

Los oleoductos realizados por la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos (CAMPSA) en el quinquenio 1975-1980

Por **ALFREDO PRADA LINARES**

Ing. de Caminos, Canales y Puertos

El objeto del presente trabajo es la presentación de las realizaciones de CAMPSA en el campo de la distribución por tuberías de productos petrolíferos ligeros (gasolinas, gasóleos y kerosenos) analizando la red actual de Oleoductos de la Compañía y haciendo especial hincapié en determinados puntos críticos de su construcción, que por la singularidad y problemática de entorno que presentaban, motivó que su realización fuera decisiva para poder alcanzar en los plazos previstos la total construcción y puesta en servicio de la misma.

ANTECEDENTES

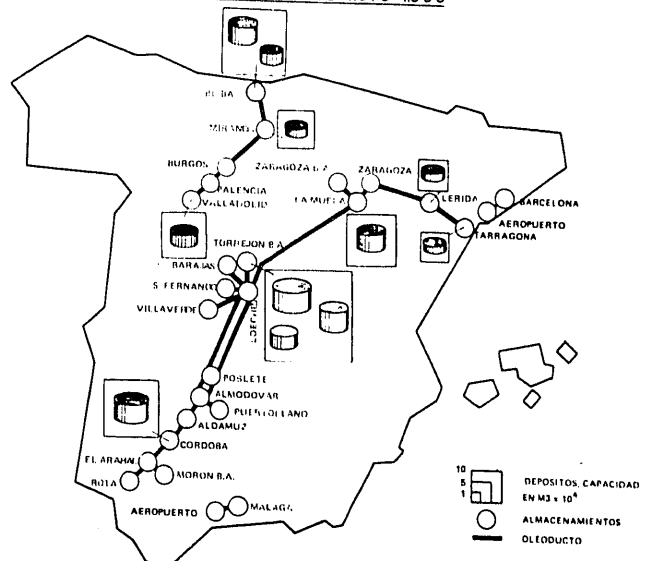
Debido a las características geográficas del país, con su larga extensión de costas, así como a subdesarrollo regional en el que la mayor industrialización generalmente corresponde a las regiones litorales, los nudos de transporte utilizados por CAMPSA y el grado de participación de cada uno hasta 1973 habían sido: la navegación marítima que participaba en un 58 % de la actividad total, el ferrocarril que soportaba un 25 % y el camión con un porcentaje del 11 % que junto al anterior, enlazaban con el interior de la Península. Hasta esta fecha sólo un 6 por ciento, de la actividad total era desarrollada por medio del Oleoducto Rota-Zaragoza realizado por la U.S.A.F. para abastecer las Bases hispano-norteamericanas en el interior de la Península.

Los elevados incrementos de consumo que venían registrándose en la última década, la seguridad en el suministro y en el transporte propiamente dicho y la disminución en los costos de explotación de la actividad para mover grandes volúmenes a grandes distancias llevaron a una reconsideración total de la misma, según la cual se ponía en marcha un plan de realización de Oleoductos que iniciándose en 1975 con la línea Almodóvar-Loeches de 207 km. proseguía con el Tarragona-Lérida-Zaragoza-La Muela de 247 km. de longitud y contaba, en 1980, con la puesta en servicio del tramo Bilbao-Miranda de Ebro-Burgos de 179 km. que se completará en 1981 con el tramo Burgos-Valladolid actualmente en fase pruebas.

SITUACION ACTUAL

En el cuadro n.º 1, puede apreciarse en detalle las líneas con sus características más importantes realizadas en el quinquenio de referencia. Su incorporación al sistema general de transporte ha incidido de tal forma en el mismo que según puede apreciarse en el cuadro n.º 2, la navegación marítima y el camión han mantenido su grado de participación, el ferrocarril ha disminuido y el transporte por oleoducto se ha duplicado.

SITUACION DE OLEODUCTOS Y AMPLIACION
ALMACENAMIENTOS QUINQUENIO 1975-1980



OLEODUCTOS REALIZADOS POR CAMPSA

RED DE OLEODUCTOS

CUADRO Nº 1

OLEODUCTOS	CARACTERISTICAS			AÑO ENTRADA EN SERVICIO												
	LONGITUD	Ø	CAUDAL	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
	Km.	PULG.	10 ⁶ Tn.x año													
LINEA PRINCIPAL:																
ROTA – LOECHES	527	12 y 10	1,7 a 3,3													
ALMODOVAR – LOECHES	267	12	1,9 a 4,8													
LOECHES – LA MUELA	249	8	0,7													
LA MUELA – ZARAGOZA	19	6	0,7													
LERIDA – ZARAGOZA	148	10	1,8													
TARRAGONA – LERIDA	80	10	1,8													
BILBAO – BURGOS	179	14	2,0 a 5,2													
BURGOS – VALLADOLID	126	14														
DERIVACIONES:																
PUERTOLLANO – ALMODOVAR	14	10														
LOECHES – VILLAYERDE	26	10														
LOECHES – BARAJAS	19	10														
LOECHES – TORREJON	7	10														
EL ARAHAL – MORON B.A.	2 x 7	8														
LOECHES – TORREJON B.A.	2 x 9,5	10 y 8														
LA MUELA – ZARAGOZA B.A.	2 x 8,5	6														
BARCELONA – AEROPUERTO	12,5	6														
MALAGA – AEROPUERTO	7,5	10														
QUINQUENIO 75 – 80																

Sin embargo, hay que hacer notar que en un próximo futuro la plena ocupación de la red existente modificará de forma apreciable la distribución actual. Esto es debido por un lado a la reciente incorporación de líneas al servicio, que todavía están en pruebas, y por otro, a que la capacidad de transporte está dimensionada con horizonte 1985, en el que la demanda esperada, superior a la actual, permitirá alcanzar la optimización de su utilización.

De esta forma con la incorporación de nuevos oleoductos a la red de transporte se irá alcanzando la distribución óptima de la actividad entre los diferentes medios utilizados, y si bien no se puede establecer una total semejanza entre distintos países, dado que cada uno desarrollará esta actividad en función de sus características geográficas y estructurales, es lógico pensar que en el futuro los tráficos y transportes en España tiendan a aproxi-

VOLUMENES TRANSPORTADOS POR LOS DIFERENTES MODOS Y GRADOS DE PARTICIPACION

CUADRO Nº 2

UNIDADES EN:	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o	Tm.x 10 ⁶ o/o
TRANSPORTE INTERPROVINCIAL:											
FLOTA	12,617 59,6	13,613 59,5	14,436 58,5	16,798 59,1	19,406 62,0	18,808 60,5	19,929 58,6	18,773 57,3	19,044 57,2	20,753 59,4	20,852 57,3
VAGONES CISTERNA	5,621 26,6	6,056 26,5	6,257 25,3	7,034 24,7	7,490 23,0	7,160 23,0	7,108 20,9	6,607 20,2	6,476 19,5	5,821 16,7	5,793 15,9
OLEODUCTOS	1,181 5,6	1,194 5,2	1,541 6,2	1,597 5,6	1,560 5,0	1,596 5,0	2,675 7,9	2,754 8,4	3,105 9,3	3,606 10,3	4,792 13,2
CAMIONES CISTERNA	1,736 8,2	2,021 8,8	2,450 9,9	3,030 10,6	3,168 10,0	3,574 11,5	4,294 12,6	4,653 14,2	4,623 13,9	5,287 15,1	4,942 13,6
TOTAL	21,155 100	22,884 100	24,684 100	28,459 100	31,324 100	31,111 100	34,006 100	32,787 100	33,248 100	34,927 100	36,379 100

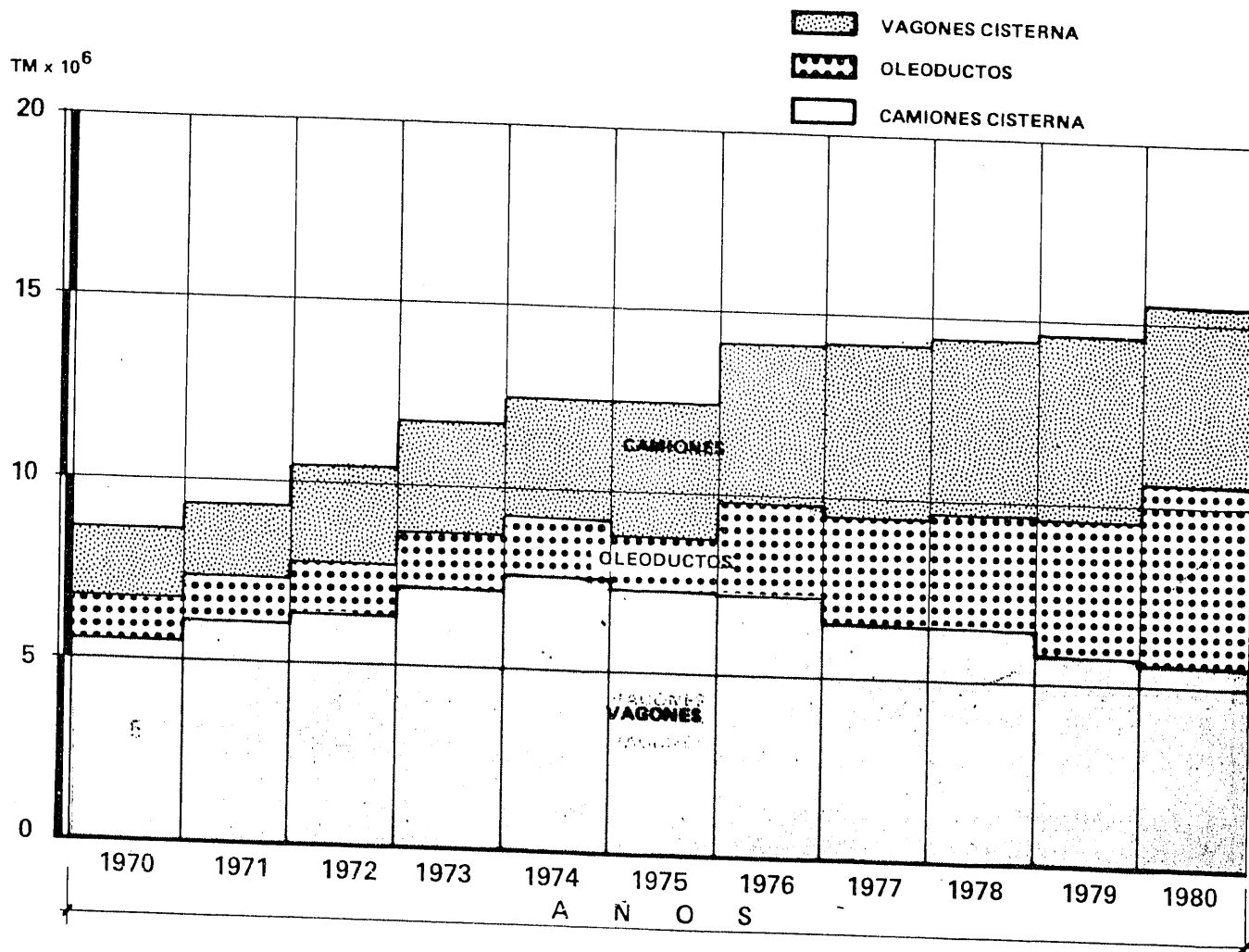
NOTAS:

NO SE CONSIDERA EL TRANSPORTE INTROVINCIAL QUE REPRESENTA APROXIMADAMENTE UN 40 o/o DEL TOTAL TRANSPORTADO

INCREMENTO DEL TRANSPORTE POR OLEODUCTO PERIODO 75 - 80 270 o/o

OLEODUCTOS REALIZADOS POR CAMPSA

EVOLUCION DEL TRANSPORTE EN EL INTERIOR DE LA PENINSULA POR CADA MODO DE TRANSPORTE



marse de alguna forma al gráfico n.º 1 que refleja como se desarrolla hoy esta actividad para la media de Francia.

La puesta en servicio de la red de CAMPSA ha exigido la realización coordinada de las tres fases que condicionan la total ejecución de un Oleoducto: Línea, almacenamientos y estaciones de bombeo, mando y control. A continuación se describen someramente cada uno de estos apartados ampliándose algunos aspectos correspondientes a la línea por ser la que ha supuesto mayor complejidad.

LINEA

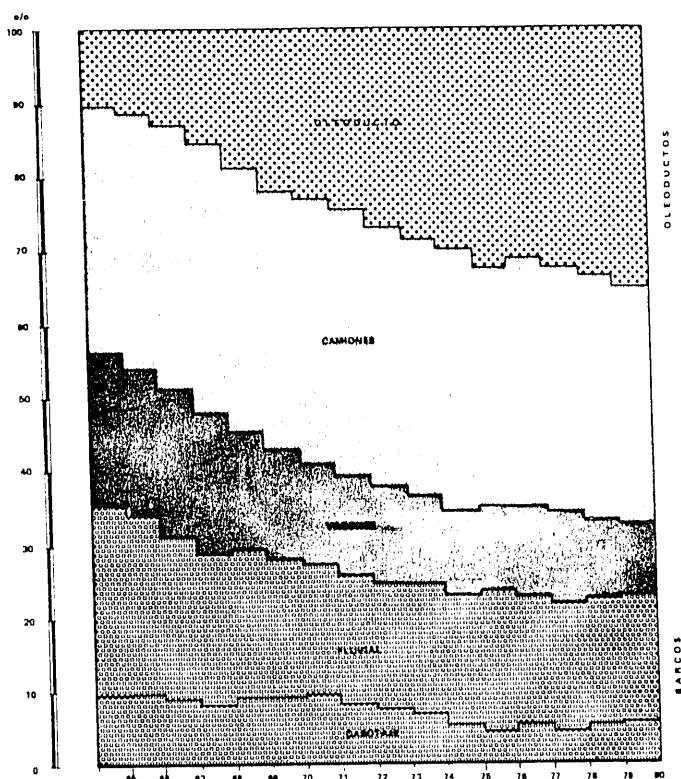
La ejecución de la línea ha exigido en primer lugar, al margen de cualquier consideración de tipo técnico, negociar de forma individual y sin recurrir a

la expropiación forzosa, la ocupación de los terrenos necesarios de más de cinco mil fincas.

Se han excavado seis millones y medio de metros cúbicos de los que dos millones y medio han sido en roca, se han realizado setenta y cinco kilómetros de cordón de soldadura a pié de tajo, se han atravesado, respetando siempre su servicio, treinta kilómetros de caminos, carreteras, autopistas y ferrocarril y se ha alojado la tubería a lo largo de veinte kilómetros en cauces de agua siendo algunos de ellos de la entidad del Ebro, Tajo, Guadiana, Cinca y Segre.

La importancia de estas cifras no reside tanto en su valor absoluto, más o menos común a las obras de Ingeniería Civil, como en el hecho de su coordinada realización debido a las características propias que definen la ejecución de un Oleoducto.

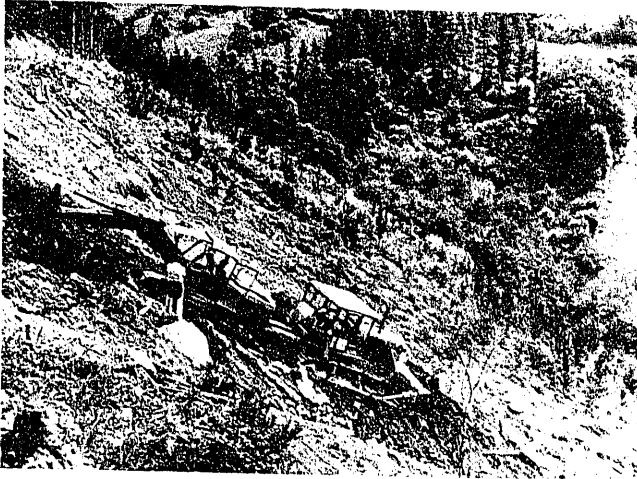
DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE Y GRADOS DE PARTICIPACION
EN FRANCIA



Si bien toda conducción a presión de un producto petrolífero es un Oleoducto, se hace aquí referencia a aquellos trazados que unen puntos muy alejados entre sí, para lo cual la tubería suministrada en largos de diez a doce metros es soldada y posteriormente alojada en el fondo de una zanja a una cierta profundidad de la superficie del terreno.

La planificación de estas obras gira en torno a aquellas operaciones en las que es fundamental la consecución de elevados rendimientos para lo que se dimensionan potentes equipos de soldadura y tendido de la tubería. El dimensionamiento de los restantes equipos para la ejecución de la pista, zanja, protecciones, cruces con otros servicios, etc., debe de ser tal que asegure el rendimiento de los primeros. En este punto reside la problemática de estas obras pues se comprende que, tratándose de largos trazados, las paralizaciones pueden presentarse en cualquier momento; en algunas ocasiones serán debidas a causas inicialmente previstas pero que por cualquier motivo han sufrido una variación como puede ser la modificación de los condicionantes para el cruce de un servicio o el tendido en un río que ha sido afectado por una crecida, y debida en otras a diferentes imprevistos que pueden aparecer en cualquier término de





propiedad privada o pública, en un cambio meteorológico que inutilice los accesos al tajo, en la modificación de cualquier disposición oficial, sobre mil y un temas, como puede ser entre ellos el transporte y custodia de explosivos y un largo etcétera de imprevistos análogos.

Hay que prever hasta la posibilidad de que surja lo imprevisible, hay que detectar con rapidez cualquier problema por delante de los equipos de soldadura y hay que actuar con eficacia y agilidad ante todo evento, pues cualquier interrupción va generando una serie de ellas y todas y cada una acumulando costos de inmovilización que afectan a la realización de la obra y en cualquier caso a su importe final.

Esta aseveración no es exagerada ya que en la realización del plan de CAMPSA, ha podido constarse especialmente en tres ocasiones singulares, una acentuación local de la problemática anteriormente expuesta, que introdujeron en un momento grandes dudas sobre la viabilidad del programa. En primer lugar la implantación de la tubería atravesan-

do de la Cordillera Cantábrica realizada por primera y, hasta hoy única vez en España para una conducción de este tipo, en segundo la realización del tendido en el Desfiladero de Techa en la provincia de Alava, y por último la ejecución de los doce primeros kms. del Oleoducto Tarragona-Zaragoza en el cauce del río Francolí. A continuación se hace una breve reseña de lo acontecido en estos puntos.

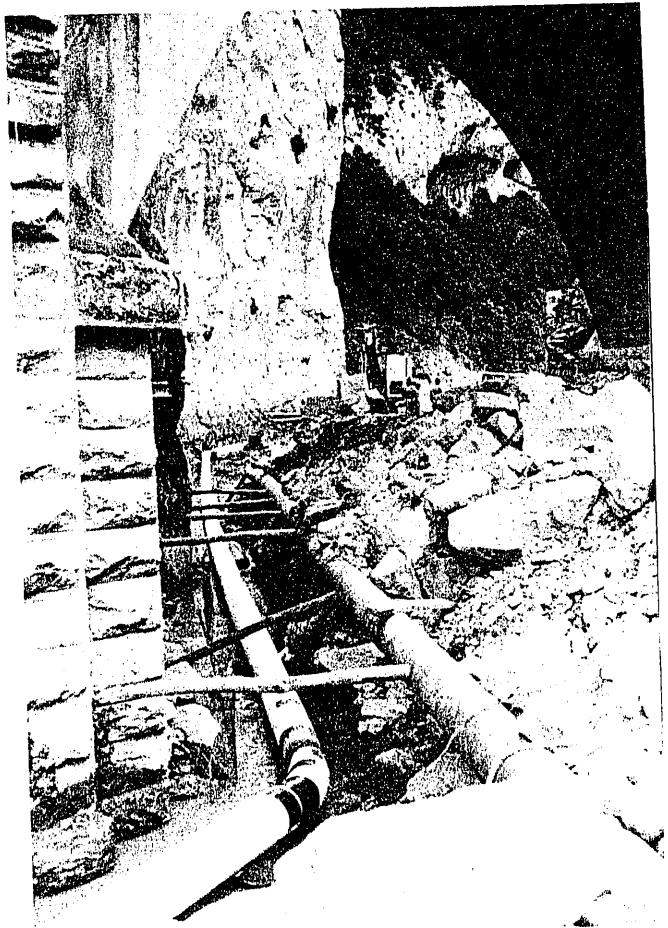
LA LINEA EN LA CORDILLERA CANTABRICA

Recorriendo el itinerario del oleoducto entre Bilbao y Miranda de Ebro, la tubería se aloja a lo largo de 20 kms. en la montaña vasca. Los primeros problemas que se presentaron fueron derivados de la estructura social del País en el que la propiedad está muy repartida y las escasas praderías de la montaña tienen un elevado valor. La capa vegetal es de muy pequeña entidad y si existe es debido a la acción conjunta de una meteorización milenaria y al esfuerzo diario del hombre a través de generaciones. La restitución de los terrenos una vez terminados los trabajos es técnicamente muy difícil de conseguir al estar ubicada la tierra vegetal sobre roca, que hay que abrir para colocar la tubería. La orografía, sumamente abrupta, dificulta extraordi-



nariamente la realización de los trabajos tanto en lo que respecta a la ejecución propiamente dicha como a la carencia de accesos a la traza. Son frecuentes las pendientes superiores al 100 % que obliga a hombres y máquinas a realizar sus labores suspendidos de cabrestantes ubicados en poderosos bulldozers situados con grandes dificultades en la coronación de las mismas. Los planos ascendentes y descendentes se suceden continuamente y en ocasiones son tan verticales que la tubería no admite los radios de curvatura que exige su alojamiento en la arista de intersección de aquéllos, por lo que hay que disponerla sobre una estructura suficientemente elevada para que el agua pueda discurrir por su parte inferior sin afectarla.

Estas singularidades no están localizadas en un punto sino que aparecen con mayor o menor frecuencia a lo largo de los citados 20 kms. por lo que cada uno exige la apertura de accesos generalmente inexistentes a través de la montaña, maniobras delicadas para realizar el trabajo y soluciones específicas y locales para alojamiento y protección de la tubería. De esta forma una obra normal planificada con gran despliegue de medios y avanzando en un

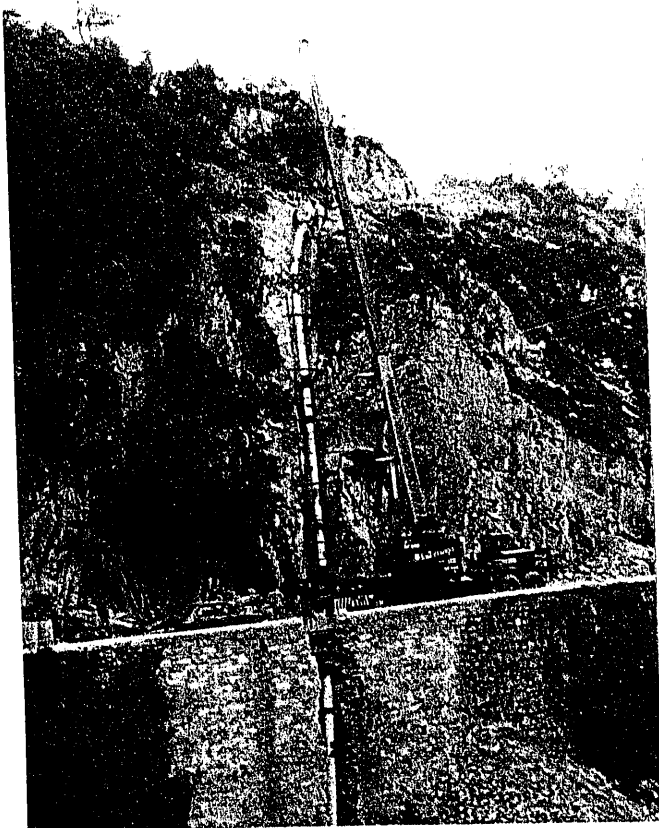


frente único para obtener elevados rendimientos tiene que desdoblarse en multitud de equipos independientes que trabajen simultáneamente en cada punto singular para que la producción global sea adecuada, ya que es conveniente realizar el trabajo en época seca, pues si en ella resulta difícil, en invierno y allí, es prácticamente imposible.

LA LINEA EN EL DESFILADERO DE LA TECHA

Es frecuente que el trazado de un Oleoducto afecte a servicios o vías de comunicación existentes con anterioridad. Es una consecuencia de haber alcanzado un cierto desarrollo que exige un determinado nivel de consumo y de seguridad de suministro.

Sin embargo, lo que ya no es tan habitual es que en un mismo punto se multipliquen los servicios afectados. Este es el caso del trazado del Oleoducto Bilbao-Valladolid a su paso por el desfiladero de La Techa en la provincia de Alava. Es este un paso natural de la Cordillera Cantábrica a la Meseta, utilizado como tal desde las primeras civilizaciones de la Península. Abierto por el Río Bayas, en su discurrir



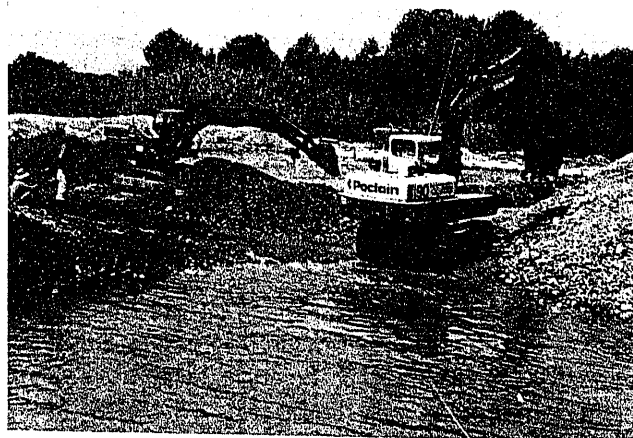
hasta el Ebro, aloja a pesar de su angostura la carretera, el ferrocarril, y estaba en ejecución, en el momento de realizar el Oleoducto, la autopista Bilbao-Zaragoza, que adoptó como solución para su paso en este punto, la realización de un gran viaducto que dejaba a cota inferior el resto de los servicios.

Los diferentes organismos públicos con jurisdicción en el desfiladero son: la Confederación Hidrográfica y Comisaría de Aguas del Ebro, la Dirección General de Carreteras y la Delegación de Bellas Artes, la Diputación Foral de Alava, Renfe, Icona, La Concesionaria de la Autopista Vasco-Aragonesa, las Juntas Administrativas de Subjana y Cuartango. Hubo de realizarse un Proyecto que satisficiera las necesidades de todos ellos con los condicionantes técnicos propios del Oleoducto. De esta forma en los cuatro kilómetros de trazado, la tubería obligada por un condicionante, emerge y se sumerge en el río con protecciones varias que aseguren su futuro ante las crecidas; otro le lleva a cruzarlo varias veces zigzagueando las cimentaciones del viaducto; un tercero, le hace seguir el pie de talud de carretera y ferrocarril yendo alojada en la mayor parte posible de su recorrido en un canal de hormigón relleno de arena, cerrado con una losa que asegurando su estanqueidad en régimen de aguas altas, permite su inspección en caso de avería; y por último el enésimo la obliga a subir un talud vertical de 40 m. de altura para poder alcanzar con pendientes más suaves las tierras llanas de La Rioja y Castilla.

Las dificultades de ejecución que se desprenden de un Proyecto tan complejo como el descrito, las interferencias en el trabajo derivadas de la simultaneidad de la obra con la correspondiente al viaducto de la Autopista, el riesgo que supone excavar al pie de terraplenes de ferrocarril y carretera protegidos con mampostería en seco y los muy frecuentes imprevistos a que están sometidas todas las labores que se realizan en el cauce de un río, agravados en este caso por su angostura en la zona de obras, condicionaron en gran medida la ejecución de este tramo del Oleoducto exigiendo el desarrollo de gran número de trabajos auxiliares, que realizados en varias ocasiones pues otras tantas las crecidas del río las destruyeron, permitieron su finalización.

LA LINEA EN EL RIO FRANCOLI

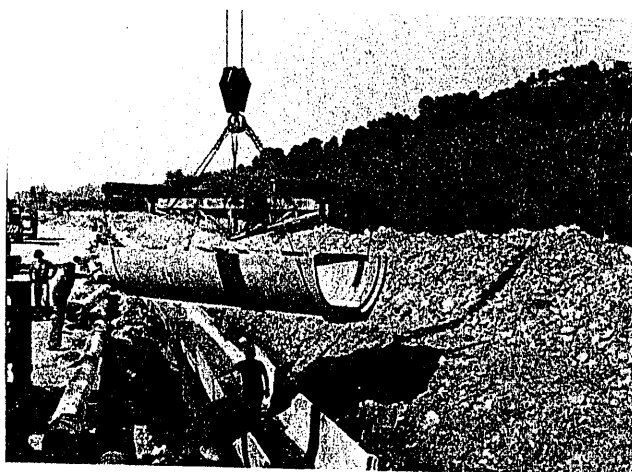
En los doce primeros kilómetros del trazado del Oleoducto Tarragona-Lérida-Zaragoza-La Muela se presentó un grave problema de ocupación de



terrenos que cuestionó seriamente la realización del Proyecto. La única opción factible, consistió en la implantación de la tubería en el cauce del Río Francolí, en los últimos kilómetros anteriores a su desembocadura a la altura de la ciudad de Tarragona.

Para la realización del Proyecto hubo que analizar las diferentes hipótesis de solicitaciones que pueden presentarse en la tubería, cuando se encuentra situada en el cauce de un río que como el Francolí es de régimen torrencial y que no se encontraba canalizado. En estas condiciones, ante cualquier avenida, pueden producirse movimientos en el lecho del río que llegan a afectar a las márgenes y fondos del mismo, hasta una determinada profundidad.

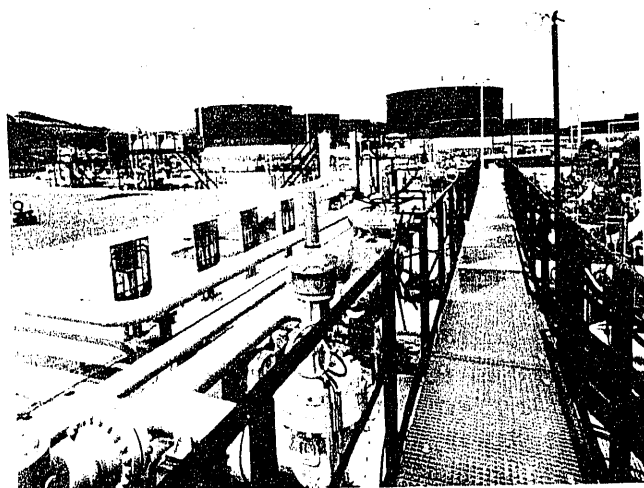
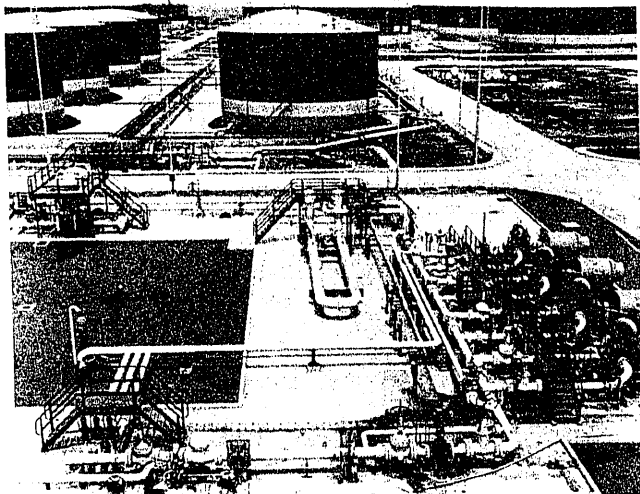
Las consecuencias que pueden derivarse de una situación de este tipo debían estudiarse desde el doble aspecto de daños a terceros y al propio Oleoducto que de producirse en la primera parte de su trazado inutilizaría de forma total los doscientos cuarenta y siete kilómetros de su longitud.



La solución adoptada consistió en una canalización del río, sin protección de márgenes, a lo largo de los doce kilómetros del trazado, y en la ubicación de la tubería a más de dos metros de profundidad con una protección de hormigón armado que garantizaba la estabilidad de la estructura aún cuando se produjera un posible descalce de su apoyo continuo que dejara vanos de hasta veinte metros de longitud.

De esta forma se aseguraba el correcto funcionamiento del Oleoducto en circunstancias extremas lógicamente previsibles, dejando la posibilidad de otras actuaciones ante circunstancias catastróficas, ya que las medidas adoptadas siempre proporcionarían el tiempo necesario para la interrupción del bombeo, antes de llegar a la rotura.

La ejecución de la obra hubo de realizarse en estiaje y por tanto con gran rapidez. El apoyo uniforme de la tubería para dejarla perfectamente embebida en el hormigón se consiguió por medio de la disposición de canaletas prefabricadas que impermeabilizaron el recinto situado siempre bajo la capa subalvea del río, permitiendo a su vez una correcta ejecución del hormigón. El cable para telemando y teletransmisión, cuyos empalmes se realizaron con manguitos termorretráctiles para garantizar su impermeabilidad, se alojó en tubería PVC.



OLEODUCTOS REALIZADOS POR CAMPSA

REALIZACION DE DEPOSITOS EN EL ULTIMO QUINQUENIO

CUADRO Nº 3

DEPOSITOS	CARACTERISTICAS									
	CAPACIDAD M3. x 10 ³	AÑO DE ENTRADA EN SERVICIO								
		1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
NUEVA CONSTRUCCION:										
FACTORIA SOMORROSTRO (VIZCAYA)	336,5									
" MIRANDA DE EBRO (VIZCAYA)	62,4									
" SANTOVENIA (VALLADOLID)	124,6									
" MONZALBARBA (ZARAGOZA)	222,2									
" TORREJON (MADRID)	698,5									
" CORDOBA	243,5									
AMPLIACIONES:										
FACTORIA TARRAGONA	19,0									
" LERIDA	22,6									
TOTAL	1.729,3	QUINQUENIO 75 -- 80								

ALMACENAMIENTOS

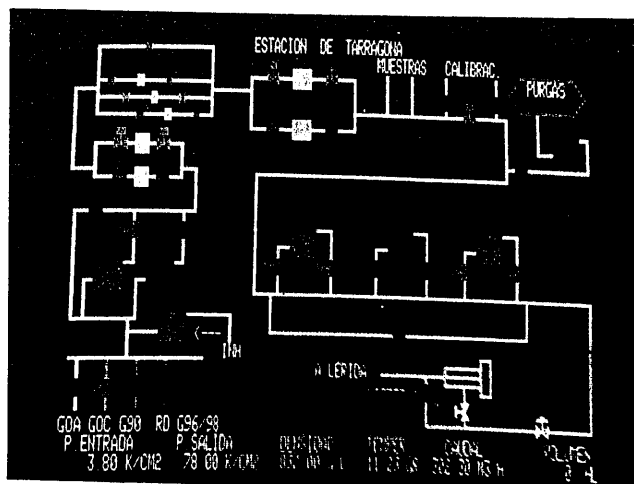
Los stocks que se necesitan para la distribución por medio de un transporte discontinuo tienen un carácter operativo que a su vez garantizan en cierta medida el suministro ante cualquier interrupción. Posteriormente y con la puesta en marcha de los oleoductos surge la necesidad de almacenamientos estratégicos que además de asegurar la continuidad en los abastecimientos permitan alcanzar costos razonables en la explotación del Oleoducto. Ello es debido a la rigidez del sistema de transporte por tubería, en lo que a absorción de "puntas" se refiere y a la consecución del óptimo coeficiente de utilización de la red, imprescindible para alcanzar el mínimo coste de explotación. Debido a ello, y dentro del quinquenio de referencia, se completaron los almacenamientos de Torrejón de Ardoz y Zaragoza, se ampliaron los de Tarragona y Lérida y se construyeron los de Córdoba, Valladolid y Miranda de Ebro y Bilbao (Somorrostro) por citar los más importantes, con una capacidad total construida de 1,7 millones de m³, de acuerdo con la distribución reflejada en el cuadro n.º 3.

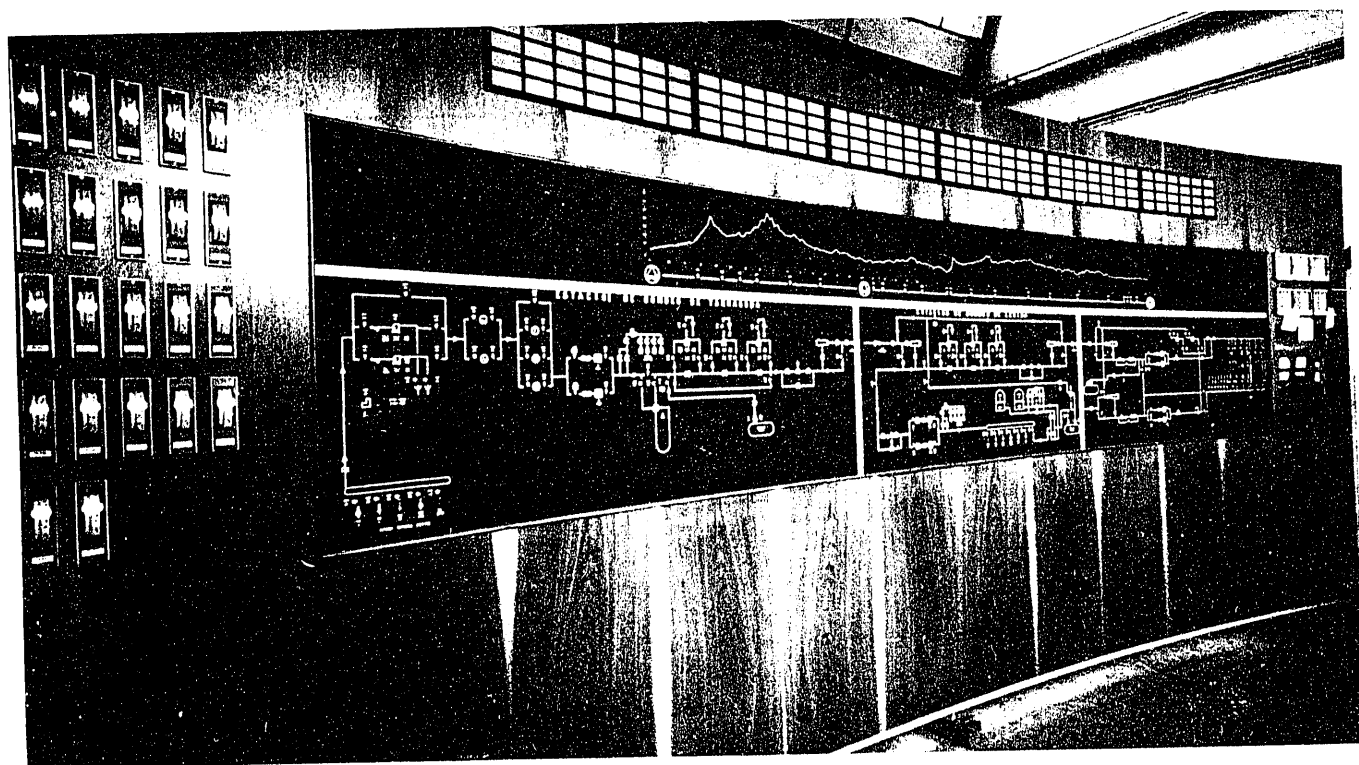
MANDO Y CONTROL DEL OLEODUCTO

Se ha realizado un programa de optimización general de la red de Oleoductos para el que ha sido necesario dotar a cada uno de los diferentes ramales que lo integran de un sistema de mando y

supervisión, eficaz y fiable, que relacionándolos entre sí en un futuro a través de un puesto de mando central, permitan su logro.

Para que cada uno de los sistemas establecidos en los ramales alcancen el grado de eficacia necesario, deben de ser precisos y rápidos en la obtención de medidas e información, por ello han sido detalladamente estudiados los equipos de comunicación, telefonía, teletransmisión, alimentación y ordenador y la medición de caudales y detección de fugas e interfases. Para ello, se sitúan puestos de mando locales en las estaciones terminales o de bombeo así como un puesto de mando central para





cada ramal que enlaza con los equivalentes de los restantes a través del control para toda la red que todavía no se ha realizado.

Los puestos de mando centrales de cada ramal, recogiendo la información de los locales a través del sistema de telemando, controlan pérdidas, persiguen interfases, calculan potencias consumidas, etc., y emitiendo información al operador para enviar posteriormente y a través del sistema de telemando, órdenes y puntos de consigna para los diferentes controles analógicos o digitales.

El sistema de Telecontrol ha sido configurado de tal forma que por avería en el órgano central o en el propio sistema de transmisión no se pone en peligro el funcionamiento del Oleoducto para lo cual el sistema está sustentado por unas lógicas programables a nivel de cada estación que tienen la suficiente autonomía e inteligencia como para enclavar el sistema en caso de peligro.

La comunicación del operador con el sistema se realiza mediante un teclado alfanumérico que permite actuar en la totalidad del Oleoducto y tener siempre una visión general actualizada del mismo.

