

# EL DETERMINISMO EN LAS OBRAS PUBLICAS O EL "DESIDERATUM" DEL EMPIRISMO

(NARRACIONES CORTAS, TOPOGRAFICO-MISTERIOSAS)

Por ALVARO VIDAL-ABARCA Y ELIO  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Aplicando el sustantivo que encabeza el epígrafe, al tipo de construcciones que en él se mencionan, cabría encontrar en todo ello, sin duda, un cierto modo de redundancia. Porque si por determinismo se entiende "la irresistible influencia de los motivos", ¿qué otra cosa sino estos mismos, o sea, los hechos físicos, puede influir en el estudio y proyecto de una obra pública? La cuestión, sin embargo, acaso tenga raíces más profundas que las que superficialmente revela una genérica definición y sin pretender desentrañarla, ni menos trepar con ella por las altas ramas de la metafísica, quisiéramos ofrecer simplemente algunos casos prácticos, en los que la concurrencia de circunstancias aparentemente fortuitas y, por cierto, providencialmente favorables, pudiera ser debida tanto a mera casualidad o azarosa coincidencia, cuanto a la existencia de factores determinativos ocultos a la observación lisa, llana y directa, de los elementos sujetos a nuestro estudio. Descendiendo, pues, de las nubes, temerosos de perdernos en su vaguedad impalpable, hollaremos de una vez el firme terreno de las realidades, con la exposición del primero de estos curiosos y significativos ejemplos.*

Pues, señor, resulta que, al estudiar la posible regulación de un tramo del río Ega, en la zona limítrofe de las provincias de Alava y Navarra, advertimos que se nos ofrecían de modo altamente favorable las tres condiciones "sine qua non" que han de presidir esta clase de intentos, a saber: presencia de caudales de entidad suficiente como para merecer su modulación, aptitud topográfica y geológica de la cuenca para el almacenamiento de la importante cantidad de líquido necesaria al efecto y un acogedor estrechamiento del valle, como remate del mismo, donde poder ubicar el correspondiente dique de contención.

Mas, no cesaban ahí las posibilidades, puesto que alcanzaban a que la pretendida compensación de caudales fluyentes deficitarios y la reserva a establecer con los excedentes, pudiera cubrir el módulo máximo obtenido a lo largo de cada ciclo hidráulico completo, estimándose en 30.900.000 m.<sup>3</sup> el volumen a embalsar con este fin, deducido de las propiedades analíticas de la función integradora de todas las aportaciones instantáneas, cronológicamente consideradas.

Pues bien; calculada la capacidad del vaso a sus distintas alturas, pudo verse que para la

ordenada 538 50 m. admitía una reserva de 31 120 000 m.<sup>3</sup> de agua, con la que se resolvía totalmente el problema.

Por lo demás, toda la parte de cuenca afectada o barranco de Arquijas, para llamarlo ya por su nombre "de pila", se halla cubierta por una tierra agreste e inculta, salvo un no muy extenso ensanchamiento en la confluencia del arroyo Galbarra, recorriendo en cortos trechos el fondo de aquél la carretera comarcal de Lumbier a Vitoria, y la local de Acedo a Gastiain, fácilmente modificables, con un regular viaducto sobre la parte alta del embalse, la primera, y cruzándolo la segunda por la coronación de la presa, y en ambas, con ostensible mejora de sus trazados.

Pero, lo que nos movió inicialmente a mayores preocupaciones, fue el f.c. eléctrico de Vitoria a Estella, que, desde la altiplanicie de Santa Cruz de Campezo, irrumpe en la ladera izquierda de la sima, para cruzarla con un importante viaducto de 27 m. de rasante, flanqueado por sendos túneles, muy corto el de entrada, como que sólo perfora un pequeño contrafuerte, para orientar el trazado hacia el cruce normal del barranco, y de verdadera importancia el de la margen derecha, que, con sus 1 400 m. de longitud,

salva en derechura la divisoria principal de las aguas.

Sin llegar a estudiar a fondo, por resultar venturosamente innecesario, la posibilidad de variar esta importante línea ferroviaria, era fácil adivinar lo costosísimo del intento, e incluso sus dificultades técnicas apenas superables, puesto que las duras condiciones topográficas de aquel terreno para apoyo de la traza, estaban aprovechadas al límite.

Todo dependía, por tanto, de la cota máxima necesaria u ordenada superior de la superficie del embalse, a fin de que tuviera la capacidad indispensable para el reglaje completo de caudales a que aspirábamos y que, como ya vimos, se encontraba a la altura de 538,50 m.

Por su parte, la rasante horizontal del viaducto alcanza los 542,36 m., con un espesor conjunto de clave y tímpanos de 1,40, a los que había que añadir la flecha del segmento circular, que en cada uno de sus nueve arcos de medio punto y 10,50 m. de luz dibujaría la línea de agua en su máxima altura, flecha que debería rondar los 2,50 m. para que la superficie total de desagüe permitiera el paso de los 45,30 m.<sup>3</sup> de riadas previsibles a la moderada velocidad de 0,30 m. por segundo, para que no causaran la menor perturbación en la estabilidad de la obra de fábrica.

Y aquí viene lo bueno: porque, restados los espesores de la estructura más la flecha de que se ha hecho mérito, de la cota 542,36, nos encontramos precisamente a la que, después de este resultado, podemos llamar gratisima altura de 538,50 m. sobre el consabido nivel del mar en el lejano Alicante, exactamente la calculada para la coronación de la presa y causa de nuestras mayores zozobras.

¿Fue casual este desenlace? O, de no serlo, ¿qué no entrevistos designios pudieron precipitar los acontecimientos en esta mágica y, por lo mismo, casi sobrecogedora exactitud?

• • •

El segundo de entre estos ejemplos, aleccionador también en su aspecto determinista, tiene asimismo un neto carácter hidráulico, pues se refiere al, desde hace muchísimos años, pretendido encauzamiento del tramo superior del río Zadorra, para evitar las periódicas inundaciones de las tierras de labor que a todo lo ancho del

valle se extienden, en ambas márgenes sobre varios centenares de hectáreas, con la consiguiente pérdida de cosechas y sembrados.

La solución, teóricamente sencilla, no podía, sin embargo, ser abordada en la práctica, porque la acumulación de caudales en los tramos medio e inferior, como consecuencia de la más rápida evacuación de los procedentes del curso alto del río, habría producido en aquéllos iguales o mayores daños que los que trataban de evitarse en este último.

Pero la situación conjunta cambió radicalmente con la puesta en servicio del complejo de obras llamado "Saltos del Zadorra", que incluye una presa de embalse en dicho río, ubicada en término de Ullívarri de Gamboa, cuya cola alcanza al de Guevara, es decir, al punto final del tramo inundable a que venimos refiriéndonos.

Este complejo de obras no persigue ciertamente la finalidad de regular el Zadorra y sus afluentes, más que a los efectos de asegurar el trasvase a la cuenca cantábrica de un caudal medio y constante, para la obtención de energía, aprovechando el gran desnivel natural existente entre el norte de la provincia de Alava y el sur de la de Vizcaya, aunque sirve, en principio, lógicamente, para atenuar los posibles daños que aguas abajo pudiera producir, como hemos dicho, una excesiva afluencia de caudales rápidamente evacuados desde el tramo superior, a favor de su encauzamiento.

Pero, además, esta aplicación secundaria de la presa de Ullívarri, se ha convertido a virtud de disposiciones expresas dictadas por los Servicios Hidráulicos, en un eficaz procedimiento ordenador del vertido de caudales sobrantes por encima de la coronación, mediante el correspondiente sistema de compuertas giratorias, con todo lo cual pudo ya, sin las rémoras que anteriormente lo paralizaron, emprenderse el estudio definitivo del encauzamiento del susodicho tramo superior del río Zadorra.

Y ahora, después de este exordio, que aunque indispensable nos ha salido bastante plúmbeo, podemos abordar el examen del problema, no porque dado su simplismo ofrezca algún interés técnico, sino por la extraña coincidencia surgida entre los supuestos y las realidades mismas, al desembocar con ellos en la solución final.

Sabido es que en éste, como en casos similares, datos e incógnitas se relacionan dentro de cada función o fórmula más o menos empírica

aunque de sobra conocidos unos y otras, ha-  
remos de enumerarlos en aras de la claridad:  
caudal instantáneo a evacuar, forma  
geométrica y dimensiones de la sección trans-  
versal, naturaleza de las paredes, rasantes nece-  
sarias y naturales del cauce, y... fórmula de Ba-  
jo al canto. Al canto rodado, pudiéramos decir,  
depende de sus tamaños, formas y calidades, depen-  
de la pendiente de compensación más idónea  
para evitar arrastres y aterramientos.

El terreno, por su parte, en el tramo consi-  
derado, lo forman acarreos de arcillas y gravas,  
rompiendo por las partes más débiles de es-  
tos conglomerados, se abrió paso el río en forma  
acusadamente serpenteante, con algunos trozos  
sensiblemente rectos, que se pensó, desde luego,  
aprovechar como ejes del encauzamiento, reper-  
filando su sección transversal y uniéndolos me-  
diante canales rectificadores de los recorridos  
más sinuosos, con análoga capacidad de des-  
agüe.

Para la determinación del caudal evacuable  
y a falta de aforos directos, partimos de las má-  
ximas precipitaciones registradas, conjugándolas  
con la superficie de la cuenca afectada y su su-  
puesta insoreocronía, extendiendo a un amplio  
periodo de cien años la previsión de eventuali-  
dades, con lo que llegamos a cifras del orden de  
los cien metros cúbicos por segundo, que hubie-  
ran exigido obras relativamente muy onerosas  
comparadas con el valor real de las tierras que  
se trataba de defender, aun teniendo en cuenta  
el carácter eminentemente social del problema,  
por afectar al "modus vivendi" del vecindario  
de media docena de aldeas.

En vista de ello y como la fijación de la má-  
xima cantidad de líquido a evacuar, constituía  
el punto esencial del problema, se solicitó in-  
forme de la Confederación, que aconsejó pru-  
dentemente la adopción de un caudal instantá-  
neo para el cálculo de  $60 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Por otro lado, la sección transversal media,  
tanto por razones rigurosamente técnicas, como  
por las más o menos discrecionales aunque irre-  
nunciables, de orden económico, había de ser  
la de los tramos rectos aprovechables del cauce,  
una vez limpios y perfilados, claro está, y ade-  
más y también por economía, sin revestimiento  
especial de ninguna clase.

Teníamos, pues, con el caudal citado, los  
demás datos fundamentales, como son el radio  
hidráulico y el coeficiente de rugosidad, con los  
que se pudo calcular la velocidad y la pendiente,

para la que resultó como necesaria una inclina-  
ción de 4 milésimas, que ni era inferior a la del  
terreno, en cuyo caso hubiera habido que arbi-  
trar el sencillo expediente de escalonar dos o  
más rasantes, ni tampoco superior lo que "re-  
ductio ad absurdum", habría invalidado los su-  
puestos establecidos, especialmente el área de la  
sección. No, señor; nada de eso, ni mayor ni  
menor, sino que la inclinación precisa coincidía  
exacta y sorprendentemente con la que topo-  
gráficamente mediaba entre el origen y el final  
del tramo del río cuyo encauzamiento se trataba  
de proyectar. Coincidencia sorprendente, deci-  
mos, si se tiene en cuenta que las premisas de  
las que se dedujo, caudal, sección y rugosidad,  
además de haber sido prefijadas independien-  
tamente unas de otras, lo fué cada una de ellas,  
como consecuencia de circunstancias físicas ab-  
solutamente naturales.

Todo lo cual constituye otra palpable y ex-  
plícita manifestación del sino fatalista con el  
que parece venir marcada toda solución, que no  
dependa exclusivamente del mero arbitrio o in-  
ventiva del proyectista. Dentro siempre de un  
amplio criterio interpretativo o, dicho sea vul-  
garmente, de una manga suficientemente ancha.

• • •

Pasemos ahora a exponer la tercera de es-  
tas singulares experiencias, que para romper  
tanta monotonía tendrá carácter ferroviario, pues  
está relacionada con cierta variante que hubi-  
mos de introducir en un proyecto redactado hace  
muchos años, comprensivo de una línea electri-  
ficada de vía métrica entre las estaciones de  
Urbina, en el ferrocarril Vasco-Navarro, y la de  
Lemona en los FF. CC. Vascongados, para unión  
directa de Vitoria con Bilbao.

Para el trazado de esta línea, sobre el que  
existían muchos estudios anteriores, el cruce  
más idóneo de la divisoria cantábrica estaba fija-  
do con indudable acierto en el collado de Zu-  
melza, próximo a Ochandiano, pues además de  
ser el de menor cota entre los pocos pasos que  
hay que elegir, su acceso al mismo desde Vitoria  
era suave y de corto recorrido y, sobre todo,  
desde la boca norte del indispensable túnel de  
880 m. se podía alcanzar inmediatamente la  
ladera oriental del arroyo Indusi, bien orientada  
y la más apta relativamente, dentro de lo que-  
brado del terreno, para desarrollar la traza con

la menor longitud posible, a base de unas prescripciones establecidas en 20 milésimas para las rampas máximas, y 150 m. para los radios mínimos.

Sin embargo, con esta solución que considerábamos como básica, pues a través de ella se conseguía la menor distancia ferroviaria practicable entre Vitoria y Bilbao, quedaban al margen, y fuera, por tanto, de la línea general proyectada, todos los pueblos del valle de Arratia, el inmediato hacia occidente del de Indusi, lo que motivó una petición conjunta de los mismos, que fué atendida, para el estudio de la variante arriba mencionada y que, como alternativa posible, se incluyó en un anejo del proyecto.

Por este valle de Arratia discurre la carretera N-240, después de cruzar el puerto de Barázar, que habría de ser forzosamente atravesado también con el nuevo trazado del ferrocarril, mediante un túnel de 2 490 m. y con una cota obligada de rasante, a la entrada, de 565 m. contra la, también forzada, de 232 m. a la entrada del túnel de Ceánuri, ya en el fondo del valle; lo que, con las 20 milésimas prescritas como inclinación máxima, exigía un desarrollo mínimo de 16 650 m., mientras que en planta son sólo 6 Km. los que separan a ambos extremos de la rampa principal.

El problema consistía, por tanto, en encontrar apoyo para ésta, sin que cupiera otra posibilidad que la de desenvolverla por el contrafuerte de separación de ambos valles, ganando la vertiente occidental del de Indusi, avanzando hacia el Norte, para retroceder hacia el Sur por la oriental del de Arratia, con la duda inicial de poder llegar, a pesar de todo, a un desarrollo suficiente.

Siguiendo, pues, el clásico procedimiento del compás de puntas, abiertas a la distancia proporcional en la escala, a la pendiente máxima y a la equidistancia entre curvas de nivel, comprobamos, saltando de una en otra y estirándonos, dentro de lo permisible topográficamente, hasta bordear el extremo norte del contrafuerte, que se alcanzaba con precisión matemática la cota de Ceánuri, con el desarrollo previsto y, por consiguiente, con una única y máxima inclinación de la rasante, exactamente igual a la admitida de 20 milésimas.

Acontecimiento cuasi milagroso también, que podría inducirnos a entonar otra loa a la "irresistible influencia de los motivos", si no nos detuviera la presentación de ver aparecer ante

nuestra mente la imagen del atribulado lector sumido en el marasmo.

• • •

Y acabaremos ya con la exposición de la cuarta de estas curiosidades, que si poco topográfica y no demasiado misteriosa, tiene, en cambio, la enorme ventaja de ser la última y brevísima en su desarrollo.

Se trata de un paso inferior para peatones en la calle Izarduy, de Vitoria, bajo los FF. CC. del Norte y Vasco-Navarro, y entre agujas de la Estación de empalme, con 40 m. de cañón, 0,60 m. de resguardo entre cabezas de carriles y trasdós de la base, y 10 m. de anchura en tres vanos, uno central para calzada de 4 m. y dos laterales de 2 m. para locales comerciales, más el espesor de apoyos; todo ello según condicionado impuesto por la R. E. N. F. E. y el Ayuntamiento, por razones funcionales y urbanísticas respectivamente.

La sección transversal quedaba así silueteada como un pórtico triple con cuatro hileras de pilares y muros corridos y una viga de altura estricta e igual resistencia, es decir, acartelada, rompiendo de ese modo la monotonía de un techo plano en tan gran longitud con el subsiguiente alivio visual para el sufrido peatón.

Las importantes sobrecargas móviles ya se apreciaba que serían el factor preponderante en la valoración de momentos y cortaduras, y como la longitud del tren entre ejes extremos es de 15 m. y de 10 la de los tres vanos, también parecía a primera vista que, o faltaban vanos o sobraba tren, aunque como ahora veremos, en realidad sobraba parte, tanto del uno como de los otros.

La sustentación era de simple apoyo sobre rodillos y la acción más desfavorable la de la sobrecarga extendida sobre un solo vano, lo que resultaba prácticamente imposible para el central, que era, además, el más importante y, de otro lado, la carga corrida sobre las tres luces no era la que producía las mayores reacciones, por el efecto "cantilever" de los vanos extremos, de manera que, tanto por exclusión como por el examen de las leyes de variación, concluía que, como nos situábamos en lo peor, era con la hipótesis de sobrecarga actuante sobre dos vanos.

Fijémonos ahora en que los ejes más pesados son cuatro de 25 Tm., separados 1,5 m. y precedidos de otro de 18 Tm. a 2,5 m., es decir,

metros exactamente entre extremos, y como las  
fuerzas de cálculo eran de 2,4 m. y 4,3 m., y la  
suma de ambas 6,7 m., de ningún modo y sólo  
por 30 cm., podían entrar en el juego más que  
los cuatro ejes primeramente citados y todo por  
 puro azar, si se tiene presente que la anchura y  
fuerzas del pórtico, por un lado, y la distribución  
de fuerzas móviles, por otro, estaban determina-  
das de antemano, por razones y circunstancias  
ajenas totalmente a toda consideración de tipo  
elástico.

Con lo que tendremos que invocar otra vez  
aquel apenas intuído determinismo, tan laten-  
te en éste y en los casos anteriores, como para  
pensar, que una especie de predestinación guía  
y conduce los resultados hacia metas providen-  
cialmente prejuizadas y en las que, quieras o  
no, acabamos por caer con frecuencia como en  
un cepo.

• • •

Como es natural, a la vista de todo lo expues-  
to, habrá muchos que, no sin razón, piensen y  
digan: ¡pero qué cosas tan raras le pasan a este  
señor! Y, sin embargo, es bien patente que todo  
el curso de los acontecimientos pende de un  
hecho y que las más leves circunstancias pueden,  
no sólo romperlo, sino incluso alterar los hechos  
hasta las constantes físicas.

Si, por ejemplo y a modo de lucubración, nos  
detenemos a observar la tensión superficial de  
los líquidos, vemos que la del agua está en el  
límite mismo que permite su rotura al contacto  
con un cuerpo sólido; pero que bastaría una  
pequeña variación, teóricamente posible, en el  
ángulo de encuentro o capilaridad, para que nin-  
gún objeto sumergido en ella llegara a mojarse,  
como ocurre con el mercurio. O sea, que si desde  
un punto de vista, digamos doméstico, hallamos

naturalísimo que se nos moje el dedo al meterlo  
en el agua, considerado el caso científicamente,  
resulta que es una verdadera casualidad que se  
nos moje.

Y es que de lo natural a lo imposible tan  
sólo media un paso, bien sea dado de un modo  
espontáneo o tratemos de forzarlo a nuestra  
conveniencia.

Como aquel destajista constructor de un  
tramo de ferrocarril sobre una ladera en roca  
y muy inclinada, aunque no tanto que no pudie-  
ra sujetarse el pedraplén plegando los mampues-  
tos, que ilusionado con la idea de aprovechar  
aquellos materiales habidos tan a mano, para  
construir una remuneradora obra de fábrica, le  
apuntaba insinuante al ingeniero: fíjese don Fu-  
lano, lo bien que cuadrarían aquí unos muros  
de acompañamiento con buenos espesores, "bien  
calculaos".

Y éste, en fin, es el guión o, como si dijéramos,  
la sarta de anécdotas más o menos misteriosas,  
que configuran el argumento general de la obra.  
¿Que quién es el asesino? o, dicho sea suavi-  
zando el símil policiaco, ¿qué clase de fatalidad  
es ésta que parece derivar la trama hacia des-  
enlaces de suyo preconcebidos? Pues no pode-  
mos responder siquiera aquéllo de que "la solu-  
ción en el número próximo", va que no habrá  
próximo artículo, incapaces de alumbrar otra  
pista que la que puedan darnos, a modo de  
indicios, las preinsertas y abstractas descrip-  
ciones y los tímidos comentarios en ellas interli-  
neados.

Porque si la solución sencilla, cómoda y na-  
tural, que para cada caso pueda ofrecérsenos a  
primera vista y sin necesidad de discurrir, tu-  
viera que coincidir necesariamente con la que,  
en pura técnica, resultara deseable, habríamos  
alcanzado lo que, sin hipérbole, pudiérase cali-  
ficar como el "desideratum" del empirismo.