

Un sistema general de tolerancias en la construcción

Víctor J. Ruiz Chacón*

1.— CONCEPTOS GENERALES

Uno de los principales problemas que se han presentado desde la antigüedad ha sido el medir o definir la calidad de una obra.

Mucho se ha hecho para definir las tolerancias en la construcción, pero aún nos falta mucho para llegar a trabajar con tolerancias confiables dentro del sistema "Propietario— Diseñador— Constructor".

Conviene verificar la orden de magnitud de la probabilidad de falla que se acepte, comparándola con los valores que el diseño convencional acepta implícitamente para estructuras. Así vemos cómo, en uno de los códigos actuales, en el capítulo 4.3 del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad de México, dice a este respecto: "el diseño de estructuras urbanas ordinarias... incluye el aspecto de probabilidades de falla... de $\frac{1}{10.000}$ a $\frac{1}{100.000}$ ".

Por lo que respecta a solicitudes accidentales, como viento y sismo una estructura se diseña con aceptación de períodos de recurrencia a la falla de 200 años, mientras que otras suponen cuando menos un milenio.

Según el manual antes citado, la utilidad esperada de una estructura dada se calcula de la siguiente manera: $U = B - C - D$

U = utilidad esperada

B = esperanza de la suma de los beneficios actualizados que derivarán de la obra.

* Ingeniero Civil. Labora para el Departamento de Asistencia Técnica de la División de Investigación y Desarrollo Tecnológico. I.T.C.R.

C = costo inicial

D = esperanza de la suma de los costos de daños utilizados, derivados de la obra.

$$B = \int_0^{\infty} b(t) e^{-rt} dt$$

$$D = \int_0^{\infty} d(t) e^{-rt} dt$$

$b(t)$, $d(t)$: espera de beneficios y (o) daños por unidad de tiempo en un instante " t ".

$L(t)$: fiabilidad o probabilidad de que la estructura se encuentre en funcionamiento un instante " t ".

r : tasa de actuación del capital.

2.— SISTEMA GENERAL DE TOLERANCIAS

Tomando en consideración las tenencias actuales, o bien adecuando los diseños y especificaciones a un modelo de beneficio/costo y de una duración económica útil de los proyectos, se propone clasificar los requisitos de las especificaciones en tres niveles.

A Para las obras de extraordinaria importancia que requieran cuidados especiales con relación a las obras de su género.

B Para las obras promedio en su género.

C Para aquellas que sea conveniente ejecutar con cuidados menores a lo normal, como es el caso de estructuras de pequeña dimensión y de menor importancia estructural.

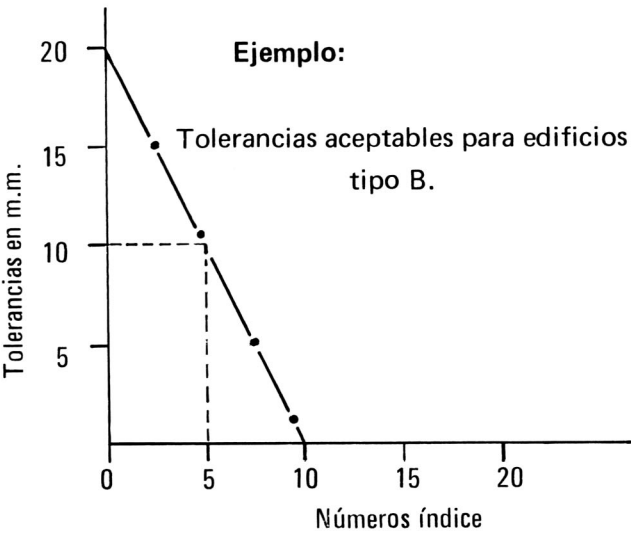
TABLA 1

EJEMPLOS DE TIPOS DE PROYECTOS

EJEMPLOS DE TIPOS DE PROYECTOS	INDICE DE TOLERANCIAS		
	A	B	C
Rompeolas, presas, muelles, etc.	2	0	1
Alcantarillas, obras de mampostería	3	1	2
Carreteras, calles, urbanización	4	2	3
Casas de habitación 1 y 2 niveles	5	3	4
Estructuras de concreto reforzado	6	4	5
Estructuras de acero y concreto pretensado	7	5	6
Prefabricados, estructuras colgantes	8	6	7
Casas de máquinas, bases de equipos	9	7	8
Usos especiales	10	8	9

El índice de tolerancias se especificará en cada proyecto, según los objetivos del proyecto en lo referente a requisitos (estructurales, hidráulicos, etc.) al aspecto que se desea lograr y a la relación de ajuste entre los componentes.

Las especificaciones con índices 1 – 4 se logran con personal poco entrenado. Los índices 5 – 7 requieren un 50 % de personal previamente entrenado y una proporción de 20 a 50 % de prefabricación en taller. Para obtener los índices 6 – 10 se requiere personal altamente calificado trabajando con equipo especializado y un porcentaje alto de prefabricación.



2.1 Especificación sugerida

Las tolerancias dimensionales serán conforme al índice de tolerancias (No. 5) establecido en la Tabla 1, lo que permite una variación hasta de 10 mm., con variación excepcional en una muestra de cada 30, de 3 veces la tolerancia.

El director de la obra determinará en qué casos no se aceptará la variación excepcional, cuando esta variación afecte los índices de seguridad, los ajustes con otros trabajos o el aspecto arquitectónico de la obra.

2.2 Criterio para administrar las tolerancias

Las tolerancias son importantes desde el punto de vista estructural dado que las variaciones en medidas pueden provocar excentricidades y reducciones en capacidad de carga.

La disminución de la capacidad de carga implica un mayor riesgo de que la estructura sufra daños en su vida útil.

- a. Si la desviación afecta la resistencia (esta desviación se analiza en función de los índices de seguridad) se debe reforzar.
- b. Si la desviación afecta el ajuste entre piezas se deberán fabricar piezas especiales de ajuste.
- c. Si la desviación afecta el aspecto ingenieril y arquitectónico se debe corregir. Esta desviación se basa en la impresión del ingeniero o arquitecto, lo que por regla general se hace a 3 metros para detalle, a 15 metros en visita general y a mayor distancia para apreciación de conjunto. Cuando la desviación sea más notable por efecto de la luz tangencial o por comparación con otras líneas, se deberá corregir aún cuando por otros motivos no sea de importancia.

El ingeniero o arquitecto debe tomar en cuenta para su juicio que las desviaciones son frecuentemente aceptables y a veces hasta deseables, tal y como ocurre en innumerables ejemplos, desde la antigüedad hasta nuestros días.

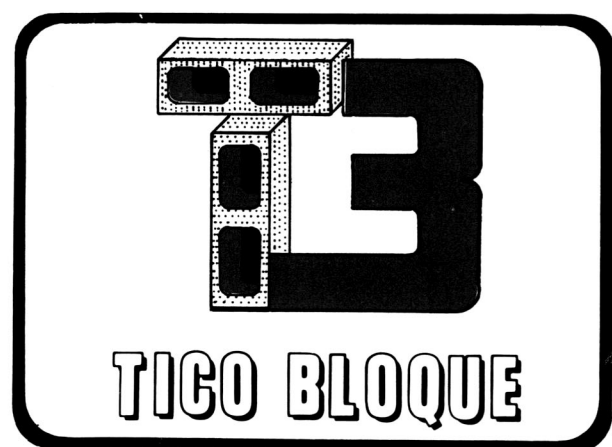
- d. Si la desviación a la tolerancia contratada no afecta la resistencia, ni el ajuste, ni el aspecto arquitectónico, cabe utilizar la "penalización". Penalización es el ejercicio de una reducción al precio del contrato por haber en-

tregado el contratista una obra de menor calidad.

La penalización se calcula según el diferencial que tiene el costo de una especificación de menor exigencia que la contratada.

LITERATURA CONSULTADA

- 1— ACI. Building code requirements for structural plain concrete. (ACI committee 322-72). Detroit: ACI, 1972. 7 p.
- 2— ACI. Reglamento de las construcciones de Concreto Reforzado. ACI 378-71.
- 3— Baker, Clyde N. and Khan Fazlur, Caisson. "Construction problems and correction in Chicago". Proceedings ASCE. v. 97, SM2, Feb. 1971.
- 4— Blachère, G. Saber construir. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974.
- 5— Congreso Latinoamericano de Control de Calidad, 1. México, Octubre de 1975. Memorias. México: 1976.
- 6— México. Comisión Federal de Electricidad. Manual de diseño de obras civiles. México: 1976.



CONSTRUYA CON LO MEJOR...

técnica
experiencia
y calidad

TICO BLOQUE SUPERIOR S.A.

Tel. Fábrica 25-96-56 25-85-25