

ELEMENTOS DE GARANTIA DE CALIDAD EN CONSTRUCCION

(QUALITY ASSURANCE ELEMENTS IN CONSTRUCTION)

Luis Fernández Rodríguez, Ingeniero de Caminos
IETcc/CSIC

073-18

RESUMEN

La Garantía de Calidad en la construcción ya está aplicándose en nuestro país en el diseño, construcción y explotación de centrales nucleares, y está comenzando a implantarse, o querer implantarse, en obras de menor entidad más convencionales. Su consideración va en aumento, y se crea la necesidad de estudiarla en profundidad analizando los factores que van a permitir establecerla. Estos factores son los elementos de Garantía de Calidad.

Este artículo pretende ser una guía en cuanto a las publicaciones existentes más importantes relacionadas con la Garantía de Calidad (G.C.). En él se exponen los conceptos más relevantes en relación con la G.C. de forma breve y esquemática, dando una visión intuitiva y amplia del asunto. El aspecto capital de todo el escrito son los elementos de G.C., que se definen de forma general y se analizan por separado. Entre ellos merece especial mención el **factor humano**, que está empezando a tenerse en cuenta en los procesos productivos, pues diversos y continuos estudios están demostrando que la mayoría de los fallos que se producen en la construcción se deben a errores humanos más o menos "groseros" (*).

SUMMARY

Quality Assurance (Q.A.) in construction is already being applied in our country, in the design, construction and use of Nuclear Power Plants. Its application to more conventional and less important works is beginning or being considered to be implemented. This tendency creates the need of a deeper study in order to establish the elements of Q.A.

This paper is intended to be a guide to most relevant publications in Q.A. Paramount concepts are outlined in a brief and schematic way, giving a systematic and intuitive view of the matter. The main concern of the paper are Q.A. Elements which are defined in a general form and separately analyzed. Among them the most important one is the human factor which is beginning to be accounted for in productive processes, since various and continuous studies show that most construction failures are due to more or less rough human mistakes.

1. ¿Qué es la Garantía de Calidad en Construcción?

La Garantía de Calidad (G.C.) es un término ambiguo y de definición difícil de concretar por la cantidad de conceptos que engloba. Debido a ello, y a lo novedoso del tema, existen multitud de definiciones e incluso otras denominaciones como "aseguramiento de la calidad".

Juran, en su Manual de Control de Calidad [1], la define como "actividad encaminada a informar a todas las partes interesadas de que la función de la calidad se realiza debidamente".

(*) Se ha tomado la traducción **error grosero** de la expresión inglesa "**gros error**". Podría traducirse como error grueso, grande; pero la denominación **grosero** define mejor la característica del error.

En un curso sobre G.C. en construcción celebrado en Barcelona, en 1984 [2], se expusieron varias definiciones y se apuntó como más interesante la establecida por la IABSE, en 1983, en el Seminario celebrado en Rigi (Suiza) [3]. Esta definición, compartida por Meseguer [4], tiene también detractores, como Boshard [5], quien la califica de conservadora y burocrática. Esto indica la polémica en torno a la explicación de la expresión G.C., aunque de lo que no hay duda es de la utilidad de su aplicación práctica.

Sin querer recoger una definición rigurosa ni completa sino de fácil entendimiento, se pasará a explicar el significado de la G.C. en construcción.

En términos sencillos y con carácter general, se puede decir que la G.C. es el conjunto de actuaciones que

nos permiten asegurar —garantizar— que los procesos, personas y actividades empleados para la obtención de la calidad exigida o propuesta, son los adecuados y han sido realizados en su caso. Esto se plasma a través de documentos.

La G.C. no establece procesos, ni fija los requisitos de las personas implicadas, pues previamente son establecidos y conocidos los necesarios y adecuados para obtener una calidad determinada. Quiere esto decir que *se sabe* cómo obtener esa calidad, y lo que hace la G.C. precisamente es ordenar, disponer, controlar y certificar que esos procesos y actividades han sido adoptados y realizados, y que el personal ha sido el adecuado. Por ello, es importante recordar que “la calidad debe ser *producida*, nunca se podrá obtener con verificaciones y chequeos solamente” [6].

Una de las herramientas de la G.C. es el Control de Calidad (C.C.). El C.C. toma datos, estudia procesos, los verifica [1] [7]. La G.C. confirma que el C.C. se realiza; es el “control del control”.

La aplicación de la G.C. abarca todo el proceso constructivo, simbolizado por el conocido pentágono de Meseguer [4] [8]. Dentro de la construcción hasta ahora sólo se ha aplicado en obras que requieren altos niveles de calidad y seguridad, como es el caso de las centrales nucleares; pero dada su fuerte influencia y la mejora de la calidad no cabe duda del interés de su aplicación en obras más convencionales.

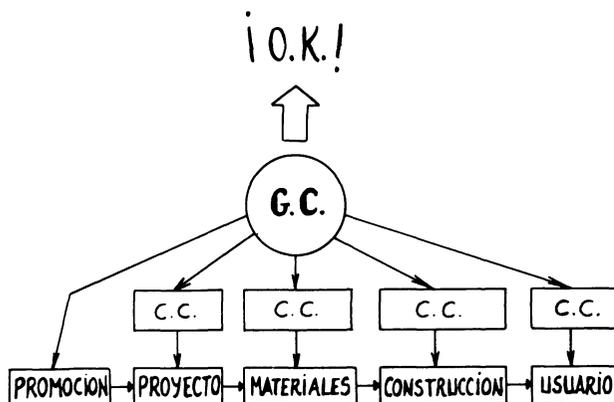


Fig. 1.—La G.C. aplicada a un proceso constructivo, permite asegurar una realización correcta y de resultados previstos.

2. Sistema de G.C.; Manual de G.C.; Programa de G.C.; Manual de Procedimientos

Estas son las expresiones más usadas en G.C. y representan el esquema general de todo su proceso. Hay diversidad de definiciones sobre ellas y a veces se intercambian sus significados. Lo que para algunos es el Sistema de G.C. para otros es el Programa. Manual y Programa de G.C. también se confunden en algunos ca-

sos. Al igual que con la expresión G.C., la existencia de otras denominaciones viene a enredar más la cuestión.

Las explicaciones del significado de dichas expresiones que se exponen a continuación, coinciden en concepto con las que establece el Comité de Construcción de la AECC [9] [10].

El *Sistema de G.C.* (S.G.C.) es un concepto abstracto, es simplemente el planteamiento, la declaración de principios de una empresa de implantar en su proceso constructivo la G.C. Esto se documenta a través del *Manual de G.C.* (M.G.C.), donde se exponen las líneas maestras y política de la empresa respecto a la calidad en general, y la forma de ponerlas en práctica. Este Manual debe incluir como mínimo los criterios que se indican en el cuadro n.º 1.

Cuadro n.º 1. Índice del M.G.C. y P.G.C.

1. Programa de G.C.
2. Organización
3. Control de documentos
4. Control de diseño-proyecto
5. Control de identificación de materiales y equipos
6. Control de procesos
7. Control de ensayos y pruebas
8. Control de anomalías y disconformidades. Medidas correctoras
9. Control de registros
10. Evaluación

El *Programa de G.C.* (P.G.C.) es la aplicación del *Manual de G.C.* a una obra concreta, la aplicación práctica de la G.C. a través de su documentación. El P.G.C. se define como “el conjunto de todas las prácticas establecidas e implantadas para asegurar la consecución de la calidad en el planteamiento, diseño, construcción y explotación de la obra, con el grado de calidad y con el nivel de calidad requeridos” [9]. El índice de conceptos fundamentales a tener en cuenta en el establecimiento de un *Programa de G.C.* es el mismo que el del *Manual de G.C.*, con la diferencia de que en éste se exponen planteamientos generales de la empresa y en el otro planteamientos concretos para una obra determinada.

El *Manual de Procedimientos* (M.P.) es el documento donde se detallan los pasos a seguir en cada una de las actividades necesarias para la aplicación de un Programa de G.C. Debe explicar con detalle cómo se ejecuta la actividad, quién, dónde, cuándo y en qué condiciones. El M.P. puede tener carácter general, es decir, aplicable a cualquier obra, o estar elaborado para una

obra específica. El índice de Procedimientos se puede establecer a partir de los capítulos del índice del M.G.C., anotando los procedimientos mínimos para cubrir las exigencias de cada uno de ellos.

Veamos como ejemplo el tratamiento de uno de los capítulos del índice común, en cada uno de los documentos M.G.C.; P.G.C. y M.P.:

Capítulo 5

Control e identificación de materiales y equipos (Cuadro 1).

M.G.C. Cap. 5

Relaciona las actividades necesarias, así como los documentos a constituir, para asegurar que los materiales y equipos utilizados son los especificados por el diseño-proyecto y que cumplen los requisitos de calidad. De forma general, o sea, para todo tipo de materiales con los que trabaja la empresa y para todo el equipo disponible.

P.G.C. Cap. 5

A partir del M.G.C. se particulariza para la obra concreta que se va a realizar, es decir para los materiales y equipo necesario en ella. Con posibilidad de desarrollar algo más lo especificado en el M.G.C.

M.P. Cap. 5

Se establece un índice de actividades en el Capítulo, que puede ser:

- 5.1. Almacenamiento, manipulación y transporte.
- 5.2. Inspección de almacenamiento.
- 5.3. Identificación; Def. de sellos, marcas, tarjetas.
- 5.4. Etcétera.

Y se pasa después a describir detalladamente los pasos y comprobaciones a seguir en cada una de ellas con la documentación precisa. (Cómo, quién, dónde, cuándo y en qué condiciones).

Al aplicar un Programa de G.C. a todo el proceso constructivo de una obra, los P.G.C. establecidos por las empresas implicadas en cada fase deben ser compatibles y coherentes con el Programa de la Propiedad —Programa General abarcando todas las fases—.



Figura n.º 2

3. ¿Qué se entiende por Elementos de G.C.?

En el proceso constructivo hay una serie de aspectos o factores que influyen más decisivamente sobre la calidad, independientemente de la fase que se considere. Pues bien, a estos factores es a los que se llama *Elementos de G.C.*: aquellos que, actuando mediante Programas de G.C., nos permiten asegurar más fácil y directamente la calidad, ya sea porque nos faciliten el control, porque sean muy indicativos de ella o porque mediante su control se asegure la misma. La G.C. se apoya en ellos, no los propone, ni dicta cómo debieran ser.

Analizando los elementos de G.C. se puede establecer un sistema de G.C. adecuado a necesidades determinadas. Después, a partir del estudio realizado, la G.C. se traduce en documentos específicos de control como son listas de chequeo, fichas de control, guías de procedimientos, etcétera.

Veamos unos ejemplos de la necesidad y utilidad de identificar estos elementos:

— En un país en desarrollo no hay establecidos requisitos sobre G.C., hay escasamente alguna acción de control y calidad, y vistos los niveles de calidad usuales se estima que no es suficiente y se considera la necesidad de establecer sistemas de G.C. para los procesos constructivos. ¿Por dónde empezar? Por identificar los factores que nos van a permitir más directamente asegurar diversos niveles de calidad, y establecer los que faltan o completar los insuficientes para poder fijar sistemas de G.C.

— En general, es interesante que cualquier técnico tenga una lista de elementos fundamentales de G.C. para tener una idea —y sobre todo una guía y un orden— de los puntos débiles o de más relevancia en la obra, que están relacionados con ellos y, por tanto, con la calidad; y de esta forma manejar y controlar mucho más fácilmente la obra ya sea como Proyectista, Constructor o Director de la misma. Esto se puede llevar a cabo mediante simples listas de chequeo sobre cada factor de G.C.

4. ¿Cuáles son los principales Elementos de G.C.?

A partir de todos los factores y sujetos del proceso constructivo se pueden distinguir fundamentalmente siete elementos de G.C. Estos son:

- Marco Legal.
- Sistemas de Seguros.
- Normativa.
- Formas de Contratación.
- Organizaciones de Control.
- Nivel Tecnológico.
- Factor Humano.

Los seis primeros existen previamente al proceso constructivo; al abordar el proceso se parte de una normativa ya establecida, de unos modos de contratación determinados entre los que habrá que elegir, de un marco legal, etc. Fijan las condiciones generales de actuación en el proceso por lo que su importancia es decisiva.

Con el último —el factor humano— se ha resumido el conjunto de personas físicas que intervienen en todo el proceso. Este factor de calidad es determinante *durante* el mismo; en este caso es el control mismo del factor el que nos va a permitir garantizar diversos niveles de calidad en función de la disminución del error humano, el cual representa en gran porcentaje (75%) la causa principal de los fallos producidos en procesos constructivos (4), por lo que su consideración es imprescindible.

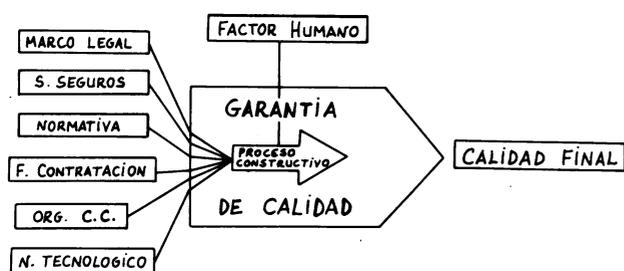


Fig. 3.—Elementos de G.C.

4.1. Marco Legal

El Marco Legal fija las relaciones y responsabilidades de todos los implicados en el proceso constructivo.

Ocurre a menudo en todos los países que las responsabilidades no están bien definidas en el propio proceso, lo que provoca grandes conflictos a la hora de actuaciones legales en caso de presentar problemas alguna de las fases o, más grave, cuando se produce un siniestro en la estructura final. Por medio de la ley se establecen unas reglas previas claras que evitan problemas posteriores en la interpretación de responsabilidades.

En España actualmente el *Código Civil* regula las actividades constructivas en los artículos 1101, 1591, 1907, 1908 y 1909.

Y el *Código Penal* establece los siguientes artículos relacionados con actuaciones negligentes o de imprudencia: 565, 586 y 600.

Actualmente se está preparando una futura ley de la edificación con objeto de adaptar la estructura legal a la práctica real y cuyos antecedentes más inmediatos son el libro blanco sobre la edificación [11] y el libro sobre la Competencia Profesional de los Ingenieros de Caminos [12].

4.2. Sistemas de Seguros

Tienen gran influencia sobre la calidad de las construcciones. Se encargan en mayor o menor medida, según el tipo de seguro que se establezca, del control y clasificación de las empresas constructoras, del control de calidad de los materiales, control de “normalización de riesgos” con supervisión del proyecto y comprobación de la ejecución, y en general del estudio de la patología de la construcción, realizando análisis estadísticos de los siniestros. Son un órgano adicional de inspección y control.

En España se establecen hoy día tres tipos de seguros: el Seguro de Responsabilidad Civil Profesional, el Seguro de todo riesgo de la Construcción y el Seguro de Responsabilidad Civil de Productos.

Estos seguros son aplicables en las distintas etapas del proceso: Proyecto, Construcción, Materiales y Mantenimiento, cuando éste es de explotación. Los usuarios o propietarios tienen pocas garantías frente a los daños que se puedan producir en sus construcciones, generalmente deben recurrir a la vía judicial, con la consiguiente demora antes de conseguir la reparación de los daños y perjuicios (figura 4) [13] [14].

Existen otros tipos de seguros que pueden defender estos intereses, como son:

— *El Seguro Decenal*: Suscribiendo esta póliza los promotores y propietarios tienen la garantía, en caso de siniestro, del pago de las reparaciones de los daños originados por vicios de concepción, de proyecto o de dirección, defectos de ejecución o de los materiales.

— *El Seguro de Caución*: Garantiza al propietario de una vivienda el pago de una indemnización inmediata para subsanar los desperfectos que puedan detectarse en la misma o en el funcionamiento de las instalaciones. Es vigente hasta dos años después de la terminación de las obras.

Pero en España, según el Comité de Construcción de la AECC, el primero lo suscriben sólo algunas empresas extranjeras y el segundo probablemente no se ha emitido hasta ahora.

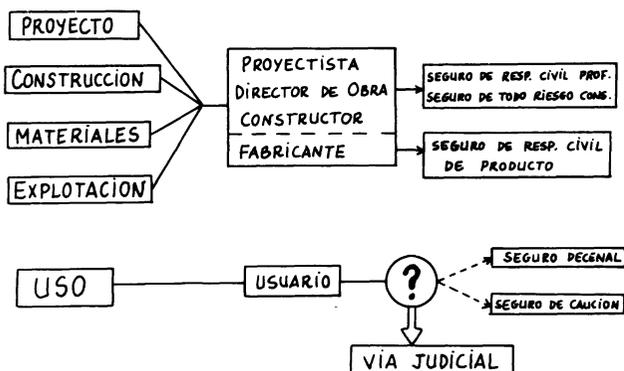


Fig. 4.—Seguros en el proceso constructivo

4.3. Normativa

Es uno de los factores que está siempre presente durante el proceso constructivo y que regula más directamente cada una de las fases.

Se pueden distinguir dos tipos de normas: las preceptivas y las recomendadas. Las preceptivas son de cumplimiento obligatorio siempre, mientras que las recomendadas no son obligatorias a no ser que lo indiquen las preceptivas o formen parte del contrato. Distinguiendo entre normas técnicas y organizativas, las primeras son obligatorias y las segundas preceptivas.

Para que las normas sean útiles como elementos de G.C. deben cumplir una serie de requisitos, tanto técnicos como organizativos. Para Reinhardt [15] tales requisitos son los siguientes:

— *Aspectos técnicos*:

- i) Terminología, notaciones y símbolos formalizados y bien definidos para la buena comprensión de la Norma y para facilitar la transmisión de datos. Sobre este aspecto hay que señalar el Congreso sobre Terminología de la Construcción celebrado en octubre del pasado año en Valladolid.
- ii) Operaciones normalizadas, tales como métodos de dimensionamiento, métodos de ensayo o control.

— *Aspectos organizativos*:

- i) Normas de condiciones de contrato que establezcan los cobros y pagos, documentos, garantía, ...

El Comité de Construcción de la AECC hace unas recomendaciones respecto a la normativa [13] para que ésta sea completa, actual y eficaz, y disminuir en lo posible los errores relacionados con ella.

Las causas de los fallos producidos en una estructura, relacionadas con algún aspecto de la normativa se pueden agrupar como sigue:

- Incumplimiento de la normativa.
- Normativa no adecuada u obsoleta.
- Inexistencia de normativa.

La Tesis de Vieitez [16], que es un estudio de casos patológicos, en el capítulo tres analiza la relación entre los defectos producidos y la normativa. Se indica, por ejemplo, la falta de la normativa respecto a las cimbras en la obra, siendo éstas un elemento fundamental. Varios países (USA, Gran Bretaña) han sacado ya normas sobre ello.

También se recoge el caso de la limitación de las flechas de los forjados para las condiciones de servicio en función de la relación flecha/luz. Limitación que no es adecuada, pues a mayor luz la norma permite más flecha con la consiguiente fisuración de tabiques en luces grandes. Este tema está actualmente en estudio en la Comisión Permanente del Hormigón (CPH) y en el Model Code.

Y hay una gran variedad de casos en los que el fallo procede del incumplimiento de la normativa. Naturalmente, estos errores no proceden de la normativa en sí, sino de la imprudencia, negligencia o desconocimiento de aquellos que debían haberla aplicado; lo que se relaciona directamente con el factor humano que se analiza en un apartado posterior.

4.4. Formas de Contratación

En el contrato se fijan las obligaciones de las partes, los pagos, plazos y garantías, aspectos todos de interés respecto a la G.C. Mediante el contrato se pueden hacer obligatorias determinadas normas organizativas de carácter preceptivo.

Hay diferentes formas de contrato, Skriandan [17] recoge los siguientes caminos en el encargo de una realización:

- a) i) Por el método tradicional, donde las partes son un cliente, un ingeniero que diseña y supervisa la construcción, y un contratista que se encarga de la misma mediante un contrato entre el cliente y él.
- ii) Por un método alternativo, donde el diseño es presentado por el contratista bajo las mismas disposiciones.
- b) Un contrato de diseño y construcción donde el cliente recibe ofertas al respecto, basadas a veces en un anteproyecto.
- c) Contrato con un coste de la realización más o menos fijo que es negociado con el contratista seleccionado. Dicho coste está basado en un diseño preparado para el cliente por su Agente o Ingeniero elegido.
- d) Estructuras diseñadas y construidas por alguna organización con la intención de alquilar el edificio; aquí el dueño es una compañía constructora que financia toda la operación.
- e) Contratos de gestión, con el contratista tomando o no responsabilidad en el equipo de diseño.

La forma de adjudicación de los contratos de obras es el punto más delicado de la contratación. De él depende en buen grado la calidad final de la obra. Las formas posibles en España son: *La contratación directa, la subasta, el concurso-subasta y el concurso*; siendo la más usual la de subasta, que no es la más adecuada pues sólo tiene en cuenta la oferta económica sin considerar otros factores que influyen en la calidad.

Uno de los puntos más importantes para la contratación y el establecimiento de criterios de adjudicación idóneos, es la definición correcta y absoluta del proyecto, o en su caso del anteproyecto, con indicación clara de los objetivos, así como de los plazos y presupuestos coherentes con ellos. La fase de promoción influye mucho en esa definición, ya que al ser generalmente pública, las cantidades y plazos otorgados a distintas realizaciones a veces dependen de la repercusión

popular y política que éstas tengan, más que de las necesidades y disponibilidades reales de tiempo y dinero. Si se fijan plazos y presupuestos insuficientes para la etapa de Diseño-Proyecto, no se definirá éste correctamente, acumulándose los posibles fallos provocados por esa falta de definición en las etapas siguientes.

4.5. Organizaciones de control de calidad

Son un elemento fundamental en un sistema de G.C.; a través de ellas se puede constatar la calidad obtenida y verificar el grado en el cual un bien o servicio satisface las exigencias del consumidor, mediante los controles que permitan garantizar que la obra que se va a construir cumplirá los objetivos asignados [11].

Las organizaciones de control pueden ser oficiales o privadas. Se dedican a la supervisión de proyectos, al control técnico de la ejecución de las obras y al control de calidad de los materiales, y pueden actuar dependientes de la Dirección de obra o de las compañías de seguros. Aplican métodos de control e interpretan los resultados, constituyendo un apoyo imprescindible para la Propiedad y la Dirección Facultativa.

En España actualmente hay pocas, por el desconocimiento de la utilidad de sus servicios; requieren además técnicos cualificados con mucha experiencia [13].

4.6. Nivel Tecnológico

El nivel tecnológico de las empresas es un elemento de G.C. ya existente previamente al proceso constructivo, pero en constante y rápida evolución. Su influencia parte desde la fase de Diseño-Proyecto (Empresas Consultoras de Diseño-Proyecto, Empresas Constructoras, Fabricantes de materiales, ...)

El nivel tecnológico general de una sociedad es un buen indicador de la calidad posible de alcanzar en procesos productivos, según su grado de desarrollo. Por otra parte, hay que considerar el nivel tecnológico particular de cada una de las empresas que pueden participar en el proceso y señalar la necesidad de la regulación de exigencias tecnológicas a cumplir por dichas empresas a la hora de abordar obras de distintas características (tipo e importancia de la obra, calidad requerida, ...). Esta es una cuestión que se relaciona directamente con otros elementos de G.C. que nos facilitarán esa regulación como son el Marco Legal, la Normativa y principalmente las formas de Contratación. En España, para contratar obras con el Estado es necesario haber obtenido previamente la correspondiente clasificación, que se establece en grupos atendiendo al campo concreto al que se dedica la empresa (teóricamente se asignan los grupos según los medios mate-

riales y personales y la experiencia constructora de la empresa), y en categorías en función de la capacidad económica. Este último aspecto es el que prima para aceptar la capacidad de las empresas y no siempre se corresponde con su aptitud técnica.

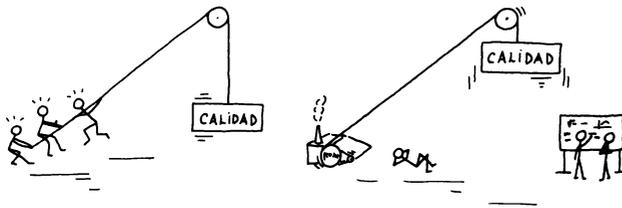


Fig. 5.—El avance tecnológico permite una mayor calidad con menor esfuerzo. Los recursos humanos pueden ser mejor aprovechados.

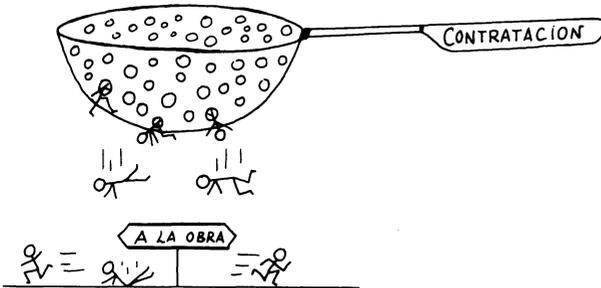


Fig. 6.—Las formas de adjudicación usuales y la falta de requisitos técnicos en la contratación constituyen un auténtico "coladero" para contratistas avispidos.

4.7. Factor Humano

La importancia del factor humano se debe a la influencia de los errores humanos en los fallos producidos durante el proceso constructivo.

Según un programa de investigación llevado a cabo por el Instituto Federal de Tecnología de Zurich, cuyo objetivo era identificar los elementos que intervenían en un concepto globalizado de la seguridad, de un total de 800 casos de fallos estructurales estudiados, el 25% podrían ser calificados de fallos inevitables, es decir, fallos derivados del conjunto de riesgos aceptados con que se cuenta de antemano en teoría de estructuras; mientras que el 75% restante podrían ser clasificados como riesgos residuales, es decir, derivados de la falta de fiabilidad humana [4].

Dos ingenieros australianos, Owen Ingles y George Nawar, en un análisis realizado para evaluar los niveles de tolerancia de riesgo en la construcción, de 400 casos de fallos estructurales en edificaciones estudiados concluyen que el 87% de ellos son debidos a errores humanos y el resto a sucesos naturales accidentales [18].

De los resultados de estos estudios mencionados y otros similares acerca de las causas de fallo en casos concretos relevantes, se deduce la necesidad de estudiar a fondo las causas relacionadas con los errores humanos y la creación de estrategias que permitan reducirlos. Hay diversos autores con trabajos interesantes en este campo como son Matousek (es de destacar su trabajo sobre medidas contra errores en el proceso constructivo [19]), Melchers, Knoll, Turkstra, Blaut y Nowak, por citar algunos de los que se dedican a este tema; y son de destacar dos publicaciones recientes: el Informe final sobre el Simposio de la IABSE en Tokio en septiembre de 1986 [20] (junto con el Informe del Congreso de la IABSE celebrado en Rigi en 1983 [21], proporciona una excelente fuente de información sobre Garantía de Calidad en el proceso constructivo) y el libro Human Error [22], con aportaciones de distintos autores en torno al tema.

También hay que reseñar una publicación periódica: El Journal of Construction Engineering and Management de la American Society of Civil Engineers (ASCE).

Los principales componentes del factor humano respecto a la calidad en el proceso constructivo y los fallos y errores producidos en éste, pueden agruparse como sigue:

- Motivación.
- Comunicación.
- Cualificación.
- Experiencia.
- Condicionantes ergonómicos.

Los dos primeros son de carácter psicológico y social; la cualificación y la experiencia consideran aspectos de conocimiento y sentido común; y los condicionantes ergonómicos se refieren a las condiciones físicas del trabajo. Todos ellos están muy relacionados entre sí y con los otros elementos de Garantía de Calidad.

4.7.1. Motivación

La falta de motivación puede tener varias consecuencias negativas clasificables, si cabe la expresión, en tres grupos:

- Descuidos, negligencia, imprudencia.
- Apatía, falta de atención, indiferencia.
- Mala fe, desobediencia.

Esta falta de motivación puede estar originada por el mal funcionamiento de la empresa, por las características del puesto de trabajo o por causas exteriores al mismo, de carácter psicológico y social. En el cuadro n.º 2 se recogen algunos factores que influyen en la motivación.

CUADRO N.º 2 Factores que influyen en la motivación. Fuentes [1] [23] [24] [25] [26] [28]

Mal funcionamiento de la empresa	Características del puesto de trabajo	Condiciones externas al trabajo
<ul style="list-style-type: none"> — Salarios bajos, demora de pagos — Horas de trabajo — Mal liderazgo — Poca participación — Trabajo no reconocido 	<ul style="list-style-type: none"> — Mala dirección — Responsabilidad adicional o poca responsabilidad — Insatisfacción profesional — Trabajo insuficiente o poco interesante — Factores de distracción molestos 	<ul style="list-style-type: none"> — Avaricia, ambición — Necesidades grupo referencia social: clase socioeconómica, residencia urbana o rural — Nivel de educación — Mercado de trabajo — Alcohol — Factores políticos — Factores emocionales, exceso de tensiones

La motivación de los trabajadores y su relación con la organización de los grupos ha sido ampliamente estudiada en este siglo pero en sus relaciones con la productividad no con la calidad, aunque las últimas teorías apuntan hacia los dos aspectos. Hay dos corrientes principales:

La dirección científica del trabajo, que hace un enfoque de individuo a través del trabajo; se simplifican y subdividen al máximo las actividades (teoría X, Taylor).

Y la ciencia del comportamiento humano en la organización, que hace un enfoque del trabajo a través del individuo; de carácter más humanista (teoría Y, Elton Mayo, Maslow, MacGregor y Herzberg) [23] [24] [25] [26].

En los últimos años hay que destacar la teoría Z de Ouchi [27], que se puede considerar una ampliación de la teoría Y; el individuo se siente parte de un todo que es la empresa, participando en una tarea común.

También hay que citar en el intento de mejora de la motivación de los trabajadores y relacionado con la teoría Z el ejemplo del Japón y los Círculos de Calidad [26] [27], con los que se han obtenido muy buenos resultados. En España se empezaron a implantar Círculos de Calidad en algunas empresas a principios de los ochenta, aumentando su número cada año. En el sector de la construcción por sus características singulares son difíciles de establecer, aunque hay algunos en departamentos de proyectos de empresas de ingeniería.

4.7.2. Comunicación

Los fallos en la comunicación tienen como consecuencia una falta de definición de tareas o una mala interpretación de éstas, dando lugar a errores.

Estos fallos pueden provocar errores por sí mismos o por producir una falta de motivación debida a una mala o escasa información.

El hundimiento del puente de Pulle [29], sobre el canal Nete en Bélgica es un ejemplo bastante didáctico. La causa del hundimiento fue el giro del encepado de una pila por erosión del terreno.

La conservación de la parte aérea era responsabilidad de la División de Carreteras y la del canal de la División de Aguas. Los pilotes largos previstos en el proyecto original habían sido cambiados durante la construcción por pilotes cortos protegiendo el terreno de la socavación; pero la División de Aguas tenía los planos que indicaban pilotes largos.

Al producirse la socavación cada División creyó que el problema era competencia de la otra, por lo que quedó abandonado, deteriorándose hasta el hundimiento.

La falta de comunicación producida por una falta de coordinación entre las partes fue una de las causas del desastre.

Se analizan a continuación las características intrínsecas de la comunicación.

En la comunicación participan siempre un emisor y un receptor, y entre ellos una serie de filtros ("ruidos") y elementos que influirán en el mensaje. La calidad de la comunicación depende de la disposición de ambos —emisor y receptor— hacia el mensaje, la expresión y la comprensión del mismo, la vía utilizada para transmitirle y la red de filtros exteriores que le afectan. Según Huse y Bowditch [23] hay tres variables principales que influyen en la comunicación: la naturaleza de la información (cantidad, dificultad de comprensión y posibilidad de realimentación), la estructura del grupo (lineal o circular) y el clima de las comunicaciones (amenazador o cooperante).

Existen diversas técnicas para mejorar la comunicación, entre ellas están: la tempestad de ideas, el psicodrama y la realimentación [4].

Un aspecto fundamental de la comunicación oral y apenas tenido en cuenta es el saber escuchar. Según Rankin, de la Universidad de Ohio, un 70% de nuestro día despierto consciente estamos comunicándonos con los demás, y de ese tiempo el 45% lo empleamos en escuchar. Escuchar es la forma de comunicación más utilizada y menos enseñada. Su importancia es decisiva a la hora de aprender y comprender [30].

4.7.3. Cualificación. Formación

La cualificación de los implicados en el proceso constructivo es otro de los principales componentes del factor humano en el mismo, y sobre el que tal vez hay más capacidad de control mediante requisitos legales, referentes a los conocimientos para abordar distintos tipos de obra, y planes de formación adecuados.

La cualificación engloba dos grandes áreas: la formación y los conocimientos es una, y la experiencia personal y el sentido común, la otra.

i) Falta de cualificación

La falta de cualificación y los errores que de ello se desprenden pueden tener origen diverso:

- *La falta de capacidad:* Incompetencia. Aún teniendo una formación adecuada (capacidad formal) para ejercer en un tipo de obra, el individuo es incapaz de llevarla a cabo (capacidad real).

Puede haber motivos de tipo psicológico y humano o simplemente falta de experiencia.

- *La ignorancia y desconocimiento:* Por falta de formación o ser ésta incompleta. Supone también incompetencia. Esta situación da lugar en muchos casos a imprudencia.
- Y se considera un tercer caso: Falta de sentido de la responsabilidad. El individuo sabe lo que ha de hacer y cómo lo tiene que hacer, pero no lo hace. Está relacionado con la motivación.

ii) Situación actual en Europa

En Europa en general los requisitos de cualificación para las distintas etapas del proceso constructivo no están bien definidos y las responsabilidades están poco delimitadas y reguladas.

Como excepción hay que citar la norma finlandesa [31] donde se establece una clasificación por clases de obra, y las características a cumplir por los proyectistas y supervisores que se pueden encargar de cada clase en distintas etapas.

Aunque la denificación de los requisitos es muy general, es el único país donde se establecen éstos en la normativa según clases de obra y para distintas etapas del proceso constructivo. Tras 10 años de experiencia, funciona bien y están contentos.

En cuanto a la formación y exigencias al respecto para ejercer profesionalmente, el funcionamiento es diferente en los distintos países europeos [32].

En Alemania existen Ingenieros e Ingenieros Diplomados (Doctores). Ambos tienen la misma capacidad técnica, pero sólo los últimos pueden dedicarse a la enseñanza. El título es académico, luego hay que pasar a integrarse en la Asociación de ingenieros alemanes para poder ejercer la profesión.

En Francia hay Ingenieros Civiles y de "Ponts et Chaussées". Estos últimos se integran en el Estado y tienen más prestigio a causa de su preparación, más rigurosa.

En el Reino Unido hay diversas Escuelas de Ingenieros Civiles. Son títulos académicos que, por sí solos, no autorizan a ejercer la profesión. Para ello tienen que integrarse en la Institución de Ingenieros Civiles después de dos años de prácticas y un examen de capacidad.

En España, para ejercer profesionalmente en cualquier etapa del proceso constructivo, es necesario poseer el título de Ingeniero Superior o Arquitecto y estar registrado en el Colegio Profesional correspondiente.

4.7.4. Experiencia

Se pueden considerar dos tipos de experiencia: la experiencia personal de cada individuo, relacionada con su cualificación; y la experiencia general dentro del campo de la construcción. La experiencia personal se incluye en esta última, es una de sus fuentes de información.

Las experiencias pueden ser positivas y negativas. Las positivas están poco formalizadas y se recogen en observaciones informales, publicaciones en revistas especializadas, códigos de buena práctica o libros de texto.

Las negativas sí están formalizadas mediante informes oficiales o informes no publicados, observaciones individuales (con informe o sin él), bancos de datos o informes periodísticos, en orden de fiabilidad descendente [33] [34].

Las principales fuentes de información respecto a experiencias son:

- La experiencia personal de los ingenieros.

- Normas y códigos.
- La literatura al respecto.
- Depositarios de cálculos, informes: como consultorías, compañías de seguros, administración, centros de investigación, sumarios de juicios y procesos de casos patológicos.

Futuro de la evaluación de la experiencia

Las dificultades de aplicación de una formalización de las experiencias son principalmente [34]:

- La falta de comunicación efectiva.
- La dificultad de comparar casos por las condiciones únicas y diferentes de cada uno.
- Y los intereses de las partes implicadas, pues es difícil que alguien quiera informar sobre errores y fallos propios o descubrimientos interesantes que aún siendo de interés público puedan perjudicarle.

La posibilidad de recopilar la experiencia práctica —en particular la negativa— y usar esto para beneficio de la comunidad técnica tiene pues un importante componente ético.

Por esto, la preparación de una Norma Internacional de Ética en la construcción podría ser apreciada como guía. Esta Norma protegería a la sociedad y a los profesionales y facilitaría la difusión de una información útil [35].

4.7.5. Condicionantes ergonómicos

Otro componente del factor humano de carácter distinto a los analizados y también relacionado con la calidad y los errores, es el de las condiciones físicas del trabajo —los condicionantes ergonómicos—, tales como:

- Dimensiones del espacio de trabajo.
- Trabajo muscular.
- Ruido.
- Iluminación.
- Temperatura y humedad.
- Ventilación, aire contaminado.
- Limpieza y desinfección.
- Radiactividad, electricidad, incendios posibles.
- Información (carteles, rótulos).
- Aparatos de medición.
- Controles, paneles.

Además de ser causa de error en sí mismos, como es el caso de la falta de las condiciones mínimas exigibles para el desarrollo normal de los trabajos, pueden también afectar a otros componentes del factor humano como la motivación —en condiciones físicas desfavorables se produce insatisfacción laboral, según la teoría de Herzberg— o la comunicación —fallos en la misma por ser deficientes los medios físicos utilizados o a causa de otras condiciones ambientales como escasa o excesiva iluminación, ruidos,...—

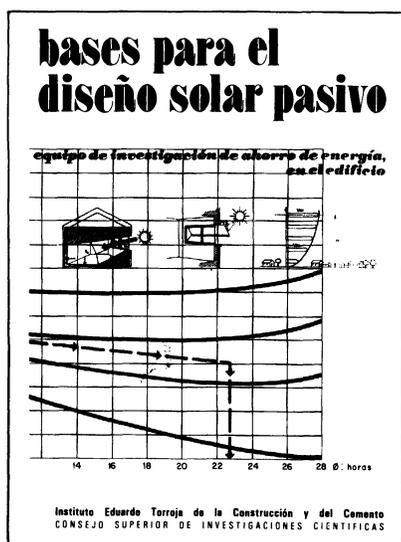
De todos modos, los errores debidos directamente a los condicionantes físicos parecen representar una pequeña proporción del total (menos del 1%). Esto se debe a la capacidad humana de adaptación a condiciones físicas adversas o deficientes y a que están bastante desarrollados los estudios sobre dicha adaptación física al trabajo [24] [28] [36].

REFERENCIAS

1. Manual de Control de Calidad. Por J. M. Jurán. Ediciones Reverté, Barcelona 1983.
2. Curso sobre Garantía de Calidad en la Construcción. Instituto Cerdá. Barcelona, marzo 1984.
3. Workshop Summary. Quality Assurance within the building process. IABSE. Rigi (Suiza), 1983.
4. Para una teoría de la calidad en construcción. Por Alvaro García Meseguer. Informes de la Construcción n.º 348. Instituto Eduardo Torroja.
5. "Quality Assurance, a paper tiger", por Walter Bosshard. Nota introductoria al IABSE Workshop on Quality Assurance within the Building Process. Rigi (Suiza), 1983.
6. Quality Management Standard for Civil Works. Motor Columbus, Spie Batignolles and Socotec. MacMillan Press Ltd., London 1984.
7. "Quality Assurance under Different Forms of Contract". PUB. Nueva York, 1985.
8. "Report on Quality Control and Quality Assurance for Concrete Structures". Por Grupo de Trabajo I/1 del Comité Euro-Internacional del Hormigón (CEB) bajo la presidencia de A.G. Meseguer. Boletín n.º 157 del CEB, marzo 1983.
9. Garantía de Calidad en la obra civil. AECC. 1985.
10. Recomendaciones para la preparación de manuales de G.C. Borrador preliminar. Comité de Garantía de Calidad para las estructuras de edificación. AECC. 1983.
11. Libro blanco sobre edificación. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, julio, 1978.
12. La Competencia profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid, 1983.

13. La Calidad de la Construcción en España. AECC. 1983
14. II Coloquio Europeo de la E.O.Q.C. Garantías en la Edificación. Madrid, noviembre de 1979.
15. "Role of Standards in Quality Assurance". Por C. Reinhart. Contribución al IABSE. Workshop on Quality Assurance within the building process. Rigi (Suiza). 1983.
16. Patología de Estructuras. Aspectos químicos, normativa y estadística. Tesis de J. Antonio Vieitez Chamosa. Director: Prof. D. J. Luis Ramírez Ortíz. E.T.S.I. Industriales. Bilbao, marzo, 1984.
17. "Quality Assurance under Different Forms of Contract". Por K. Sriskandan. Contribución al IABSE Symposium on Safety and Quality Assurance of Civil Engineering Structures. Tokyo, 1986.
18. "Evaluation of Engineering Practice in Australia". Por O. Ingles and G. Nawar. Contribución al IABSE Workshop on Quality Assurance within the building process. Rigi (Suiza). 1983.
19. Measures against errors in the building process. Por Miroslav Matousek. Institute of Structural Engineering. Swiss federal institute of Technology. Zurich, 1982.
20. IABSE Symposium Tokyo 1986. Safety and Quality Assurance of Civil Engineering Structures. Tres volúmenes: Introductory report, Preliminary Report and Final Report.
21. IABSE Workshop. Rigi (Suiza), 1983. Quality Assurance within the building Process. Proceedings.
22. Modeling Human Error in Structural design and construction. Varios autores. Edited by Andrzej S. Nowak. ASCE. Nueva York, 1986.
23. El comportamiento humano en la organización por E.F. Huse y J.L. Bowdich. Ediciones Deusto. Bilbao, 1976.
24. El factor humano en la producción. Por Luis Corrons, J.M. Ruiz y Jesús Alonso. Ediciones Deusto, Bilbao 1979.
25. Psicología de la industria y las organizaciones. Por A.K. Korman, Ediciones Morova, Madrid 1978.
26. Trabajo en grupo y Círculos de calidad. AECC. Juan Gomis Cerón.
27. Círculos de Calidad y Productividad. Manual para la implantación. E. Martínez Grande. Gestión y Planificación Integral, S.A. Barcelona, 1983.
28. Construction Hazard and Safety Handbook R.W. King - R. Hudson. Butterworths, 1985.
29. Collapse of the bridge at Pulle. por Daniel VandePitte. Contribución al IABSE Workshop on Quality Assurance within the Building Process. Rigi (Suiza), 1983.
30. ¿Sabe Vd. escuchar? Por el Dr. Steil. Boletín de información de Sperry.
31. Building Code of Finland. Concrete Structures. Concrete Association of Finland, 1983.
32. Situation des ingenieurs en Europe. FEANI. Julio 1979.
33. Practical Aspects of Planning for Quality. Por b. Hillemeier. Nota introductoria al IABSE Workshop on Quality Assurance within the Building Process. Rigi (Suiza), 1983.
34. Evaluation of experience. Por R. E. Melchers, M. J. Baker, F. Moses. Nota introductoria al IABSE Workshop on Quality Assurance within the Building Process. Rigi (Suiza), 1983.
35. Ethics in the Building Process. Por J. Ferry Borges. Contribución al IABSE Workshop on Quality Assurance within the Building Process. Rigi (Suiza), 1983.
36. Factores humanos en fiabilidad. AECC. Justo Mugillon Paris.

* * *



Equipo de Ahorro de Energía
en el edificio

Dirección y coordinación:
Arturo García Arroyo

M.^a José Escorihuela
José Luis Esteban
José Miguel Frutos
Manuel Olaya
Bernardo Torroja

selectividad en la aplicación de los sistemas y procedimientos pasivos dando origen a un ecumenismo arquitectónico solar, al margen de las condiciones climáticas y funcionales específicas de cada caso y lugar.

En este libro, utilizando criterios y metodología pedagógicos, se dan los fundamentos e instrumentos teórico-prácticos necesarios para el planteamiento de todo proyecto arquitectónico solar pasivo, de acuerdo con los principios éticos y económicos de conservación y ahorro de energía. Es decir: respeto de los presupuestos bioclimáticos, búsqueda de la máxima captación y acumulación de la radiación solar, y esmero en el aislamiento térmico de los cerramientos.

Un volumen encuadernado en cartulina ibiza plastificada, a cinco colores, de 16 x 23 cm, compuesto de 216 páginas, 217 figuras, 87 gráficos, 19 tablas y 10 cuadros.

Madrid, 1983. Precios: España 2.100 ptas.; 30 \$ USA.

Las dificultades de suministro y el alto coste de los productos energéticos convencionales han despertado la atención de los usuarios, técnicos e industriales de la edificación hacia los procedimientos y sistemas en que se basa el aprovechamiento de otras fuentes alternativas de energía, principalmente la solar. Esto ha generado un rápido desarrollo industrial y comercial que, en opinión de los autores de este libro, arrastran los siguientes defectos: un mimético tecnologismo respecto de los sistemas convencionales que violenta las peculiaridades de la energía solar (baja densidad y variabilidad en el tiempo), y una escasa