

$$\mu = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = \frac{P}{l^2} \left[4a^3 - [8l - 3(\beta + \gamma + \delta)] a^2 + [3(\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2) - 4l(\beta + \gamma + \delta) + 4l^2] a + [(\beta^3 + \gamma^3 + \delta^3) - 2l(\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2) + l^2(\beta + \gamma + \delta)] \right]; \quad (11)$$

La derivada con relación á la abscisa es:

$$\frac{d\mu}{da} = \frac{P}{l^2} \left[12a^2 - [16l - 6(\beta + \gamma + \delta)] a + [(\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2) - 4l(\beta + \gamma + \delta) + 4l^2] \right];$$

y el valor de a , que la hace cero,

$$a = \frac{2}{3} l - \frac{1}{4} (\beta + \gamma + \delta) - \sqrt{\frac{1}{9} l^2 - \frac{1}{4} (\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2) + \frac{1}{16} (\beta + \gamma + \delta)^2}; \quad (12)$$

Este valor, que define la posición desfavorable de las cargas, sirve para calcular, llevado á la ecuación (11), el mayor momento de flexión que puede producir el sistema sobre la viga.

Con las fórmulas anotadas puede resolverse el problema en los casos más frecuentes de la práctica; pero la solución encontrada puede generalizarse extendiendo las expresiones (11) y (12) al caso de un número cualquiera de pesos iguales, para lo cual bastaría escribirlas del siguiente modo:

$$\mu = \frac{P}{l^2} \left[ma^3 - (2ml - 3(\beta + \gamma + \delta + \dots)) a^2 + (3(\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2 + \dots) - 4l(\beta + \gamma + \delta + \dots) + ml^2) a + ((\beta^3 + \gamma^3 + \delta^3 + \dots) - 2l(\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2 + \dots) + l^2(\beta + \gamma + \delta + \dots)) \right]; \quad (13)$$

$$a = \frac{2}{3} l - \frac{1}{m} (\beta + \gamma + \delta + \dots) - \sqrt{\frac{1}{9} l^2 - \frac{1}{m} (\beta^2 + \gamma^2 + \delta^2 + \dots) + \frac{1}{m^2} (\beta + \gamma + \delta + \dots)^2}; \dots \quad (14)$$

En estas fórmulas, m representa el número de pesos que se encuentran á la vez sobre la viga, y las demás letras tienen el significado ya conocido de las fórmulas anteriores.

Con lo expuesto creemos haber alcanzado el fin que nos proponíamos en estas notas, cuyo resumen puede concretarse en las siguientes conclusiones:

1.^a Cualquiera que sea el número de pesos que actúen sobre una viga empotrada, el máximo maximorum, en valor absoluto, de los momentos de flexión desarrollados en ella, es el máximo de los producidos en los empotramientos.

2.^a La situación de cargas que produce este momento puede expresarse de un modo general por la fórmula (14), que da el valor de la distancia del primer peso al apoyo considerado en función del núme-

ro m de pesos y de las distancias $\beta, \gamma, \delta, \dots$, etc., de cada uno de ellos al primero.

3.^a El valor absoluto del momento de empotramiento se expresa de un modo general por la fórmula (13), en cuya expresión deben sustituirse los deducidos para a , según la (14), para obtener el máximo valor de las flexiones.

4.^a La máxima reacción ó el mayor esfuerzo cortante se produce en cada apoyo cuando las cargas están lo más cerca posible de él.

Las fórmulas anteriores, aunque aparentemente complicadas en su escritura, son muy fáciles de calcular en la práctica, y los términos constantes, refiriéndose, en el caso más general del cálculo de viguetas, á la batalla y separación de los carros, que varían generalmente muy poco, pueden tenerse calculados de una vez para siempre en los casos más corrientes.

Sevilla, Abril 1896.

J. OCHOA.

REFORMAS DE LOS FORMULARIOS Y PLIEGOS

DE CONDICIONES

Parécenos interesante publicar en la REVISTA los puntos salientes de los informes remitidos por los Ingenieros á quienes la Superioridad, con muy acertado acuerdo, ha consultado sobre el particular.

En el servicio ordinario de provincias se han evidenciado muchas deficiencias de los actuales formularios, y dado su constante manejo pueden formular opiniones concretas sobre ellos.

Entre las provincias que han dedicado á este punto su atención figura, además de las de Burgos y León (1), la de Oviedo, que lo hace con bastante detenimiento, y nos permitimos extractar algunas de las opiniones emitidas, que pueden influir sensiblemente en las mejoras que se trata de introducir en la contratación de las obras públicas.

Procederemos del mismo modo con los informes de otras provincias, rogándoles se sirvan remitirnos artículos sobre el mismo asunto.

OPINIONES DE LOS INGENIEROS DE LA PROVINCIA DE OVIEDO

Expropiaciones.—El artículo 9.^o del Pliego de condiciones generales, establece que los terrenos que han de expropiarse para las obras serán pagados por el contratista con bonificación del 1 por 100 en razón del anticipo del dinero. Esto no se ha llevado aún á la práctica (por lo menos en esta provincia), porque la ley de expropiación no proporciona facilidades para ello. Hay que convenir que los trámites que exige un expediente de expropiación son una gran rémora para el desarrollo de las obras públicas, y que sus inconvenientes deberían tratar de evitarse.

(1) Véanse los números 15 y 18.

Las indicaciones hechas por el Ingeniero Jefe de Burgos, D. Mariano Martín Campos, que aparecen en el BOLETÍN número 13 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, correspondiente al día 2 del actual, por muy atinadas que sean, no resuelven, á juicio de los Ingenieros de Oviedo, el conflicto. Parecería mejor que sin modificar la ley actual se dispusiese que los contratistas hiciesen los expedientes de expropiación, como los hacen los concesionarios de los ferrocarriles, y se les pagasen las superficies ocupadas, estableciendo en los presupuestos un *precio medio único por área*, y comprendiendo en ellos el importe de lo que por este concepto debiera pagarse. La adquisición de terrenos por convenio amistoso que la actual ley de expropiación autoriza, puede hacerse por los contratistas y no por la Administración, y esto facilitaría la ejecución de las obras, pues en la mayor parte de los casos bastaría dar á los contratistas los planos parcelarios de las superficies á expropiar, para tomar enseguida posesión de ellos mediante su inmediato pago.

Si el convenio amistoso pudiera intentarse por la Administración, estas ventajas serían aún mayores, pues es casi seguro que generalmente se adquirirían los terrenos á precios más módicos que los que resultan de un expediente si al propietario se le pagase en el acto lo que sobre el mismo terreno se conviniese.

Dicho se está que la propuesta que se hace para que se incluya en los presupuestos las expropiaciones no se refiere más que á terrenos ó fincas rústicas, pues las urbanas no pueden expropiarse en la misma forma que aquéllos.

Variaciones.—El art. 43 del mismo pliego de condiciones generales dispone que la Administración puede introducir en los proyectos las modificaciones que tenga por conveniente; pero ni en él ni en los restantes del pliego se hacen indicaciones para los procedimientos de apreciar y valorar estas variaciones. En el momento en que hay aumento, reducción ó supresión de las cantidades de obra marcadas en el presupuesto, ó sustitución de una clase de fábrica por otra, se produce forzosamente una alteración de contrato, porque varían los precios medios tanto de explanaciones como de las obras de fábrica y de afirmado, porque se alteran las hipótesis sentadas, más ó menos fundadas, pero ya admitidas, para su deducción.

Parece que para conocer la conveniencia de una modificación ó variación debe descenderse al estudio de las partes de obra que la constituyen y valorarlas según dispone el art. 50 del pliego de condiciones facultativas por los precios del cuadro núm. 2 del presupuesto, haciendo lo propio con la parte de obra que se trata de reemplazar, para después comparar los resultados; pero si de este examen resulta la conveniencia de la variación, no se sabe después con qué precios deben pagarse las obras no alteradas ni tampoco las que se alteran, pudiendo suceder en algunos casos que si se valoran éstas á los precios me-

dios del contrato, no resulta patente la conveniencia económica de la modificación que se trata de introducir.

En esta provincia se presenta ahora un caso de variación, que es el primero que se ha producido desde que rige el pliego de contratos de 1886. Una Compañía ha pedido la variación del trazado de un kilómetro de la carretera de Piedras Blancas á Carcedo y se ha estudiado esta variación, de la cual no se ha dado cuenta aún á la Superioridad, que no influye más que en los artículos 1.º (explanaciones) y 3.º (afirmado) del presupuesto. Según las investigaciones hechas por el Ingeniero, las excavaciones que hay que practicar son de menor dureza que las que exigía el proyecto primitivo, y por consiguiente, se han apreciado con los taludes correspondientes á las clasificaciones de los terrenos atravesados, según parece proceder, resultando por ello un volumen mucho mayor que el supuesto en el proyecto para la parte que se trata de suprimir. Al valorar la variación el Ingeniero, indeciso acerca de los precios que debía fijar, y creyendo que no podían alterarse los medios del contrato, ha aplicado éstos íntegramente á los resultados que había obtenido, y con ellos la variación resulta más costosa que el proyecto. Es, pues, necesario establecer fijamente el criterio que ha de seguirse en estos casos, porque no hay la suficiente claridad en el asunto, para que de esta manera se precisen y puedan informarse las reclamaciones que puedan presentar los contratistas fundados en lo que se dice en el art. 49 del mismo pliego.

La exposición que precede al Real decreto que aprobó el pliego de condiciones generales de 1886, manifiesta que la modificación más profunda que el nuevo sistema de contratación introduce en la construcción de las obras, es la de hacer el replanteo antes de la subasta. Con este replanteo, agrega, se evitan las deficiencias y errores del proyecto, y con ellos las dilaciones y entorpecimientos en la marcha de los trabajos, las reclamaciones del contratista y la necesidad de redactar presupuestos adicionales, que alargan el plazo de ejecución y elevan el coste calculado para las obras, dando á conocer á la Administración el verdadero importe de ellas dentro de límites racionales.

La Real orden de 24 de Agosto de 1886, que da instrucciones para hacer los replanteos previos, autoriza, como es consiguiente, todas las variaciones motivadas de que el proyecto sea susceptible, y como á primera vista se comprende que apenas hay proyecto, por bien estudiado que haya sido, que no sea susceptible de alguna modificación, resulta que todos los documentos anejos á la Memoria, base de los precios del Presupuesto, y estos precios mismos, tienen que variar, así como los presupuestos parciales y totales y algunos artículos del pliego de condiciones que tienen relación con los anejos ó precios que resultan modificados.

Basta con esto para comprender que no hay razón para que los que se llaman proyectos de carreteras se

redacten con arreglo á los formularios aprobados en 26 de Junio de 1886, porque la mayor parte de los datos que sus diferentes documentos comprenden, resultan inútiles por el replanteo previo á la subasta de las obras.

Lo que hoy se llama proyecto debía limitarse á un anteproyecto, y el proyecto debe salir ó hacerse después del replanteo previo.

En el anteproyecto, que podía redactarse con arreglo á los formularios antiguos para la primera parte de la Memoria y todas las que se exigen para la segunda, que no pueda ser modificada por el estudio de detalle que necesita después el replanteo previo, podrían discutirse los diferentes trazados que pudieran adoptarse, presentando su planta y perfil longitudinal y un presupuesto de cada uno de ellos, suficientemente aproximado, para que la Superioridad eligiera el que pareciese más conveniente. A él debería acompañar un bien estudiado pliego de condiciones facultativas y un cuadro de los precios elementales, que habrían de servir después para hallar los precios medios que hubiesen de establecerse en el proyecto definitivo, teniendo en cuenta la constitución geológica de los terrenos y su dureza relativa y aun la procedencia de los materiales, si se comprendiese que los estudios del replanteo previo no habrían de modificar las apreciaciones del primer estudio.

El replanteo previo sería así el verdadero proyecto, que exigiría sólo completar los datos que faltasen en el anteproyecto para la más exacta apreciación de las obras, y en el cual se caminaría con paso firme y seguro; pues aprobadas y consentidas las premisas sentadas en el anteproyecto, no habría dudas, vacilaciones, ni consultas que ya no estuviesen resueltas.

Sentadas estas indicaciones, dignas de tenerse en cuenta, examinaremos con detalle los actuales formularios, repitiendo que no nos ocupamos más que de aquellos puntos que nos parezcan susceptibles de modificación.

(Se continuará.)

ASOCIACION INTERNACIONAL

PARA EL ENSAYO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Decíamos en nuestro artículo último publicado con este epígrafe en el número anterior:

«No obstante el estudio de las cales y cementos hidráulicos, es, si cabe, más necesario para que el conocimiento de las condiciones de estos importantes elementos permita generalizar su empleo y además establecer en los pliegos de condiciones facultativas reglas fijas y generales que vengan á sustituir á la vaguedad é incertidumbre que supone consignar que el cemento será de superior calidad, y cuando más indicar las proporciones en que debe entrar para formar los morteros, las más de las veces sin prescribir más que la dosificación en volumen, cuyo

procedimiento es tan sujeto á errores que no puede asegurarse con su empleo, cuál será la resistencia aproximada que resulte en el mortero, aun conociendo la del cemento puro que haya servido para confectionarlo.»

En apoyo de lo dicho, creemos conveniente citar un ejemplo.

Supusimos el caso más favorable en que sólo exista vaguedad é incertidumbre en las prescripciones que se consignan en los pliegos de condiciones; pero no es raro encontrar en estos documentos errores que indican total desconocimiento de los materiales, pues unas veces se confunde la cal hidráulica con el cemento, y otras se habla de éste del modo siguiente:

«Art. 12. *Cemento*.—El cemento que se haya de emplear será el denominado de Portland; será de las mejores marcas que se encuentren en el comercio, procurando que las barricas que le contengan vengan perfectamente cerradas, y no deberán abrirse sino en el momento en que haya de emplearse.

»Para reconocer si un cemento está en buenas condiciones, no habrá más que observar si su color gris de ordinario ha experimentado alguna alteración, y cerciorarse de que las porciones ligeramente apelotadas que presente, puedan reducirse á polvo con la ligera presión de los dedos.»

El anterior artículo está copiado literalmente del pliego de condiciones facultativas de un proyecto aprobado para construir un edificio público importante en una capital de provincia. En esa forma ha servido para la subasta y continuará en la ejecución de la obra, y el contratista, en uso perfecto de su derecho, podrá usar cementos averiados, que son sin duda los únicos que ha visto el autor del proyecto, cuando cree que las bolas que forma el cemento cuando empieza á hidratarse son signos de su buena calidad. Es cierto que aun con ellas, y cuando se deshacen con presión ligera de los dedos, puede todavía obtenerse bastante buen mortero si el cemento es de primera calidad; pero no lo es menos que el apelotonarse es indicio seguro de que el cemento es viejo ó ha estado almacenado en sitio húmedo, y debe declararse sospechoso y no admitirse en obra sin que cumpla las condiciones de resistencia que deberían exigirse en todo pliego regularmente hecho. Lo general es que se consigne desde luego que será rechazado el cemento que presenta esos signos característicos del buen Portland, como lo define el Arquitecto autor del artículo copiado. Creemos que no puede darse demostración más evidente de la necesidad de reglas generales, obligatorias para las contrataciones de obras pagadas con fondos del Estado.

FERNANDO GARCÍA ARENAL.

Vigo, Mayo 96.

Según nuestras noticias, el Ingeniero Director de las obras del puerto de Santander, D. Jesús Grinda, está realizando interesantes experiencias sobre resistencia de cementos.