

DISCUSION DEL PUENTE MILITAR DEL PORVENIR.-

1) UNIDAD DE SISTEMA.-

El mismo sistema debe en lo posible resolver todos, ó la gran mayoría de los casos que se presenten.

Tendríamos pues dentro del sistema adoptado, por lo menos tres tipos:

- a) Liviano de montaña, transportable a lomo de mula.
- b) Puente de acompañamiento para columnas con vehículos hasta de 9.000 Kgs.
- c) Id. id. hasta de 16.000 Kgs.

En los tres tipos los dispositivos de la estructura, el sistema de apoyos fijos y el montaje sería el mismo.

Para los casos b y c, el sistema de apoyos flotantes sería también el mismo.

Para cada uno de los tipos, las dimensiones de las piezas y estructuras, el número de los largueros, la longitud de los tramos, la trocha, etc, sería lo diferente.

2) MATERIA PRIMA.-

Con respecto a los tablones del piso y vigas guarda-ruedas, no puede haber mayor discusión. Deben ser de madera, siendo preferible el pino.

En lo que se refiere al resto de la estructura, la tendencia de la técnica moderna es á imponer el metal, de preferencia á la madera.

Dados los grandes adelantos de la metalurgia de los metales livianos, en la hora actual, puede predecirse, que éstos se impondrán de preferencia al hierro y al acero: por lo menos en lo que se refiere a la estructura horizontal y los apoyos fijos.

Referente a los pontones de la dotación de paz, podemos vaticinar el empleo de los metales livianos en el armazón, incluso las bordas; el forro del porvenir se construirá en acero de alta resistencia y de gran ductilidad, como el que tenemos en nuestras lanchas, ó sea, de una resistencia de 80 Kgs. por m.m. cuadrado y un alargamiento de ruptura del 50 %. Los aceros duros, tales como los de nuestros pontones, no se emplearán en el porvenir; ellos resultan quebradizos.

Nosotros los tomamos con las características exigidas por el pliego de especificaciones del ejército alemán, en una época en que aún no conocíamos el moderno acero muy dúctil. En lo que se refiere á los pontones de rápida improvisación durante la guerra, ellos deberán ser necesariamente de madera.

3) METALES LIVIANOS-

Con la construcción de nuestro sistema de puente en duraluminio, se inicia el empleo de este material en los puentes militares.

Aún no hemos apreciado debidamente las enormes ventajas de este primer paso. Sin embargo es de preverse la generalización de tal uso, aún en los puentes carreteros militares. El éxito de esta materia prima en el armazón de los grandes dirigibles, la consagran.

No solamente el duraluminio, es el metal liviano del porvenir. También las aleaciones á base de magnesio, podrán ser empleadas con ventajas, cuando su metalurgia se perfeccione. Actualmente ya se emplean estructuras ultra-livianas de este material, conocido bajo el nombre de "elektrón", cuyo peso específico es la mitad que el del duraluminio.

Pero por el momento, debemos conformarnos con este último, ya consagrado y del cual me ocuparé en este escrito.

4) EL DURALUMINIO.-

Es una aleación de aluminio, con un 3 á 5 % de cobre, 0,5 % de magnesio, y 0,5 % de manganeso. Su peso específico es 2,7, ó sea casi la tercera parte que el acero.

El duraluminio es al aluminio, lo que el acero de alta resistencia, es al hierro.

Su resistencia a la ruptura por tracción es de 36 á 40 Kgs. por m.m. cuadrado, con un alargamiento de 15 á 20 %. Es decir que es un material noble, en cuanto acusa una gran deformación antes de romperse. El límite de elasticidad de este material está cerca del límite de ruptura.

En una estructura de puente militar, podemos pues, hacer trabajar al duraluminio con fatigas iguales que al acero dulce.

Teniendo presente que, en el trabajo a la flexión, las vigas de duraluminio acusarían flechas equivalentes a menos de la mitad de lo que acusarían, idénticas vigas de acero. (Relación de módulos de elasticidad). Quiere decir que el duraluminio es más rígido que el acero dulce, lo cual representa una ventaja en el empleo sobre apoyos flotantes, dando una mejor repartición de las cargas, cuando se trata de "viga-continua".

El duraluminio tiene la enorme ventaja de "templarse" espontáneamente al aire (o por inmersión en agua tibia) después de haber sido calentado á 400 grados. Pero tal temple no lo adquiere en forma instantánea como el acero, sino gradualmente.

Esta propiedad es así aprovechada para enderezar piezas dobladas por choques o accidentes.

Este material puede también soldarse, con la ventaja de no necesitar temperaturas superiores a 600 grados. El procedimiento para esta operación sería semejante al de los hojalateros, pero requiere una buena experiencia. La soldadura tiene la siguiente composición: 8 á 15 % de zinc - 5 á 12 % de aluminio - el resto, estaño. Este material se encuentra preparado en el comercio.

Actualmente se laminan perfiles bastante importantes de duraluminio y hasta se fabrican y emplean cables de este material.

Caños hasta de 15 cm. de diámetro, viguetas doble té; barrotes redondos, cuadrados, angulares, etc; chapas hasta de 3m. por 7,5 m. En cuanto á espesores se emplean los corrientes en la laminación del acero.

Con todos estos datos, puede apreciarse que en el porvenir este material se aplicará extensamente en los puentes militares.

Bastan estas consideraciones, para llegar á la conclusión de que, el sistema de puentes que lleva mi nombre, podrá ser una excelente solución en los puentes militares del porvenir, pues su estructura se presta admirablemente para aprovechar las ventajas de este material liviano. Siendo la característica mejor del sistema, la constitución de su entramado en "viga-continua" y la divisibilidad en piezas de poca longitud.

5) PUENTES CARRETEROS LIVIANOS, SISTEMA MONTES.-

Después de haberse construido en duraluminio el puente Montes de alta montaña y de haber comprobado sus bondades, nada impedía aplicar esa materia prima, a lo que llamamos ahora "puente pesado de montaña". Solamente la falta de experiencia y de conocimiento sobre esta nueva materia nos hizo aplicar el acero a lo que pudo y debió ser "duraluminio".

Debido al transporte, el "costo" de un tren de puente a base de duraluminio es muy inferior a su costo, empleándose el acero.

Es cierto que el entramado en el primer caso es algo más caro, pero esa diferencia es muy inferior al costo de los vehículos que se necesitan para transportar, la diferencia de peso.

En el caso del puente liviano de alta montaña, ya habíamos hecho este análisis de precios, llegando á la conclusión de la gran ventaja de emplear duraluminio; la sola consideración del costo de las albardas, ya impone el material liviano.

Si agregamos el costo de mulas, la diferencia es aplastante. Y todavía debemos considerar la existencia de los conductores y la necesidad de prever la alimentación del personal y el ganado, tan difícil en alta montaña.

Pero este mismo análisis es extensible a los materiales transportados sobre vehículos.

Por ejemplo, si comparamos el peso de un puente de 6 bordas, construido con nuestro material reglamentario de campaña, con sus vigas de madera, y el de un puente Montes, igual al que llamamos "pesado de montaña", pero construido en duraluminio, llegaremos a las siguientes conclusiones, para una misma resistencia:

- puente de 6 bordas, lleva un pontón (dos medio-pontones, ó sea, la carga de dos carros pontoneros) cada 2.25 m.
- puente Montes, un pontón cada 5.00 m.

Cargando los carros pontoneros con un peso inferior en 100 Kgs. para el caso del entramado en duraluminio, tendríamos que con 20 carros se tienen 22.50 m. de puente de 6 bordas y 50 m. de puente Montes (dural). En ambos casos, cada carro lleva un medio-pontón además del material de entramado, tablero, cordelería, etc.-

Si hacemos esta comparación, entre un puente metálico sistema Algrain (que es el que hemos conceptuado como más liviano entre ocho tipos europeos estudiamos en 1927) y un puente Montes de igual resistencia, construido en duraluminio (igual al de acero que tengo construido en Córdoba para uso en obras públicas civiles), tendremos lo siguiente:

- peso de la estructura horizontal Algrain (parte metálica) por m. l. - 580. Kgs.
- Id.id. Montes - 100. Kgs.

En ambos casos no se considera el apoyo; la ventaja se acentúa en favor de mi sistema, si se trata de apoyos fijos. Con la salvedad de que ambos tipos de puentes responden a dos necesidades diferentes, respectivamente de tramos largos y de tramos cortos.

Si aplicáramos estos entramados sobre pontones, tendríamos (puentes por compuertas independiente, que es la regla moderna para grandes ríos):

- puente Algrain, necesita dos grandes pontones de 60 toneladas de desplazamiento, de transporte imposible sobre carro, a menos de adoptar una complicada y difícil, divisibilidad. (compuertas de 24.00 de longitud).
- puente Montes, tres pontones de tipo común transportable, por cada compuerta ó "trozo-terminado" de 13.00mts.

Esta comparación es especialmente interesante, entre mi sistema de puente (tipo 16.000 Kgs. arriba mencionado) y el puente francés F.C.M. de acero estampado.

Ambos se construyen por compuertas de 3 pontones, de dimensiones similares éstos. Pero en el puente F.C.M. la compuerta tiene 10.50m. de longitud. (en el modelo especial que yo hice proyectar en Francia á la usina, tenía la compuerta 12.00 m. de longitud).

Este caso es muy interesante por ser el modelo que el Ejército del Brasil tenía a estudio, para grandes ríos, tipo Uruguay por ejemplo.-

También nosotros lo estudiamos con detenimiento y vislumbramos una solución. Pero su costo (en 1931) de más de \$ 1.500.-- por m.l. de puente, fué considerado excesivo.

Dado que para ambos tipos de puentes, el tablero, pontones, anclajes, etc. serían semejantes, la comparación de los entramados horizontales metálicos, es la que nos permitirá deducir conclusiones.

En el puente F.C.M. el peso de dicha estructura, incluso las rótulas de articulación de compuertas, es superior á 400 Kgs. por m.l.- En cambio la estructura Montes (dural) de resistencia equivalente, es de 100 Kgs. por m. l.

En este caso no se trata solamente de economía en peso, sino de una mayor facilidad de transporte porque las piezas más largas de la estructura Montes (las traviezas) tienen solamente 4.00 m. de longitud (incluso abrazaderas), mientras que las vigas de 10.50 m. del F.C.M., se dividen al medio.

También hay una economía de costo del entramado en favor del sistema Montes, y una gran ventaja en el montaje, con la consiguiente economía de tiempo.

Así mismo debe tenerse en cuenta la diferencia de longitud de compuertas, ó sea, 15.00 m y 10.50 m respectivamente, exigiendo ambos casos, 3 pontones semejantes. Esto representa la economía de un pontón por cada 10.00 m. de puente.

Puede apreciarse por todo lo que antecede que, ya se trate de montaña ó llanura, de apoyos fijos ó flotantes, de pasaderezos ó de grandes puentes, en el porvenir se deberá considerar seriamente la posibilidad de generalizar en los puentes militares, mi sistema de estructura desmontable, construida en duraluminio.

PUENTES PARA GRANDES RIOS

No sería completo este análisis del puente militar, si no consideráramos el caso especial de los grandes rios nevegables, tipo Danubio, Paraná, Uruguay, Paraguay, Etc.-

Durante la gran guerra, se trabajó mucho y con todo éxito, sobre el Danubio. De esta experiencia no podemos los sudamericanos deducir una solución técnica, pues los tipos de materiales empleados responden a otras posibilidades; especialmente en lo que corresponde a las previsiones del tiempo de paz para formar el stock de grandes embarcaciones de requisición. Sin embargo, nosotros podríamos hacer algo en ese sentido, en el rio Paraná, reglamentando en los usos civiles un tipo especial de chatas de calotaje, como hicieron los austro-alemanes sobre el Danubio. Así mismo, los franceses estudiaron en 1918, para el caso del Rhin, un tipo especial de puente para grandes cargas, utilizando las largas barcasas de los canales del N.E. de Francia, especialmente del Ourcq, que les da el nombre, pues se las designa á dichas embarcaciones como " ourcas ". Tengo a la vista este estudio, con sus respectivos croquis y planos. Sería en Sudamérica una solución, siempre que se pudiera disponer desde el tiempo de paz, de tales embarcaciones. Sobre el rio Uruguay, nosotros no podremos nunca aplicar tales previsiones. En cambio, el Brasil contando con la navegación de los grandes afluentes Cuareim é Ibicuy, está en condiciones más favorables y ya puede apreciarse allí la generalización de grandes chatas angostas y maniobreras, de un tipo más ó menos uniforme, construidas en acero ó en hormigón armado. No quiere ésto decir que una exigencia militar las imponga; son las necesidades comerciales que están consagrando un tipo, como sucedió en los canales de Francia.

Nosotros debemos estudiar técnicamente este problema, como tantos otros, sometiéndonos á las exigencias del transporte ferroviario hasta los probables teatros de operaciones y del transporte carretero, a veces en recorridos muy largos y difíciles, desde la estación de desembarco, hasta el lugar de empleo.

Esta exigencia técnica nos obliga a soluciones propias, limitándonos el campo de la investigación y encuadrando las soluciones en un marco reducido.

Todo tren de puentes de campaña, puede dar una solución para un gran rio, como los nombrados más arriba. Pero tratándose de rios muy anchos y profundos, con corriente fuerte ó mediana, los cabos de ancla no trabajan en buenas condiciones para la estabilidad lateral del puente y se impone asegurar dicha estabilidad, dando al pontón un largo de, por lo menos, cuatro veces la anchura del puente. En nuestro caso tendríamos, un largo mínimo de 13.00 m. para el pontón. Lo cual se consigue con el compartimento central, (que yo propuse desde Europa en 1927 y que tomé del material suizo, que vi actuar con tanto éxito en las grandes maniobras de 1926).

Este compartimento central, proporciona también una considerable ventaja en los transbordos á travéz de grandes rios, al permitir construir compuertas con pontones de 13.00 m. (dos pontones), con tablero de doble ó triple ancho, facilitando enormemente el transbordo rápido (motorizado) de las caballadas, que con el pontón de 9.00 m. resulta una operación morosa y hasta insegura.

Estas grandes ventajas, consagran para nosotros, el pontón divisible. Deben tenerlo en cuenta aquellos camaradas que ya han

empezado á combatirlo, fundándose en que Alemania á vuelta al pontón indivisible.

Un puente construido a través de un gran río, con material reglamentario de campaña, tiene muchos inconvenientes, pese a que es posible tal solución con pontón de 13.00 m. El primer inconveniente está en la limitación de las cargas (camión de 6.000 Kgs. como máximo).

Las cargas de mayor peso deberían pasarse por transbordo, en este caso.

El inconveniente más grave, el que llega a ser prohibitivo, es el que se refiere a la cantidad de material reglamentario de campaña, que se necesitaría para el total de una operación semejante, con dos puentes por lo menos, tendidos á través del gran obstáculo, más el material destinado á las compuertas de trasbordo y sus respectivos muelles y el material destinado á la prosecución del avance a través de otros obstáculos.

Puede asegurarse así, que el mínimo de material reglamentario de campaña necesario, sería equivalente al triple del ancho total del gran obstáculo (puente de 6 bordas).

Interviene pues en gran escala el costo del material y la posibilidad de disponer, en el momento oportuno, de tan colosal stock de material.

En el caso especial de nuestros grandes ríos fronterizos, se puede afirmar á priori, que tal exigencia llega á ser prohibitiva en la aplicación del material reglamentario de campaña, para llenar la doble necesidad de los trasbordos y los puentes.

Debemos pues, estudiar el problema, dejando aquel material para las exigencias tácticas (trasbordos) y creando un nuevo tipo de material para los puentes.

Y ya que se estudia un nuevo tipo, debe exigirsele mayores condiciones de seguridad para el tráfico, para el oleaje, para las crecientes y para la acción del adversario.

En Revista Militar del mes de Marzo del corriente año, uno de nuestros Ingenieros militares hace un análisis desde el punto de vista general y doctrinario, de este problema, tan estrechamente ligado con la aplicación de los Zapadores pontoneros en campaña.

En dicho estudio se alude á la solución de este problema por los ejércitos europeos y "también nuestro vecino el Brasil, que dispone de un excelente material para el río Uruguay á otro análogo".-

En efecto, el puente F.C.M. (francés) ha sido estudiado para su aplicación en un río similar al Uruguay. Pero puedo asegurar aquí, como ya lo he hecho notar anteriormente desde Europa, que este sistema de puente, "no ha resuelto todavía lo que se refiere á los rápidos cambios del nivel del agua, dentro de las magnitudes que exige el río Uruguay".

El sistema F.C.M. es un puente carretero, pero yo impuse á la usina nuevas bases, con pontón y tramo más largo, exigiendo también el paso de un convoy ferroviario liviano (F.C. de campaña). El estudio fué ejecutado, pero nadie puede asegurar, que la solución ha sido experimentada.

Actualmente creo que es un error pretender dar paso por el mismo puente a las tropas y los F.F.CcC. de campaña. Especialmente en los grandes ríos, tipo Uruguay, no existe aún una solución semejante, consagrada por la práctica, ni constituye ésta una necesidad imperiosa.

Hay otras soluciones más lógicas y prácticas, que no escapan al conocimiento de los técnicos sudamericanos ó europeos, que estudian este problema de los grandes ríos.

Yo concretaré pues, en este estudio, lo que á mi juicio debe ser un puente carretero (no ferroviario) para grandes ríos, partiendo de la base de que todo el material (incluso las embarcaciones) deben transportarse por F.C. y en carros ó Camiones.

CARACTERISTICA DE NUESTRO PUENTE CARRETERO PARA GRANDES RIOS

a).- Transporte, divisibilidad y materia prima.-

La exigencia del transporte, incluso en carros ó en camiones con remolque, nos impone un límite en la longitud y volumen de las piezas, incluso pontones. Longitud máxima 10 mts.

Lo referente al entramado horizontal, es un problema de fácil solución, debiendo darse preferencia al entramado metálico desmontable en piezas cortas. Pero debe también tenerse en cuenta que, no contando con tal tipo de entramado en cantidad suficiente, puede improvisarse un entramado horizontal con vigas I de hierro o acero, del tipo comercial. Debiendo en todos los casos, asegurarse la "viga continua" sobre cada compuerta ó "trozo terminado" de 3 pontones.

La estructura del entramado metálico desmontable, de los "muelles de marea", debe estudiarse con un tipo adecuado, que no es tan fácil de improvisar.

Lo referente a los apoyos flotantes (a nadie se le ocurrirá construir un puente de apoyos fijos, a travez de tales obstáculos) es un problema de una importancia capital, en este caso.

Si aceptamos que se necesitan por lo menos 200 pontones por cada 1.000 ms. de puente, ó sea, un mínimo de 1.000 pontones para una operación formal á travez de un obstáculo como el Uruguay ~~ni~~ ú otro similar, llegaremos a la conclusión de que es un problema muy serio, la formación de tan grande stock de material y su transporte.

Estamos aquí ligados á las exigencias de orden económico, a la existencia de la materia prima y á la posibilidad industrial del país, para improvisar tales embarcaciones (salvo el caso que se las tuviera desde el tiempo de paz). Las relaciones entre las exigencias y nuestras posibilidades son tales, que, llegamos á la conclusión de que nuestros pontones para grandes rios, deben necesariamente ser de madera y de una forma muy simple (sin curvas).

Volvemos pues a la solución primitiva de los países con escasa industria metalúrgica.

La historia de las guerras de todos los tiempos, nos enseña que tenemos centenares de aplicaciones exitosas, con tales materiales.

Nosotros disponemos en el cedro, un excelente material para estas embarcaciones. Trabajando en serie, en astilleros improvisados, se pueden fabricar muchos centenares de estas bateas de madera, en pocas semanas.

Es por lo tanto, una solución sudamericana.

Tiene así mismo la ventaja de ser mucho menos susceptible á la acción de los aviones, artillería y ametralladoras, que la solución de los pontones metálicos. Las reparaciones son simples y rápidas; el pontón resulta insumergible.

La longitud mínima de un pontón, para un puente de esta naturaleza, es de 13.00 m.

Su divisibilidad, su forma, sus detalles, dan la solución típica del problema y caracterizan el sistema. Cada técnico puede aquí aplicar su ingenio.

b).- Manera de construir el puente.-

Cualquiera que sea el sistema adoptado, un asunto que ya nadie discute, es que los puentes militares sobre grandes rios, se construyen "por trozos", ó "por compuertas". Siendo preferida esta última solución, por muchas razones, que no es del caso analizar aquí.

Para evitar confusiones, sería mejor aplicar entre nosotros la designación de "construcción por trozos terminados", en lugar de "construcción por compuertas".

Cada "trozo terminado", es una verdadera compuerta, que se une a los trozos vecinos por las "rótulas" ó eslabones de "articulación", sin tender un tramo de unión, entre los dos trozos vecinos. En esto radica la diferencia con el sistema de "construcción por trozos".

El número de pontones de cada "trozo terminado" puede ser cualquiera, desde 2 hasta 10 y aún más. Pero, para un río con oleaje, se impone el trozo de 3 pontones.

Los "trozos terminados" pueden ser contruidos en afluentes, entradas, ó detrás de islas, etc.; en caso de necesidad se construyen en la orilla misma del obstáculo, con ó sin enmascaramiento, siendo siempre posible, en ríos muy anchos, cubrirse por nubes de humo ó de niebla artificial.

c).- Articulaciones ó rótulas.-

La unión de un trozo con sus vecinos, debe efectuarse por medio de rótulas, que sean capaces de plegar el puente al oleaje mas fuerte y que sean también capaces de transmitir la carga de los más pesados vehículos, de un trozo al vecino, cuando dicha carga está próxima a la articulación.

El puente francés F.C.M. es el primero que ha resuelto este interesante problema. Posteriormente yo lo he resuelto, aplicando mi sistema de puente sobre pontones, pero con rótulas mucho mas simples y tan eficientes como las del sistema F.C.M.

Esta es una de las razones por las cuales me atrevo a asegurar, que mi solución es preferible; existiendo otras razones en el mismo sentido.

d).- Rapidez de construcción del puente.-

Puede fácilmente apreciarse que, esta característica es la más importante del sistema.

Estamos aquí ante un problema, que mide el tiempo por horas y no por días ó semanas.

Dado que existen soluciones que lo consiguen diremos que, el rendimiento mínimo á exigir al sistema en estudio, debe ser de 100 mts. por hora, trabajando "por una punta". Este dato se refiere al puente flotante.

Los muelles de marea deben construirse á razón, de por lo menos, cinco mts. por hora. Siendo su construcción simultánea, con el "puente de corriente".

e).- Resistencia del puente.-

Debe ser capaz de resistir un tráfico intenso y prolongado de los más pesados convoyes de la tracción mecánica (tractores con remolques).

Quiere ésto decir que el cálculo debe hacerse para un tractor de 16.000 Kgs., seguido por dos remolques de 8.000 Kgs.

El coeficiente de seguridad á la ruptura debe ser de 4. Como coeficiente de flotabilidad de los apoyos flotantes, bajo la carga máxima, puede tomarse el coeficiente de seguridad 3.

f).- Longitud de tramos.-

Este es un punto muy importante en la discusión de este problema.

La solución austro-alemana del Danubio, nos dió el puente Erber, con trozos de 25.00m., sobre dos grandes embarcaciones techadas. He visto este material en la plaza de aguas de Krems. sobre el Danubio. Lo mismo podríamos obtener con nuestros tramos sistema Algrain (gelga) empleándolos sobre embarcaciones similares. Pero nosotros debemos preferir el dispositivo francés de tramos cortos, por la facilidad y rapidez del montaje, como así mismo, por su mejor comportamiento bajo la acción del bombardeo, terrestre ó aéreo.

En el dispositivo francés, que es el que yo he adoptado en mi propio sistema, se aplica el viejo concepto de los puentes militares, ó sea, el trozo con tramos cortos, sobre varios apoyos.

Ya lo he indicado en la primera parte de este escrito; en mi sistema el trozo tiene 15.00 m. de longitud y en el F.C.M. tiene 10.50 m.; en ambos se emplean tres pontones y el entramado horizontal, forma "viga continua" efectiva sobre los tres apoyos. La destrucción de uno de los pontones, no constituye así un accidente

te grave y teniendo pontones de remplazo á mano, ni siquiera se necesita interrumpir el tráfico sobre el puente.

g).- Los muelles de marea.-

Cualquiera sea el sistema que se adopte, se sobreentiende que debe resolverse el problema concerniente a los rápidos y grandes cambios de nivel del agua en un río del tipo Uruguay.

El puente F.C.M. (en 1930) había conseguido dar satisfacción á un desnivel total de 3.00 m. Pero el río Uruguay por ejemplo, exige 11.00 mts. y á una velocidad de marea, que alcanza a 1.00 m. por hora, en el descenso.

La pendiente máxima que podemos admitir en estos muelles es del 5 %, ó sea, que para una diferencia de nivel, entre el tablero del puente y la barranca del río (en aguas bajas), tendremos una rampa de 100 mts. de longitud por cada 5.00 mts. de desnivel.

Claro está que, si pretendiéramos efectuar la compensación de 10.00 mts. de desnivel, con el mismo dispositivo, tendríamos un total de 400 mts. de muelles de marea, entre ambas orillas.

Tengo la solución de este interesante problema, formando parte de mi sistema de puentes.

Cuando nuestro gobierno resuelva adoptarlo oficialmente, tendrá también resuelto este punto del problema, que aún no ha sido considerado en toda su magnitud, ni por los sistemas conocidos, ni por los técnicos.

h).- Para los que abogan por el sistema F.C.M.

En la primera parte de este escrito he dicho algo referente al factor económico, que, aunque no lo crean algunos camaradas, tiene notable importancia del stock de material necesario.

Dos son las exigencias que, a igualdad de características táctico-técnicas, habrán de influenciar sobre la adopción de uno u otro sistema de puente. Y ello, sin tener en cuenta la ventaja de la unidad de sistema, para campaña y montaña.

La primera de dichas exigencias es la que se relaciona con la solución total del problema, ó sea, que no basta satisfacer las exigencias del "puente de corriente", es también necesario prever los grandes cambios de nivel y por lo tanto, hay que satisfacer en toda su amplitud, lo que concierne a los muelles de marea.

Los términos en que está planteado el asunto entre nosotros, me recuerda lo que pasaba hace 8 ó 10 años con los puentes de montaña: Yo tenía ya resuelto el problema y sin embargo se pretendió imponer otra solución. Resultó que en los puentes colgantes se olvidaron nada menos que de los anclajes; pero resolvieron la omisión aplicando mi propio sistema de anclajes (maniobras de 1927 en Mendoza). El procedimiento no necesita comentarios.

Ahora sucede que son los europeos los que se interesan por mis puentes de montaña, ya consagrados por la experiencia. Pero aquí perdimos 10 años, antes de ver lo que teníamos entre manos.

La otra exigencia que impedirá la adopción del sistema F.C.M., es la que se relaciona con la "formación del stock de material necesario". De más está decir que no tendremos dinero con que adquirir dicho stock, para tenerlo almacenado.

En cambio, si aplicamos el procedimiento austro-alemán, que también aplican otros más previsores que nosotros, de difundir el material en obras públicas secundarias, con la intención de requisarlo en caso de "movilización industrial" del país, podríamos formar dicho stock en pocos años. Con ello, resolveríamos el problema militar, al par que, beneficiaríamos el progreso nacional en su vialidad.

Pues bien, el puente F.C.M. no se presta para tal difusión en las obras públicas permanentes, porque su costo lo hace prohibitivo.

Pese a la resistencia que se hace actualmente á mi sistema de puente, para su aplicación en obras públicas económicas, algún día demostraré prácticamente las ventajas de la adopción de tal concepto. Por de pronto, ya tiene 8 años de servicio público, la primera aplicación hecha entre nosotros y nadie puede objetarla.

Mientras tanto, tiene perfecta razón quien aseguraba en Revista Militar de Marzo del corriente año, que es necesario llegar cuanto antes a concretar una "solución oficial" a tan importante problema

para la formación

Es asunto que no puede dejarse para improvisarlo a última hora. Debe considerarselo en el mismo plano que los fundamentales problemas de las otras armas.-

Córdoba - Junio / 1934

Guiballuente.

7^{te} coronel (R) - Ing^o