

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

LOS PLIEGOS DE CONDICIONES

La lectura de un notable folleto del conocido técnico francés Sr. D. Jorge Charpy sobre *Condiciones y ensayos de recepción de los metales*, con un prefacio del ilustre Le Chatelier, me sugirió algunas consideraciones que creo oportuno poner en conocimiento de mis compañeros de profesión.

Este es el motivo de la redacción del presente artículo, especie de resumen del folleto citado, con algunas ideas personales referentes á casos que se me presentaron durante los años que llevo afecto al servicio del Laboratorio de ensayo de materiales de nuestra Escuela de Caminos.

Mi objeto es el mismo que se propuso el Sr. Charpy: llamar la atención de mis compañeros sobre los defectos de que adolecen generalmente los pliegos de condiciones, para que procuren evitarlos en lo sucesivo.

De la lectura se deduce que esos defectos los hay en Francia como aquí; son los mismos en todas partes, y el conocerlos es el primer paso para evitarlos.

MÉTODOS DE RECEPCIÓN DE MATERIALES.—Se reducen á tres:

Primero. Admitirlos sin hacer ensayos, y el buen ó mal resultado obtenido dirán si el material era bueno ó malo.

Este método no es de recomendar; será cómodo, pero tiene graves defectos, siendo de los principales el que no deslinda, en caso de dar mal resultado, si la culpa es del fabricante del material ó del que lo empleó en obra, lo cual puede dar motivo á litigios y cuestiones.

Este método no agrada á los buenos fabricantes, y más bien favorece á los malos. Debe desecharse por completo.

Segundo. Exigir que se hagan ensayos completos y detallados.

Es muy bueno, el mejor, *en teoría*. El hacer ensayos completos lleva tiempo, es costoso y perjudica á la rapidez de las obras. Si todas las partidas de cemento que en una obra se reciban hay que ensayarlas á los siete, veintiocho, ochenta y cuatro, doscientos diez y trescientos sesenta y cinco días, no sería posible construir, pues el cemento se habría echado á perder al ir á emplearlo, so pena de tener silos enormes y muy bien acondicionados, que no es lo corriente.

Tercero. Hacer ensayos rápidos y abreviados.

Es el mejor sistema prácticamente.

Consiste en usar materiales de fábricas cuya fama esté ya adquirida, cuyas características se conozcan por ensayos completos

y en asegurarse, ensayando por métodos rápidos todas las partidas que se reciban, de la *constancia de la calidad*.

Simultaneando con el ensayo abreviado de todas las partidas el ensayo completo y detallado de algunas de ellas, de cuando en cuando se consigue tener perfecta idea de la clase de productos que se emplean y de la constancia en la calidad de ellos.

Esos ensayos de carácter abreviado deben ser escogidos convenientemente. Si se trata de metales, el ensayo por el método Brinell de la dureza por la penetración de una bolita; el ensayo al choque de una barrita con una muesca; el de fraguado, tracción á los siete días y análisis química si se trata de cementos; el de las cenizas, coque, humedad y sustancias volátiles en un carbón, el hidrotimétrico de un agua y otros análogos, son ejemplos que indican claramente lo que por ensayos rápidos debe entenderse.

INFLUENCIA EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL.—Es grande la que en él tienen los pliegos de condiciones.

Dice acerca de esto Charpy: «Por sus condiciones de recepción la artillería y la marina han ejercido una acción fecunda sobre el desarrollo de nuestra metalurgia y nos han proporcionado todos los aceros empleados hoy en las obras civiles». Más adelante añade párrafos sobre el enorme desarrollo de la industria de automóviles debido en gran parte al empleo de los aceros especiales fabricados para cañones, proyectiles y blindajes, y dice después: «En cambio los pliegos de condiciones de los arquitectos de París han matado la industria de las cales hidráulicas en un radio de 200 kilómetros alrededor de la capital». No hay que hacer comentarios sobre todo esto, pues esa influencia es bien notoria.

MODERNIZACIÓN.—Otro defecto que suelen tener los pliegos es el de vetustez. ¡Es tan cómodo copiar un pliego antiguo que ya hay en la oficina sin molestarse en estudiar otro! Pero la ciencia y la industria caminan á pasos agigantados, y lo que hoy es conveniente, dentro de unos años es superado por otra cosa; con tal sistema las fábricas no tratarían nunca de mejorar su fabricación.

CLARIDAD EN EL TECNICISMO.—Es necesario, para evitar dudas, definir sin ambigüedades las palabras técnicas que se empleen, para evitar controversias, y tener en cuenta los nombres locales que tienen á veces las cosas.

SENTIDO MORAL.—De él suelen carecer, involuntariamente, muchos pliegos. Falta de sentido moral es en definitiva el dejar cosas á juicio de una de las partes. «Los materiales habrán de ser de buena calidad á juicio del Ingeniero-Director.» «Se rechazará lo que en opinión del Ingeniero encargado no reúna condiciones», etc., etc.

En todo contrato justo, equitativo, deben estar bien definidas

las obligaciones mutuas; no es justo dejar nada al capricho ó mala voluntad, ó lo que es peor, á la tolerancia venal de nadie. El que redacta un pliego no sabe si será él ó quién será el que tenga que aplicarle, y hay tantas clases de personas en el mundo que se dan casos de todo.

Debe, pues, definirse bien claramente, *diciendo los por qués*, cuáles son las condiciones que han de reunir los materiales, por qué han de tenerlas y para qué son necesarias.

¡Cuántas veces se ponen condiciones que son innecesarias ó absurdas y que sólo demuestran la completa ignorancia del que las redactó y que no se hubieran puesto de tener que razonar su inclusión en el pliego!

Yo he visto un pliego en que se exigía al granito que no tuviera coqueras, grietas ni *¡fósiles!* Ya darían algo los Museos por un pedazo de granito que los tuviera. Otro me pedía en un ensayo de desgaste de piedra que del cubo ensayado fuera siempre perpendicular una de sus aristas al radio de la pista sobre la cual se desgastaba, con lo cual en el cubo se producen rodadas y el ensayo es defectuoso, siendo el único modo racional de hacerlo el que el cubo gire alrededor de su eje de simetría vertical, con lo que se evitan dichas rodadas y se desgasta por igual.

MÍNIMAS Y MEDIAS.—Al fijar números no deben fijarse sólo mínimos, sino promedios también. De lo contrario, el fabricante sólo tendría interés en mandar productos que anduviesen alrededor de la mínima; con ello un producto de mejor clase resulta sin ventaja sobre los de clase media.

SENCILLEZ.—No exigir muchas condiciones y ensayos, sólo los precisos, bien escogidos. El pedir dos ó más ensayos relativos á una misma propiedad física, dos ensayos de dureza diversos, por ejemplo, no conduce á nada más que á complicar. Pocos ensayos, pero buenos, evitan discusiones y ahorran tiempo y gastos.

Debe especificarse bien si el suministrante de materiales, en caso de salir mal el ensayo, tiene derecho ó no á pedir nuevos ensayos contradictorios. El dejar ese derecho á la voluntad ó tolerancia de nadie es expuesto á sobornos, á caprichos; no es legal, no es justo, no es moral.

ENSAYO EN MÁQUINAS DEL FABRICANTE.—Debe esto desterrarse en absoluto. En toda máquina, sea la que sea, puede hacerse trampa; aunque haya máquinas y se taren, no puede evitarse el fraude en absoluto. Todos los ensayos deben hacerse en un Centro oficial, donde los operadores no tienen interés alguno en el buen ó mal resultado de los ensayos.

EMPIRISMO.—Al redactar un pliego estúdiense bien las condiciones que se van á exigir; debe consultarse á los prácticos, hasta á los mismos obreros, si se quiere, pero sería absurdo el tener todo lo que digan como artículo de fe; por ejemplo, si se hiciera caso á los albañiles, el cemento se amasaría con muchísima más agua de la necesaria, pues ellos lo prefieren así para su comodidad de trabajo. Pero no se obtendría toda la compacidad y resistencia que pueden lograrse con menos agua.

MÉTODOS DE FABRICACIÓN.—No es conveniente fijar al fabricante ni precedencias de las primeras materias ni modos determinados de obtención, pues con eso se le imposibilita de ir á la paz con el progreso de su industria. En cambio sí se debe prohibir el empleo de aquellas primeras materias ó sistemas de fabricación que dieran por resultado malos materiales y pudiesen dar lugar á serios accidentes.

NO REHUIR RESPONSABILIDADES.—Algunos redactan pliegos muy exigentes, con objeto de evitarse responsabilidades si la obra sale mal, diciendo que ya exigieron todo lo posible. De ese modo ó no encuentran quien les fabrique, ó tienen que ser tolerantes, ó resultan más caras las obras.

Exíjase lo que haga falta y nada más, pero obligando á que se cumpla bien todo el pliego.

STANDARDIZACIÓN.—En las naciones más civilizadas, desde el punto de vista industrial, se nota una gran tendencia hacia la *standardización*, es decir, á la *uniformización* de los pliegos. Consiste en que Centros oficiales de reconocida competencia redacten pliegos de condiciones-tipos que sirvan para la mayor parte, por no decir el total, de los casos de la práctica.

Esos Centros son, por ejemplo, el Bureau of Standards, de los Estados Unidos; el Comité of Standards con el National Physical Laboratory, en Inglaterra. Es un sistema excelente. Con la multiplicidad de pliegos muy diversos á que atender, los fabricantes adoptan uno de dos partidos: ó fabrican para cada uno productos de clase diferente, lo que encarece los materiales y hace posibles las equivocaciones, ó fabrican sólo una clase intermedia que no cumple ni un pliego ni otro.

POSIBILIDAD DE HACER LOS ENSAYOS.—No debe pedirse que el material dé al ensayarlo tales ó cuales resultados sin antes cerciorarse de que los Laboratorios á que se piense acudir poseen los medios de realizarlos. Es cosa que se olvida y luego se ve la imposibilidad de cumplir esa parte del pliego. El caso es más frecuente de lo que parece.

PRECISIÓN DE LOS ENSAYOS.—No se les debe pedir más que aquella de que son susceptibles.

Me ocurrió una vez que se me pedía que un material se calentase durante cinco horas á una temperatura de 65°, 55 C.; así, ¡hasta las centésimas! Es que se había traducido del inglés un pliego en que se fijaban 150° Fahrenheit. Claro que se mantuvo la temperatura lo más próxima posible á esa, pero durante cinco horas tener constancia en las centésimas de grado es un imposible. Casos como éste ocurren muchos.

BONDAD DE LOS MATERIALES.—Muchas veces acuden al Laboratorio de la Escuela de Caminos con muestras pidiendo que se les diga si tal material es mejor ó peor que cual; si una muestra que se entrega cumple ó no un pliego de condiciones adjunto; si tal producto sirve ó no para tal cosa; cómo se podría fabricar otro producto igual á la muestra y cien cosas más. Eso es no conocer el papel de un Laboratorio oficial *serio*. La misión de esos centros no es decir á nadie el modo de falsificar un producto ni dirimir competencias comerciales á favor de nadie, ni dar certificados para la cuarta plana de un periódico para que sirvan de reclamo á una marca.

Un Laboratorio oficial debe tan sólo dar los resultados de los ensayos y de las análisis que practique *sin hacer sobre ellos comentario alguno*, lo cual sería salirse de su misión.

El interpretar los resultados de los ensayos no corresponde al operador de éstos, sino *al que dirige la obra*. Este es quien debe decidir si las condiciones de un material son bastantes ó no para lo que él necesita; si es bueno ó no; si cumple ó no el pliego de condiciones. Lo contrario sería cargar el Laboratorio con las responsabilidades de todos.

Uno nos envió una muestra de roca y pedía se le dijera si aquel terreno era bueno para vaso de un pantano y á qué terreno geológico pertenecía. Claro que la respuesta fué la única posible: que la roca era una diorita ó un granito, lo que fuera, y que lo del vaso del pantano y el terreno geológico era el Ingeniero constructor el que debía estudiarlo y no tener la cobardía de cargar la responsabilidad á otro que ni conocía el terreno ni tenía por qué ocuparse de ello, pues al Director del pantano es á quien le pagan por decidirlo, y si no lo sabe, él es quien tiene que estudiarlo, no el Ingeniero del Laboratorio.

También hay quien trae una caliza y desea se le diga si es buena para hacer cemento. Se le contesta que para eso tiene que

buscar un Ingeniero consultor, que el Laboratorio lo único que puede decirle es de qué se compone el trozo de caliza.

También hubo quien trajo un producto y después de llevarse el análisis volvió á preguntarnos donde vendían óxido férrico, anhídrido sulfúrico, *pérdida al fuego* y sílice para fabricar de aquéllo, porque había preguntado en las droguerías y no lo tenían.

Otras dos cuestiones, que suelen someterse al Laboratorio y que prueban tan sólo la inopia mental del que las pregunta, merecen capítulos aparte y las indico á continuación.

PROPORCIONES DE UN MORTERO.—Solemos recibir peticiones por el estilo del siguiente:

En la obra de tal han ocurrido tales y cuales cosas, por lo cual adjunto remito á V. S. unos trozos del hormigón (ó mortero) que forma la obra y el pliego de condiciones de su construcción para que ese Laboratorio nos diga si ese pliego se cumplió ó no y las proporciones en que se mezclaron los componentes del mortero.

Señores míos: ese problema es imposible de resolver. En efecto; con la muestra enviada podrá hallarse que en el mortero hay tanto de cal, tanto de sílice, etc.; pero como la cal ó cemento usado tiene cal, sílice, etc., la arena usada tendría también su parte de cal, sílice, etc. y lo mismo la grava, y hasta el agua, resulta que ese problema es equivalente á este otro: Dada una suma hallar los sumandos.

Sería para resolverlo preciso disponer de un cemento, una arena, una grava y un agua *absolutamente iguales con toda seguridad* (ahí es nada la condición) al empleado en la obra; y eso suponiendo que con el tiempo transcurrido la lluvia, la atmósfera, el viento no hubieran añadido ni quitado nada, lo cual es absurdo.

El problema es como si se diera un poco de caldo y se pidiera averiguar cuánta carne y cuántos garbanzos tenía el cocido.

Pues ese problema nos presentan con frecuencia algunos que hasta se creen ó pasan por sabios, sin fijarse en que piden un imposible y sólo prueban su ignorancia. Y es que la obra se hizo sin la debida inspección, *inspección que es, generalmente, el único modo de ver si un pliego se cumple ó no*, y al ocurrir luego un accidente ó algo en la obra, se encuentran entre la espada y la pared y, no sabiendo cómo resolver, recurren al Laboratorio para que lo resuelva *cuando ya es tarde*; siempre la *cobardía* de rehuir responsabilidades y querer cargarlas á otros que, claro está, no las aceptan ni tienen por qué.

Vigilad las obras durante la construcción; haced los ensayos que se necesiten *entonces*, y acordaros de Santa Bárbara antes de que truene.

ENSAYOS DE PIEDRAS.—Sobre los ensayos de esta clase de materiales hay bastante que decir, y quiero aprovechar la ocasión para decir algo sobre ello.

Estos materiales no tienen la homogeneidad y uniformidad de un cemento ó un acero; por lo cual son causa de discusiones y controversias á veces enojosas.

Es imposible decidir muchas veces, por ejemplo, si una roca es granito ó no, es pórfido ó no, pues como de unas texturas se pasa á otras por grados insensibles, no hay línea de separación; ocurre que ejemplares cogidos de una misma cantera, aun pedazos diversos de un mismo ejemplar, den en el análisis microscópico resultados discrepantes, sin posible evitación que pueden ser causa de diferencias de apreciación entre los suministrantes y los receptores de materiales.

Otra causa de discusiones suele ser el ensayo de la dureza de las piedras mediante su desgaste.

Hoy día no se conoce medio exacto y seguro de obtener la dureza de una piedra, que yo sepa. El ensayo sobre pista móvil con in-

terposición de arena ó limadura de acero que se practica en nuestro Laboratorio, ó con chorro de arena como se hace en otros, no puede dar resultados exactos, pues ni la piedra es homogénea (por lo cual un mismo cubo en ensayos sucesivos puede dar resultados muy diferentes), ni lo es el mármol de Carrara tampoco, ni lo es la limadura de acero, ni lo es la arena, por mucho que se criba ni se busque, su igualdad de forma de los granos, composición granulométrica y demás factores, ni la fuerza del chorro de arena puede ser siempre *matemáticamente* la misma, ni igual exactamente el peso que oprime el cubo sobre la pista.

El único modo de hallar resultados algo aproximados es emplear bastantes cubos y con cada uno hacer varios ensayos; de todos los resultados obtenidos eliminar los que por ser muy discordantes den motivo á creer en algún defecto de aquel trozo de la piedra y tomar un promedio de los demás ensayos, cuyo número ha de ser crecido.

Claro que en el Laboratorio se empieza por desgastar el cubo sobre la pista para quitarle la capa exterior alterada algo por los choques de la herramienta con que se labró el cubo, y sólo se empieza el ensayo verdadero cuando ya se desgastó esa capa alterada.

Recomiendo que en lo posible, al pedir ensayos de esta clase, se limite á exigir en los pliegos un valor para el coeficiente de desgaste relativo al mármol de Carrara sin especificar en los pliegos los detalles referentes al modo de poner el cubo en la máquina de ensayo, como hacen algunos.

Hago punto por no cansar más al lector; si con la enumeración de estos defectos que suelen tener los pliegos se consigue que algunos de ellos desaparezcan ó se aminoren, se habrá logrado el objeto que me proponía al redactar estas mal hilvanadas cuartillas.

PABLO FERNÁNDEZ QUINTANA.

La reparación de carreteras.

En el lamentable estado de nuestras carreteras todos estamos conformes. Diferimos, técnicos y usuarios, en las causas de este estado, y nunca es de más la insistencia sobre esta cuestión ya que hondamente afecta á nuestro prestigio profesional y á nuestra propia honorabilidad personal.

Es difícil á la baja incultura percatarse de lo que cuesta conservar una carretera. ¿Qué valen piedra, arena y agua? Nada. Del río ó de los campos la tomamos sin protesta, para apedrearnos cuando chicos; para hacer muros y casas más tarde, y los ríos y los arroyos tienen el agua á nuestra disposición. Si el canto ó el cubo de agua nada valen, ¿qué van á valer miles de metros de una cosa y otra?

Recuerdo que en una ocasión me visitaron los encargados de una Empresa de carruajes públicos para ofrecerse á la reparación de un par de kilómetros de carretera. Con todo cuidado disculí el procedimiento, la forma que habría de tener el auxilio, hasta que, valorando el sacrificio, me dijeron estaban decididos á hacerlo aunque les costara 30 ó 40 duros. ¡Jamás he visto cara más sorprendida que la que pusieron cuando les contesté que los 200 ó 250 metros cúbicos de piedra que pretendían emplear les costarían 1.500 pesetas! Renunciaron al arreglo y, seguramente, son hoy de los pocos que, hasta cierto punto resignados, sufren las molestias de baches y roderas,

No es más acertado el juicio de los que medianamente entera-