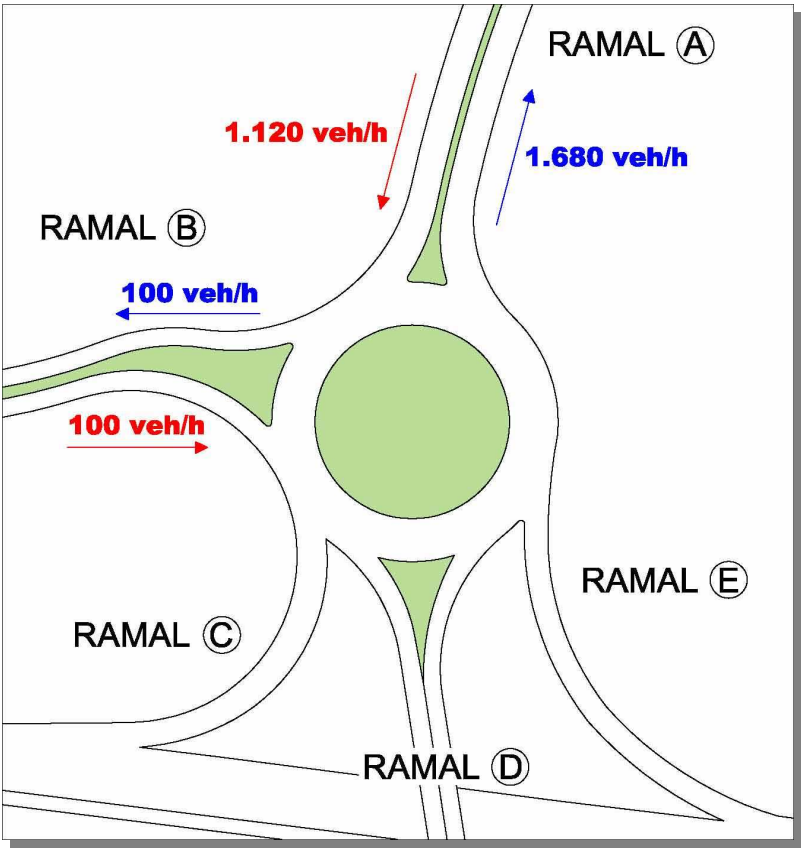
Así pues para el cálculo de tráfico en el Escenario futuro (año 2020) consideramos razonable considerar que el tráfico de la Ronda Este va a tener una evolución global del 15 %.

4.2.2. Tráfico inducido por el nuevo Enlace de Mugartea

El presente Estudio de Tráfico precisa datos de estimación del tráfico generado por el nuevo Enlace de Mugartea. Para ello necesitamos otra serie de fuentes que aporten información no sólo del tráfico existente sino del tráfico futuro.

Con fecha Febrero de 2009 se realizó un Estudio de Tráfico para el PSIS de Mugartea (Valle de Aranguren), cuyo objeto principal era estudiar el tráfico previsto para el vial de penetración que discurre entre la Ronda Este (PA-30) y Lezkairu y obtener el Nivel de Servicio correspondiente al nuevo vial proyectado (doble calzada con mediana).

De los resultados de este Estudio de Tráfico para el PSIS de Mugartea se extrae que el tráfico generado por el nuevo vial de penetración y consecuentemente por el nuevo Enlace de Mugartea sería de 35.000 veh/día, mientras que la hora punta (8% del IMD) registraría en torno a los 2.800 vehículos/hora.



En dicho Estudio se establece una proporción de tráfico por sentido de 60/40 en la hora punta de la mañana, aplicando valores inversos en la hora punta de la tarde, (es decir, entre 1.120 veh/h y 1.680 veh/h).

Debe tenerse en cuenta que los datos de este estudio hacen referencia a una ordenación urbanística ya consolidada en el área de influencia del nuevo Enlace de Mugartea.

Así por tanto, parece poco probable que puedan registrarse estos valores de tráfico en un horizonte próximo de 10 años vista.

En vista de los aforos observados en los Enlaces próximos de la PA-30 se aplicará para el presente Estudio de Tráfico una estimación del 70% del valor antes citado. Así, el número de vehículos que utilicen el vial de penetración de Mugartea se establece para este estudio en $0,70 \times 35.000 = 24.500$ veh/día.

Hay que tener en cuenta que este valor representa más de la mitad del tráfico que circula actualmente por la PA-30 (~46.000 veh/día),

Como ejemplos comparativos podemos señalar que la Cuesta de Beloso presenta actualmente un IMD de unos 20.000veh/día y que la estación de aforo nº 811 de Gobierno de Navarra, situada entre las Glorietas de Mendillorri y Sarriguren (PA-33), registra en el año 2009 una IMD de 17.474veh/día.

Por todo ello entendemos suficiente y del lado de la seguridad una IMD de 24.500veh/día para una vía de estas características.

Se establecen por tanto los siguientes valores de hora punta:

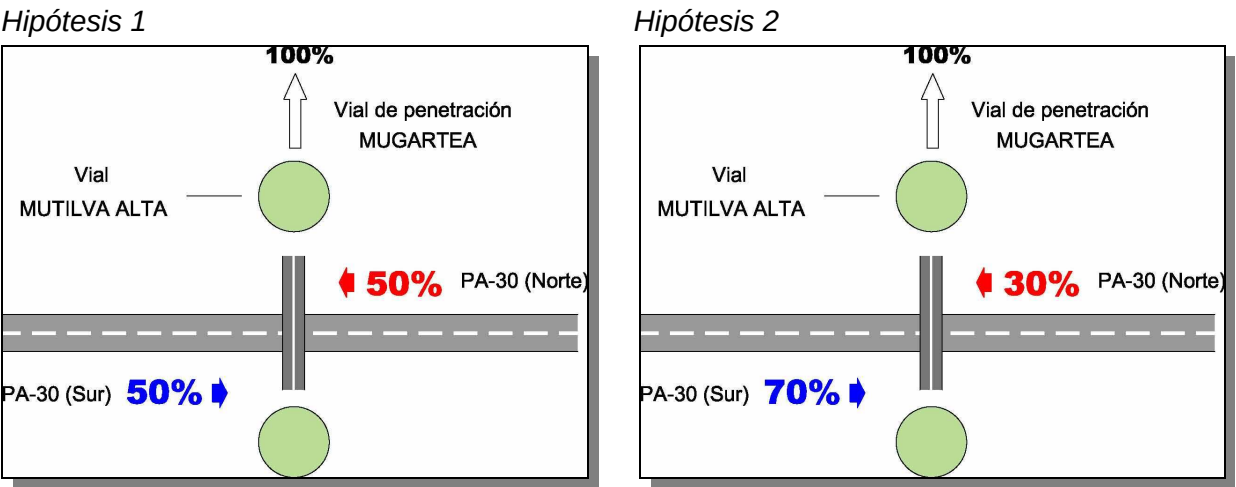
- Entrada a la PA-30 → 8% de $24.500 \times 0,40 = 784$ veh/h
- Salida de la PA-30 → 8% de $24.500 \times 0,60 = 1.176$ veh/h

Distribución de tráfico

En relación al Estudio de Tráfico para el PSIS de Mugartea, el Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra solicitó en mayo de 2009 un nuevo Estudio complementario donde se analizase de manera específica el funcionamiento de la glorieta del Enlace de Mugartea.

Este Anexo al Estudio de Tráfico para el PSIS de Mugartea fue realizado por la empresa de Ingeniería Sertecna.

De este nuevo Estudio puede extraerse la distribución de tráfico establecida para el Enlace en base a 2 hipótesis relativas a la de procedencia de vehículos:



Se ha establecido un porcentaje mayor para los vehículos provenientes del Sur, ya que los vehículos procedentes del Norte que se dirijan hacia el centro de Pamplona escogerán más fácilmente la salida directa desde el Enlace de Sarriguren (PA-33) en lugar de la del Enlace de Mugartea. (Ver Estudio de Tráfico del Acceso Ronda Este a Mugartea del PSIS de Mugartea).

4.2.3. Tráfico inducido por la futura Ciudad de la Seguridad

La Ciudad de la Seguridad va a albergar diferentes empresas y organismos relacionados con la seguridad (Policía Foral, Departamento de Interior, Empresa de Seguridad, etc.) por lo que el tráfico previsible será el de acceso de vehículos a la mañana para entrar a trabajar y salida de vehículos a la tarde como retirada a los domicilios particulares.

El tráfico será variable a lo largo del día, pero las horas punta serán seguramente las de la mañana y las de la tarde.

El número de vehículos que genera esta Ciudad de la Seguridad se deberá analizar cuando se redacte el PSIS correspondiente.

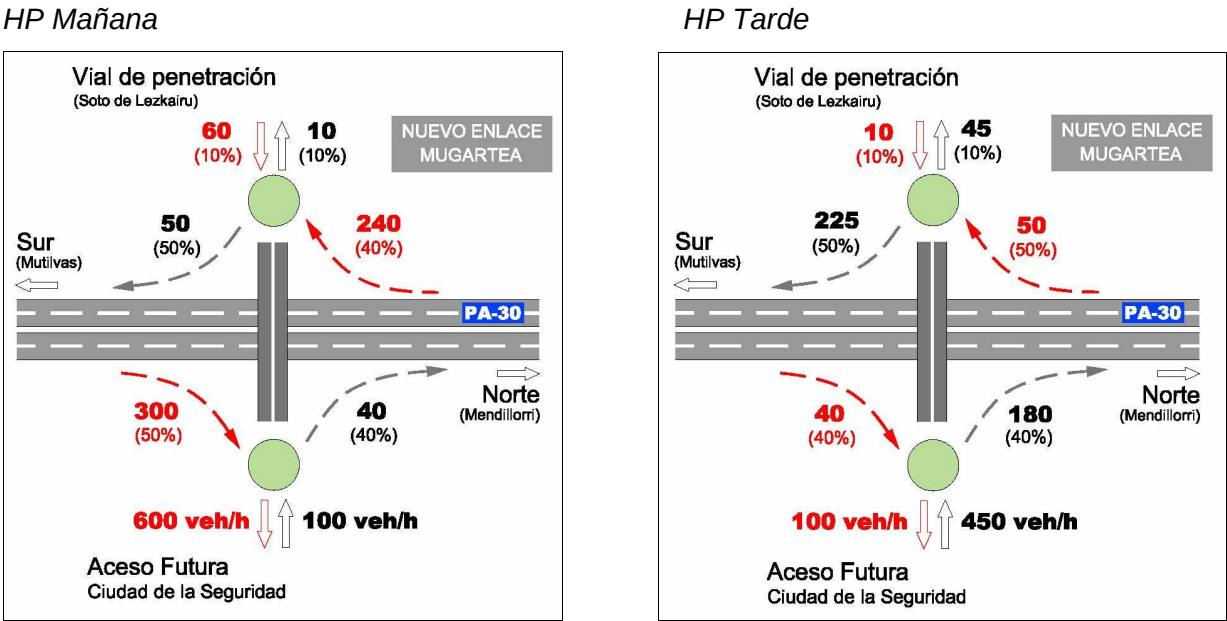
En este caso y para tener un orden de magnitud, se ha estimado en 600 veh/h la hora punta de entrada a la mañana y de 450 veh/h la hora punta de salida por la tarde. Asimismo se ha establecido en unos 100 veh/h los tráficos en sentido contrario (es decir salida por la mañana y entrada por la tarde).

El objetivo de esta inclusión de tráfico es observar como funcionan ambas Glorietas, y en caso de que se encuentren cerca de su capacidad, proponer mejoras de diseño (aumento de carriles a la entrada, etc.).

El acceso a la Ciudad de Seguridad se realizará mediante una doble calzada de dos carriles.

Dadas las características de esta área urbanística se establece una estimación de los siguientes ratios de tráfico para las horas punta de mañana y tarde:

- HP Mañana: Entrada a Ciudad de la Seguridad de 600veh/h
Salida desde la Ciudad de la Seguridad de 100veh/h
- HP Tarde: Entrada a Ciudad de la Seguridad de 100veh/h
Salida desde la Ciudad de la Seguridad de 450veh/h

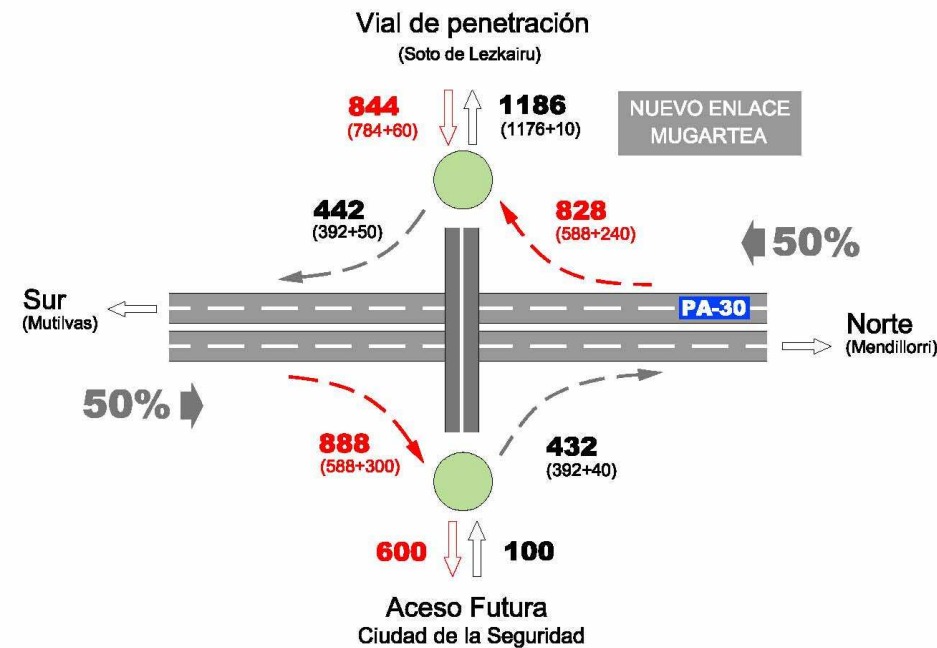


4.3. Tráfico Total generado por el Nuevo Enlace

La estimación de tráfico inducido exclusivamente por el Enlace de Mugartea se compone por tanto del tráfico generado por el vial de penetración en el lado Pamplona y por el tráfico generado por la futura Ciudad de la Seguridad en el lado Badostáin.

Con la suma de estos tráficos se establecen los siguientes esquemas de tráfico para cada una de las hipótesis en las diferentes horas punta:

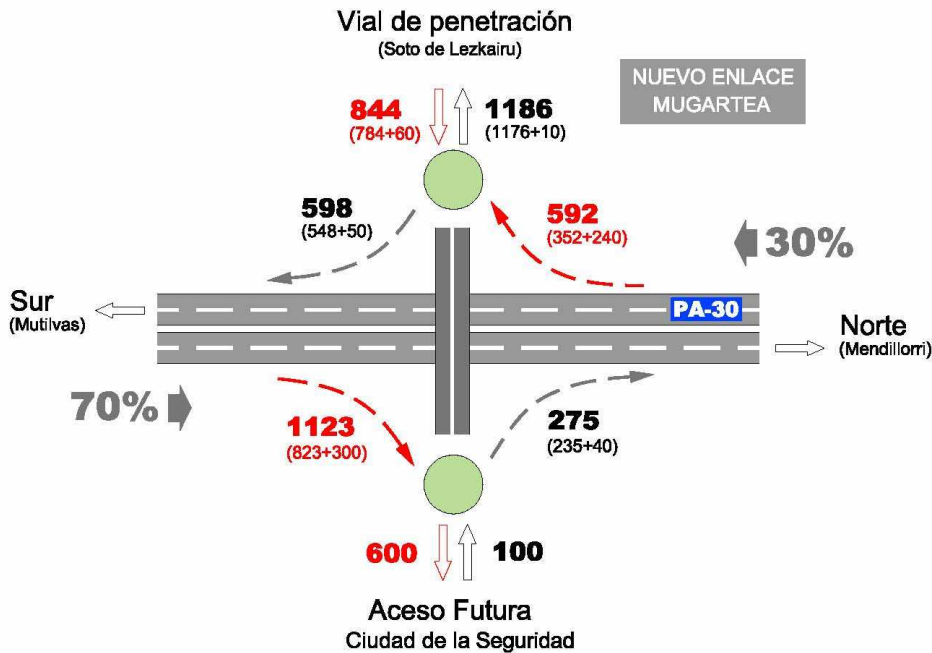
Hipótesis 1 (50%-50%) Hora Punta Mañana



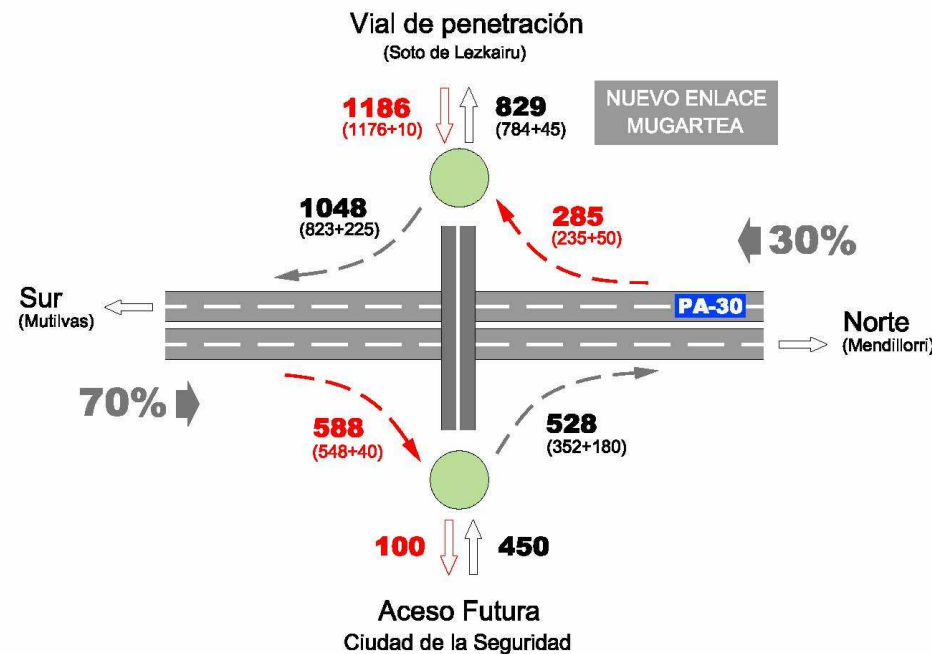
Hipótesis 1 (50%-50%) Hora Punta Tarde



Hipótesis 2 (70%-30%) Hora Punta Mañana



Hipótesis 2 (70%-30%) Hora Punta Tarde



De la composición del tráfico existente y el tráfico generado por el nuevo Enlace de Mugartea se han configurado esquemas resumen del tráfico total que responden a las diversas alternativas posibles:



The diagram illustrates the Mendillorri interchange, showing traffic flow and volume data for two time periods: Gasolinera and Hora Punta Tarde.

Gasolinera (Left Side):

- Top Road (Approach):** 30 (3.172x1,15 + 598), 30, 598, 592, 672, 117.
- Bottom Road (Approach):** 2.485 (1.185x1,15 + 1.123), 2.946, 1.300, 1.294, 3.568, 1.693.
- Intersection:** 1.377 (254+1123) (Left to Right), 529 (254+275) (Right to Left), 585 (310+275) (Right to Left).

Hora Punta Tarde (Right Side):

- Top Road (Approach):** 30 (2.080x1,15 + 1.048), 30, 285, 254, 310.
- Bottom Road (Approach):** 2.980 (1.954x1,15 + 588), 2.108, 1.256, 1.575, 2.380, 2.224.
- Intersection:** 1.260 (672+588) (Left to Right), 1.204 (672+532) (Right to Left), 649 (117+532) (Right to Left).

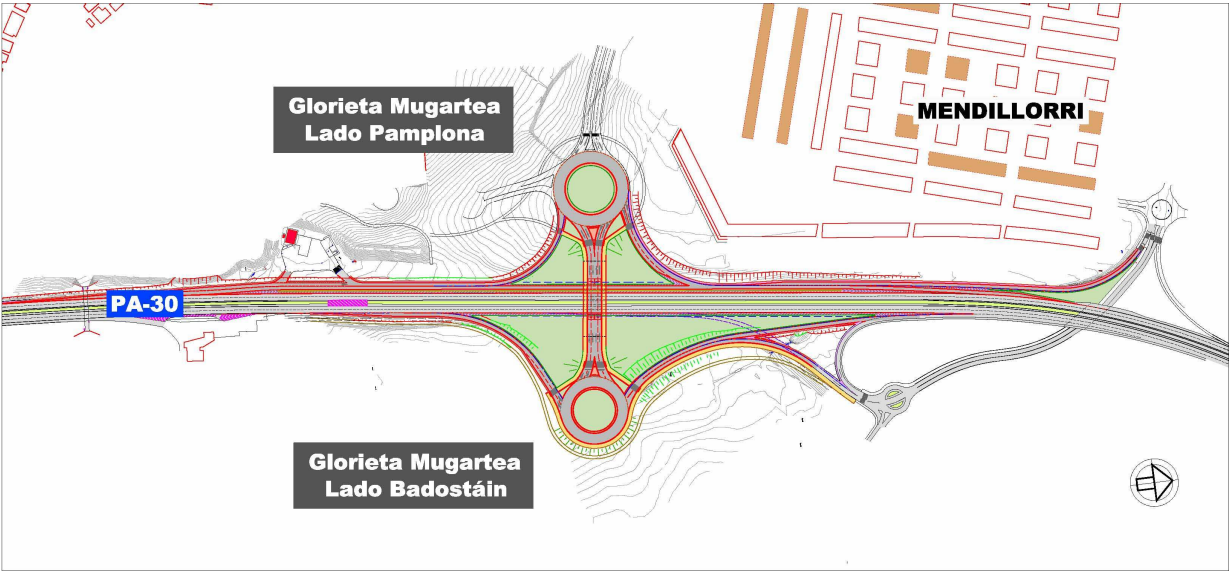
5. Estudio de Capacidades y Niveles de Servicio

5.1. Capacidad Glorietas

Como ya se ha indicado anteriormente en el apartado 2 (Metodología de Estudio), la glorieta objeto de análisis en este Estudio de Tráfico es la Glorieta oeste del Enlace de Mugartea (lado Badostáin).

A modo de comprobación se analizará también la capacidad de la Glorieta este del Enlace (lado Pamplona), glorieta que ya fue analizada en el Estudio de Tráfico correspondiente al PSIS de Mugartea (Valle de Aranguren) en Febrero de 2009.

El motivo de este nuevo análisis es la incorporación de tráfico generado por la nueva Ciudad de la Seguridad al Enlace. Parte de este tráfico será canalizado a través de la glorieta y precisa por tanto de una nueva revisión.



Metodología

Para estudiar el funcionamiento de estas glorietas se ha simulado éste utilizando 2 programas informáticos al objeto de cotejar los resultados de ambos:

- Transport Research Road Laboratory (TRL): ARCADY
- SIDRA Intersection (Version 4.0)

El programa del Transport Research Road Laboratory (TRL): ARCADY simula el funcionamiento de la glorieta considerando que la capacidad de una entrada a la glorieta Q_e , depende del tráfico que circula por el anillo Q_c , a través de una relación lineal o cuasi lineal del tipo:

$$Q_e = k (F - f_c Q_c)$$

donde:

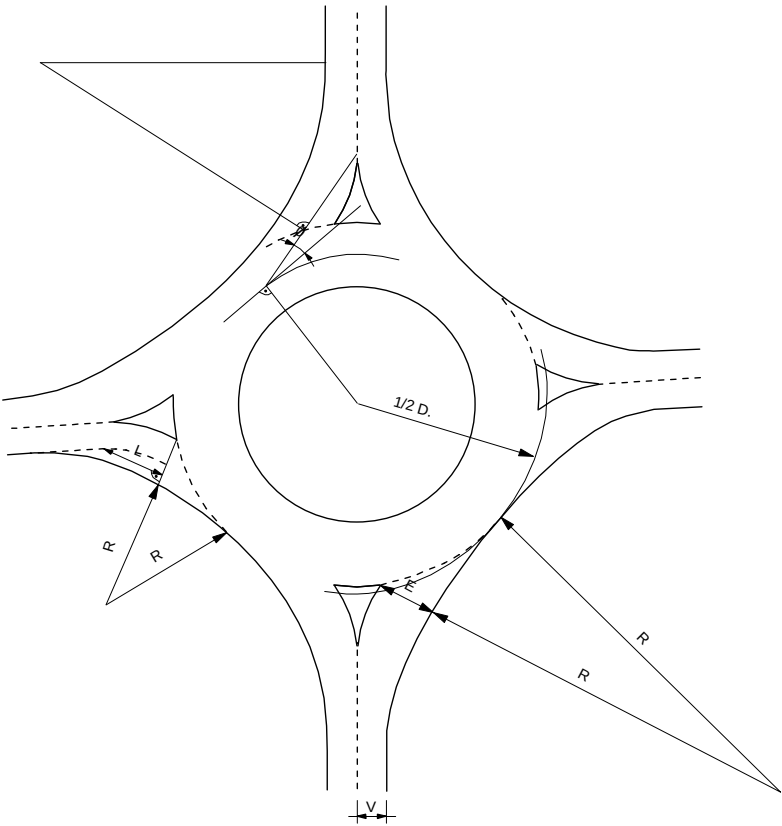
Q_e es la capacidad de una entrada, en v/h

Q_c es el tráfico que circula por el anillo, en v/h

k , F y f_c son parámetros dependientes de las características geométricas de la entrada y de la glorieta

El método utilizado para determinar las constantes k , F y f_c se basa en mediciones de tráfico en un número importante de glorietas en condiciones de saturación y en la elaboración de rectas de regresión que establezca la correspondencia entre la geometría de la glorieta definida por:

- e es el ancho de la entrada, en metros
- v es la mitad de la anchura de la vía de aproximación en metros
- l' es la longitud media efectiva del abocinamiento en la entrada, en metros
- S es la agudeza del abocinamiento
- D es el diámetro del círculo inscrito, en metros
- ϕ es el ángulo de entrada, en grados sexagesimales
- R es el radio de la entrada, en metros



Los resultados se expresan en unos cuadros en donde se indican los siguientes conceptos:

- **Demanda:** que significa el número de vehículos que entran a la Glorieta por cada ramal, y que vienen definidos por el tráfico obtenido el sábado por la tarde, y con la matriz de giros indicada anteriormente. Se mide por vehículos/minuto.
- **Capacidad:** este valor indica la capacidad de la entrada a la Glorieta por ramal. Este valor depende de las condiciones geométricas de la entrada (anchura, radio de giro, etc.) y de la propia glorieta y también depende del tráfico existente en el interior de la Glorieta. Se mide por vehículos/minuto.
- **Colas:** es el número de vehículos que aguardan en el citado ramal antes de entrar a la Glorieta. Si el número de vehículos es grande se habrá llegado a la capacidad de la Glorieta.

El programa **SIDRA INTERSECTION** versión 5.0 es una avanzada herramienta de análisis de micro-evaluación que utiliza el tráfico de carril por carril y modelos de tráfico, junto con un método de aproximación iterativa para proporcionar estimaciones de la capacidad y el rendimiento de las estadísticas (retraso, longitud de la cola, etc.).

Niveles de servicio

En ambos programas se señala como índice de calidad en el funcionamiento del tráfico el Nivel de Servicio, que puede definirse como el modo en que los conductores y viajeros perciben las condiciones de funcionamiento de una circulación de vehículos.

Con el objeto de uniformizar los estudios es usual definir seis niveles de servicio, entre A (un servicio óptimo) y F (un servicio pésimo). La caracterización de cada nivel de servicio es generalista, con apreciaciones globales y distintas para cada tipo de infraestructura.

Podemos definir al Nivel de Servicio como un índice de la fluidez del tráfico, y en este caso se mide por la demora de espera del vehículo a la entrada a la Glorieta.

El nivel de servicio A es el que resulta cuando no existen demoras en la entrada a la Glorieta o estas son mínimas. A partir de este nivel, los sucesivos B, C y D indican demoras que van de menos a más, es decir, el nivel B puede suponer demoras pequeñas y el nivel D ya supone demoras medias-grandes. El nivel de servicio E es el de la capacidad de la Glorieta en donde ya suele haber largas demoras y el nivel de servicio F es el del colapso, con largas colas a la entrada.

A nivel cuantitativo las demoras medias de cada Nivel de Servicio son las siguientes:

- Nivel de Servicio A → Demora Media de 0-5 sg.
- Nivel de Servicio B → Demora Media de 5-15 sg.
- Nivel de Servicio C → Demora Media de 15-25 sg.
- Nivel de Servicio D → Demora Media de 25-40 sg.
- Nivel de Servicio E → Demora Media de 40-60 sg.
- Nivel de Servicio F → Demora Media de > 60 sg.

GLORIETA 1 - GLORIETA ESTE ENLACE MUGARTEA (LADO BADOSTÁIN) -

Características geométricas

Los diferentes ramales los denominamos del siguiente modo:

- **Ramal A:** Paso Superior sobre la PA-30
- **Ramal B:** Ramal de salida de la PA-30
- **Ramal C:** Ramal de acceso a la Ciudad de la Seguridad
- **Ramal D:** Ramal de entrada a la PA-30 y acceso a Mendillorri y Badostáin

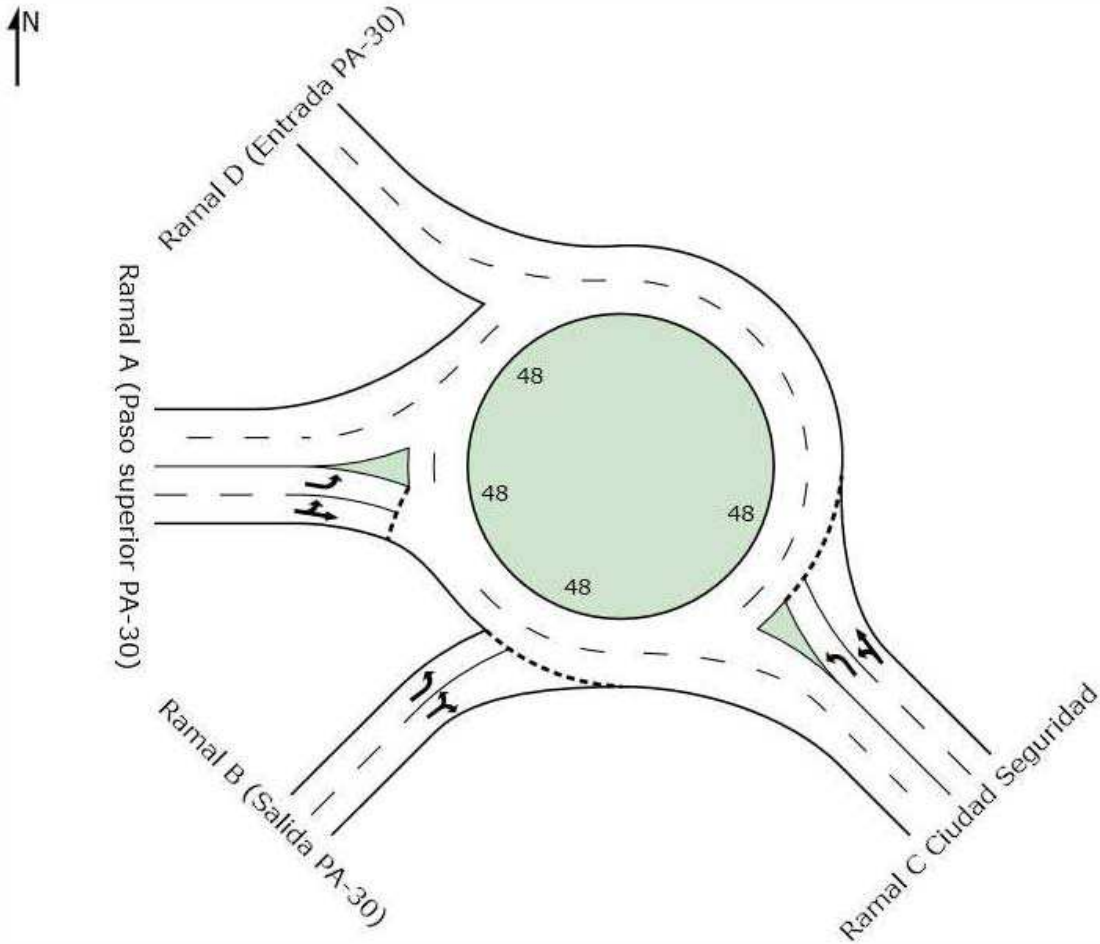
El Ramal A será bidireccional, con dos carriles por sentido y 3,50m de anchura por carril, además de una isleta en su desembocadura con la glorieta.

El Ramal B será unidireccional de entrada a la glorieta, pasando la calzada de uno a dos carriles de 3,50m de anchura.

El Ramal C será bidireccional, con dos carriles por sentido, mediana central y 3,50m de anchura por carril.

El Ramal D será unidireccional en sentido salida de la glorieta, con dos carriles de 3,5m de anchura cada uno.

El diámetro exterior de la glorieta es de 70m, con una calzada anular de 11m y una isleta central de 48m de diámetro.



Tráfico total y matriz de giros (Glorieta lado Badostain)

Con los datos obtenidos previamente se determinan los tráficos de hora punta (mañana y tarde) para cada una de las hipótesis:

HIPÓTESIS	Hora Punta	Entradas / Salidas	Ramal A Paso Sup.	Ramal B Salida PA-30	Ramal C Ciudad Seguridad	Ramal D Entrada PA-30	TOTAL
H1 (50% /50%)	HP Mañana	Ramal A Paso Sup. PA-30	-	-	300	392	692
		Ramal B Ramal Salida PA-30	588	-	300	254	1142
		Ramal C Ciudad Seguridad	60	-	-	40	100
		Ramal D Ramal Entrada PA-30	-	-	-	-	-
		TOTAL	648	-	600	686	
	HP Tarde	Ramal A Paso Sup. PA-30	-	-	60	588	648
		Ramal B Ramal Salida PA-30	392	-	40	672	1104
		Ramal C Ciudad Seguridad	270	-	-	180	450
		Ramal D Ramal Entrada PA-30	-	-	-	-	-
		TOTAL	662	-	100	1440	
H2 (70% /30%)	HP Mañana	Ramal A Paso Sup. PA-30	-	-	300	235	535
		Ramal B Ramal Salida PA-30	823	-	300	254	1377
		Ramal C Ciudad Seguridad	60	-	-	40	100
		Ramal D Ramal Entrada PA-30	-	-	-	-	-
		TOTAL	883	-	600	529	
	HP Tarde	Ramal A Paso Sup. PA-30	-	-	60	352	412
		Ramal B Ramal Salida PA-30	548	-	40	672	1260
		Ramal C Ciudad Seguridad	270	-	-	180	450
		Ramal D Ramal Entrada PA-30	-	-	-	-	-
		TOTAL	818	-	100	1204	

Resultados y Cálculos de capacidad (Glorieta lado Badostain)

Tabla de Resultados ARCADY

		ENTRADAS			
		Ramal A Paso Sup. PA-30	Ramal B Salida PA-30	Ramal C Ciudad Seguridad	Ramal D Entrada PA-30
Hipótesis 1 (50%-50%) HP Mañana	Demanda (veh/min.)	11,53	19,20	1,67	-
	Capacidad (veh/min.)	38,88	30,05	26,21	-
	Colas (nº veh.)	0,4	1,8	0,1	-
	Nivel de Servicio	A	A - B	A	-
Hipótesis 1 (50%-50%) HP Tarde	Demanda (veh/min.)	10,80	18,40	7,50	-
	Capacidad (veh/min.)	38,88	30,52	21,80	-
	Colas (nº veh.)	0,4	1,5	0,5	-
	Nivel de Servicio	A	A - B	A - B	-
Hipótesis 2 (70%-30%) HP Mañana	Demanda (veh/min.)	8,92	22,95	1,67	-
	Capacidad (veh/min.)	38,88	31,71	25,52	-
	Colas (nº veh.)	0,3	2,6	0,1	-
	Nivel de Servicio	A	B	A	-
Hipótesis 2 (70%-30%) HP Tarde	Demanda (veh/min.)	6,87	21,00	7,50	-
	Capacidad (veh/min.)	38,88	33,01	22,64	-
	Colas (nº veh.)	0,2	1,7	0,5	-
	Nivel de Servicio	A	A - B	A - B	-

Tabla de Resultados SIDRA

		ENTRADAS			
		Ramal A Paso Sup. PA-30	Ramal B Salida PA-30	Ramal C Ciudad Seguridad	Ramal D Entrada PA-30
Hipótesis 1 HP Mañana		A	A - B	A - B	-
Hipótesis 1 HP Tarde		A	A - B	A - B	-
Hipótesis 2 HP Mañana		A	A - B	A - B	-
Hipótesis 2 HP Tarde		A	A - B	A - B	-

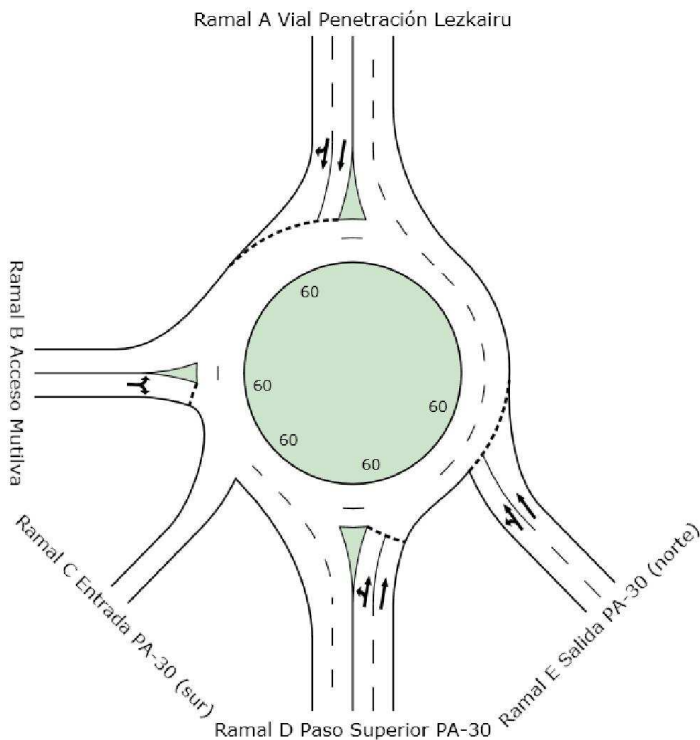
Los resultados reflejan niveles de servicio aceptables en todas las hipótesis planteadas.

GLORIETA 2 - GLORIETA ESTE ENLACE MUGARTEA (LADO PAMPLONA) -

Características geométricas

La glorieta contiene 5 ramales, de los cuales 3 son de acceso (entrada y salida) a la PA-30 y los otros 2 corresponden a viales de conexión con Mutilva Alta y Soto de Lezkairu. Los diferentes ramales los denominamos del siguiente modo:

- **Ramal A:** Vial de penetración hacia Soto de Lezkairu (Centro de Pamplona).
- **Ramal B:** Vial colector paralelo a la PA-30 de acceso a Mutilva Alta.
- **Ramal C:** Vial de entrada a la PA-30 (lado sur).
- **Ramal D:** Vial del paso superior sobre la PA-30.
- **Ramal E:** Vial de salida de la PA-30 (lado norte).



El Ramal A será bidireccional y de dos carriles por sentido. Se prevé una doble calzada con anchura de 7 m. y una mediana central.

El Ramal B será en realidad la unión de 2 calzadas, (una de entrada y otra de salida), separados por un amplio jardín equiparable a una mediana. Podrían considerarse independientes el uno del otro, pero a efectos prácticos funcionan como un único ramal. Cada calzada presenta un único carril de 4 m.

El Ramal C será unidireccional, con un carril únicamente de salida de 4 m.

El Ramal D correspondiente al paso superior sobre la PA-30 será bidireccional, con dos carriles de 3,50 m. por sentido y sin mediana central. Este ramal podrá ampliarse en su parte cercana a la Glorieta en caso de ser necesario.

El Ramal E será unidireccional, con dos carriles de entrada a la glorieta de 3,5 m. Este ramal se podrá desdoblar a la vista de los resultados del estudio de capacidad.

El diámetro exterior de la Glorieta es de 80 m. con una calzada anular de 10 m. y una isleta central de 60 m. de diámetro.

Tráfico total y matriz de giros (Glorieta lado Pamplona)

Con los datos obtenidos previamente se determinan los tráfico de hora punta (mañana y tarde) para cada una de las hipótesis:

HIPÓTESIS	Hora Punta	Entradas / Salidas	Ramal A Vial Colector Lezkairu	Ramal B Acceso Mutilva	Ramal C Entrada PA-30 (sur)	Ramal D Paso Superior PA-30	Ramal E Salida PA-30 (norte)	TOTAL
H1 (50%/50%)	HP Mañana	Ramal A Vial Colector Lezkairu	-	15	560x0,70 =392	560x0,70 +60=452		859
		Ramal B Acceso Mutilva	15	-	15	70		100
		Ramal C Entrada PA-30 (sur)						
		Ramal D Paso Superior PA-30	840x0,70 +10=598	15	50	-		663
		Ramal E Salida PA-30 (norte)	840x0,70 =588	70	-	240		898
		TOTAL	1.201	100	457	762		
	HP Tarde	Ramal A Vial Colector Lezkairu	-	15	840x0,70 =588	840x0,70 +10=598		1.201
		Ramal B Acceso Mutilva	15	-	15	70		100
		Ramal C Entrada PA-30 (sur)						
		Ramal D Paso Superior PA-30	560x0,70 +45=437	15	225	-		677
		Ramal E Salida PA-30 (norte)	560x0,70 =392	70	-	50		512
		TOTAL	844	100	828	718		
H2 (70%/30%)	HP Mañana	Ramal A Vial Colector Lezkairu	-	15	784x0,70 =549	336x0,70 +60=295		849
		Ramal B Acceso Mutilva	15	-	15	70		100
		Ramal C Entrada PA-30 (sur)						
		Ramal D Paso Superior PA-30	1176x0,70 +10=833	15	50	-		898
		Ramal E Salida PA-30 (norte)	504x0,70 =353	70	-	240		663
		TOTAL	1.201	100	614	605		
	HP Tarde	Ramal A Vial Colector Lezkairu	-	15	1176x0,70 =823	504x0,70 +10=363		1.201
		Ramal B Acceso Mutilva	15	-	15	70		100
		Ramal C Entrada PA-30 (sur)						
		Ramal D Paso Superior PA-30	784x0,70 +45=594	15	225	-		834
		Ramal E Salida PA-30 (norte)	336x0,70 =235	70	-	50		355
		TOTAL	844	100	1.063	483		

* 784x0,70 (Valores del Estudio de Tráfico aplicando el 70%)
* 225 (Tráfico generado por la Ciudad de la Seguridad)
* 833 (Tráfico Total)

Resultados y Cálculos de capacidad (Glorieta lado Pamplona)

Tabla de Resultados ARCADY

		ENTRADAS				
		Ramal A Vial Colector Lezkairu	Ramal B Acceso Mutilva	Ramal C Entrada PA-30 (sur)	Ramal D Paso Superior PA-30	Ramal E Salida PA-30 (norte)
Hipótesis 1 (50%-50%) HP Mañana	Demanda (veh/min.)	14,32	1,67		11,05	14,97
	Capacidad (veh/min.)	34,75	15,61		38,30	33,80
	Colas (nº veh.)	0,7	0,1		0,4	0,8
	Nivel de Servicio	A	A - B		A	A
Hipótesis 1 (50%-50%) HP Tarde	Demanda (veh/min.)	20,02	1,67		11,28	8,53
	Capacidad (veh/min.)	36,85	14,20		40,13	35,61
	Colas (nº veh.)	1,2	0,1		0,4	0,3
	Nivel de Servicio	A	A - B		A	A
Hipótesis 2 (70%-30%) HP Mañana	Demanda (veh/min.)	14,15	1,67		14,97	11,05
	Capacidad (veh/min.)	36,74	16,96		40,13	33,22
	Colas (nº veh.)	0,6	0,1		0,6	0,5
	Nivel de Servicio	A	A		A	A
Hipótesis 2 (70%-30%) HP Tarde	Demanda (veh/min.)	20,02	1,67		13,9	5,92
	Capacidad (veh/min.)	36,77	14,19		40,13	33,91
	Colas (nº veh.)	1,2	0,1		0,5	0,2
	Nivel de Servicio	A	A - B		A	A

Tabla de Resultados SIDRA

		ENTRADAS				
		Ramal A Vial Colector Lezkairu	Ramal B Acceso Mutilva	Ramal C Entrada PA-30 (sur)	Ramal D Paso Superior PA-30	Ramal E Salida PA-30 (norte)
Hipótesis 1 HP Mañana		A	A - B		A	A - B
Hipótesis 1 HP Tarde		A	A - B		A	A - B
Hipótesis 2 HP Mañana		A	A - B		A	A - B
Hipótesis 2 HP Tarde		A	A - B		A	A - B

Los resultados reflejan niveles de servicio aceptables en todas las hipótesis planteadas.

5.2. Capacidad Tramos de Trenzado en la PA-30 analizados en fase inicial del Proyecto.

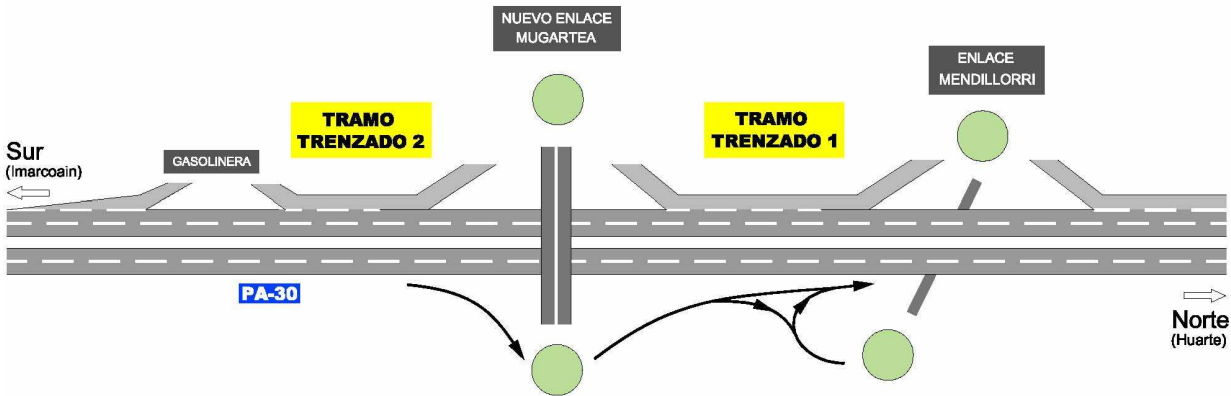
Para estudiar el funcionamiento de los tramos de trenzado se ha utilizado el programa informático HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1a, basado en el obra “Highway Capacity Manual”, Special Report nº209 del Transportation Research Board, National Academy of Sciences (EEUU).

En la fase inicial de Proyecto se ha establecido una metodología de búsqueda de la mejor solución viaria posible, consistente en un análisis sucesivo de alternativas.

De este modo, se han evaluado las alternativas una a una, en orden de simplicidad técnica hasta dar con la que cumpliese las condiciones de capacidad establecidas en relación al nivel de servicio del tráfico.

Las alternativas más sencillas incluían 2 tramos de trenzado en la PA-30:

- 1) Tramo de trenzado entre el enlace de Mendillorri y el nuevo enlace de Mugartea.
- 2) Tramo de trenzado entre el nuevo enlace de Mugartea y la gasolinera.



La capacidad de estos tramos de trenzado se han revelado a la postre insuficientes para el tráfico previsto.

Las distancias habilitadas para estos tramos de trenzado considerados son extremadamente cortas, ya que el espacio disponible no da más de sí. Al oeste de la PA-30 (lado Pamplona), (lado donde se han analizado los tramos de trenzado), los accesos al nuevo Enlace de Mugartea están comprendidos entre el Enlace existente de Mendillorri y la Gasolinera.

En este corto tramo hay que ensamblar la salida a la PA-30 desde el Enlace de Mendillorri, la entrada y la salida del nuevo Enlace de Mugartea y la entrada y salida a la gasolinera.

Son demasiados elementos como para tratar de articularlos mediante tramos de trenzado y finalmente se ha optado por habilitar la citada vía de servicio que canaliza todo el tráfico de estos elementos a través de una única entrada y una única salida a la PA-30.

La solución viaria adoptada finalmente descarta por tanto los tramos de trenzado en la PA-30 y mediante la incorporación de esta nueva vía de servicio paralela a la PA-30 logra que todas las entradas y salidas de vía se realicen de manera más simple (mediante acceso directo o ceda el paso).

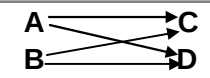
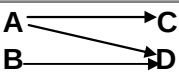
En la siguiente columna de esta página se muestran los resultados obtenidos a lo largo de este proceso.

En las tablas se pueden apreciar niveles de servicio desfavorables en todos los tramos de trenzado y en todas las hipótesis consideradas.

Movimientos posibles en el tramo de trenzado 1 de la PA-30 (Enlace Mendillorri-nuevo Enlace Mugartea)

- (A - C)Circulación continua por la PA-30 (Norte-Sur)
- (B - D)Circulación continua (Salida Enlace Mendillorri - Vial de servicio)
- (A - D)Trenzado (PA-30 Norte - Vial de Servicio)
- (B - C)Trenzado (Salida Enlace Mendillorri - PA-30 Sur)

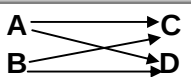
Resultados Trenzado 1

		NIVEL DE SERVICIO	
			
Hipótesis 1	Hora Punta Mañana	F	E
	Hora Punta Tarde	C	C
Hipótesis 2	Hora Punta Mañana	E	D
	Hora Punta Tarde	C	B

Movimientos posibles en el tramo de trenzado 2 del Vial de Servicio (nuevo Enlace Mugartea - Gasolinera)

- (A - C)Circulación continua (Vial de servicio - Salida a la PA-30 Sur)
- (B - D)Circulación continua (Salida desde el Enlace Mugartea - Entrada Gasolinera)
- (A - D)Trenzado (Vial de Servicio - Entrada a Gasolinera)
- (B - C)Trenzado (Salida desde el nuevo Enlace Mugartea - Salida a la PA-30 Sur)

Resultados Trenzado 2

		NIVEL DE SERVICIO
		
Hipótesis 1	Hora Punta Mañana	D
	Hora Punta Tarde	D
Hipótesis 2	Hora Punta Mañana	E
	Hora Punta Tarde	E

Ya se ha comentado anteriormente que en la solución elegida se mantiene un tramo de trenzado, pero fuera de la PA-30, ya que el trenzado lo realizan los vehículos de salida de la Glorieta de Mugartea con los vehículos que desde el vial de servicio se dirigen a la gasolinera. El tráfico de este trenzado es mucho menor que el de la PA-30.

Asimismo, para el diseño de los ramales de acceso (entradas y salidas) a la PA-30 se ha seguido la normativa establecida en la instrucción.

De este modo, las características geométricas de estos ramales de acceso, tales como la longitud de cuña y sección de calzada en función de la velocidad de circulación y el tipo de vía se han ajustado a dicha normativa.

6. Conclusiones

Como conclusión principal cabe señalar que en base a una previsión de tráfico a 10 años vista, la Glorieta este (lado Badostáin) constituida dentro del Enlace de Mugartea funcionaría correctamente.

Esta consideración se enmarca dentro de las siguientes estimaciones de evolución del tráfico en el tramo de la PA-30 correspondiente al nuevo Enlace de Mugartea:

- Aumento del IMD de la PA-30 a 10 años vista en torno al 15% sobre el tráfico actual,
- IMD de 24.500 vehículos para el vial colector de penetración que conecta el nuevo Enlace de Mugartea con la zona sureste de Pamplona (Soto de Lezkairu)
- Intensidad de vehículos en hora punta del día de 600 veh/h para la entrada a la futura Ciudad de la Seguridad.

Con estas previsiones de tráfico se han obtenido Niveles de Servicio A o A-B en todos los ramales que conforman la Glorieta.

Las condiciones geométricas de la Glorieta se han definido en Proyecto, aunque desde el punto de vista de la capacidad cabe destacar el hecho de que todos los carriles importantes de acceso a las Glorietas contienen 2 carriles de entrada, característica que obviamente aumenta dicha capacidad.

La Glorieta oeste (lado Pamplona) del enlace de Mugartea ya fue analizada en un Estudio de Tráfico específico realizado dentro del marco del PSIS de Mugartea y las conclusiones respecto a su funcionamiento fueron favorables.

No obstante, se ha vuelto a analizar con las nuevas condiciones de tráfico establecidas para el Enlace, y los resultados de capacidad siguen siendo igualmente favorables.

Los ramales de acceso a la PA-30 se han diseñado en base a la normativa marcada por la instrucción.

En definitiva, el Enlace de Mugartea y los diversos elementos que lo componen se ajustan a unos parámetros de diseño correctos para su buen funcionamiento.

Pamplona, Diciembre - 2010

Fdo: **SANTIAGO SAINZ DE LOS TERREROS GOÑI.**
Ingeniero de Caminos, CC. y PP.
Colegiado nº 5.193

ANEXO nº 1: FICHAS DE AFOROS DE CAMPO

AFOROS RONDA ESTE (PA-30) SENTIDO SUR

1) Aforos Tramo Enlace de Sarriguren

Tráfico desde Enlace de Sarriguren y desde PA-30 (norte)

Hora Punta Mañana

2) Aforos salida PA-30 Enlace de Mendillorri

Tramo Trenzado Sarriguren - Mendillorri.

Hora Punta Mañana

3) Aforos entrada PA-30 Enlace de Mendillorri

Tráfico desde Enlace de Mendillorri y desde PA-30 (norte)

Hora Punta Mañana y Tarde

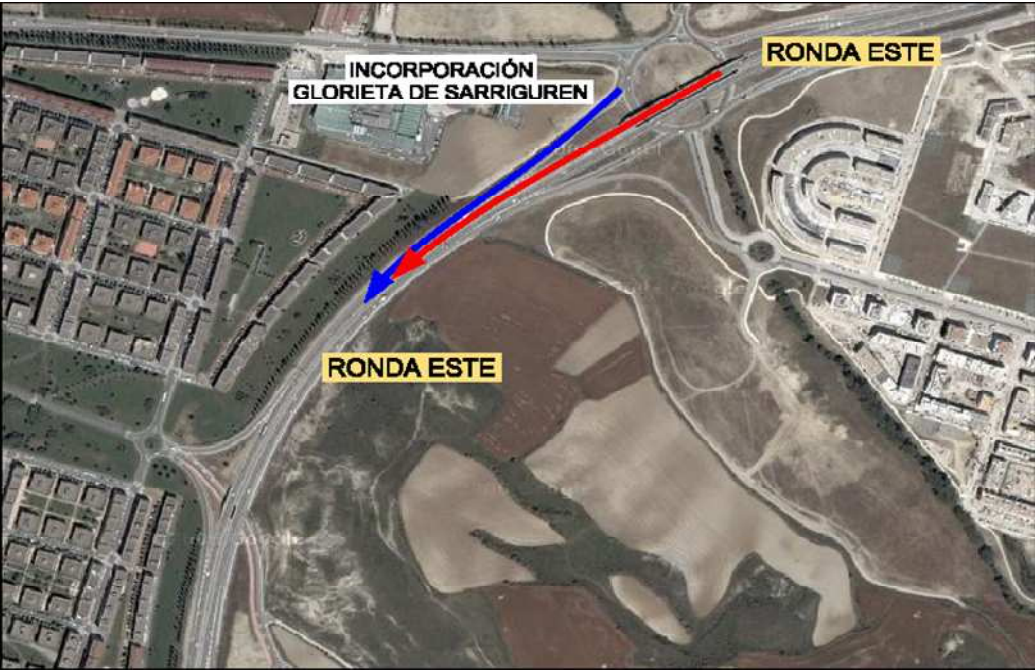
4) Aforos acceso Gasolinera

Tráfico de entrada y salida a la Gasolinera

Hora Punta Tarde

DATOS DE AFORO ESTUDIO DE TRAFICO
RONDA ESTE MENDILLORRI

RONDA ESTE DIRECCION SUR							
HORA	Desde Rotonda Sarriguren			Desde Ronda Este (Lado Norte)			TOTAL
	Tur.	Cam.	Total	Tur.	Cam.	Total	
07:30-07:45	245	13	258	399	23	422	680
07:45-08:00	233	17	250	382	18	400	650
08:00-08:15	226	23	249	328	36	364	613
08:15-08:30	256	29	285	360	29	389	674
08:30-08:45	264	23	287	338	29	367	654
08:45-09:00	235	31	266	316	22	338	604
09:00-09:15	237	25	262	208	37	245	507
09:15-09:30	194	27	221	164	25	189	410
TOTAL	1890	188	2078	2495	219	2714	4792
Hora punta			1042				2617



* Datos de Aforo tomados el día 24 de Enero de 2.008 Jueves)

DATOS DE AFORO ESTUDIO DE TRAFICO
RONDA ESTE MENDILLORRI

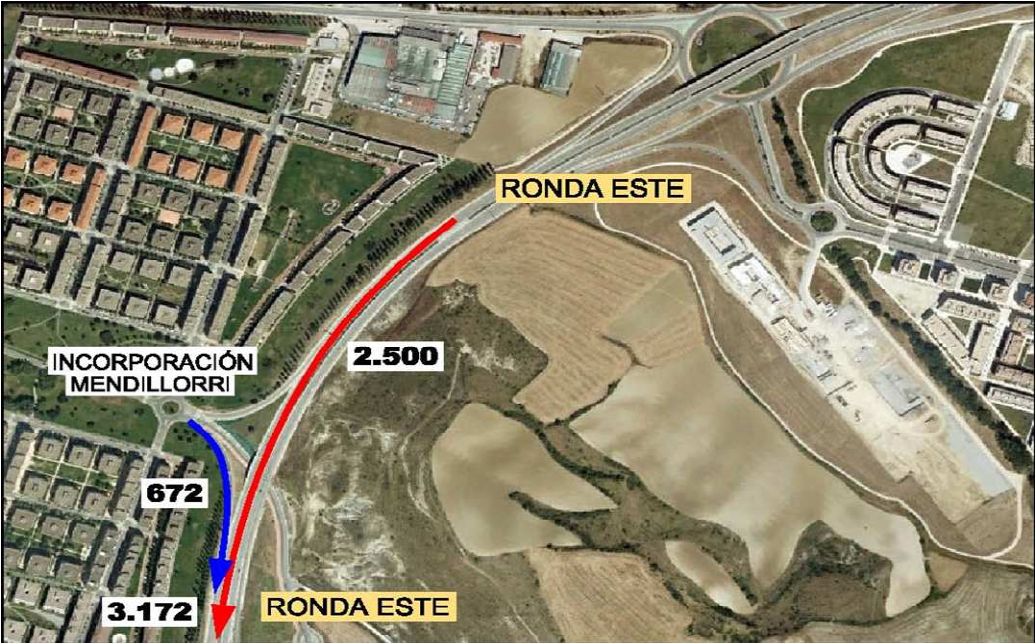
RONDA ESTE TRENZADO MENDILLORRI (Entrada a Mendillorri)							
HORA	Desde Ronda Este (Lado Norte)			Desde Rotonda Sarriguren			TOTAL
	Tur.	Cam.	Total	Tur.	Cam.	Total	
07:30-07:45	9	2	11	4	0	4	15
07:45-08:00	14	1	15	7	2	9	24
08:00-08:15	29	5	34	6	0	6	40
08:15-08:30	23	2	25	13	0	13	38
08:30-08:45	40	0	40	18	3	21	61
08:45-09:00	27	1	28	20	2	22	50
09:00-09:15	22	0	22	19	1	20	42
09:15-09:30	8	1	9	19	0	19	28
TOTAL	172	12	184	106	8	114	298
Hora punta			115				191



* Datos de Aforo tomados el día 24 de Enero de 2.008 Jueves)

DATOS DE AFORO ESTUDIO DE TRAFICO
RONDA ESTE MENDILLORRI

RONDA ESTE DIRECCION SUR							
HORA	Desde Ronda Este (Lado Norte)			Desde Mendillorri			TOTAL
	Tur.	Cam.	Total	Tur.	Cam.	Total	
07:30-07:45	631	34	665	209	5	214	879
07:45-08:00	594	32	626	161	2	163	789
08:00-08:15	519	54	573	148	3	151	724
08:15-08:30	580	56	636	142	2	144	780
08:30-08:45	544	49	593	162	4	166	759
08:45-09:00	504	50	554	131	3	134	688
09:00-09:15	404	61	465	126	2	128	593
09:15-09:30	331	51	382	67	1	68	450
18:00-18:15	415	46	461	73	4	77	538
18:15-18:30	440	53	493	42	0	42	535
18:30-18:45	414	45	459	62	1	63	522
18:45-19:00	381	32	413	72	0	72	485
19:00-19:15	336	27	363	69	1	70	433
19:15-19:30	320	27	347	65	0	65	412
19:30-19:45	293	26	319	50	0	50	369
19:45-20:00	215	18	233	42	0	42	275
Hora punta	2500			672			3172



* Datos de Aforo tomados el día 24 de Enero de 2.008 Jueves)

DATOS DE AFORO ESTUDIO DE TRAFICO
RONDA ESTE MENDILLORRI

ENTRADA A GASOLINERA MUTILVA							
HORA	Continúa Ronda Este (Lado Sur)			Acceso a Gasolinera			TOTAL
	Tur.	Cam.	Total	Tur.	Cam.	Total	
18:00-18:15	480	49	529	8	1	9	538
18:15-18:30	476	52	528	6	1	7	535
18:30-18:45	470	44	514	6	2	8	522
18:45-19:00	441	32	473	12	0	12	485
19:00-19:15	398	28	426	7	0	7	433
19:15-19:30	381	26	407	4	1	5	412
19:30-19:45	339	26	365	4	0	4	369
19:45-20:00	255	17	272	2	1	3	275
TOTAL	3240	274	3514	49	6	55	3569
Hora punta	1671			28			1699



* Datos de Aforo tomados el día 24 de Enero de 2.008 Jueves)

ANEXO nº 2: CÁLCULOS DE CAPACIDAD DE GLORIETAS (ENLACE MUGARTEA)
RESULTADOS ORDENADOR PROGRAMAS ARCADY 5 y SIDRA INTERSECCTION 5.0

GLORIETA ENLACE CON RONDA ESTE (LADO BADOSTÁIN)

- 1) Hipótesis 1. Distribución de tráfico proveniente de la Ronda Este
50 % por Ramal A (Paso Superior) viniendo del Norte
50 % por Ramal B viniendo del Sur

Hora punta de la mañana

- 2) Hipótesis 1. Distribución de tráfico proveniente de la Ronda Este
50 % por Ramal A (Paso Superior) viniendo del Norte
50 % por Ramal B viniendo del Sur

Hora punta de la tarde

- 3) Hipótesis 2. Distribución de tráfico proveniente de la Ronda Este
70 % por Ramal D (Paso Superior) viniendo del Sur
30 % por Ramal E viniendo del Norte

Hora punta de la mañana

- 4) Hipótesis 2. Distribución de tráfico proveniente de la Ronda Este
70 % por Ramal D (Paso Superior) viniendo del Sur
30 % por Ramal E viniendo del Norte

Hora punta de la tarde

RESULTADOS ARCADY 5

GLORIETA LADO BADOSTAIN. Hipótesis 1. Hora punta de la mañana

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION
Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 1 Hipotesis 1 HP Mañana.vai" at 13:15:03 on Monday, 14 February
2011

.RUN TITLE

Glorieta 1 Enlace Mugartea

.INPUT DATA

ARM A - Ramal A Paso superior PA-30
ARM B - Ramal B Salida PA-30
ARM C - Ramal C Ciudad Seguridad
ARM D - Ramal D Entrada PA-30

.GEOMETRIC DATA

ARM D IS JUNCTION EXIT ONLY

I	ARM	I	V (M)	I	E (M)	I	L (M)	I	R (M)	I	D (M)	I	PHI (DEG)	I	SLOPE	I	INTERCEPT (PCU/MIN)	I
I	ARM A	I	7.00	I	9.00	I	20.00	I	50.00	I	70.00	I	40.0	I	0.641	I	42.771	I
I	ARM B	I	7.00	I	8.00	I	15.00	I	120.00	I	70.00	I	30.0	I	0.636	I	41.122	I
I	ARM C	I	7.00	I	9.00	I	20.00	I	80.00	I	70.00	I	35.0	I	0.656	I	43.833	I

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
LENGTH OF TIME SEGMENT - 15 MINUTES.

.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TURNING PROPORTIONS						
TURNING COUNTS						
(PERCENTAGE OF H.V.S)						
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	
08.00 - 09.00						
	ARM A	0.000	0.000	0.430	0.570	
		0.0	0.0	43.0	57.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM B	0.510	0.000	0.260	0.230	
		51.0	0.0	26.0	23.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM C	0.600	0.000	0.000	0.400	
		60.0	0.0	0.0	40.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA

.QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 15 MIN TIME SEGMENT

I	TIME	I	DEMAND	I	CAPACITY	I	DEMAND/	I	PEDESTRIAN	I	START	I	END	I	DELAY	I	GEOMETRIC DELAY	I
I		I	(VEH/MIN)	I	(VEH/MIN)	I	CAPACITY	I	FLOW	I	QUEUE	I	QUEUE	I	(VEH.MIN/	I	(VEH.MIN/	I
I		I		I		I		I		I	TIME	I	TIME	I	SEGMENT)	I	SEGMENT)	I
I	08.00-08.15	I		I		I		I		I		I		I		I		I
I	ARM A	I	11.53	I	38.88	I	0.297	I	0.0	I	0.4	I	6.2	I		I		I
I	ARM B	I	19.20	I	30.07	I	0.639	I	0.0	I	1.7	I	24.8	I		I		I
I	ARM C	I	1.67	I	26.27	I	0.064	I	0.0	I	0.1	I	1.0	I		I		I
I		I		I		I		I		I		I		I		I		I

I	TIME	I	DEMAND	I	CAPACITY	I	DEMAND/	I	PEDESTRIAN	I	START	I	END	I	DELAY	I	GEOMETRIC DELAY	I
I		I	(VEH/MIN)	I	(VEH/MIN)	I	CAPACITY	I	FLOW	I	QUEUE	I	QUEUE	I	(VEH.MIN/	I	(VEH.MIN/	I
I		I		I		I		I		I	TIME	I	TIME	I	SEGMENT)	I	SEGMENT)	I
I	08.15-08.30	I		I		I		I		I		I		I		I		I
I	ARM A	I	11.53	I	38.88	I	0.297	I	0.4	I	0.4	I	6.3	I		I		I
I	ARM B	I	19.20	I	30.05	I	0.639	I	1.7	I	1.8	I	26.2	I		I		I
I	ARM C	I	1.67	I	26.21	I	0.064	I	0.1	I	0.1	I	1.0	I		I		I
I		I		I		I		I		I		I		I		I		I

I	TIME	I	DEMAND	I	CAPACITY	I	DEMAND/	I	PEDESTRIAN	I	START	I	END	I	DELAY	I	GEOMETRIC DELAY	I
I		I	(VEH/MIN)	I	(VEH/MIN)	I	CAPACITY	I	FLOW	I	QUEUE	I	QUEUE	I	(VEH.MIN/	I	(VEH.MIN/	I
I		I		I		I		I		I	TIME	I	TIME	I	SEGMENT)	I	SEGMENT)	I
I	08.30-08.45	I		I		I		I		I		I		I		I		I
I	ARM A	I	11.53	I	38.88	I	0.297	I	0.4	I	0.4	I	6.3	I		I		I
I	ARM B	I	19.20	I	30.05	I	0.639	I	1.8	I	1.8	I	26.4	I		I		I
I	ARM C	I	1.67	I	26.21	I	0.064	I	0.1	I	0.1	I	1.0	I		I		I
I		I		I		I		I		I		I		I		I		I

I	TIME	I	DEMAND	I	CAPACITY	I	DEMAND/	I	PEDESTRIAN	I	START	I	END	I	DELAY	I	GEOMETRIC DELAY	I
I		I	(VEH/MIN)	I	(VEH/MIN)	I	CAPACITY	I	FLOW	I	QUEUE	I	QUEUE	I	(VEH.MIN/	I	(VEH.MIN/	I
I		I		I		I		I		I	TIME	I	TIME	I	SEGMENT)	I	SEGMENT)	I
I	08.45-09.00	I		I		I		I		I		I		I		I		I
I	ARM A	I	11.53	I	38.88	I	0.297	I	0.4	I	0.4	I	6.3	I		I		I
I	ARM B	I	19.20	I	30.05	I	0.639	I	1.8	I	1.8	I	26.4	I		I		I
I	ARM C	I	1.67	I	26.21	I	0.064	I	0.1	I	0.1	I	1.0	I		I		I
I		I		I		I		I		I		I		I		I		I

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT NO. OF
ENDING VEHICLES
IN QUEUE

08.15 0.4
08.30 0.4
08.45 0.4
09.00 0.4

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT NO. OF
ENDING VEHICLES
IN QUEUE

08.15 1.7 **
08.30 1.8 **
08.45 1.8 **
09.00 1.8 **

.QUEUE AT ARM C

TIME SEGMENT NO. OF
ENDING VEHICLES
IN QUEUE

08.15 0.1
08.30 0.1
08.45 0.1
09.00 0.1

QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING *	* INCLUSIVE QUEUEING *
		* DELAY *	* DELAY *
(VEH)	(VEH/H)	(MIN)	(MIN/VEH)
A	691.8	25.1	0.04
B	1152.0	103.8	0.09
C	100.2	4.1	0.04
ALL	1944.0	133.0	0.07

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.

GLORIETA LADO BADOSTAIN. Hipótesis 1. Hora punta de la tarde

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 1 Hipotesis 1 HP Tarde.vai" at 13:15:58 on Monday, 14 February
2011

.RUN TITLE

Glorieta 1 Enlace Mugartea

.INPUT DATA

ARM A - Ramal A Paso superior PA-30
ARM B - Ramal B Salida PA-30
ARM C - Ramal C Ciudad Seguridad
ARM D - Ramal D Entrada PA-30

.GEOMETRIC DATA

ARM D IS JUNCTION EXIT ONLY

I	ARM	I	V (M)	I	E (M)	I	L (M)	I	R (M)	I	D (M)	I	PHI (DEG)	I	SLOPE	I	INTERCEPT (PCU/MIN)	I
I	ARM A	I	7.00	I	9.00	I	20.00	I	50.00	I	70.00	I	40.0	I	0.641	I	42.771	I
I	ARM B	I	7.00	I	8.00	I	15.00	I	120.00	I	70.00	I	30.0	I	0.636	I	41.122	I
I	ARM C	I	7.00	I	9.00	I	20.00	I	80.00	I	70.00	I	35.0	I	0.656	I	43.833	I

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
.LENGTH OF TIME SEGMENT - 15 MINUTES.
.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TURNING PROPORTIONS							I
TURNING COUNTS							I
(PERCENTAGE OF H.V.S)							I
TIME	I	FROM/TO	I	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D
08.00 - 09.00	I	I	I	I	I	I	I
	I	ARM A	I	0.000	0.000	0.090	0.910
	I	I	I	0.0	0.0	9.0	91.0
	I	I	I	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)
	I	I	I	I	I	I	I
	I	ARM B	I	0.350	0.000	0.040	0.610
	I	I	I	35.0	0.0	4.0	61.0
	I	I	I	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)
	I	I	I	I	I	I	I
	I	ARM C	I	0.600	0.000	0.000	0.400
	I	I	I	60.0	0.0	0.0	40.0
	I	I	I	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)
	I	I	I	I	I	I	I

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA

.QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 15 MIN TIME SEGMENT

I	TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC DELAY
I		(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/
I			(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)	I
I	08.00-08.15								I
I	ARM A	10.80	38.88	0.278	0.0	0.4	5.7		I
I	ARM B	18.40	30.53	0.603	0.0	1.5	21.5		I
I	ARM C	7.50	21.88	0.343	0.0	0.5	7.6		I
I									I

I	TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC DELAY
I		(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/
I			(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)	I
I	08.15-08.30								I
I	ARM A	10.80	38.88	0.278	0.4	0.4	5.8		I
I	ARM B	18.40	30.52	0.603	1.5	1.5	22.6		I
I	ARM C	7.50	21.80	0.344	0.5	0.5	7.8		I
I									I

I	TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC DELAY
I		(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/
I			(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)	I
I	08.30-08.45								I
I	ARM A	10.80	38.88	0.278	0.4	0.4	5.8		I
I	ARM B	18.40	30.52	0.603	1.5	1.5	22.6		I
I	ARM C	7.50	21.80	0.344	0.5	0.5	7.8		I
I									I

I	TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC DELAY
I		(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/
I			(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)	I
I	08.45-09.00								I
I	ARM A	10.80	38.88	0.278	0.4	0.4	5.8		I
I	ARM B	18.40	30.52	0.603	1.5	1.5	22.7		I
I	ARM C	7.50	21.80	0.344	0.5	0.5	7.8		I
I									I

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.4
08.30	0.4
08.45	0.4
09.00	0.4

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	1.5 *
08.30	1.5 **
08.45	1.5 **
09.00	1.5 **

.QUEUE AT ARM C

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.5 *
08.30	0.5 *
08.45	0.5 *
09.00	0.5 *

. QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING	* INCLUSIVE QUEUEING
		* DELAY	* DELAY
	(VEH) (VEH/H)	(MIN) (MIN/VEH)	(MIN) (MIN/VEH)
A	648.0 648.0	22.9 0.04	22.9 0.04
B	1104.0 1104.0	89.4 0.08	89.4 0.08
C	450.0 450.0	31.1 0.07	31.1 0.07
ALL	2202.0 2202.0	143.4 0.07	143.4 0.07

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA LADO BADOSTAIN. Hipótesis 2. Hora punta de la mañana

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 1 Hipotesis 2 HP Mañana.vai" at 13:16:52 on Monday, 14 February 2011

.RUN TITLE

Glorieta 1 Enlace Mugartea

.INPUT DATA

ARM A - Ramal A Paso superior PA-30
ARM B - Ramal B Salida PA-30
ARM C - Ramal C Ciudad Seguridad
ARM D - Ramal D Entrada PA-30

.GEOMETRIC DATA

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	9.00	20.00	50.00	70.00	40.0	0.641	42.771
ARM B	7.00	8.00	15.00	120.00	70.00	30.0	0.636	41.122
ARM C	7.00	9.00	20.00	80.00	70.00	35.0	0.656	43.833

V = approach half-width
E = entry width

L = effective flare length
R = entry radius

D = inscribed circle diameter
PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
.LENGTH OF TIME SEGMENT - 15 MINUTES.
.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TURNING PROPORTIONS									
TURNING COUNTS									
(PERCENTAGE OF H.V.S)									
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D				
08.00 - 09.00									
	ARM A	0.000	0.000	0.560	0.440				
		0.0	0.0	56.0	44.0				
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)				
	ARM B	0.600	0.000	0.220	0.180				
		60.0	0.0	22.0	18.0				
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)				
	ARM C	0.600	0.000	0.000	0.400				
		60.0	0.0	0.0	40.0				
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)				
TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA									
QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 15 MIN TIME SEGMENT									
TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC	DELAY
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/		
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)			
08.00-08.15									
ARM A	8.92	38.88	0.229	0.0	0.3	4.4			
ARM B	22.95	31.72	0.723	0.0	2.5	35.7			
ARM C	1.67	25.61	0.065	0.0	0.1	1.0			
08.15-08.30									
ARM A	8.92	38.88	0.229	0.3	0.3	4.5			
ARM B	22.95	31.71	0.724	2.5	2.6	38.5			
ARM C	1.67	25.52	0.065	0.1	0.1	1.0			
08.30-08.45									
ARM A	8.92	38.88	0.229	0.3	0.3	4.5			
ARM B	22.95	31.71	0.724	2.6	2.6	38.9			
ARM C	1.67	25.52	0.065	0.1	0.1	1.0			
08.45-09.00									
ARM A	8.92	38.88	0.229	0.3	0.3	4.5			
ARM B	22.95	31.71	0.724	2.6	2.6	39.0			
ARM C	1.67	25.52	0.065	0.1	0.1	1.1			

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.3
08.30	0.3
08.45	0.3
09.00	0.3

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	2.5 ***
08.30	2.6 ***
08.45	2.6 ***
09.00	2.6 ***

.QUEUE AT ARM C

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.1
08.30	0.1
08.45	0.1
09.00	0.1

QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING * * DELAY *	* INCLUSIVE QUEUEING * * DELAY *
A	535.2	17.8	17.8
B	1377.0	152.1	152.2
C	100.2	4.2	4.2
ALL	2012.4	174.0	174.1

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA LADO BADOSTAIN. Hipótesis 2. Hora punta de la tarde

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY
(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000
CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS
ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)
ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO
FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION
Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 1 Hipotesis 2 HP Tarde.vai" at 13:17:31 on Monday, 14 February 2011

.RUN TITLE

Glorieta 1 Enlace Mugartea

.INPUT DATA

ARM A - Ramal A Paso superior PA-30
ARM B - Ramal B Salida PA-30
ARM C - Ramal C Ciudad Seguridad
ARM D - Ramal D Entrada PA-30

.GEOMETRIC DATA

ARM D IS JUNCTION EXIT ONLY

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	9.00	20.00	50.00	70.00	40.0	0.641	42.771
ARM B	7.00	8.00	15.00	120.00	70.00	30.0	0.636	41.122
ARM C	7.00	9.00	20.00	80.00	70.00	35.0	0.656	43.833

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
.LENGTH OF TIME SEGMENT - 15 MINUTES.
.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TURNING PROPORTIONS						
TURNING COUNTS						
(PERCENTAGE OF H.V.S)						
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	
08.00 - 09.00						
	ARM A	0.000	0.000	0.150	0.850	
		0.0	0.0	15.0	85.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM B	0.440	0.000	0.030	0.530	
		44.0	0.0	3.0	53.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM C	0.600	0.000	0.000	0.400	
		60.0	0.0	0.0	40.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA

QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 15 MIN TIME SEGMENT

TIME	DEMAND (VEH/MIN)	CAPACITY (VEH/MIN)	DEMAND/ CAPACITY (RFC)	DEMAND/ CAPACITY (PEDS/MIN)	PEDESTRIAN FLOW (VEHS)	START QUEUE (VEHS)	END QUEUE (VEHS)	DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)	GEOMETRIC DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)
08.00-08.15									
ARM A	6.87	38.88	0.177		0.0	0.2	3.2		
ARM B	21.00	33.02	0.636		0.0	1.7	24.6		
ARM C	7.50	22.72	0.330		0.0	0.5	7.2		

TIME	DEMAND (VEH/MIN)	CAPACITY (VEH/MIN)	DEMAND/ CAPACITY (RFC)	DEMAND/ CAPACITY (PEDS/MIN)	PEDESTRIAN FLOW (VEHS)	START QUEUE (VEHS)	END QUEUE (VEHS)	DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)	GEOMETRIC DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)
08.15-08.30									
ARM A	6.87	38.88	0.177		0.2	0.2	3.2		
ARM B	21.00	33.01	0.636		1.7	1.7	25.9		
ARM C	7.50	22.64	0.331		0.5	0.5	7.4		

TIME	DEMAND (VEH/MIN)	CAPACITY (VEH/MIN)	DEMAND/ CAPACITY (RFC)	DEMAND/ CAPACITY (PEDS/MIN)	PEDESTRIAN FLOW (VEHS)	START QUEUE (VEHS)	END QUEUE (VEHS)	DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)	GEOMETRIC DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)
08.30-08.45									
ARM A	6.87	38.88	0.177		0.2	0.2	3.2		
ARM B	21.00	33.01	0.636		1.7	1.7	26.1		
ARM C	7.50	22.64	0.331		0.5	0.5	7.4		

TIME	DEMAND (VEH/MIN)	CAPACITY (VEH/MIN)	DEMAND/ CAPACITY (RFC)	DEMAND/ CAPACITY (PEDS/MIN)	PEDESTRIAN FLOW (VEHS)	START QUEUE (VEHS)	END QUEUE (VEHS)	DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)	GEOMETRIC DELAY (VEH.MIN/ TIME SEGMENT)
08.45-09.00									
ARM A	6.87	38.88	0.177		0.2	0.2	3.2		
ARM B	21.00	33.01	0.636		1.7	1.7	26.1		
ARM C	7.50	22.64	0.331		0.5	0.5	7.4		

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.2
08.30	0.2
08.45	0.2
09.00	0.2

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	1.7 **
08.30	1.7 **
08.45	1.7 **
09.00	1.7 **

.QUEUE AT ARM C

TIME SEGMENT ENDING	NO. OF VEHICLES IN QUEUE
08.15	0.5
08.30	0.5
08.45	0.5
09.00	0.5

QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND (VEH)	* QUEUEING * (VEH/H)	* INCLUSIVE QUEUEING * (MIN)	* DELAY * (MIN/VEH)	* DELAY * (MIN)	* DELAY * (MIN/VEH)
A	412.2	412.2	12.8	0.03	12.8	0.03
B	1260.0	1260.0	102.7	0.08	102.8	0.08
C	450.0	450.0	29.3	0.07	29.4	0.07
ALL	2122.2	2122.2	144.9	0.07	145.0	0.07

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA ENLACE CON RONDA ESTE (LADO PAMPLONA)

- 5) Hipótesis 1. Distribución de tráficos proveniente de la Ronda Este
50 % por Ramal A (Paso Superior) viniendo del Norte
50 % por Ramal B viniendo del Sur
- Hora punta de la mañana*

- 6) Hipótesis 1. Distribución de tráficos proveniente de la Ronda Este
50 % por Ramal A (Paso Superior) viniendo del Norte
50 % por Ramal B viniendo del Sur
- Hora punta de la tarde*

- 7) Hipótesis 2. Distribución de tráficos proveniente de la Ronda Este
70 % por Ramal D (Paso Superior) viniendo del Sur
30 % por Ramal E viniendo del Norte
- Hora punta de la mañana*

- 8) Hipótesis 2. Distribución de tráficos proveniente de la Ronda Este
70 % por Ramal D (Paso Superior) viniendo del Sur
30 % por Ramal E viniendo del Norte
- Hora punta de la tarde*

GLORIETA LADO PAMPLONA. Hipótesis 1. Hora punta de la mañana

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 2 Hipotesis 1 HP Mañana.vai" at 18:15:50 on Tuesday, 15 February
2011

.RUN TITLE

Glorieta Oeste Acceso Mugartea PA-30

.INPUT DATA

WARNING Segment length greater than 15 minutes
(AG24 REF 7.5)
ARM A - Dirección Soto de Lezcairu
ARM B - Acceso Mutilva Alta
ARM C - PA-30 (sur)
ARM D - PA-30 (paso superior)
ARM E - PA-30 (norte)

.GEOMETRIC DATA

ARM C IS JUNCTION EXIT ONLY

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	8.50	20.00	40.00	78.00	30.0	0.609	42.473
ARM B	4.00	5.50	15.00	35.00	78.00	23.0	0.477	27.112
ARM D	7.00	8.50	20.00	25.00	78.00	27.0	0.606	42.296
ARM E	7.00	8.50	20.00	100.00	78.00	15.0	0.648	45.239

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
.LENGTH OF TIME SEGMENT - 30 MINUTES.
.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

		TURNING PROPORTIONS					
		TURNING COUNTS					
		(PERCENTAGE OF H.V.S)					
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	ARM E	

08.00 - 08.30							
	ARM A	0.000	0.020	0.460	0.520	0.000	
		0.0	2.0	46.0	52.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM D	0.900	0.020	0.080	0.000	0.000	
		90.0	2.0	8.0	0.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM E	0.650	0.080	0.000	0.270	0.000	
		65.0	8.0	0.0	27.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	

08.30 - 09.00							
	ARM A	0.000	0.020	0.460	0.520	0.000	
		0.0	2.0	46.0	52.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM D	0.900	0.020	0.080	0.000	0.000	
		90.0	2.0	8.0	0.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	
	ARM E	0.650	0.080	0.000	0.270	0.000	
		65.0	8.0	0.0	27.0	0.0	
		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA
THE PERCENTAGE OF HEAVY VEHICLES VARIES BETWEEN TIME SEGMENTS

QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 30 MIN TIME SEGMENT

TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/	DELAY
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT	TIME SEGMENT)		
08.00-08.30								
ARM A	14.32	34.76	0.412	0.0	0.7	20.7		
ARM B	1.67	15.63	0.107	0.0	0.1	3.5		
ARM D	11.05	38.30	0.289	0.0	0.4	12.0		
ARM E	14.97	33.81	0.443	0.0	0.8	23.4		

TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/	DELAY
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT	TIME SEGMENT)		
08.30-09.00								
ARM A	14.32	34.75	0.412	0.7	0.7	21.0		
ARM B	1.67	15.61	0.107	0.1	0.1	3.6		
ARM D	11.05	38.30	0.289	0.4	0.4	12.2		
ARM E	14.97	33.80	0.443	0.8	0.8	23.8		

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.7 *
09.00	0.7 *

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.1
09.00	0.1

.QUEUE AT ARM D

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.4
09.00	0.4

.QUEUE AT ARM E

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.8 *
09.00	0.8 *

QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING	* INCLUSIVE
	* DELAY *	* DELAY *	QUEUEING *
	(VEH)	(VEH/H)	(MIN)
	(MIN/VEH)	(MIN)	(MIN/VEH)
A	859.2	859.2	41.7
B	100.2	100.2	7.1
D	663.0	663.0	24.2
E	898.2	898.2	47.2
ALL	2520.6	2520.6	120.2

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA LADO PAMPLONA. Hipótesis 1. Hora punta de la tarde

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 2 Hipotesis 1 HP Tarde.vai" at 18:18:50 on Tuesday, 15 February
2011

.RUN TITLE

Glorieta Oeste Acceso Mugartea PA-30

.INPUT DATA

WARNING Segment length greater than 15 minutes
(AG24 REF 7.5)
ARM A - Dirección Soto de Lezcairu
ARM B - Acceso Mutilva Alta
ARM C - PA-30 (sur)
ARM D - PA-30 (paso superior)
ARM E - PA-30 (norte)

.GEOMETRIC DATA

ARM C IS JUNCTION EXIT ONLY

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	8.50	20.00	40.00	78.00	30.0	0.609	42.473
ARM B	4.00	5.50	15.00	35.00	78.00	23.0	0.477	27.112
ARM D	7.00	8.50	20.00	25.00	78.00	27.0	0.606	42.296
ARM E	7.00	8.50	20.00	100.00	78.00	15.0	0.648	45.239

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
.LENGTH OF TIME SEGMENT - 30 MINUTES.
.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

		TURNING PROPORTIONS					
		TURNING COUNTS					
		(PERCENTAGE OF H.V.S)					
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	ARM E	
08.00 - 08.30							
	ARM A	0.000	0.010	0.490	0.500	0.000	
		0.0	1.0	49.0	50.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM D	0.650	0.020	0.330	0.000	0.000	
		65.0	2.0	33.0	0.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM E	0.770	0.130	0.000	0.100	0.000	
		77.0	13.0	0.0	10.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
08.30 - 09.00							
	ARM A	0.000	0.010	0.490	0.500	0.000	
		0.0	1.0	49.0	50.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM D	0.650	0.020	0.330	0.000	0.000	
		65.0	2.0	33.0	0.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM E	0.770	0.130	0.000	0.100	0.000	
		77.0	13.0	0.0	10.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA
THE PERCENTAGE OF HEAVY VEHICLES VARIES BETWEEN TIME SEGMENTS

QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 30 MIN TIME SEGMENT

TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/	DELAY
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)		
08.00-08.30								
ARM A	20.02	36.86	0.543	0.0	1.2	34.9		
ARM B	1.67	14.22	0.117	0.0	0.1	3.9		
ARM D	11.28	40.13	0.281	0.0	0.4	11.6		
ARM E	8.53	35.62	0.239	0.0	0.3	9.4		
08.30-09.00								
ARM A	20.02	36.85	0.543	1.2	1.2	35.6		
ARM B	1.67	14.20	0.118	0.1	0.1	4.0		
ARM D	11.28	40.13	0.281	0.4	0.4	11.7		
ARM E	8.53	35.61	0.240	0.3	0.3	9.4		

QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	1.2 *
09.00	1.2 *

QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.1
09.00	0.1

QUEUE AT ARM D

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.4
09.00	0.4

QUEUE AT ARM E

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.3
09.00	0.3

QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING *	* INCLUSIVE QUEUEING *
	* DELAY *	* DELAY *	
(VEH)	(VEH/H)	(MIN)	(MIN/VEH)
A	1201.2	1201.2	70.4
B	100.2	100.2	7.9
D	676.8	676.8	23.3
E	511.8	511.8	18.8
ALL	2490.0	2490.0	120.5

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA LADO PAMPLONA. Hipótesis 2. Hora punta de la mañana

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 2 Hipotesis 2 HP Mañana.vai" at 18:21:51 on Tuesday, 15 February 2011

.RUN TITLE

Glorieta Oeste Acceso Mugartea PA-30

.INPUT DATA

WARNING Segment length greater than 15 minutes
(AG24 REF 7.5)
ARM A - Dirección Soto de Lezkairu
ARM B - Acceso Mutilva Alta
ARM C - PA-30 (sur)
ARM D - PA-30 (paso superior)
ARM E - PA-30 (norte)

.GEOMETRIC DATA

ARM C IS JUNCTION EXIT ONLY

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	8.50	20.00	40.00	78.00	30.0	0.609	42.473
ARM B	4.00	5.50	15.00	35.00	78.00	23.0	0.477	27.112
ARM D	7.00	8.50	20.00	25.00	78.00	27.0	0.606	42.296
ARM E	7.00	8.50	20.00	100.00	78.00	15.0	0.648	45.239

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
LENGTH OF TIME SEGMENT - 30 MINUTES.

.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	ARM E
08.00 - 08.30	ARM A	0.000	0.020	0.640	0.340	0.000
		0.0	2.0	64.0	34.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM D	0.939	0.010	0.051	0.000	0.000
		93.0	1.0	5.0	0.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM E	0.530	0.110	0.000	0.360	0.000
		53.0	11.0	0.0	36.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
08.30 - 09.00	ARM A	0.000	0.020	0.640	0.340	0.000
		0.0	2.0	64.0	34.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM D	0.939	0.010	0.051	0.000	0.000
		93.0	1.0	5.0	0.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)
	ARM E	0.530	0.110	0.000	0.360	0.000
		53.0	11.0	0.0	36.0	0.0
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA
THE PERCENTAGE OF HEAVY VEHICLES VARIES BETWEEN TIME SEGMENTS

. QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 30 MIN TIME SEGMENT

TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC	DELAYI
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/		
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)			
08.00-08.30									
ARM A	14.15	36.74	0.385	0.0	0.6	18.5			
ARM B	1.67	16.97	0.098	0.0	0.1	3.2			
ARM D	14.97	40.13	0.373	0.0	0.6	17.6			
ARM E	11.05	33.23	0.333	0.0	0.5	14.7			
08.30-09.00									
ARM A	14.15	36.74	0.385	0.6	0.6	18.8			
ARM B	1.67	16.96	0.098	0.1	0.1	3.3			
ARM D	14.97	40.13	0.373	0.6	0.6	17.8			
ARM E	11.05	33.22	0.333	0.5	0.5	14.9			

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.6 *
09.00	0.6 *

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.1
09.00	0.1

.QUEUE AT ARM D

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.6 *
09.00	0.6 *

.QUEUE AT ARM E

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.5
09.00	0.5

. QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING *	* INCLUSIVE QUEUEING *
	* DELAY *	* DELAY *	
(VEH) (VEH/H) (MIN) (MIN/VEH) (MIN) (MIN/VEH)			
A	849.0	849.0	37.3
B	100.2	100.2	6.5
D	898.2	898.2	35.4
E	663.0	663.0	29.7
ALL	2510.4	2510.4	108.9

* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

GLORIETA LADO PAMPLONA. Hipótesis 2. Hora punta de la tarde

TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

(C) COPYRIGHT 1990,1996,2000

CAPACITIES, QUEUES AND DELAYS AT ROUNDABOUTS

ARCADY 5.0 (International) ANALYSIS PROGRAM
RELEASE 1.0 (APR 2000)

ADAPTED FROM ARCADY/3 WHICH IS CROWN COPYRIGHT
BY PERMISSION OF THE CONTROLLER OF HMSO

FOR SALES AND DISTRIBUTION INFORMATION,
PROGRAM ADVICE AND MAINTENANCE CONTACT:
TRL SOFTWARE BUREAU
TEL: CROWTHORNE (01344) 770758, FAX: 770864
EMAIL: SoftwareBureau@trl.co.uk

THE USER OF THIS COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF AN ENGINEERING PROBLEM IS
IN NO WAY RELIEVED OF HIS RESPONSIBILITY FOR THE CORRECTNESS OF THE SOLUTION

Run with file:- "C:\Arcady\Enlace Mugartea\Glorieta 2 Hipotesis 2 HP Tarde.vai" at 18:22:52 on Tuesday, 15 February 2011

.RUN TITLE

Glorieta Oeste Acceso Mugartea PA-30

.INPUT DATA

WARNING Segment length greater than 15 minutes
(AG24 REF 7.5)
ARM A - Dirección Soto de Lezkairu
ARM B - Acceso Mutilva Alta
ARM C - PA-30 (sur)
ARM D - PA-30 (paso superior)
ARM E - PA-30 (norte)

.GEOMETRIC DATA

ARM C IS JUNCTION EXIT ONLY

ARM	V (M)	E (M)	L (M)	R (M)	D (M)	PHI (DEG)	SLOPE	INTERCEPT (PCU/MIN)
ARM A	7.00	8.50	20.00	40.00	78.00	30.0	0.609	42.473
ARM B	4.00	5.50	15.00	35.00	78.00	23.0	0.477	27.112
ARM D	7.00	8.50	20.00	25.00	78.00	27.0	0.606	42.296
ARM E	7.00	8.50	20.00	100.00	78.00	15.0	0.648	45.239

V = approach half-width L = effective flare length D = inscribed circle diameter
E = entry width R = entry radius PHI = entry angle

.TRAFFIC DEMAND DATA

TIME PERIOD BEGINS 08.00 AND ENDS 09.00
.LENGTH OF TIME PERIOD - 60 MINUTES.
LENGTH OF TIME SEGMENT - 30 MINUTES.

.DEMAND FLOW PROFILES ARE INPUT DIRECTLY.

TURNING PROPORTIONS TURNING COUNTS (PERCENTAGE OF H.V.S)							
TIME	FROM/TO	ARM A	ARM B	ARM C	ARM D	ARM E	
08.00 - 08.30							
	ARM A	0.000	0.010	0.690	0.300	0.000	
		0.0	1.0	69.0	30.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM D	0.710	0.020	0.270	0.000	0.000	
		71.0	2.0	27.0	0.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM E	0.660	0.200	0.000	0.140	0.000	
		66.0	20.0	0.0	14.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
08.30 - 09.00							
	ARM A	0.000	0.010	0.690	0.300	0.000	
		0.0	1.0	69.0	30.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM B	0.150	0.000	0.150	0.700	0.000	
		15.0	0.0	15.0	70.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM D	0.710	0.020	0.270	0.000	0.000	
		71.0	2.0	27.0	0.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	
	ARM E	0.660	0.200	0.000	0.140	0.000	
		66.0	20.0	0.0	14.0	0.0	
		(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	(5.0)	

TURNING PROPORTIONS ARE CALCULATED FROM TURNING COUNT DATA
THE PERCENTAGE OF HEAVY VEHICLES VARIES BETWEEN TIME SEGMENTS

. QUEUE AND DELAY INFORMATION FOR EACH 30 MIN TIME SEGMENT

TIME	DEMAND	CAPACITY	DEMAND/	PEDESTRIAN	START	END	DELAY	GEOMETRIC
(VEH/MIN)	(VEH/MIN)	CAPACITY	FLOW	QUEUE	QUEUE	(VEH.MIN/	(VEH.MIN/	DELAY
	(RFC)	(PEDS/MIN)	(VEHS)	(VEHS)	TIME SEGMENT)	TIME SEGMENT)		
08.00-08.30								
ARM A	20.02	36.78	0.544	0.0	1.2	35.0		
ARM B	1.67	14.21	0.117	0.0	0.1	3.9		
ARM D	13.90	40.13	0.346	0.0	0.5	15.7		
ARM E	5.92	33.92	0.175	0.0	0.2	6.3		
08.30-09.00								
ARM A	20.02	36.77	0.544	1.2	1.2	35.7		
ARM B	1.67	14.19	0.118	0.1	0.1	4.0		
ARM D	13.90	40.13	0.346	0.5	0.5	15.9		
ARM E	5.92	33.91	0.175	0.2	0.2	6.3		

.QUEUE AT ARM A

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	1.2 *
09.00	1.2 *

.QUEUE AT ARM B

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.1
09.00	0.1

.QUEUE AT ARM D

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.5 *
09.00	0.5 *

.QUEUE AT ARM E

TIME SEGMENT	NO. OF
ENDING	VEHICLES
	IN QUEUE
08.30	0.2
09.00	0.2

. QUEUEING DELAY INFORMATION OVER WHOLE PERIOD

ARM	TOTAL DEMAND	* QUEUEING	* INCLUSIVE
A	1201.2	70.8	70.8
B	100.2	7.9	7.9
D	834.0	31.6	31.6
E	355.2	12.6	12.6
ALL	2490.6	122.9	122.9

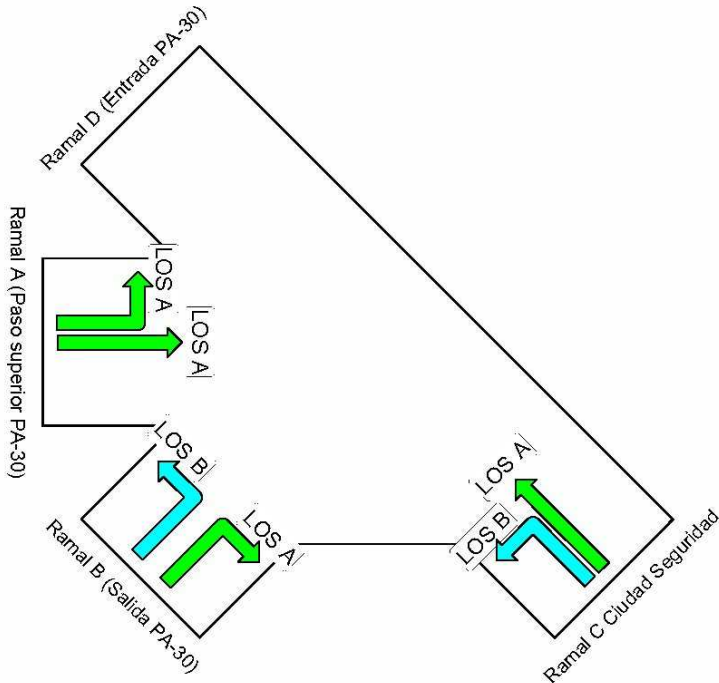
* DELAY IS THAT OCCURRING ONLY WITHIN THE TIME PERIOD.
* INCLUSIVE DELAY INCLUDES DELAY SUFFERED BY VEHICLES WHICH ARE STILL QUEUEING AFTER THE END OF THE TIME PERIOD.
* THESE WILL ONLY BE SIGNIFICANTLY DIFFERENT IF THERE IS A LARGE QUEUE REMAINING AT THE END OF THE TIME PERIOD.

END OF JOB

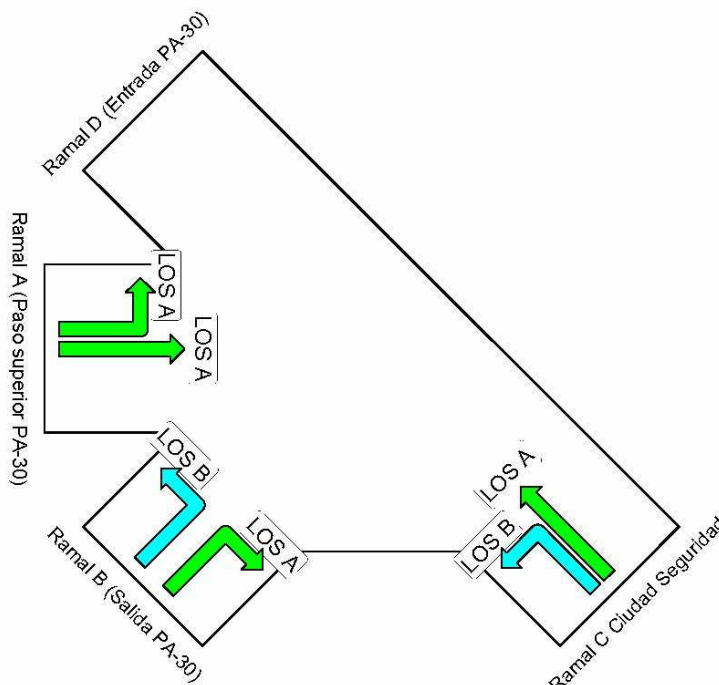
***** ARCADY 5 run completed.
===== end of file
=====

RESULTADOS SIDRA INTERSECTION 5.0 GLORIETA LADO BADOSTAIN

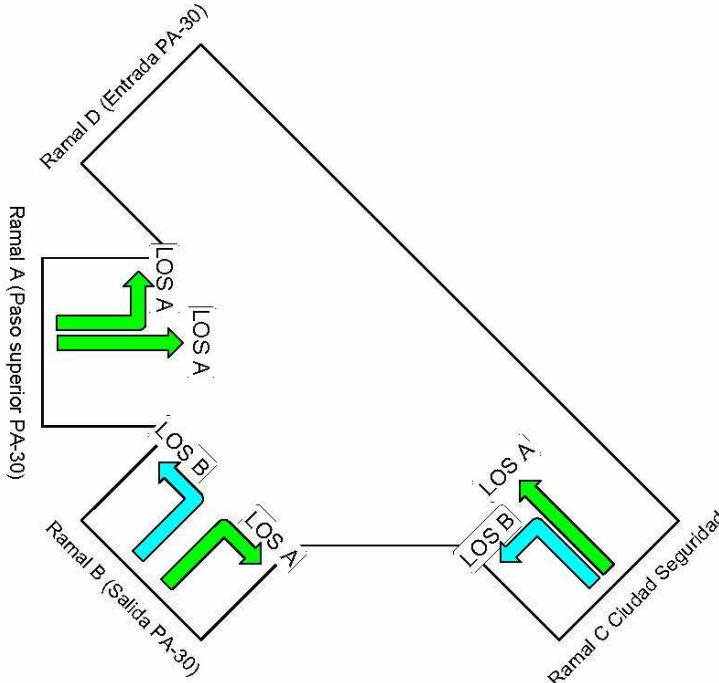
Hipótesis 1. Hora punta de la mañana



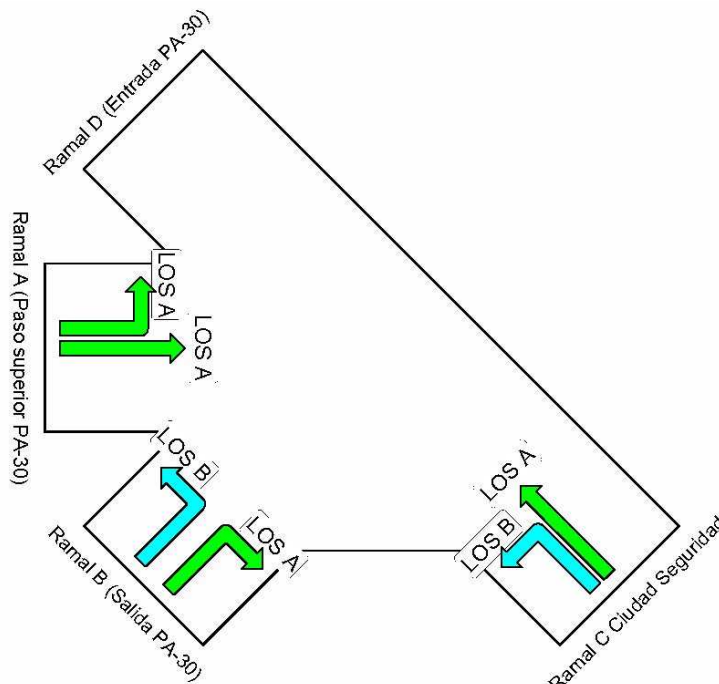
Hipótesis 1. Hora punta de la tarde



Hipótesis 2. Hora punta de la mañana



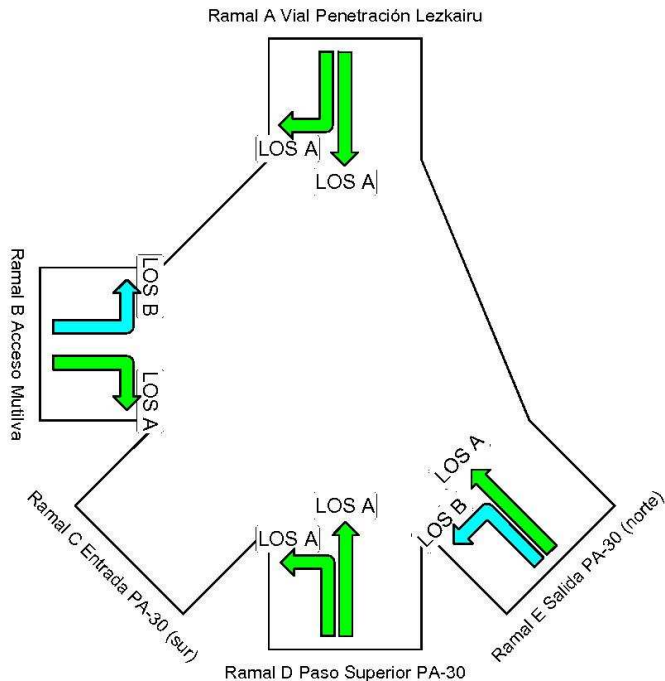
Hipótesis 2. Hora punta de la tarde



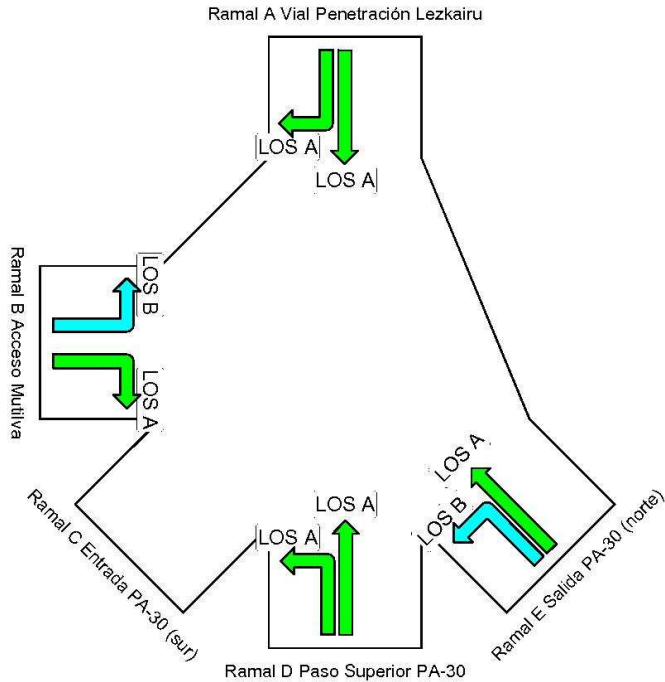
Colour code based on Level of Service
LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F Continuous
Roundabout Level of Service Method used in this display: SIDRA Roundabout LOS

RESULTADOS SIDRA INTERSECTION 5.0 GLORIETA LADO PAMPLONA

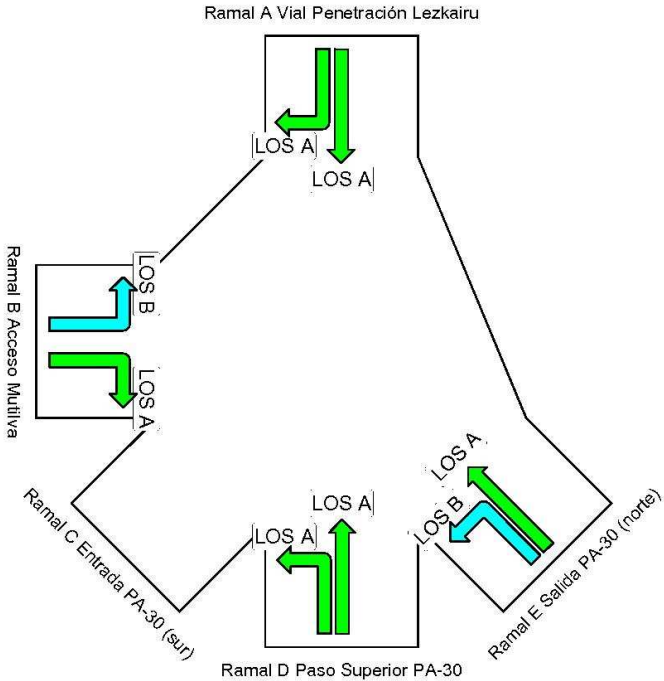
Hipótesis 1. Hora punta de la mañana



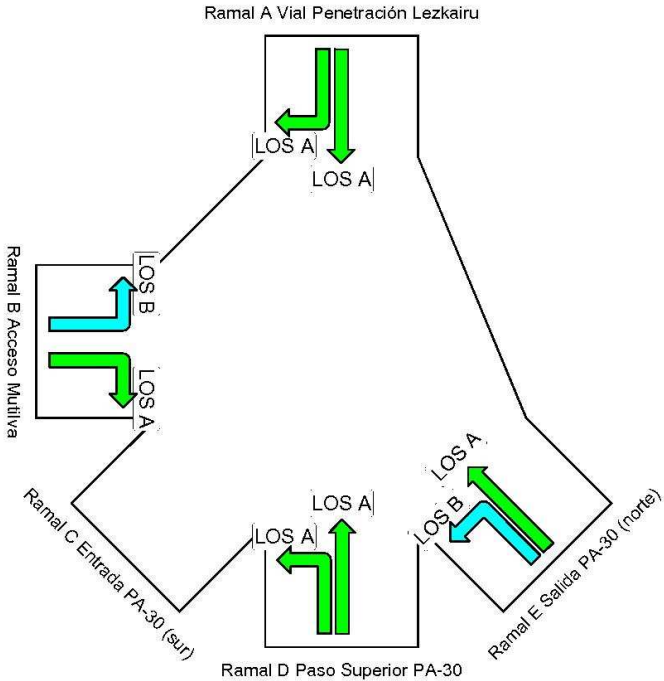
Hipótesis 1. Hora punta de la tarde



Hipótesis 2. Hora punta de la mañana



Hipótesis 2. Hora punta de la tarde



Colour code based on Level of Service
LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F Continuous
Roundabout Level of Service Method used in this display: SIDRA Roundabout LOS

ANEJO Nº 5:
HIDROLOGIA Y DRENAJE

ANEJO Nº 5: HIDROLOGÍA Y DRENAJE (CÁLCULOS HIDRÁULICOS)

El presente anejo hidráulico estudia el drenaje a lo largo de la traza definida en el documento de planos.

La estructura del drenaje va a ser la misma que la existente actualmente, con cunetas laterales que recogen las aguas de la calzada y las que puedan venir de las cuencas incidentes.

Las cuencas incidentes son en general muy pequeñas.

Al aumentar la calzada mediante la vía de servicio hay que tener en cuenta el drenaje del agua de la calzada actual pero en este caso la pendiente transversal va hacia la mediana central, por lo que la divisoria de agua se va a producir en la doble barrera de hormigón de separación entre la calzada principal y la vía de servicio.

La zona de la barrera será un punto alto transversal y las aguas de cada lado irán en sentido contrario.

De esta forma, el agua que llega a las cuneta laterales será solo la que caiga en la zona de la vía de servicio desde la barrera de seguridad hasta la cuneta, aparte de la que llegue por las cuencas naturales del exterior de la carretera y que pueden llegar también a la cuneta.

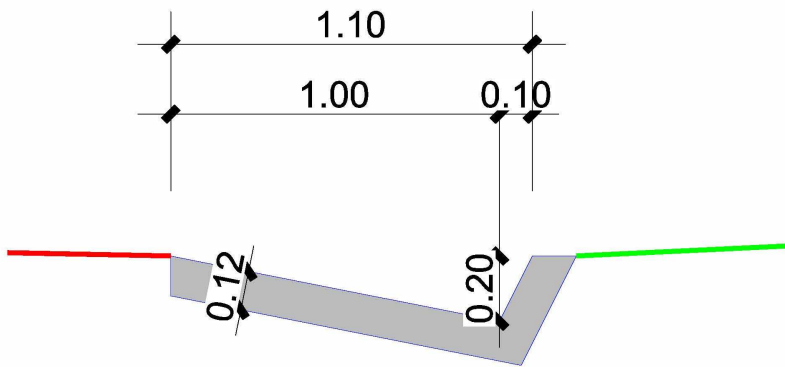
En primer lugar se estudiará el drenaje longitudinal a lo largo de la traza y mas adelante se estudiara la capacidad de las dos obras de fábrica proyectas para salvar las aguas del drenaje longitudinal en el nuevo enlace de Mugartea.

El estudio hidráulico se va a referir al tramo en donde se ha previsto una cuneta de hormigón triangular tipo pisable, ya que en la parte final la cuneta es de tierras, de mucho mayor volumen de recogida de agua y similar a la existente.

Así los cálculos hidráulicos se van a referir a la capacidad de las cunetas de hormigón y al cruce de dos Obras de Fábrica realizadas a tubos de hormigón de Ø 600 y Ø 800 mm.

1.- DRENAJE LONGITUDINAL

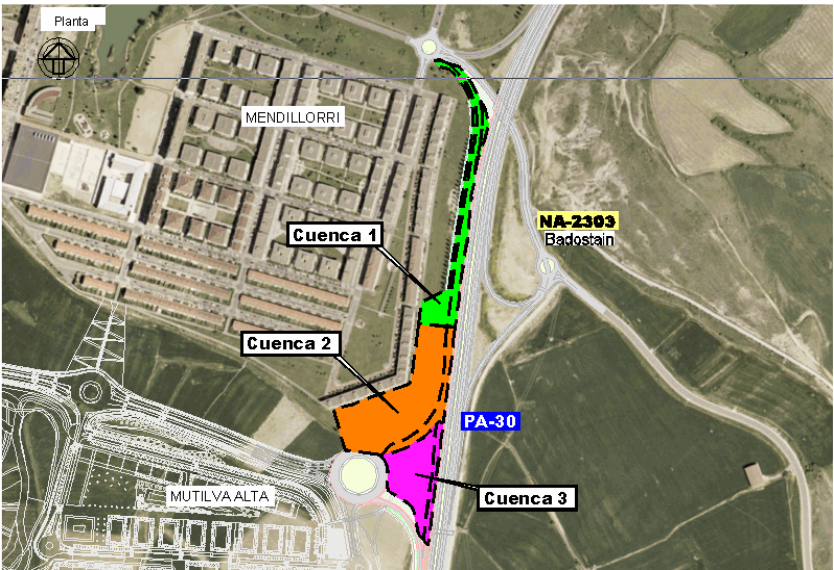
Cunetas laterales de desmonte (TIPO)



Para el estudio de la capacidad portante de la cuneta definida en proyecto es necesario localizar las distintas cuencas que van a drenar sus aguas a dicha cuneta.

A continuación se ha realizado un estudio detallado de las cuencas que son interceptadas por la traza de la carretera obteniendo los siguientes resultados basados en el plano adjunto al final del documento:

- Cuenca 1: El tramo de traza comprendido entre el inicio del ramal 2 (EJE 2 PK 1+900) y un punto alto situado en el eje principal de la traza (EJE 6 PK 6+320)
- Cuenca 2: Desde el final de la cuenca 1 (EJE 6 PK 6+320) hasta el final del Eje 2, justo antes de llegar a la nueva glorieta norte del enlace de Mugartea.
- Cuenca 3: El tramo de traza comprendido entre el Eje 2 y el Eje 1 (desde el Pk 6+450 hasta el Pk 6+620)



	Superficie		
	Calzada m ²	Terreno m ²	Total m ²
Cuenca 1	3356	3523	6879
Cuenca 2	2225	12363	14588
Cuenca 3	1240	5423	6663

CÁLCULO DEL CAUDAL

Para la obtención de caudales en cuencas pequeñas, entendiéndose estas como aquellas cuyo tiempo de concentración es inferior a 6 horas, la Instrucción 5.2-IC propone la adopción de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot A \cdot I}{K}$$

siendo:

- Q: caudal, en m³/s
- C: coeficiente de escorrentía
- I: intensidad máxima para el aguacero de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en mm/h
- A: área de la cuenca, en Ha
- K: coeficiente igual a 300 que incluye un aumento del 20% en el caudal con el objeto de tener en cuenta el efecto de las puntas

A continuación se detalla las cuencas que afectan para cada tramo de cuneta:

- Tramo 1 cuneta: Cuenca 1
- Tramo 2 cuneta: Cuenca 2
- Tramo 3 cuneta: Cuenca 2 + Cuenca 3

A continuación se muestran los cuadros de resultados que se obtienen para los tramos a estudio:

CUNETA DE DESMONTE TIPO

T _c	10	Tiempo de concentración (minutos)
P _{d25}	87	Precipitación máxima diaria (mm/d) para periodo de retorno de 10 añ
I ₁ /I _d	9,40	Relación de intensidad de precipitación
C Cal.	0,90	Coef. de escorrentía calzada y cuneta
C Tal.	0,20	Coef. de escorrentía terreno adyacente

Estudio de las cuencas para un periodo de retorno de 10 años

Tramo de cuneta		Escorrentía de la calzada							Escorrentía de taludes							Caudal Total m³/s	Cuneta Tipo nº	Comprobación hidráulica de la cuneta											
		Area m²	Tc hr	I _d mm/hr	I ₁ mm/hr	I _{Tc} mm/hr	C	Q m³/s	Area m²	Tc hr	I _d mm/hr	I ₁ mm/hr	I _{Tc} mm/hr	C	Q m³/s			Manning nº	J %	Calado m	T. izda H:1	T. dcha H:1	Sección m²	Perím. m	Rh m	V m/s	Caudal m³/s	Llenado %	
Tramo 1	Cuenca 1	3.356	0,167	3,62	33,98	86,08	0,90	0,087	3.523	0,167	3,62	33,98	86,08	0,20	0,020	0,107	Tramo 1	0,014	1,82%	0,20	5	0,5	0,110	1,243	0,088	1,91	0,210	51%	
Tramo 2	Cuenca 2	2.225	0,167	3,62	33,98	86,08	0,90	0,057	12.363	0,167	3,62	33,98	86,08	0,20	0,071	0,128	Tramo 2	0,014	2,50%	0,20	5	0,5	0,110	1,243	0,088	2,24	0,247	52%	
	Cuenca 3	1.240	0,167	3,62	33,98	86,08	0,90	0,032	5.423	0,167	3,62	33,98	86,08	0,20	0,031	0,063													
Tramo 3	Cuenca 2 +3	3.465	0,167	3,62	33,98	86,08	0,90	0,089	17.786	0,167	3,62	33,98	86,08	0,20	0,102	0,192	Tramo 3	0,014	2,89%	0,20	5	0,5	0,110	1,243	0,088	2,41	0,265	72%	

2.- DRENAJE TRANSVERSAL

Una vez analizado la capacidad hidráulica de la cuneta, es necesario comprobar el dimensionamiento de las dos obras de fábrica proyectadas para dar continuidad a la cuneta longitudinal.

OBRA DRENAJE TRANSVERSAL	EJE	PK	DIMENSION	PENDIENTE %	LONGITUD m
OF 2	EJE 2	2+460	Ø 600 mm	1	16
OF 3	EJE 1	1+614	Ø 800 mm	3	12

Cabe destacar que la obra de fábrica Nº 2 recibe las aguas de la cuenca 2 y que la obra de fábrica Nº 3 recibe la sumatoria de las aguas de las cuencas 2 y 3.

Una vez obtenido los caudales para las distintas cuencas según el periodo de retorno, es necesario comprobar el comportamiento de los caudales en los tubos de hormigón aplicando la fórmula de Manning.

Para este caso se ha optado por un coeficiente de rugosidad n=0,014 para el hormigón.

Así pues con los datos del caudal según periodo de retorno, coeficiente de rugosidad, diámetro y pendiente obtendremos el perímetro mojado en cada uno de los casos mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2}$$

A continuación se muestran los cuadros de resultados:

T _c	10	Tiempo de concentración (minutos)
P _{d25}	105	Precipitación máxima diaria (mm/d) para periodo de retorno de 25 años
I _i /I _d	9,40	Relación de intensidad de precipitación
C Cal.	0,90	Coef. de escorrentía calzada y cuneta
C Tal.	0,20	Coef. de escorrentía bermas y taludes

Estudio de las cuencas para un periodo de retorno de 25 años

Tramo de cuneta		Escorrentía de la calzada							Escorrentía de taludes							Caudal Total m³/s
		Superficie m²	Tc hr	I _d mm/hr	I ₁ mm/hr	I _{Tc} mm/hr	C	Q m³/s	Superficie m²	Tc hr	I _d mm/hr	I ₁ mm/hr	I _{Tc} mm/hr	C	Q m³/s	
OF Nº 2	Cuenca 2	2.225	0,167	4,37	41,05	104,00	0,90	0,069	12.363	0,167	4,37	41,05	104,00	0,20	0,086	0,155
	Cuenca 3	1.240	0,167	4,37	41,05	104,00	0,90	0,039	5.423	0,167	4,37	41,05	104,00	0,20	0,038	0,076
OF Nº 3	Cuenca 2 +3	3.465	0,167	4,37	41,05	104,00	0,90	0,108	17.786,00	0,167	4,37	41,05	104,00	0,20	0,123	0,231

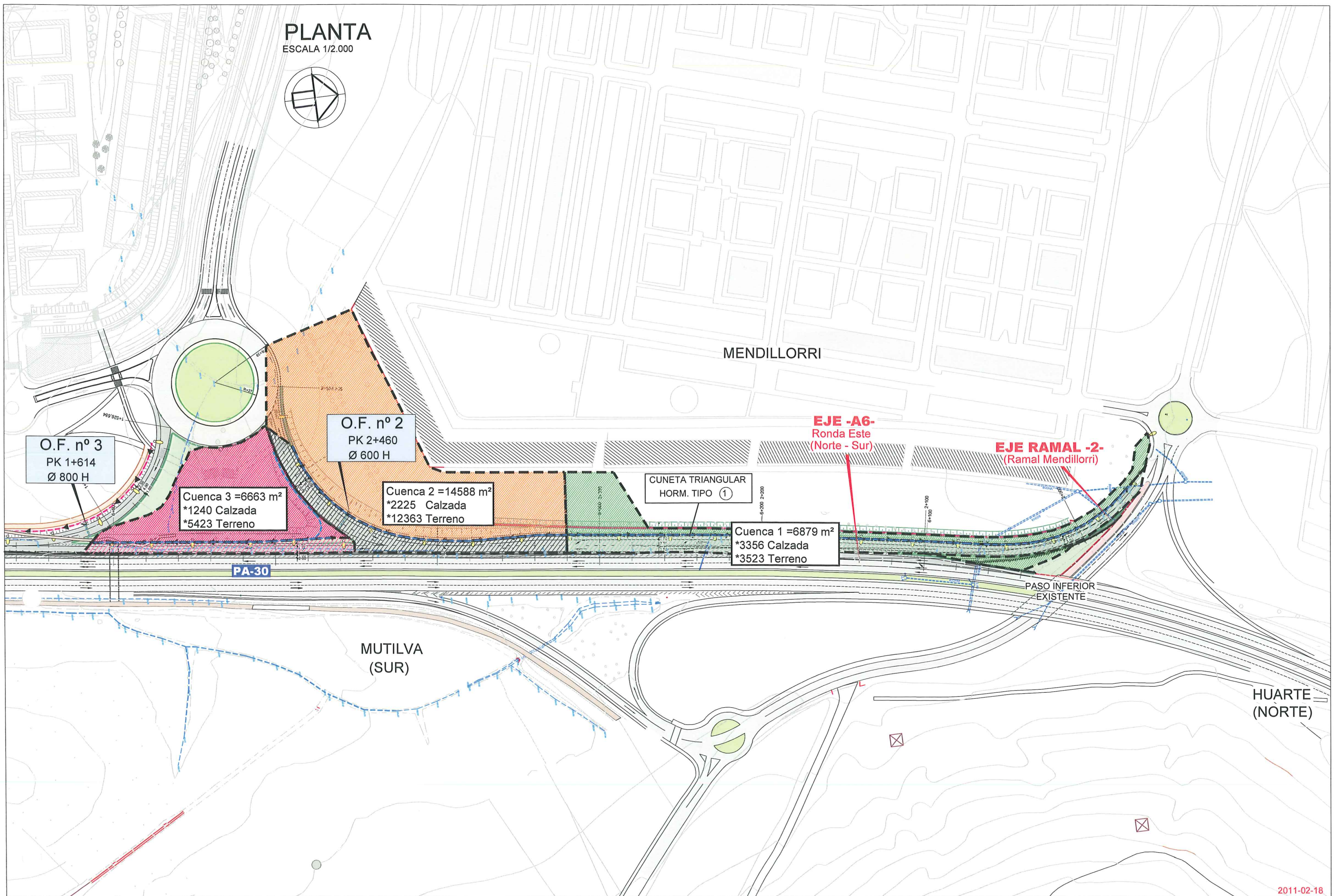
Estudio de las capacidades de las Obras de Fábrica

Obra de Fábrica		Caudal Total	Q	P.	R. T.	S	P.M.	R	V	H	%D
			Caudal	Retorno	Radio Int.	Sección	Perímetro	Radio	Velocidad	Altura de	H de
					Tubería	Mojada	Mojado	Hidráulico		Calado	Calado
		m³/s	l/seg.	Años	m.	m2.	m.	m.	m./seg.	m.	%
OF Nº 2	Cuenca 2	0,155	155,14	25 años	0,3	0,0904	0,7677	0,1178	1,716	0,2139	35.64%
OF Nº 3	Cuenca 2 + 3	0,231	231,42	25 años	0,4	0,0835	0,7864	0,1061	2,7731	0,1782	22.28%

Como se puede observar en este cuadro, el caudal de desagüe de las tuberías elegidas es mayor que el caudal proveniente del agua de lluvia. Por lo tanto existe un grado de sobredimensionamiento que se ha creído conveniente, debido a que el coeficiente de escorrentía podría ser mayor o de que el caudal de desagüe fuera ligeramente menor

PLANO DE CUENCAS

PLANTA
ESCALA 1/2.000



O.F. nº 3
PK 1+614
Ø 800 H

Cuenca 3 = 6663 m²
*1240 Calzada
*5423 Terreno

O.F. nº 2
PK 2+460
Ø 600 H

Cuenca 2 = 14588 m²
*2225 Calzada
*12363 Terreno

CUNETA TRIANGULAR
HORM. TIPO ①

Cuenca 1 = 6879 m²
*3356 Calzada
*3523 Terreno

EJE -A6-
Ronda Este
(Norte - Sur)

EJE RAMAL -2-
(Ramal Mendillorri)

PASO INFERIOR
EXISTENTE

MUTILVA
(SUR)

HUARTE
(NORTE)