

PROBLEMAS DE ESTETICA EN LAS CARRETERAS

Por FRANCISCO JAVIER URQUÍA ZALDÚA,
Ingeniero de Caminos.

En este interesante trabajo se dan algunas normas generales para conseguir un aspecto estético en las carreteras, y a continuación se presenta su aplicación, llevada a cabo por el autor en el acondicionamiento de importantes tramos de la carretera de Madrid a Irún.

En nuestros días aumenta rápidamente el tiempo de la vida humana que se desarrolla circulando por las calles y carreteras, y con ello es lógico que aumente simultáneamente la importancia del aspecto estético de las vías de circulación como medio de dotar al hombre, que viaja y se mueve, de un ambiente agradable.

Esta preocupación, sentida desde hace varios años, me ha llevado a hacer un análisis crítico de distintos elementos de la carretera, desde el punto de vista estético, y el presente artículo es el resultado de esta labor.

Trataré en este artículo de dos de los peligros más importantes contra el buen aspecto de la carretera: la falta de uniformidad y la sensación de agobio. Describiré las disposiciones adoptadas en dos casos concretos de acondicionamiento.

El momento artístico para los ingenieros de carreteras, parece muy oportuno.

El hombre moderno, en su fondo idealista y amante de la sencillez, se muestra fácil captador de las formas eminentemente funcionales que manejamos los ingenieros.

Si creemos, con Marangoni, en la sucesión de ciclos históricos de predominio racionalista e idealista, a los que corresponden artes de dirección plástica y colorista y que el momento actual es una época del segundo signo, comprenderemos las posibilidades estéticas del empleo de la pintura en elementos de señalización y balizamiento, mostrándose acordes los aspectos artísticos y de seguridad de circulación.

La inversa también es cierta, y una carretera mal conservada o balizada produce un efecto de intranquilidad tan dominante, que no puede pensarse en la estética más que cuando se ha logrado cierto clima de seguridad y confianza.

De esta fusión de utilidad y belleza nace la estética de la carretera como arte funcional, que debe tratar fundamentalmente de armonizar los elementos que resultan de su estudio técnico.

Falta de uniformidad.

Es conocida la influencia de la repetición rítmica de formas expresivas en la belleza de una obra artística.

La persistencia de elementos en la carretera, distribuidos de una forma funcional y armónica, es también fundamental para el buen aspecto de la misma y constituye lo que vamos a llamar uniformidad, característica que viene a jugar el mismo papel que el estilo en una obra artística.

Cuando una escuela o artista consigue emplear los medios expresivos de una forma coherente hacia un ideal, sus obras tienen estilo. En cambio, si no se logra esa coherencia, la vista del espectador vaga de un lado para otro, sin encontrar un punto de reposo, y la obra de arte resulta sosa, por muy hábil que sea la técnica empleada o muy exacta la reproducción propuesta.

De la misma manera, si en el primer plano de la carretera no aparecen unos elementos uniformadores que le den coherencia, la vista de los viajeros se fijará en los elementos cambiantes, como anchura de firmes y paseos, cunetas, taludes, formas de pretilos, cercas, etc., que se destacan, produciendo una impresión desfavorable.

Con esto queda claro que la palabra uniformidad se emplea en el sentido de una cierta unidad o coherencia entre distintos tramos de una carretera y no en el de una monótona sucesión de elementos iguales.

La uniformidad tiene su complemento en la fusión de la carretera con el paisaje, asunto sobre el que tanto se ha hablado.

Son dos aspectos importantes del mismo tema de la estética y deben ser empleados en proporciones adecuadas para obtener la armonía entre obra y emplazamiento, según el principio general conocido: ni desaparecer en el paisaje, ni desentonar en él.

La uniformidad es de tipo interno y tiende a dar unidad a la carretera, y, como consecuencia, a marcarla en el ambiente y dotarla de personalidad.

El tratamiento paisajista tiende a armonizar la carretera con el paisaje exterior y a difuminarla.

La primera tendrá su máxima importancia en carreteras comerciales, anchas y de gran velocidad de marcha. La segunda, en las turísticas, estrechas y de tráfico relativamente lento.

A mi juicio, la sensación de variedad que dan algunas de nuestras carreteras se debe, tanto como a la aplicación de criterios distintos en zonas cercanas, a la falta de estos elementos uniformadores en primer plano.

Por el contrario, siempre me ha sorprendido la

montañosa y muy poblada, y se consiguió un agradable efecto de uniformidad.

Esto quiere decir que no hace falta llegar a una igualación de dimensiones en la carretera para dar sensación de uniformidad. Muchas veces, una diferencia de anchura de la calzada se nota menos que el cambio brusco en la forma y disposición de unos hitos.

La velocidad y densidad de circulación, el coste, los materiales locales, el gusto de la gente y hasta las reacciones psicológicas de los usuarios son tan distintos de unas zonas a otras, que es muy conveniente la flexibilidad para adaptarse a ellos.

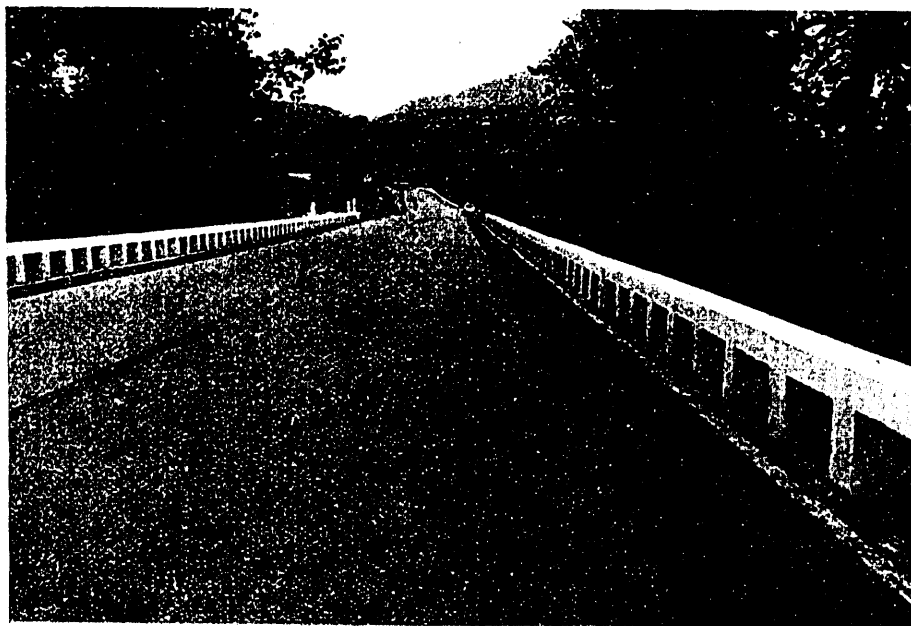


Figura 1.ª

impresión de uniformidad de las carreteras suizas, a pesar del cambio continuo de paisaje, anchos y elementos de la carretera. Yo lo atribuyo al cuidado metódico del borde de la carretera y a esa raya central que en trazo continuo o discontinuo nos sigue constantemente y protege nuestra vida.

Como, en general, aquellas carreteras son estrechas y tortuosas y la circulación intensísima, los conductores vamos pendientes de la raya y del borde, y no sería raro que llegaran a constituir el recuerdo predominante que produce la sensación de uniformidad.

Cuando el verano pasado, y cumpliendo instrucciones de la Superioridad, se encaló con gran profusión la carretera de Madrid a Irún por la provincia de Guipúzcoa, el color blanco se superpuso sobre el cambio constante de elementos, desmontes, terraplenes, pretilos, muros, cercas, inherentes a una zona

Es más, no parece descabido una uniformidad impuesta por unas normas rígidas.

Como comprobación, más adelante veremos cómo la aplicación estricta de una Instrucción de carreteras tan concreta como la vigente, puede llevar en sí el germen de la falta de uniformidad.

Por ello, la dificultad principal de redactar una instrucción radica, a mi entender, en evitar al mismo tiempo la rigidez y la variedad.

Los párrafos anteriores están dirigidos para señalar el peligro en una dirección determinada, pero, de ninguna manera, pretenden defender las improvisaciones y cambios constantes de criterio, tan corrientes y nefastos.

Como hemos indicado anteriormente, la estética y la seguridad de la circulación suelen mostrarse acordes.

Así, las disposiciones que rompen la uniformidad suelen ser peligrosas y los elementos de balizamiento

pueden ser de un efecto agradable extraordinario.

Un borde exactamente perfilado, con bordillo o sin él, es el primer elemento que le da uniformidad, carácter y belleza a una carretera.

Igualmente, la raya central de la carretera, la

largas puede ser una solución el abrir hacia fuera el extremo más cercano al sentido de la marcha.

La línea de la imposta de los muros debe ser mantenida en lo posible, evitando las variaciones bruscas y cortas.

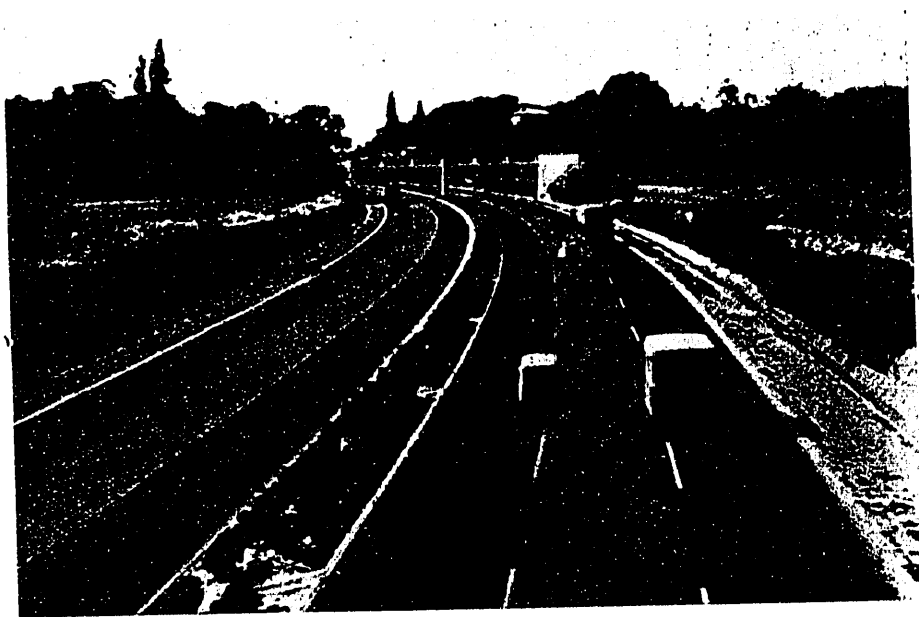


Figura 2.ª

proporción en dimensiones y distancia de los hitos, la pintura parcial o total, de barandillas y pretilles, y la señalización clara, agradable y abundante, son elementos que ayudan a la uniformidad.

Es también de gran efecto y puede emplearse en algunos casos, la delimitación exacta de calzada y paseos mediante el contraste de colores (fig. 1.ª), o aun dentro de la misma calzada para separar vías de circulación, como en la autopista de Marsella (fig. 2.ª).

Elementos contrarios a la uniformidad y, por tanto, molestos para la circulación, son todos los que dan una impresión visual de estrechamiento, principalmente si son de longitud muy corta y, por tanto, el conductor no acomoda su marcha a él.

En este caso están los pretilles de las obras de fábrica cortas, situados al mismo borde de los paseos (figura 3.ª, a la derecha).

Rompen y estrechan la línea de la carretera, y hasta pueden ser peligrosos. Existen casos de vehículos que han deslizado hasta el borde de la explanación y cuando consiguen enderezar el coche, es el pretil precisamente el que lo impide, originando su caída a la regata.

La colocación del pretil fuera de la zona de cunetas no rompe la uniformidad visual ni es un obstáculo para un coche que se vaya a la cuneta. La situación de los pretilles en la línea de árboles resuelve el problema con continuidad. En longitudes

Por esta razón, cuando el terreno exige aumentar la altura del muro en una zona corta, creo preferible mantener la línea de imposta recta y contener el terreno superior con un muro retrasado, muy inclinado, que no agobia ni quita uniformidad.

En la figura 4.ª puede observarse cómo una imposta recta, pintada, consigue disimular el mal efecto de la línea sinuosa de la cuneta, que resulta de la coincidencia de dos disimulos de peralte de

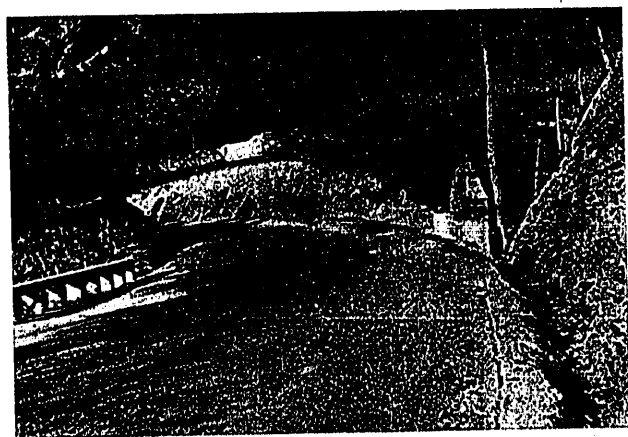


Figura 3.ª



Figura 4.ª

curvas del mismo sentido, en una alineación recta de corta longitud.

Los pasos superiores sobre trincheras con sus estribos verticales situados al borde de los paseos, estrechan la carretera y cortan su perspectiva.

Para evitarlo pueden retrasarse los estribos hacia el talud, pero creo que la solución de sustituir los estribos por pilas de hormigón armado y tramos extremos es más satisfactoria. En la figura 5.ª aparece un paso superior de este tipo sobre la autopista, en construcción, del Sur de París.



Figura 5.ª

Estas pilas extremas pueden ser verticales o inclinadas, en forma de tornapuntas, que apoyan en los taludes. Estas resultan muy adecuadas en pasos superiores muy oblicuos, en pendiente o sobre zona de carretera con peralte, donde los estribos y pilas verticales carecerían de elementos horizontales complementarios.

Vamos a ver cómo, debido a las elevadas velocidades de marcha actuales, la aplicación de la Instrucción vigente, con sus dimensiones rígidas de anchura de calzada, paseos, etc., lleva en sí el germen de la falta de uniformidad.

Para unas condiciones invariables de conductor, coche y velocidad, la distancia entre el vehículo y el borde de la calzada depende de la gravedad de las consecuencias de una posible salida del vehículo fuera de la calzada.

Así es mayor en el caso de que la delimitación de la calzada se haga por un bordillo elevado, recto, que por uno achaflanado y en este caso, mayor que si el bordillo es enterrado.

Depende también de que el paseo esté pavimentado o no, de que el borde de la calzada esté bien delimitado y regularmente afirmado o no, y, por tanto, de las condiciones de saneamiento.

De esto resulta que, si mantenemos una anchura de calzada constante, la separación de los vehículos en el momento del cruce varía y, por tanto, existe una impresión desagradable de alternancia de ensanchamientos y estrechamientos.

Por esta razón de uniformidad de anchuras eficaces, cuando a la salida de Zarauz y a continuación de un tramo que se estaba acondicionando con 7 metros de calzada y paseos a nivel, de 1 m., hubo necesidad de sustituir los paseos por una acera elevada, ejecutamos la obra con 7,50 m. de calzada.

Igualmente, cuando en zonas urbanas de la carretera, los particulares o Ayuntamientos desean construir una acera elevada, mantenemos el criterio de que se ejecute una cuneta triangular de 25 cm. de ancho a continuación del borde de la calzada, y a esta distancia, el bordillo elevado.

Otro caso. Si se mantiene invariable la anchura de paseos en zona de desmonte y de terraplenes y se sitúa el borde de la explanación al borde del paseo,

la erosión produce un redondeamiento y una zona de menor resistencia en el caso del terraplén, que reduce automáticamente la anchura eficaz del paseo para su utilización como zona de aparcamiento.

Por esta razón, la Mecánica del Suelo y la uniformidad, aconsejan colocar la arista de la explanación de un terraplén a una distancia mínima de 50 centímetros del borde del paseo.

También los pretiles situados al mismo borde del paseo hacen más estrecha la anchura eficaz que para las mismas dimensiones en desmonte.

Resumiendo, si queremos adaptar una sección tipo en desmonte, con calzada y paseos a nivel, a otros casos de explanación, y se quiere mantener cierta uniformidad de apariencia, creo conveniente prescribir disposiciones análogas a las siguientes:

Los bordillos elevados se situarán a 25 cm. del

borde de la calzada y se procurará achafanar la arista superior para disminuir la sensación de obstáculo.

Las obras de fábrica largas tendrán sus pretilos a un mínimo de 25 cm. del borde del paseo. El extremo más cercano al de aproximación de la marcha se abrirá hacia fuera los 3 m. finales, de forma que el extremo del perfil quede 30 cm. fuera de la alineación (radio, 15 m.).

La arista de la explanación de los terraplenes se situará a un mínimo de 50 cm. del borde del paseo.

Las obras de fábrica cortas se situarán de forma que los pretilos queden fuera de la alineación exterior de la cuneta (caso de desmonte) y de la arista teórica de la explanación o en la fila de árboles (caso de terraplén).

Sensación de agobio.

Las carreteras estrechas y encajonadas suelen producir una sensación desagradable de agobio.

Los muros altos, largos y de escasa inclinación, producen un efecto similar.



Figura 7.ª

La arista de la parte alta de los taludes parece tener una influencia mayor que la de la parte baja.

La explicación puede residir en que la primera está por encima de los ojos del observador, y la segunda, por debajo, y que el contraste de color del talud con el cielo o paisaje de fondo, suele ser más acusado que con la carretera.

Por esta razón, el suavizamiento de taludes y redondeamiento de las aristas de intersección con el terreno natural, produce un efecto de amplitud de la zona alta del talud y resultan muy eficaces para impedir el efecto de agobio.

Las plantaciones continuas de árboles al mismo borde de la calzada producen también sensación de estrechez.

El efecto de alejar los árboles puede observarse en la avenida de entrada en España, de la carretera de Madrid a Irún (Aduana de Hendaya). En la figura 6.ª, los árboles están situados junto al bordillo, y en la figura 7.ª, al final del paseo, sin que haya variado la anchura ni el tipo de pavimentación de la calzada.

En los muros influye también el efecto de pesadez inherente a la piedra o fábrica, pudiendo llegar a casos como en el de la figura 8.ª, en que la sensación de agobio es muy acusada.



Fig. 6.ª—Avenida de Francia, en Irún.



Figura 8.ª

Las soluciones estarán en aquilatar la altura de los muros y aumentar su talud.

A mi juicio, los muros de contención verticales sólo son aceptables como zócalos, o sea hasta 1,20-1,40 m. de altura.

A partir de esta dimensión, la impresión visual que tiende a acercar la parte alta del muro, la posición inclinada del conductor debido al bombeo y el movimiento del muro para ponerse en carga, son suficientes para que produzcan la desagradable impresión de que está caído hacia la carretera.

Es excepción el caso de un peralte fuerte en sentido contrario, que contrarreste los efectos anteriores.

Por esta razón, los muros de contención deben de tener un talud como mínimo de 1/20. En los

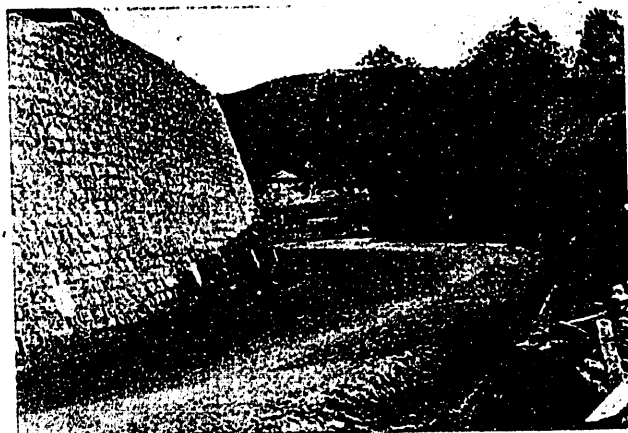


Figura 9.ª

muros altos, más de 5 ó 6 m., es muy aconsejable darle un talud muy fuerte.

En la figura 9.ª se muestra un muro de 9 m. de altura y 1/3 de talud. La impresión es muy aceptable a pesar del fuerte peralte y de no haberse complementado con el redondeamiento de la coronación del talud opuesto.

Como las tonalidades claras aumentan la sensación de amplitud y van bien con el carácter colorista de la época, pueden emplearse para mejorar el aspecto estético de los muros.

El pintado de las albardillas de coronación lleva a fijar la vista del observador en el elemento más alejado de la carretera, y con ello, a darle una sensación de amplitud.



Figura 10.ª

Pintar las juntas de mampostería es más discutible, pues la visual irá entonces hacia el centro del muro, y además, aumenta el efecto de pesadez de la fábrica.

Esto se refiere a la sensación de agobio, o sea a muros relativamente altos, no al pintado de cercas y muros bajos, donde el criterio estético se basará en otras consideraciones.

Si las circunstancias imponen un muro alto y de escasa inclinación, cabe adoptar algunas disposiciones.

El aumento de talud del muro, recuperando el espacio perdido con un vuelo, es una solución que mejora el aspecto sin gran encarecimiento, pues el valor del vuelo puede compensarse con la economía que resulta del empleo de muros inclinados.

Otra solución corriente es revestir el muro con vegetación, que puede desarrollar hacia abajo, partiendo del terreno superior, o ascendentemente, de un seto de pie. En ambos casos, cuanto mayor sea el talud del muro, más fácilmente arraigará la planta. Para favorecer su desarrollo se recurre también a celosías de madera situadas en la parte superior de los muros y pintadas normalmente, del mismo color verde del revestimiento.

La impresión de altura del muro puede reducirse dividiéndolo en paños horizontales de distinta fábrica. En este caso, los elementos más ligeros estéticamente deben apoyar sobre los más pesados.

También se emplean muros aligerados, como el proyectado por nuestro compañero Luis Sierra en la autopista de Barajas.

Puede adosarse al muro continuo inclinado una estructura vertical de pilas y arquillos (fig. 10), como el caso que se expone en este artículo, más adelante.

Cabe la solución mixta de la Avenue du Palais, de París, a la entrada de la autopista del Oeste. Consta de un muro de talud $1/5$ y pilas de talud $1/10$, sobre las que apoya una estructura de hormigón armado en vuelo, que recupera todo el espacio perdido en taludes.

Estas soluciones rompen la continuidad del muro y le quitan "peso", sobre todo si se marcan bien los diferentes elementos, por contraste de color.

Ensanche y acondicionamiento entre los puntos kilométricos 470,301 al 471,143 de la C. N. de Madrid a Irún.

La intensidad de tráfico a la salida de San Sebastián hacia Irún, que el año 1949 alcanzaba una media diaria de 8 500 toneladas y máxima de 10 600, obligó a que se resolviese su ensanche a cuatro vías de circulación.

El ensanche del tramo comprendido entre los puntos kilométricos 470,301 y 471,143, era el más difícil.

La carretera (fig. 12) discurría encajonada entre las instalaciones del Puerto de Pasajes y la expla-

nación de la doble vía electrificada de la línea de Madrid a Hendaya, de la RENFE, que resultaban afectadas por la ampliación.

Redactado un anteproyecto con tres soluciones, sobre el que informaron la RENFE y la Junta de Obras del Puerto, la Superioridad resolvió se adoptase la solución A, que sustituía la carretera existente de 8 m. de calzada por dos de 7 m. de calzada cada una, a distinto nivel.

Haciendo caso omiso de ligeras alteraciones de trazado y rasante, la carretera existente, con 1 m. menos de ancho, se utilizaba para dirección San Sebastián. Adosada a ella, a nivel superior, se ejecutaba otra carretera de dos vías de circulación para dirección Irún.

En una longitud de 155 m. en que no existía anchura suficiente para ambas explanaciones, se volaba una carretera sobre otra hasta 2,30 m. como máximo.

En esta zona, la curva de enlace de dos alineaciones rectas comunes tenía distinto radio: 850 m., en la carretera superior, y 300, en la inferior. La diferencia de ordenadas se salvaba con la losa de vuelo (figura 10).

El primer problema fué el replanteo cuidadoso del proyecto, que permitió ampliar las dimensiones de las aceras.

A continuación se abordó el posible mal efecto que el muro de separación de ambas explanaciones pudiera producir sobre las personas que circularan por la carretera inferior.

En efecto, la carretera (fig. 12) lindaba con un muro de contención de mampostería de 300 m. de longitud, 6 de altura y talud $1/10$, que la agobiaba y estrechaba de tal forma, que todos creíamos era la parte más estrecha del tramo San Sebastián-Rentería, cuando en realidad existía una uniformidad de dimensiones con las zonas colindantes.

Las perspectivas estéticas no mejoraban con el proyecto de ensanche, ya que la escasez de espacio obligaba a un aprovechamiento total del terreno, o sea, a estrechar su anchura 1 m. y a no poder perder ni un sólo centímetro en taludes.

Por ello se desechó la primitiva idea de un muro vertical de separación de ambos sentidos de circulación, que además era muy costoso. La existencia de un muro vertical de mampostería de 600 m. de longitud y 6,50 de altura a corta distancia del conductor, produciría una impresión de estrechez y agobio realmente extraordinarios.

Resultaba más económica y de mejor aspecto la solución adoptada, que consistía en adosar al muro existente una estructura de pilas y arquillos que se adaptarían a la línea de separación de ambas explanaciones.

También se pensó en una solución de hormigón armado a base de apoyos inclinados y grandes vuelos, que hubiera estado más de acuerdo con nuestra épo-

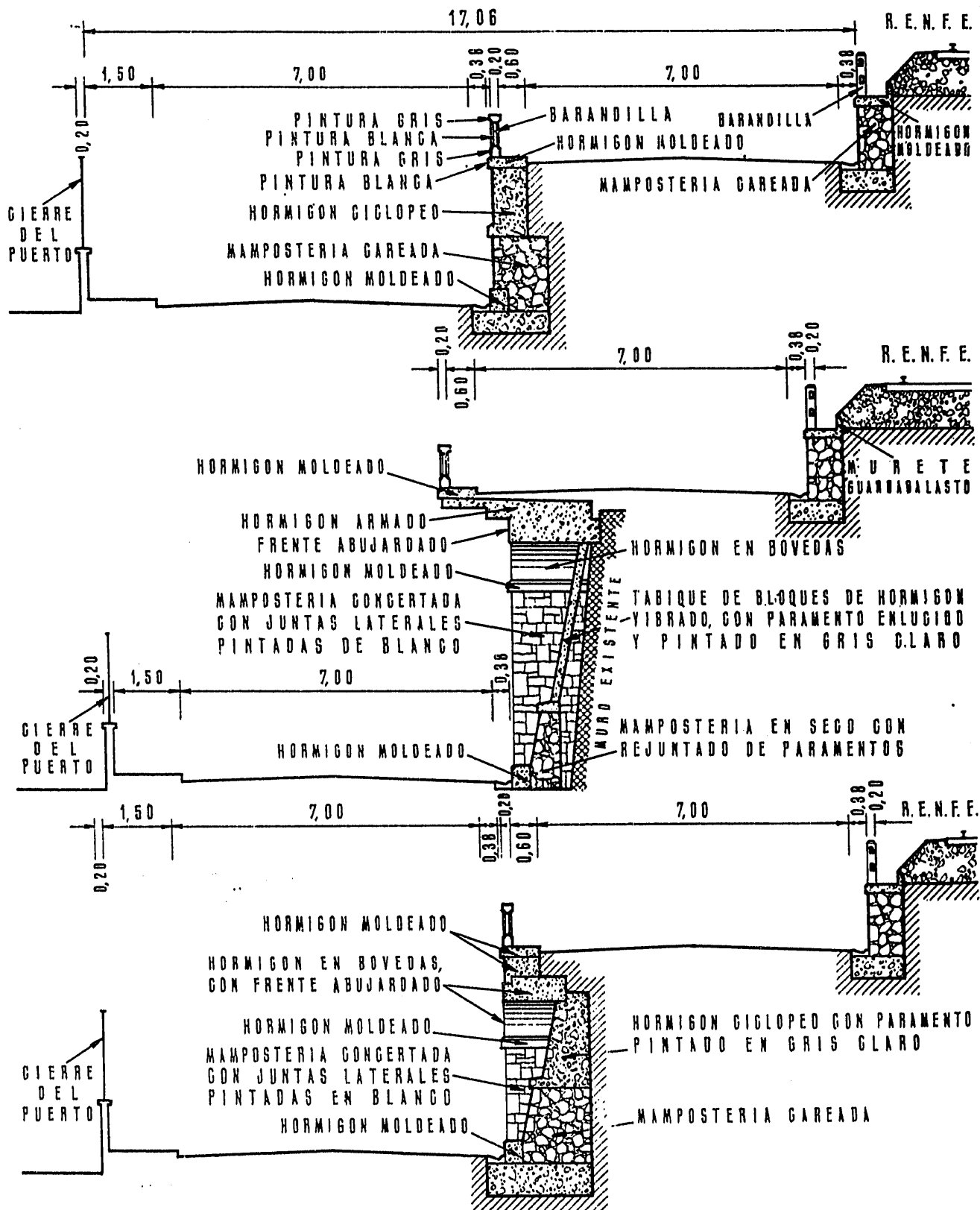


Fig. 11. — Ensanche Km. 470,143, C.R.I, Madrid-Irún, secciones tipo.

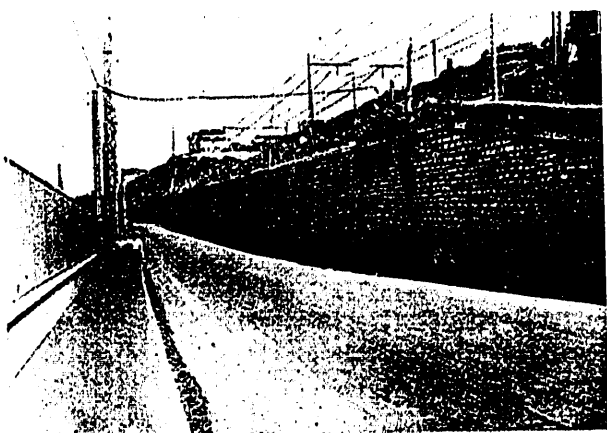


Figura 12.

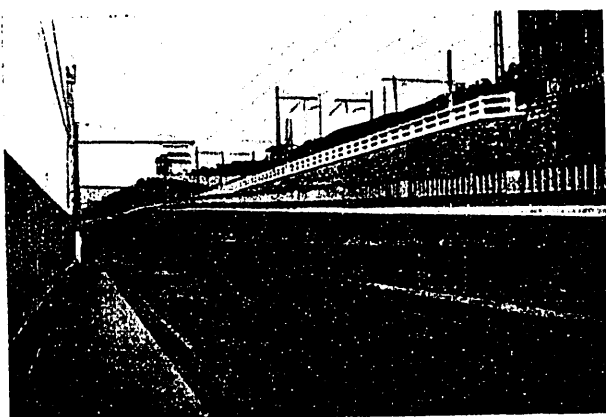


Figura 15.

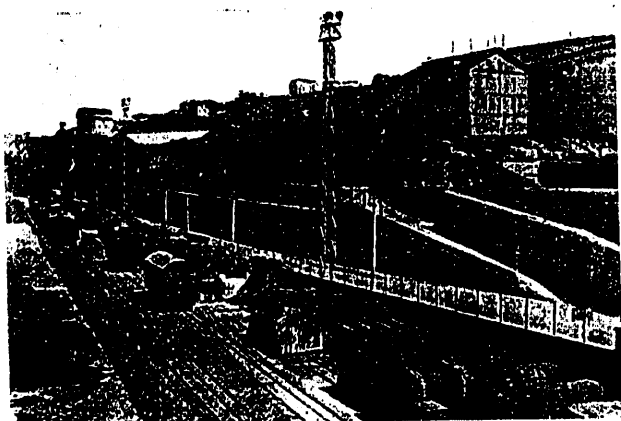


Figura 13.



Figura 16.

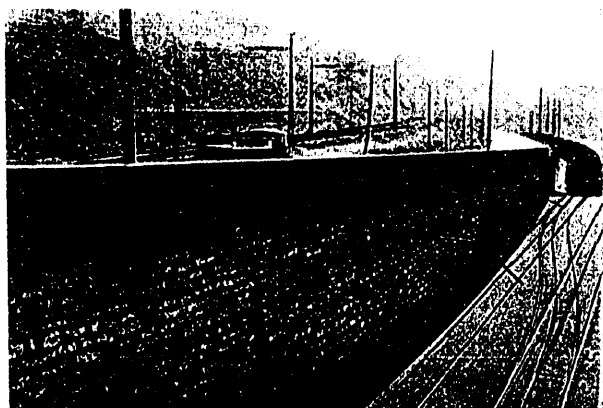


Figura 14.
ANTES DEL ENSANCHE

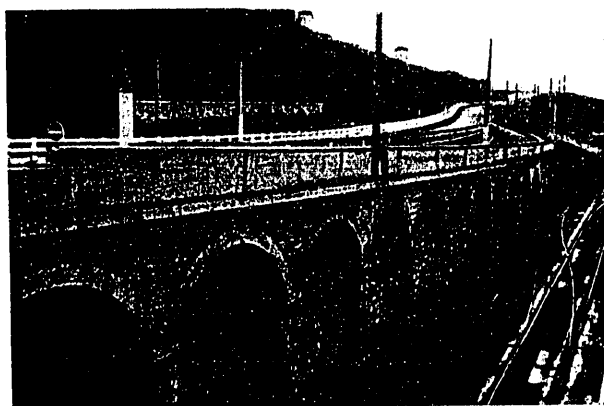


Figura 17.
DESPUES DEL ENSANCHE

ca; pero la impresión de que su coste sería muy superior, y sobre todo la premura de tiempo en redactar el proyecto y la escasez de hierro, obligaron a desecharlo.

La estructura adoptada consta de unas pilas de mampostería concertada de 0,75 m. de ancho y unas bóvedas de hormigón en masa de 4,75 m. de luz, 0,78 de flecha y un espesor visto de 0,40 m. (fig. 10).

Para evitar que la zona entre pilas fuese utilizada, se proyectó un muro de albañilería de talud 1/5, dividido en dos partes por medio de una imposta. La inferior era de mampostería en seco, con paramento rejuntado, y la superior de tabique de bloques de hormigón vibrado enlucido. El paramento de la parte baja está retrasado con relación a la línea de pilas, y a su vez, el tabique superior se retrasa todavía más al máximo que permite el muro existente.

En la parte donde este muro era muy bajo no podía aprovecharse como contención de la explanación superior y, por tanto, no podía adoptarse esta solución. En sustitución, se proyectó un muro con su parte inferior de mampostería y la superior de hormigón ciclópeo, que seguía la misma línea que el cierre de arcos de la otra zona, en la que se destacaba una estructura de pilas y arquillos idéntica a la de la otra parte, con lo que se conseguía una uniformidad de aspecto.

En los extremos del muro donde no había altura suficiente para la estructura citada, se proyectó un muro vertical con la parte baja de mampostería y su alzado de hormigón ciclópeo.

Para uniformar el conjunto y evitar que los vehículos pudieran chocar con los laterales de las pilas, se dispuso un zócalo continuo de hormigón de 35 centímetros de altura.

Las tres secciones tipo resultantes se señalan en la figura 11.

Con estas disposiciones se pretendía dividir el paño general del muro, de grandes dimensiones, en elemento de poca superficie, y cuidar su parte superior, alejándola del observador y dotándole de tonos claros.

Como la bóveda y el tímpano eran de hormigón, su contraste resultaba débil y para marcarlo se abujardó el frente del primero, manteniendo el principio de gravedad de que los elementos más "ligeros" apoyen sobre los más "pesados".

A su vez, para acentuar la sensación de lejanía del muro de fondo se pintó de gris claro su parte alta y de blanco las juntas de las pilas.

La barandilla se diseñó a base de línea ininterrumpida de zócalo y pasamano pintados de tono gris, que contrastan con el blanco de los pilarillos e imposta.

Al acentuar las líneas horizontales se pretendía reducir la sensación de altura.

En las figuras 12, 13 y 14 aparece la carretera

primitiva, y las 15, 16 y 17 corresponden a la misma posición después del ensanche.

A mi juicio, los resultados son satisfactorios; pero debiendo advertirse que la sensación de agobio no desapareció hasta muy cerca del final de la obra, en el momento en que se ejecutó el cierre de arcos y la pintura, es decir, cuando se sustituyó el muro de fondo de mampostería por otro más cercano, pero de mayor inclinación y apariencia más ligera.

Acondicionamiento entre los puntos kilométricos 473,400 y 483,150 de la C. N. de Madrid a Irún.

En este tramo, la carretera tenía las anchuras de la Instrucción: 8 m. de calzada y paseos de 0,50 a cada lado.

La calzada entre los puntos kilométricos 473,400 al 477,800 era de hormigón vibrado, que en su mayor parte se encontraba en buen estado, por lo que la reparación se reducía a reponer las placas rotas.

Entre los puntos kilométricos 477,800 y 483,150, el pavimento, de hormigón blindado, estaba compuesto de un ciniento de hormigón de 12 cm. de espesor, 3 de mortero de asiento y la capa de blindaje de 10, o sea, en total, 25 cm.

Durante unos años, el pavimento se mantuvo en buen estado; pero más tarde, y de una forma rápidamente creciente, empezaron a notarse asientos y descascarillamientos de superficie. Esto indicaba claramente que el espesor era insuficiente ante el aumento de carga de rodadura que se producía con el tiempo.

Esta falta de resistencia obligó a desechar un posible acondicionamiento a base de revestimiento de aglomerado asfáltico, que no constituye ningún refuerzo importante y, por tanto, era de temer seguiría agrietándose al mismo tiempo que el blindado.

La posibilidad de regresos de las placas de blindado con hormigón fresco era desechada también, por la suposición de que la diferencia de retracción entre ambas capas produciría su separación.

Un artículo de la revista *Informes de la Construcción*, núm. 43, en el que se describían las reparaciones de los firmes de hormigón en Holanda, hizo concebir esperanzas de conseguir una adherencia suficiente entre pavimento viejo y hormigón fresco por el método allí descrito.

Realizadas con éxito algunas pruebas de parcheo y regreso de pavimentos, se decidió adoptar dicho procedimiento para el refuerzo del hormigón blindado. La única variación estaba en que para la unión de ambas capas se utilizaba mortero en lugar de la lechada, que quedaba desplazada al verter el hormigón fresco.

El procedimiento consiste en ejecutar un picado en las juntas del blindado con martillo neumático y

un lavado con una solución de ácido clorhídrico y agua, a partes iguales.

La eficacia de este lavado se puede comprobar a simple vista. En condiciones normales, las juntas y la superficie de mortero que cubre el blindado tiene un aspecto liso debido al pulido del cemento, lo cual dificulta grandemente la adherencia. La solución de ácido clorhídrico y agua, a partes iguales, ataca esta superficie y deja al descubierto los granos de arena que le dan un aspecto más áspero. Para comprobar el aumento de rozamiento, bastaba hacer deslizar la planta del pie, haciendo una ligera presión sobre el pavimento, y comprobar la diferencia de esfuerzos necesarios, antes y después del tratamiento.

Después de mantener la acción de lavado durante unos minutos, se limpia con agua para eliminar los restos de ácido clorhídrico, se coloca una capa de 3 milímetros de espesor de mortero de arena fina de 700 Kg. de cemento Portland e inmediatamente una capa de hormigón vibrado de 12 cm. de espesor con el terminado y juntas normales en este tipo de pavimento.

Una vez resuelto el problema de la reparación de la calzada, se redactó el proyecto de acondicionamiento del tramo citado, que según instrucciones de la Superioridad debía tener todas las características de una carretera moderna por su carácter de tramo de entrada en España.

Del análisis del estado de la carretera se dedujo:

1.º El paseo, que de acuerdo con la Instrucción era de 0,50 m., resultaba raquítico y su ensanche era indispensable.

2.º Los árboles estaban muy cerca de la carretera y la estrechaban.

3.º La alternancia de zonas urbanas, semiurbanas y rurales y la ejecución de muros, cunetas y pretilos a pedazos, secuela obligada de los créditos paupérrimos que dispuso la Jefatura de Guipúzcoa hasta el año 1950, daban una nota de variedad poco grata.

4.º La señalización era incompleta.

Los nuevos paseos se proyectaron de 1 m. de anchura y pavimentados, para facilitar su utilización como zona de aparcamiento, paso de peatones y rodadura de carros y bicicletas, y, en casos eventuales, de vehículos de motor, ya que los paseos de tierra en un clima lluvioso, como el de la región, no sirven para estos fines.

Como afirmado de paseo se proyectó un ciniento de hormigón vibrado de 15 cm. de espesor sobre capa de escoria y revestimiento de aglomerado asfáltico de 2 cm. de espesor.

El hormigón era obligado, ya que un firme flexible, en paseos de 1 m. de ancho y junto a una calzada rígida, no podría consolidarse adecuadamente. El aglomerado se introduce para marcar la separación entre calzada y paseos, y pensando que su color oscuro contrastaría con el gris claro del hormigón

del pavimento, cunetas, pretilos y bordillo, produciendo un efecto estético agradable (fig. 1.ª).

De los primeros ensayos realizados se comprobó que el color de la gravilla iba influyendo sobre el del aglomerado en forma creciente. Así, cuando se empleaba una gravilla clara, el aglomerado asfáltico iba aclarando con el tiempo, hasta tomar un color bastante cercano al hormigón de cemento Portland y debilitaba el efecto de contraste propuesto. Por esta razón, sólo se emplearon gravillas muy oscuras en el revestimiento de paseos.

En relación con el arbolado, se proyectó su trasplante a 6,50 m. del eje, aprovechando que los árboles eran todavía jóvenes, y en terraplenes de escasa altura, y a continuación del paseo pavimentado se ejecutaba un paseo de tierra hasta esta fila de árboles (fig. 23).

Fue sorprendente el efecto de amplitud que adquirió la carretera sólo con el trasplante del arbolado, sin haberse realizado ninguna otra obra.

Para eliminar de la carretera la sensación de variedad, se procuró, en primer lugar, uniformar los



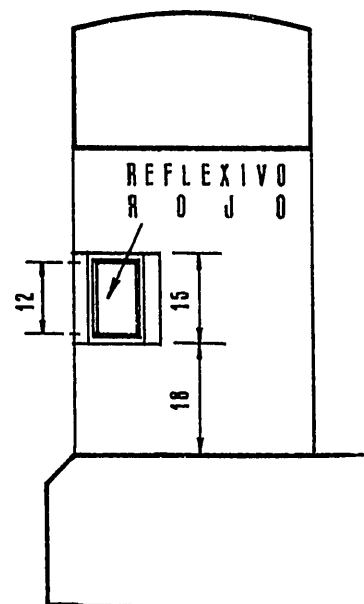
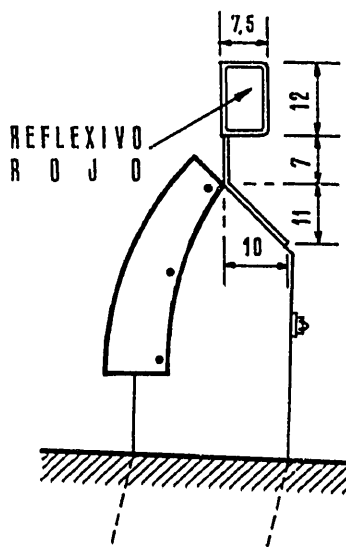
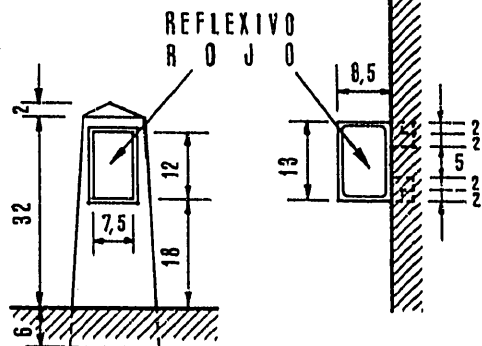
Figura 18.

H I T O REFLEXIVO

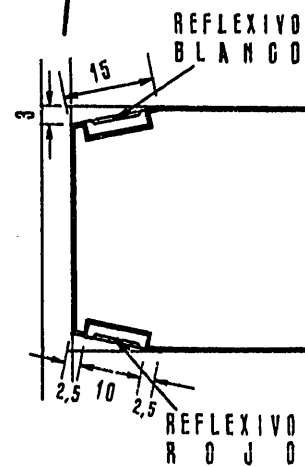
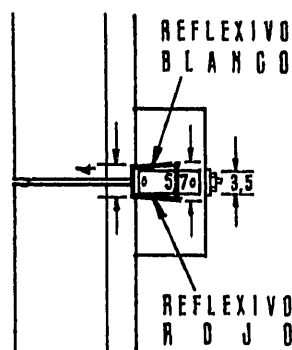
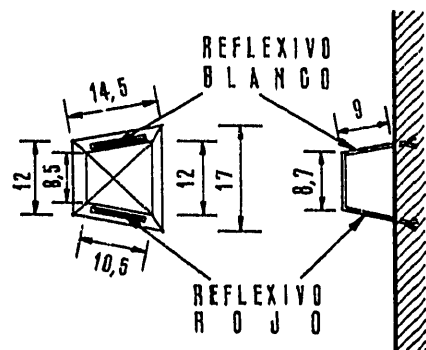
SEÑAL MURAL

S E Ñ A L PARA VALLA

BALDOSA REFLEXIVA E N P R E T I L



A L Z A D O S



P L A N T A S

PRETIL CON BALDOSA REFLEXIVA

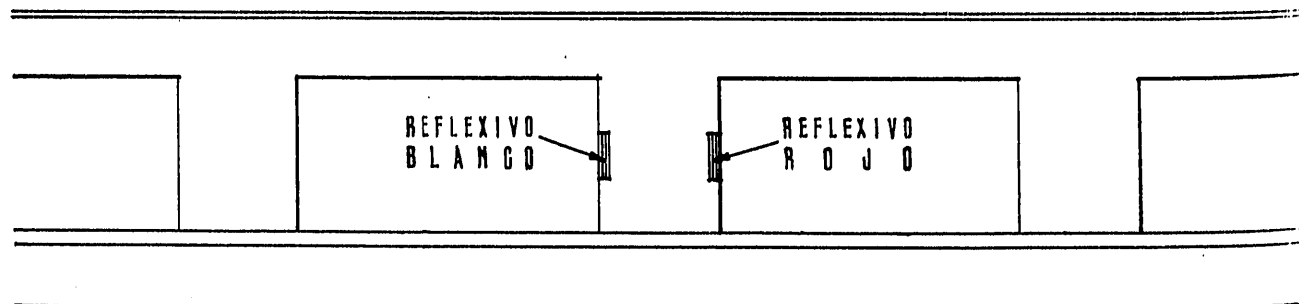
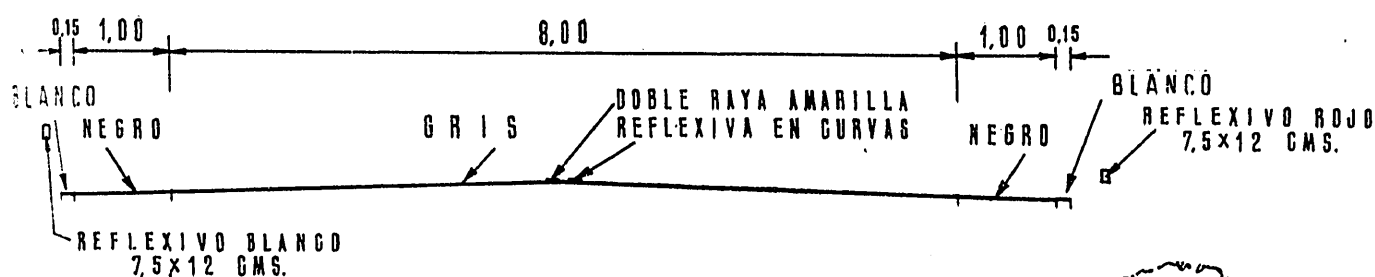
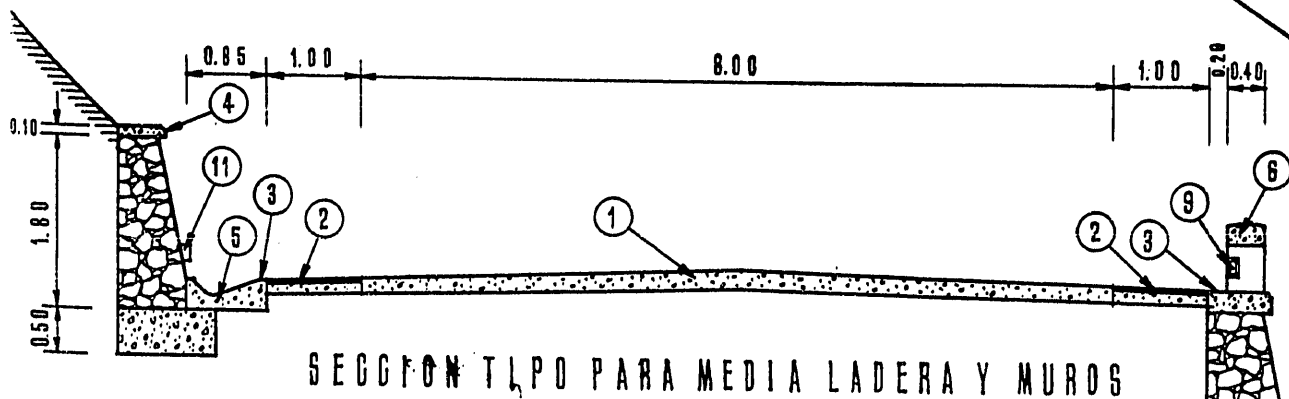
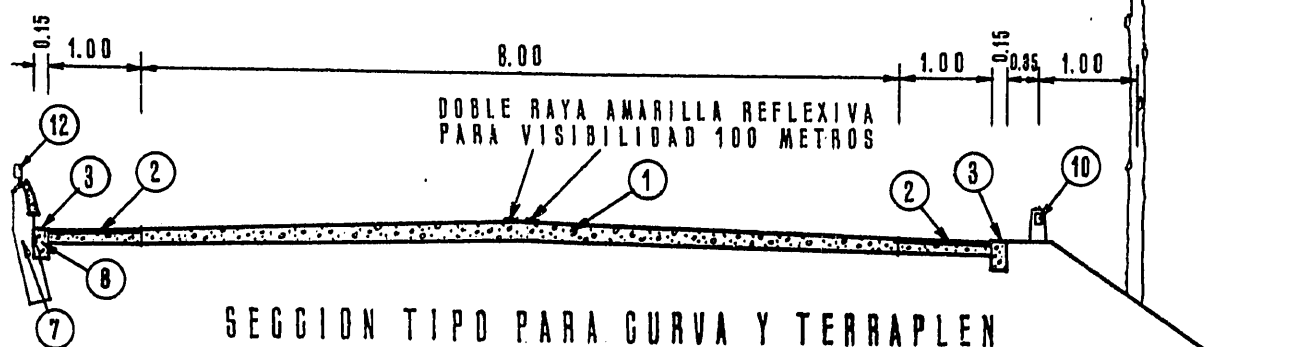


Fig. 19. — Elementos reflexivos para balizamiento nocturno.



ESQUEMA BASE DE COLORES



- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| ① PAVIMENTO DE HORMIGON VIBRADO | ⑥ PRETIL DE HORMIGON |
| ② PASEO DE AGLOMERADO ASFALTICO | ⑦ VALLA PROTECTORA TIPO D. A. V. |
| ③ RAYA BLANCA DE 15 CMS. DE ANCHO | ⑧ BORDILLO ENTERRADO DE 15x30 CMS. |
| ④ RAYA BLANCA DE 10 CMS. DE ANCHO | ⑨ BALDOSA REFLEXIVA DE 10x15 CMS. |
| ⑤ CUNETA DE HORMIGON | ⑩ HITO REFLEXIVO |
| ⑪ Y ⑫ PIEZAS METALICAS REFLEXIVAS | |

Fig. 20. — Acondicionamiento Kms. 473,400 a 483,150, C.R.t, Madrid-Irún.



Figura 21.

nuevos elementos que eran necesarios ejecutar para obtener la sección tipo.

Así, los muros pequeños se adaptaron a una sección tipo de 1,20-1,50 m. de altura, $1/5$ de talud e imposta superior de 10 cm., pintada de blanco.

En algunas curvas se proyectó la colocación de vallas inclinadas de hormigón (fig. 18), conocidas en España con el nombre D.A.V., que me habían impresionado favorablemente cuando las vi colocadas en las carreteras de Bélgica. Su forma inclinada disminuye las consecuencias de un posible despiste y resulta más grata a la vista que el pretil vertical.

Igualmente, a modo de comparación, se han colocado barreras metálicas, de uso tan corriente en Norteamérica, de tipo "Tuthill" (fig. 22).

El contraste gris del pavimento y el negro de los



Figura 22.

paseos, en fajas longitudinales, se completó con dos rayas blancas continuas al borde de los paseos, pensando que la existencia de estos tres elementos, a lo largo de todo el tramo, serían suficientes para un buen balizamiento de día y para dar uniformidad a la carretera.

Esta raya blanca se adaptó a las distintas condiciones del perfil tipo (fig. 20).

Así, en los terraplenes se colocaba un bordillo de hormigón que servía de asiento a la raya blanca.

En los pretiles la imposta llegaba al borde del paseo, pero el pretil se retrasaba 20 centímetros, en cuyo espacio podía pintarse la raya blanca.

Con igual fin, los 15 centímetros interiores de las cunetas de hormigón se proyectaron casi horizontales y podían aprovecharse para ser pintadas.

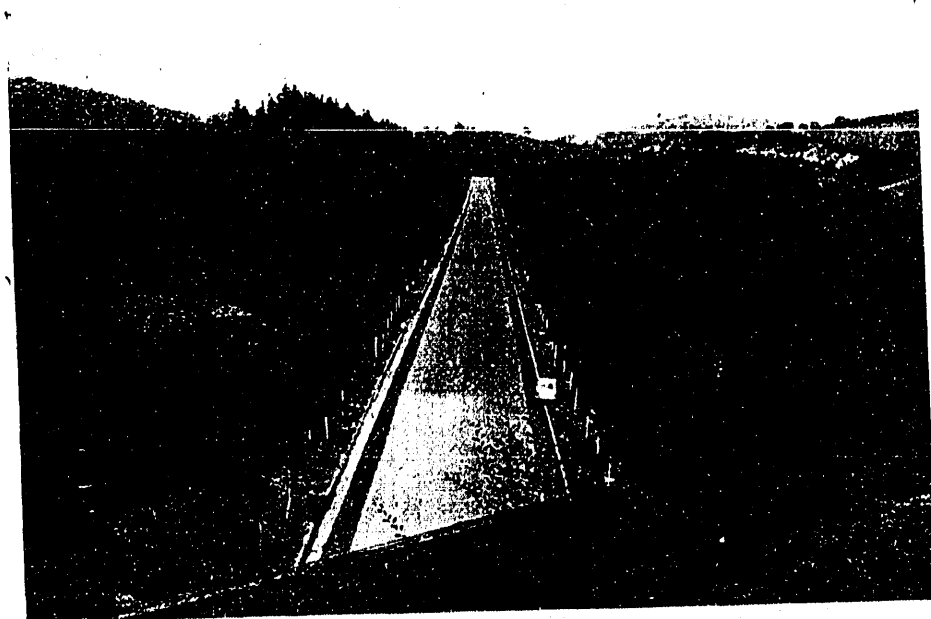


Figura 23.

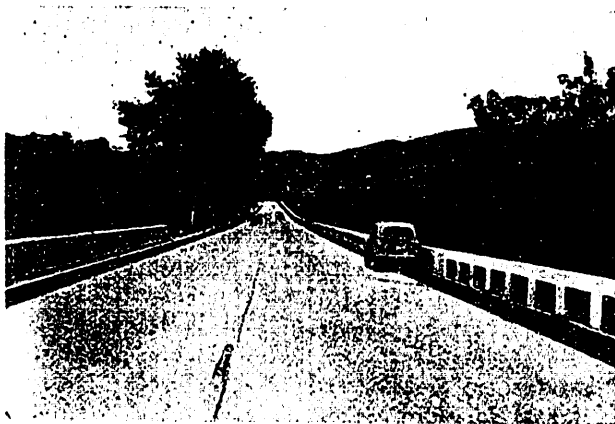


Figura 24.



Figura 25.

La persistencia del contraste gris, negro, blanco, de la calzada, paseo y raya del borde, consiguió dar a la carretera un cierto aire de uniformidad agradable (figs. 18, 23, 24) y atenuar la sensación de variedad de los elementos exteriores.

Para el balizamiento de noche se completó este sistema haciendo reflexivos los hitos y la raya del eje de las curvas.

En el eje de la carretera y en zona de curvas se pintó una doble raya amarilla de líneas continuas y discontinuas, de acuerdo a las normas francesas para visibilidad en el eje, cien metros, que, a mi juicio, ha resultado un poco escasa para las altas velocidades de marcha en el tramo que se estudia.

En las rectas, la junta sirve suficientemente de balizamiento de noche, sin necesidad de pintura.

En los hitos se siguió un criterio análogo de uniformidad, manteniendo invariable la parte reflexiva, que es la más importante para el balizamiento de noche.

De acuerdo con las costumbres internacionales, el color reflexivo se situó de forma que un conductor vea siempre rojo a su derecha y blanco a su izquierda.

Se adoptó un elemento reflexivo base de $7,5 \times 12$ centímetros, con un ángulo de 7° con la normal de la carretera y una cara roja a un lado y blanca en el otro, adaptando los elementos de soporte a los distintos casos de explanación.

Así, para terraplenes, el hito de la Instrucción se deformó girando 7° las dos caras en que se asentaban los reflexivos base.

En los machones de los pretilos aligerados, se

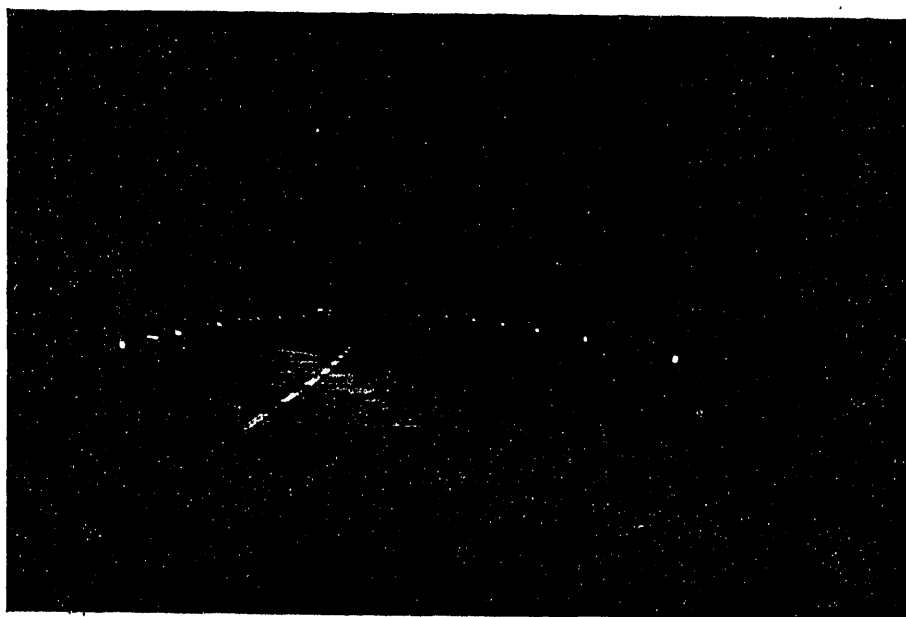


Figura 26.

empotraban baldosas de hormigón de $10 \times 15 \times 3$ centímetros, que contenían los reflexivos base, dándoles la misma orientación que en el hito.

Para muros y valla inclinada se diseñaron dos piezas metálicas, que por un lado quedaban empotradas en el muro o valla, y por el otro tenían dos caras con las dimensiones, situación y orientación adecuadas para servir de soporte a los reflexivos base.

En la fig. 19 se muestran los croquis de estos elementos reflexivos para balizamiento de noche.

La separación de hitos en curva se marcó por la fórmula $1,22 \sqrt{R}$, en que R es el radio, o la equivalente, que es la flecha constante de 19 centímetros.

Esta distancia está marcada para que cuando un conductor pase al par de un hito, el centro de sus faros enfoque a otro, habiendo un tercero intermedio.

En rectas cortas la separación entre hitos era de 25 metros, en las intermedias de 30 y en las largas de 35.

En la fig. 20 se indica el esquema base estético de la carretera y dos secciones tipo, una para curva y terraplén y otra para recta, media ladera y muros a ambos lados.

En cuanto a la señalización, era incompleta, debido a la frecuencia de los empalmes y a que los desmontes, muros, cercas, etc., menudeaban impidiendo la colocación de los enormes cartelones y señales que resultan de la aplicación de la Instrucción.

Se hizo un ensayo disminuyendo el tamaño de la

letra a diez centímetros, pero el fondo azul la empequeñecía, por lo que sólo resultaban visibles a escasa distancia.

Por estas razones, y previa autorización de la Superioridad, se han colocado unas señales provisionales con tablero de madera sintética para adaptarlas a la nueva Instrucción, que en cumplimiento de los convenios internacionales se dicte en el futuro.

Las señales son de orla roja, fondo blanco y letra azul oscuro, de 10 a 15 cm., con la placa de ruta adosada a la parte superior de la flecha, resultando de 1 a 1,50 metros de longitud, lo que permite su colocación en espacios reducidos.

Antes del empalme se coloca un cartel croquis, y en el mismo empalme unas flechas orientadoras, sistema que resulta muy adecuado en zonas de escasa visibilidad.

En las aceras elevadas se ha sustituido el soporte de U de 80 mm. por unas barreras de tubo rodeando la señal, que queda colgada de ellas, como puede observarse en la fig. 21.

Las disposiciones mencionadas han conseguido, a mi entender, el fin propuesto, y el aspecto de la carretera, que puede observarse en las figs. 1.^a, 18, 23, 24, 25 y 26 (de noche), ha causado buena impresión, aunque faltan algunos detalles finales y parte del reflexivo no ha dado el resultado que era de esperar.

Antes de terminar, quiero agradecer a mi tío, el Arquitecto D. Francisco Antonio Zaldúa, su constante consejo y colaboración.