

Viaje de estudios en el metro^(*)

Por ANTONIO LOPEZ BUSTOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Viajando en el «Metro» el autor de este artículo observó como su tren atravesaba una de las estaciones de la ruta sin detenerse.

Al pensar sobre este acontecimiento analiza las posibilidades de que a base de utilizar vagones aislados (de trasvase) los viajeros puedan ascender o descender de los trenes de largo recorrido en marcha y así ser trasladados desde el origen al final de trayecto sin hacer paradas intermedias.

ANTECEDENTES

Se dice que los sabios suelen ser algo desordenados y ya que no podemos pretender pasar por lo primero, al menos nos apuntaremos así en lo segundo.

Por esta causa hemos de confesar que el presente artículo fue escrito en sus comienzos hace ya más de tres años y particularmente en sus primeros párrafos se advierte tal circunstancia que previamente queremos hacer notar para suavizar así ese brinco cronológico.

En efecto, de esta manera comenzábamos entonces diciendo que la prensa de Madrid había anunciado en el verano de 1982 que con motivo de las obras de construcción de la línea número 9 del Metropolitano, se suspendería durante un tiempo adecuado el servicio en la estación de «Príncipe de Vergara» de la línea número 2. Ventas-Cuatro Caminos.

Quien esto escribe no se había enterado de la apuntada advertencia y finalizando el mes de julio al coger el metro en Goya para ir a la Puerta del Sol, fue una sorpresa el ver como inesperadamente atravesábamos sin detención y aparentemente sin reducir velocidad la citada estación «suspendida» que no obstante permanecía iluminada con aparente normalidad.

El espectáculo por lo inesperado me sorprendió y en cierto modo hasta sobrecogió el contemplar como un tren con abundantes viajeros y todo pletórico de energía cinética olvidaba el ritual de parar y volver a arrancar, para en breve tiempo dejar unos pocos viajeros (a veces

menos de media docena) así como también el que suban otros, más o menos en análogo número.

El tren era de los pequeños, con cuatro vagones, como corresponde a esa línea cuyas estaciones de unos 60 metros de longitud suponen ese límite para vagones comunes de unos 15 metros de largo y transportaría unos 200 viajeros, lo normal en aquellas horas y fecha de año.

PENSAMIENTOS DE ECONOMIA

Al ver realizado así de fácil el salto del tren sobre la citada estación no pude evitar que mis pensamientos, más bien de tendencias austeras, gozasen un poco ante la apreciable cantidad de energía economizada a costa de tan pequeño sacrificio, con perdón de algunos pocos viajeros a quienes se les negó algo que les correspondía aunque ello resulte bastante caro para los demás. Pero la pérdida de ese algo, será una de tantas pérdidas que no tienen remedio?

El problema no es leve, pero pensando imparcialmente parece penoso que tengamos que detener cada 600 metros (más o menos) un tren que marcha a unos 40 kms/hora con un peso en vacío que puede ser del orden de 90 Tns. para que suban o bajen unos 20 viajeros de los 200 ó 300 que ordinariamente transporta y con la obligación de hacerlo todo en el menor tiempo posible para que esa velocidad resulte adecuada a la prestación de un servicio correcto.

Todas las cosas tienen remedio casi siempre pero los remedios no se regalan y sólo son aceptables cuando su precio es razonable. Así pues vamos a pensar un poco sobre este tema

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 30 de noviembre de 1986.

aunque con el temor de no encontrar lo que se busca y al final haber perdido el tiempo. Pero el tiempo se pierde tanto y de tantas maneras que a veces hasta se paga dinero por perderlo. Decididamente no hay que ser escrupulosos y así vamos a entrar de nuevo al Metro para pensar sobre estas cuestiones.

SISTEMA APLICABLE

Supongamos para fijar ideas que el tren tiene como el de la línea 2 de Madrid cuatro vagones pero que ellos no son exactamente los mismos de antes sino algo diferentes, lo necesario para que los viajeros no permanezcan inmovilizados en cada coche sino que provistos estos vehículos de fácil comunicación entre sí permitan a aquellos durante la marcha, desplazarse de uno a otro a lo largo de todo el convoy en la forma que convenga. Así creemos que son algunos «metros» extranjeros, en ciertas ciudades japonesas por ejemplo, aunque no ha sido comprobado personalmente por quien esto escribe cuyo pensamiento se desplaza con más facilidad y economía que su cuerpo, pesado fardo que a veces resulta incómodo equipaje para muchos viajes en que no hace demasiada falta.

Estamos así ante un tren teórico que consta como sabemos en nuestro ejemplo de cuatro vagones, pero preparados a seguir una adecuada conducta. Para describir este modo de funcionar vamos a fijarnos en lo que sucede a lo largo de un tramo que abarca cuatro estaciones consecutivas *a b c y d* con tres tramos intermedios de túnel (prácticamente iguales) que llamaremos lógicamente *ab bc y cd*. Así contemplamos inicialmente como por el centro de *ab* pasa un tren a marcha de régimen compuesto por cuatro unidades, pero que inmediatamente se desprende del mismo el último vagón que frenando adecuadamente se detiene al llegar a la estación *b*. Naturalmente por esta estación pasó con anterioridad el tren restante con los tres primeros vagones y al salir de *b* poco después alcanza al último vagón del tren anterior para así pasar por el centro de *bc* ya con la velocidad constante de cruce un nuevo tren de cuatro unidades dispuesto a repetir el mismo ciclo anterior al salir del centro de *cd*.

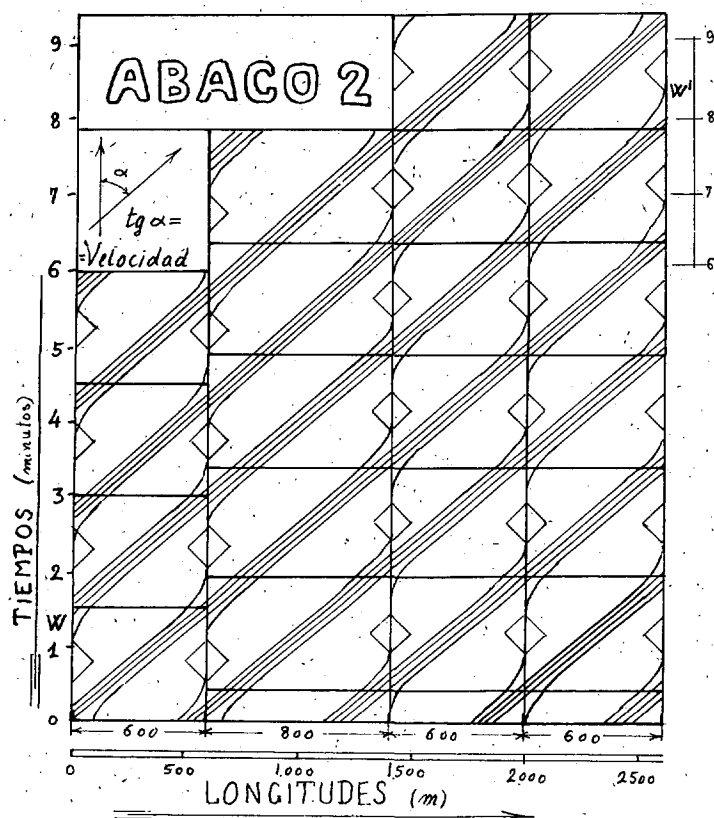
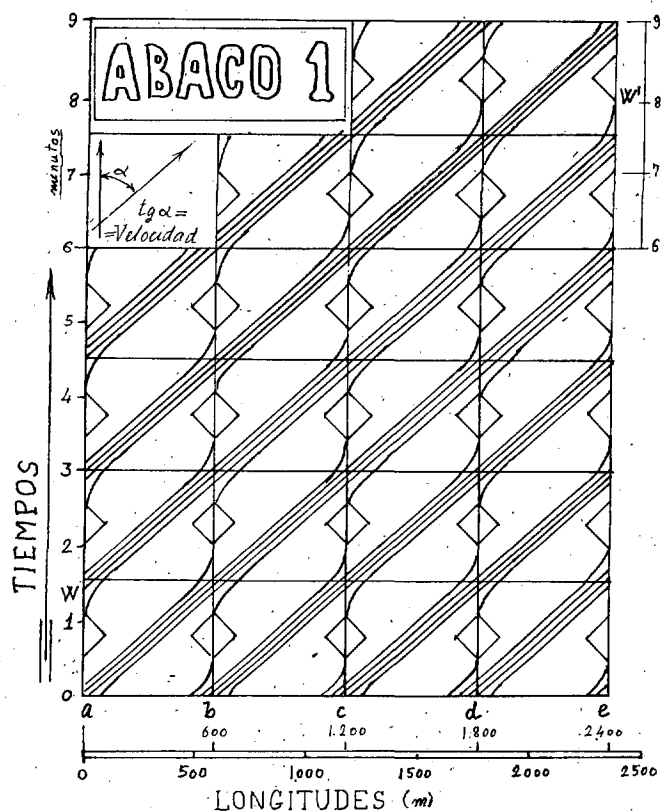
No hace realmente falta insistir, pero resumiremos: Entre cada par de estaciones consecutivas *b y c* hay un último vagón de un tren que al salir de *b* se desengancha frena y se detiene en *c* para dejar los viajeros que lleva y recoger los que allí esperan, inmediatamente después arranca y acelera moderadamente para ser alcanzado por el tren siguiente antes de llegar a la mitad del trayecto *cd*, este vagón ya no se detendrá hasta que vuelva a quedar en cola cuatro estaciones después, pero esos viajeros que subieron, que han de hacer? Pues esto es parte importante del programa planteado ya que como es natural cada uno quiere ir e irá donde desea.

Cuando ese vagón suelto con sus nuevos viajeros, ya a la velocidad de régimen, se ha incorporado a la cabeza del tren siguiente que le contemplamos ahora nuevamente con sus cuatro vagones, los nuevos viajeros que pretenden descender en una estación que es de las tres primeras, deberán situarse prontamente en los tres vagones posteriores para lo cual cada uno de ellos lleva visible ya el nombre de la estación de destino, o sea aquella en que va a detenerse. Los que piensen apearse después, quedan separados en dos grupos: aquellos que vayan a la estación cuarta deberán permanecer en ese mismo vagón que subieron, en el cual habrá ya aparecido el nombre de la misma y los que vayan más lejos habrán de esperar el turno trasladándose hacia delante hasta que sus lugares de destino vayan apareciendo en los vagones que posteriormente se incorporarán por cabeza entre cada dos estaciones.

GRAFICOS ESPACIO TIEMPO

Nos referimos ahora al llamado «Abaco 1» donde las abscisas representan longitudes recorridas y las ordenadas tiempos invertidos así como la línea *WW'* representativa de las posiciones sucesivas del vagón *W* desde que arranca en la estación *a* hasta la *e* su primera detención, lo que indica que los viajeros que subieron en *a* con destino para *e* no precisan trasbordo alguno. Las estaciones se han supuesto equidistantes y separadas unos 600 m. entre sí.

Aprovechando el encuadre de la línea *WW'* se han dibujado también las líneas de recorrido



de los demás vagones que caen en los límites del dibujo y ofrecen así el aspecto del conjunto abarcado. Se han señalado además con un rombo (casi cuadrado) los lugares de parada de vagones.

En el ábaco 2 se ha introducido la variante de la distancia entre las estaciones *b* y *c* que se hace sensiblemente mayor produciendo el natural aumento, aguas abajo, de espacios y tiempos.

Si se observan con meticulosidad estos ábacos se hace notoria cierta imprecisión en las intersecciones, ello sólo puede evitarse dibujando a mayor escala cuando sea necesario pues los paquetes de cuatro líneas se asimilarían así mejor a una sola de aceptable espesor. La velocidad de los trenes es quizás demasiado baja (unos 20 km./hora) buscando así las intersecciones cercanas a los 45°, que dan la mayor eficacia a los dibujos.

DETALLES

Una exigencia de este sistema que nos ocupa es que todos los vagones han de ser motores para poder desplazarse solos cuando a cada uno le vaya llegando el turno de marchar en solitario, lo cual por otra parte se tiende a imponer en muchos metropolitanos que pudieramos llamar convencionales y naturalmente por causas diversas ajenas a nuestro actual tema.

En realidad cada coche en nuestro caso, sigue una conducta en el recorrido como si lo hiciera él solo y parando de cuatro en cuatro estaciones (siempre que se trate de trenes de cuatro unidades). Los acoplamientos obedecen únicamente a los imperativos derivados de la necesidad de emplazar los viajeros donde les corresponde, utilizando para ello, con perdón de los mismos, una minúscula parte de su energía muscular como ya hacían desde principio de siglo los viajeros de los trenes clásicos pasando de un vagón a otro en plena marcha.

De esta manera sucede que el jefe de una estación verá pasar trenes de tres vagones cada pocos minutos sin detenerse y entre cada dos de ellos comparecerá un vagón (o coche) aislado que se detiene siempre para renovar todos sus viajeros. Las aceleraciones y frenados de estos coches serán análogos a los de los trenes

completos en los casos normales, aunque aplicados de esta manera a un peso mínimo tanto en lo que se refiere al material como a los viajeros. Además dividido todo ello por 4 en nuestro ejemplo con trenes de cuatro coches.

No olvidamos que a veces en ciertas estaciones por causas diversas concurre un mayor movimiento de viajeros que en otras y a ellos puede destinarse como unidad la pareja de coches o más si fuese aconsejable. Esto sin embargo es ya entrar en detalles que ahora resultan muy prematuros y que siempre habrá que estar puliendo las estadísticas para adelantarse en lo posible a los acontecimientos apenas sean insinuados. Bueno es en todo caso señalar que en principio no parece prohibido formar trenes más largos que las estaciones, exceptuando únicamente las dos extremas donde ha de realizarse el cambio de sentido en la marcha de cada tren y la renovación total de los viajeros que allí llegan.

VENTAJAS MARGINALES

Creemos que este sistema, si alguna vez llegara a usarse ofrece también la ventaja de que el gasto de infraestructura es mínimo por no precisar estaciones largas ya que ello no limita la longitud de los trenes que serán como vayan haciendo falta. La longitud de una estación no depende de la de los trenes sino del número de viajeros que en una sola vez se pretenda que embarquen o desembarquen de ella.

Otra ventaja apreciable es la que se hace notar si se piensa en que todos los viajeros van realmente en un tren expreso puesto que nunca hay para ellos detenciones intercaladas en su recorrido lo que se hace muy importante para los viajes largos con gran economía de tiempo y sin que por ello se eleve la velocidad máxima de los trenes.

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS

Imparcialmente hemos de insistir en que lo más grave de este sistema es que se utiliza como material móvil no solo a los trenes y vagones sino lo que es más difícil, también los propios viajeros. Por ello es preciso dedicar una

particular atención para que todos los movimientos resulten correctos y precisos sin vacilaciones ni pérdidas de tiempo evitando toda improvisación.

La programación de todas las maniobras y movimientos cae de lleno en las posibilidades hacia el automatismo total que ahora tanto se impone en razón a sus características de rapidez, economía, seguridad y también quizás un poco de moda. Además algunos casos más o menos comparables están ya así resueltos y sancionados satisfactoriamente, pese a mover a veces mayores volúmenes de viajeros o vehículos con velocidades superiores. Sin embargo en el caso del metro la naturaleza de los viajeros es más heterogénea, donde no es rara la presencia de personas solitarias que más que otras deberían ir acompañadas, lo cual por desgracia no es fácil de evitar, así parece elemental prudencia contar con la presencia de un número adecuado de agentes responsables, pues los percances en un túnel aún cuando apenas representen peligro son muy propensos al pánico. En nuestro ejemplo pudiera estimarse adecuada una dotación de dos agentes para el tren completo que en el período de desglose uno quedaría en el vagón solitario y el otro para los tres restantes aparte de los conductores si no hay sistema automático para esta misión. Tres personas relevándose los papeles de conductor y agente de tren pudieran ser una solución eficaz. Pero estos son problemas que están latentes en muchos metropolitanos actuales y ordinarios.

UN INCONVENIENTE

Pensamos ahora en los escasos viajeros que entren por una estación con intención de salir por la siguiente. Puede haber problemas cuando la distancia entre las estaciones sea menos que unos 600 metros pero en este caso suele ser raro que alguien quiera utilizar el metro para tan corto trayecto. En cambio si la distancia entre las estaciones se aproxima al kilómetro el tiempo para cruzar el tren es más suficiente. No parece que esto sea para preocuparse excesivamente.

TRATANDO DE RECORDAR OTROS ANALOGOS SISTEMAS

Al escribir lo que precede y dar vueltas con el pensamiento orientado hacia estos temas así manejados han pasado por nuestra mente recuerdos de otras soluciones para el mismo problema y que por ello en cierto modo son semejantes. Así parece oportuno el intento de fijar algunas ideas para redondear el conjunto con otros puntos de vista de semejanza apreciable con lo que hasta ahora se ha tratado.

Resumen, vamos a describir con la mayor brevedad posible dos sistemas recordados de metropolitanos rápidos a base del trasvase de viajeros entre vehículos en marcha.

El primero lo llamaremos sistema de «vagones en paralelo» y el segundo de «cargadores» que como se verá después es bastante parecido al anterior.

SISTEMA DE VAGONES EN PARALELO

Ayudados de nuestra endeble memoria como único punto de apoyo pasamos a la descripción de este sistema que nos parece recordar se estudiaba para aplicarle en una gran ciudad que aún no tiene (o no tenía entonces) servicio de «metro».

Para hacer una descripción de este sistema en la forma más clara posible, vamos a detallarle como si nos refirieramos a un caso concreto ya existente y así en la figura 1, se dibuja la planta de esa línea de metro sensiblemente recta, de 26 estaciones cubriendo 25 tramos más o menos iguales, de unos 800 m. cada uno a lo largo de un recorrido total de aproximadamente 20 km. Esta figura 1 es naturalmente esquemática sin guardar la relación real entre las longitudes de las estaciones y los túneles que las comunican.

Entre las estaciones terminales 1 y 26 hay una comunicación directa mediante doble vía para circular (por su derecha, por ejemplo) los trenes expresos que no se detienen sino en ambos extremos para cambiar de dirección, ellos están compuestos de un número de vagones suficiente para dar cabida a las máximas demandas previsibles de viajeros en algún lugar del trayecto, por ejemplo seis coches de 15 m. de longitud (90 m. el largo total del tren) para aproximadamente 500 viajeros. A cada lado de ambas vías de expresos se emplaza otra vía para circulación de los vagones «portadores» que también marchan por su derecha o sea en la misma dirección de los expresos más próximos. Estas dos vías (dibujadas a trazos) arrancan de la estación 2 y terminan en la 25 circulando por ellas los citados coches portadores en unidades

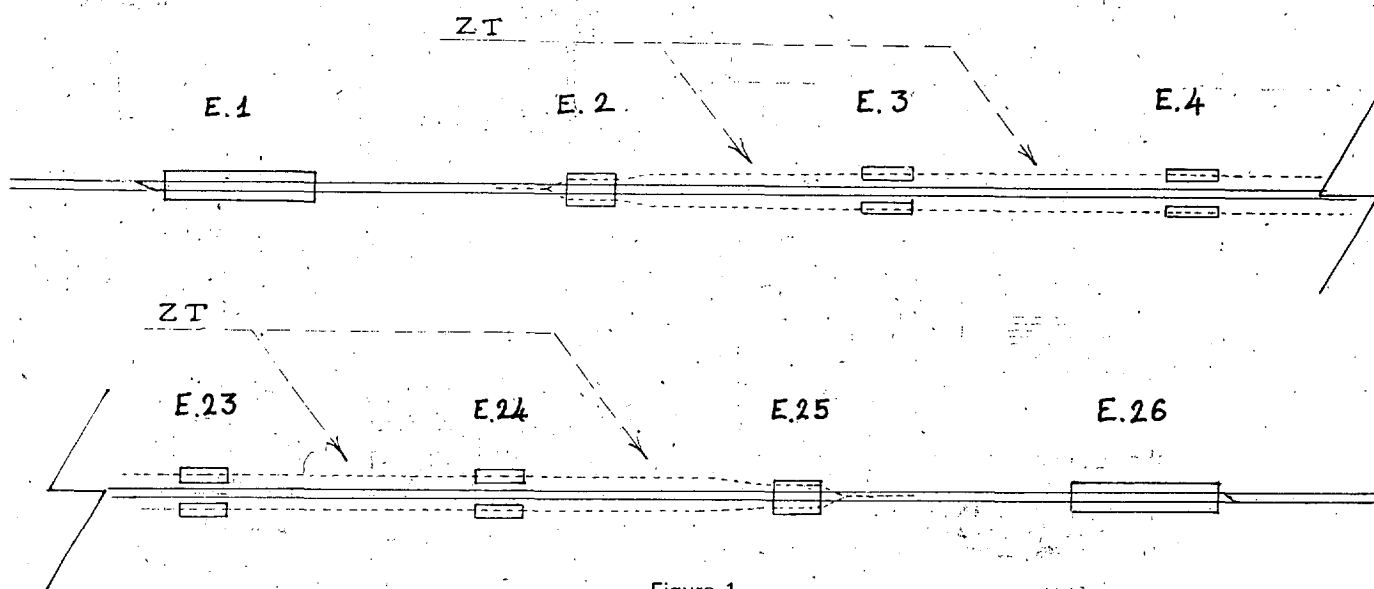


Figura 1.

Estaciones terminales 1 y 26
longitud útil $l = 90$ m.
(para 6 vagones) trenes expresos

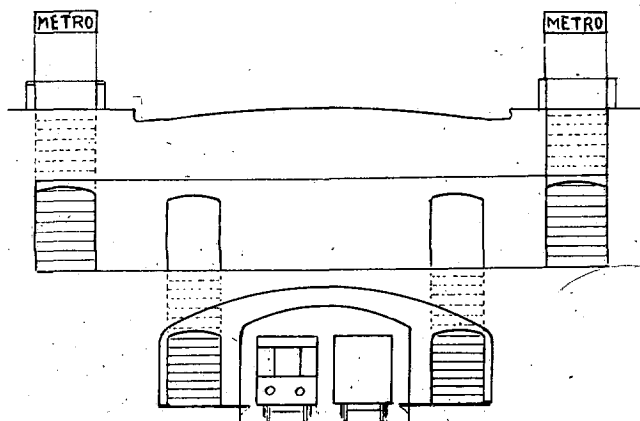


Figura 2

aisladas y deteniéndose en todas las estaciones del trayecto, de la 2 a la 25. Son vagones de 15 metros iguales a los de los expresos y las puertas en igual disposición para facilitar los trasvases, pero con pocos asientos por la misma causa, contando además con la breve permanencia en ellos de los viajeros.

La figura 2 representa la sección transversal típica de las estaciones extremas que no ofrecen nada especial si no es recordar su longitud,

Estaciones intermedias
(de la 3 a la 24)
($l = 16$ m.)

- a) Estaciones para portadores.
- b) Túnel de trenes expresos.

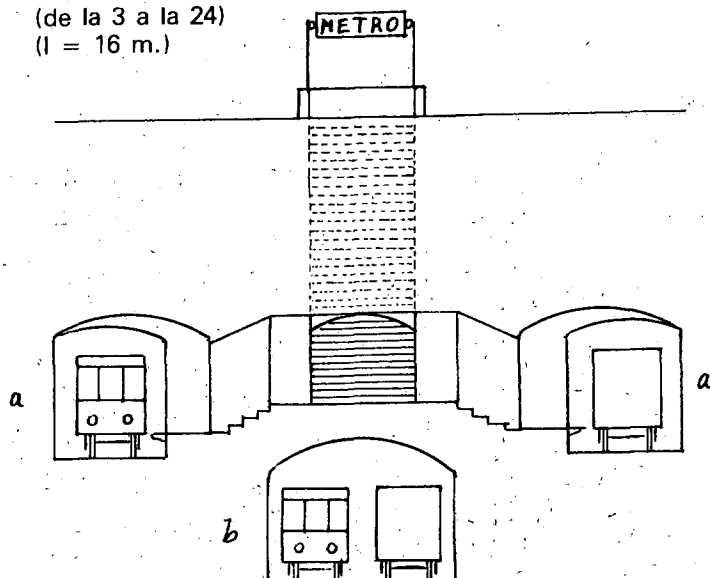


Figura 3.

Estaciones 2 y 25
($l = 16$ m.)

- a) Estación de portadores.
- b) Túnel de expresos.

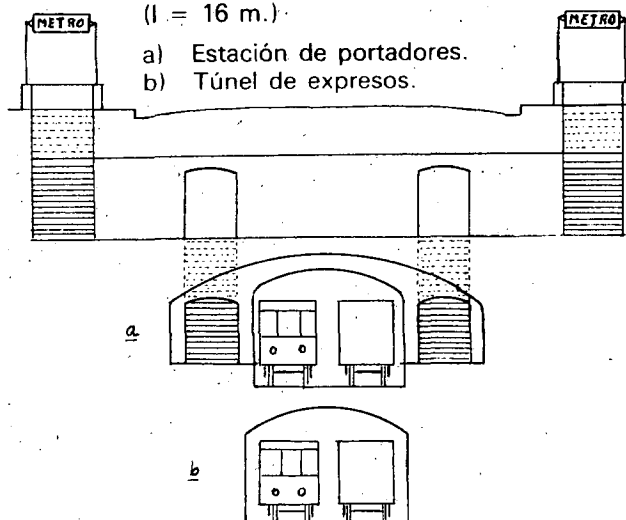


Figura 4.

la necesaria para albergar seis coches y aguja para la maniobra de cambio de marcha. En las figuras de la 2 a la 5 los trenes que circulan en dirección hacia el lector, aparecen con el testero dibujado con detalle (faros y ventanas), por el contrario los trenes que circulan en sentido opuesto, tienen el testero posterior solamente dibujado en su contorno, para destacar así esta diferencia de direcciones.

La figura 3 ofrece la sección transversal en



Corte por ZT:
E = tren expreso
P = Vagón portador

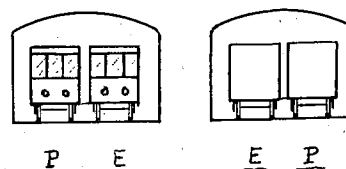


Figura 5.

VIAJE DE ESTUDIOS EN EL METRO

el emplazamiento de las estaciones más «intermedias» (de la 3 a la 24) desdobladas en ascendente y descendente para dejar en medio el túnel de los expresos que mientras sea posible deberá quedar situado a mayor profundidad para favorecer la aceleración y posterior frenado de los vagones «portadores». La longitud mínima de estas estaciones será la necesaria para alojar holgadamente un solo vagón aunque el que quepan dos resultaría lo más prudente.

La figura 4 representa el corte transversal tipo de las estaciones 2 y 25 análogas a las de la figura anterior pero condicionadas a su posición singular de Cabeza y Cola en el recorrido de los «Portadores» reuniendo ambas vías (ascendente y descendente) para llegar adecuadamente hacia la aguja de maniobra y cambio de sentido en la marcha, (fig. 1).

La figura 5, es el transversal correspondiente a una de las zonas de trasvase de viajeros (ZT) donde los vagones portadores estarán durante un tiempo suficiente sin detenerse, emparejados y acoplados a puerta abierta con un vagón del tren expreso a fin de realizar así el intercambio de los viajeros que subieron en la estación anterior con los que han de descender en la próxima. La figura se ha dibujado, para ese tramo, con dos túneles de dos vías cada uno aislando los pares de vehículos que marchan en la misma dirección durante el trasvase, como parece aconsejable mientras no existan dificultades importantes para ello.

Todo este conjunto es fácil así de imaginar como funciona: Los trenes expresos con 6 vagones circulan en lanzadera desde la estación 1 a la 26 sin detenerse y a una velocidad prácticamente constante cercana a los 40 km./hora, por ejemplo. El número de ellos deberá ser como máximo un tren entre cada dos estaciones para cada sentido y naturalmente con los vagones todos intercomunicados facilitando el que cada viajero esté en el lugar adecuado al aproximarse su trasbordo. Entre cada par de estaciones intermedias (de la 2 a la 25) funcionan naturalmente los vagones portadores, normalmente un solo coche que se detiene en cada estación vaciándose el total de los viajeros que allí llegan y alojando seguidamente los que esperan con destino a lugares posteriores, los cuales se incorporarán en el primer punto de trasvase al correspondiente tren expreso.



C = Cargador
T = Transportador

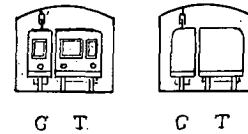


Figura 6

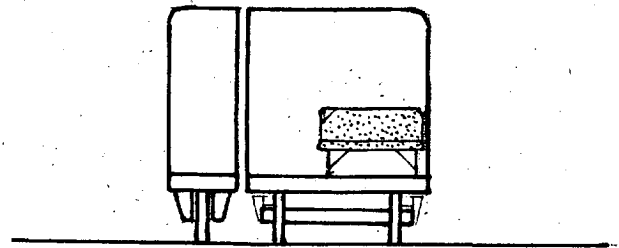


Figura 7

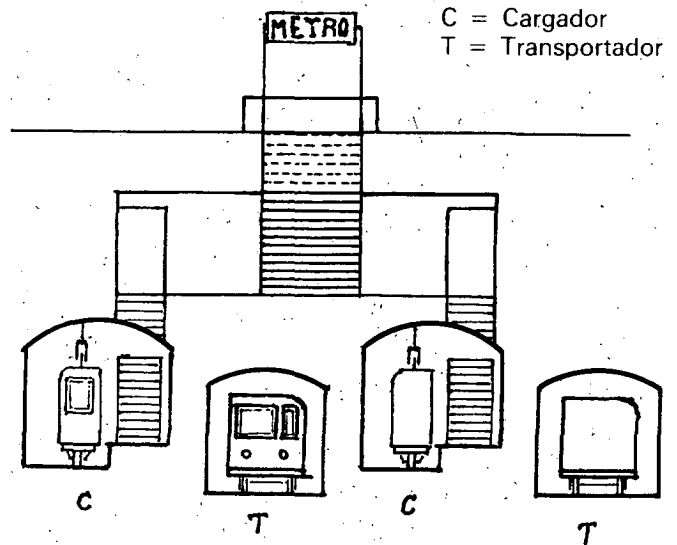


Figura 8

SISTEMA DE CARGADOR

A este sistema se hizo referencia en un Boletín de Información de Ministerio de O.P. ya bastante antiguo (Enero de 1972) al hablar de «Transportes Urbanos Continuos» donde se denominaban vehículos «Cargador» y «Transportador» a los homólogos del caso anterior.

En realidad este sistema es bastante parecido al precedente con la diferencia fundamental de que el vagón portador se remplaza por el llamado «cargador» que es mucho más estrecho alojando a los viajeros en un vehículo (quizás monocarril) en forma de pasillo móvil que acelerado adecuadamente se sincroniza y acopla al coche «transportador» (o expreso) más o menos según se indica en la figura 6.

El vagón transportador tiene todas sus puertas en el lado correspondiente a las presencias temporales del cargador y los asientos de los viajeros que en marcha han de intercambiarse, abreviando en lo posible esa operación (fig. 7).

Es de notar que en este sistema el conjunto formado por el cargador y el transportador durante el trayecto de acoplamiento, no es simétrico a causa de la diferencia de anchura de ambos vehículos. Consecuencia de ello es que si en el viaje con dirección A-B el primero va a la izquierda del segundo, en la dirección B-A el primero irá a la derecha del segundo. Esta circunstancia sin embargo no significa inconveniente alguno, compárense las figuras 6 y 5.

En la figura 8, se representa para el sistema de «cargador» la sección transversal de una estación intermedia que parece oportuno comparar con la figura 3, o sea el caso homólogo del sistema de «vagones en paralelo».

COMPARACION DE LAS TRES SOLUCIONES

Estas comparaciones finales han de ser forzosamente muy someras como impone la superficialidad empleada en la descripción de las tres soluciones, que para abreviar denominaremos respectivamente A, B, y C, conforme al orden que se han reseñado. Hay que tener en cuenta además que en obras de esta clase, los factores particulares del terreno y circunstancias

del entorno, son imperativos los más decisivos para señalar la solución adecuada. Después de estas salvedades pasamos adelante.

Solución A

Ventaja importante para esta solución es la posibilidad de utilizar llegado el caso, una obra antigua tipo convencional para ser transformada en este modelo donde los túneles estaciones y vías serían prácticamente utilizables y sólo se precisaría la renovación del material móvil. De tratarse de una línea nueva el coste de la misma sería parecido al de una línea tipo corriente. Inversamente transformar una línea tipo A en convencional los gastos serían mínimos, pues aún siendo las estaciones para dos coches solamente, en principio no sería necesario alargarlas aunque los trenes fueran de cuatro, si se mantiene la posibilidad de pasar en marcha los viajeros de un vagón a otro.

Podría quizás pensarse como inconveniente, que el trasvase de viajeros aparenta como el más lento de los tres casos al hacerse casi en fila india pero este inconveniente se anula por disponer de mayor tiempo puesto que cuando un vagón se conecta a la cabecera del tren que le ha alcanzado tardará cuatro estaciones en desengancharse de nuevo, (más aún si el tren es mayor).

Cuando la longitud de la línea pase de unos 15 km. será prudente colocar hacia su mitad una estación como las terminales, es decir con longitud suficiente para alojar un tren completo (de cuatro vagones en nuestro ejemplo) lo cual representará un modesto aumento del presupuesto y muchas ventajas para las más diversas emergencias que puedan presentarse.

Solución B

Esta solución en igualdad de las restantes condiciones, resultará normalmente la más cara pues aparte de ser la más ambiciosa sólo puede aplicarse a una línea de nueva construcción que de entrada ha de estar provista de cuatro vías en prácticamente todo su recorrido. La longitud de las estaciones, salvo las dos extremas,

será como en el caso A menor que la de los trenes expresos y por lo menos igual a la de los «portadores» más un resguardo adecuado para realizar las paradas con holgura y rapidez.

Esta solución además, en igualdad de las restantes condiciones, resultará normalmente la más cara pues aparte de ser la más ambiciosa sólo puede aplicarse a una línea de nueva construcción que de entrada ya ha de estar provista de cuatro vías en prácticamente todo su recorrido. La longitud de las estaciones, salvo las dos extremas, será como en el caso A menor que la de los trenes expresos y por lo menos igual a la de los portadores más un resguardo adecuado para realizar las paradas con holgura y precisión.

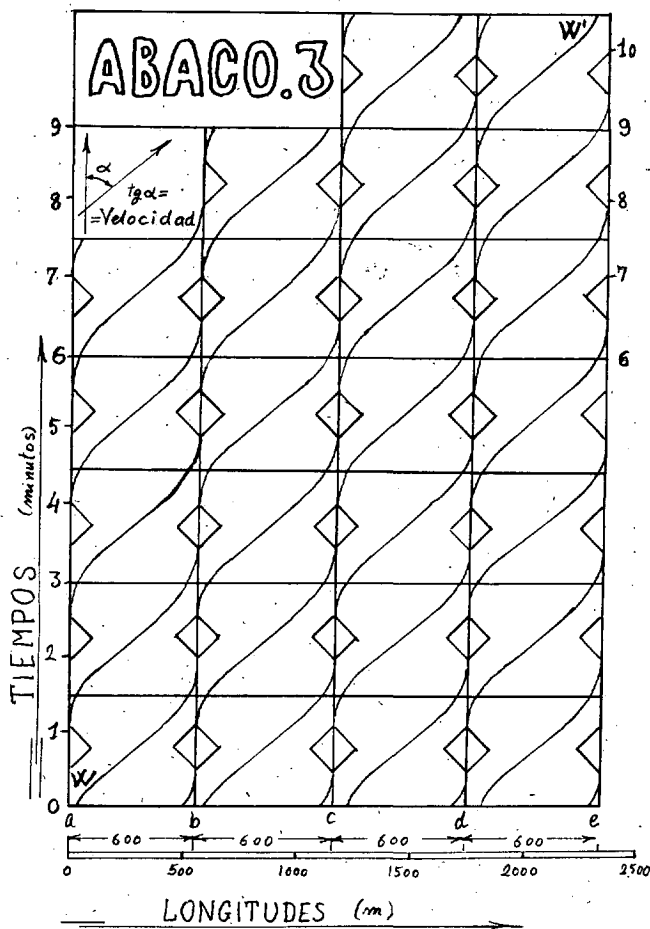
En las líneas muy largas quizás conviniera cada 10 km. aproximadamente, emplazar una estación de previsión para emergencias con longitud para alojar los trenes más largos y cuatro vías así como otros tantos andenes que faciliten todos los trasbordos y entradas o salidas hacia el exterior que puedan convenir. El coste de estas instalaciones realizadas al construir la línea sería pronto amortizado.

Solución C

Es también cara comparada con la A pero normalmente menos que la B puesto que los vagones cargadores (solo pasillo) ocupan menor gálibo que los trenes normales reduciendo sensiblemente las necesidades de sección para el túnel. Las vías ordinarias no serán cuatro sino dos pero el carril-guía de los cargadores resultará siempre costoso.

El tiempo exigido por los trasvases de viajeros en marcha puede ser menor que en la solución B pues debe disponerse de mayor superficie de puertas de comunicación cargador-transportador. Las estaciones también más económicas a causa del menor gálibo de los cargadores.

Sin embargo los gastos de conservación y atención del material móvil serán para este caso bastante superiores a los otros sistemas a causa de la disparidad existente entre los vehículos que son transportador y cargador, estos últimos sin experiencia anterior y de mayor com-



plicación tanto el vehículo en sí como su carril y guía superior.

Las soluciones B y C tienen frente a la A la ventaja de que si a algún viajero le interesara penetrar en una estación para salir por la siguiente, ello lo podría hacer con entera tranquilidad utilizando solamente el vagón transportador (o cargador) sin necesidad de trasbordo alguno.

OBSERVACION FINAL

El llamado ábaco 3 representa, bajo las mismas condiciones básicas, lo mismo que el ábaco 1 pero referido a un tren convencional, es decir todo él se detiene en cada estación.

Dentro de las modestas cualidades de ambos dibujos para este fin, se puede estimar que en el caso del «ábaco 3» el tren hace el recorrido

entre las estaciones a y e (de 2.400 m) en aproximadamente 10,5 minutos en tanto que en el caso 1 el tiempo empleado será más o menos 7,2 minutos es decir que como ya naturalmente se sabía, con los sistemas de trasbordos en marcha pueden ahorrarse, aparte de la energía correspondiente apreciables cantidades de tiempo que a su vez pueden transformarse en energía si se estiman como suficientes los horarios primitivos.

Antonio López Bustos



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción de 1941. Doctor en 1960. Trabajó durante 20 años en la Confederación del Ebro y otros 20 en el Centro de Estudios Hidrográficos y Ministerio de Obras Públicas.

Durante la primera etapa (de la Confederación) actividades en Proyectos y Obras de abastecimiento de Aguas y Saneamientos, Encauzamientos

y Defensas, Estaciones de Aforos y Regadíos (transporte y regulación de las aguas), así como también tramitación de solicitudes de concesiones, confrontación de proyectos y control en el uso de las aguas, así como confección de estadísticas Hidrológicas.

En la segunda etapa se centran las actividades hacia la preparación de todos los Servicios de Aforos de la península, contando con la colaboración de las Comisarias de Aguas, buscando la debida continuidad de las estadísticas apoyada en las colaboraciones que en estos caminos aparecen a la vista, en contacto con los diversos cursos de Hidrología y unidades de estudio para estas materias donde las dos palabras clave son «continuidad» y «tenacidad».

CEMENTOS PORTLAND, S.A.

PA-350 CANGREJO

P-450-A.R.I. DIAMANTE

P-550-A.R.I. BRILLANTE (Altísimas resistencias iniciales)

FABRICA EN OLAZAGUTIA (NAVARRA)

Capacidad de producción 1.000.000 toneladas anuales

Estella, 6 - Apartado, 107
PAMPLONA (Navarra)

Telfs.: 21 18 60 - 22 49 65
Télex: 37915 ceop e