

Comentarios sobre las diferencias existentes entre la anterior NCSE-94 y la actual NCSE-02

Comentarios sobre las diferencias existentes entre la anterior NCSE-94 y la actual NCSE-02	1
Parte 1	2
1.1.-Factores que influyen en la acción sísmica.	2
1.2.- S: coeficiente amplificador del terreno.	2
1.3.- Espectro elástico de respuesta.....	3
1.4.- Factor “v” de modificación del espectro en función del amortiguamiento	4
1.5.- Masa a considerar.....	4
1.6.- Aceleración básica.....	5
Parte 2.....	8
2.1.-Consecuencias de la adopción de un valor dado del coeficiente del terreno C.	8
2.2.-Estudio de un ejemplo, análisis de cuantías y resultados.	10
Parte 3.....	16
3.1.-Conclusiones finales de la comparativa NCSE 94-02.	16
Parte 4.....	18
4.1.-Tabla de ejemplos, cuantías, norma NCSE aplicada, coeficiente de terreno y ductilidad	18

Parte 1

1.1.-Factores que influyen en la acción sísmica.

Vamos a comentar un caso bastante habitual en nuestras zonas sísmicas, como podría ser el de muchas poblaciones con una aceleración básica que supere $0,10 g$, y que como consecuencia de la entrada en vigor de la Norma NCSE-02 van a sufrir un aumento de la aceleración de cálculo que no se producía en la anterior norma.

Estudiaremos edificios de importancia normal, uso de viviendas, con estructura de hormigón armado compartimentada, con luces y cargas normales (permanentes $5 kN/m^2$, sobrecargas $3 kN/m^2$), cimentadas en un terreno intermedio, $C = 1,30 - 1,60$ (tipo II – tipo III), válido para ambas normas.

Aunque no es frecuente, tampoco es extraño que la aceleración básica haya subido una centésima ($+0,01 g$) en varias poblaciones de cada provincia, según la NCSE-02.

Se expone a continuación el efecto de los parámetros que influyen en la obtención de la aceleración de cálculo.

1.2.- S: coeficiente amplificador del terreno.

Este nuevo coeficiente es el que más puede influir. La aceleración de cálculo es:

NCSE-94

$$a_c = \rho \cdot a_b$$

NCSE-02

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

ρ es el factor de importancia que no varía, si bien a_b (aceleración básica), presenta las pequeñas diferencias que ya hemos mencionado.

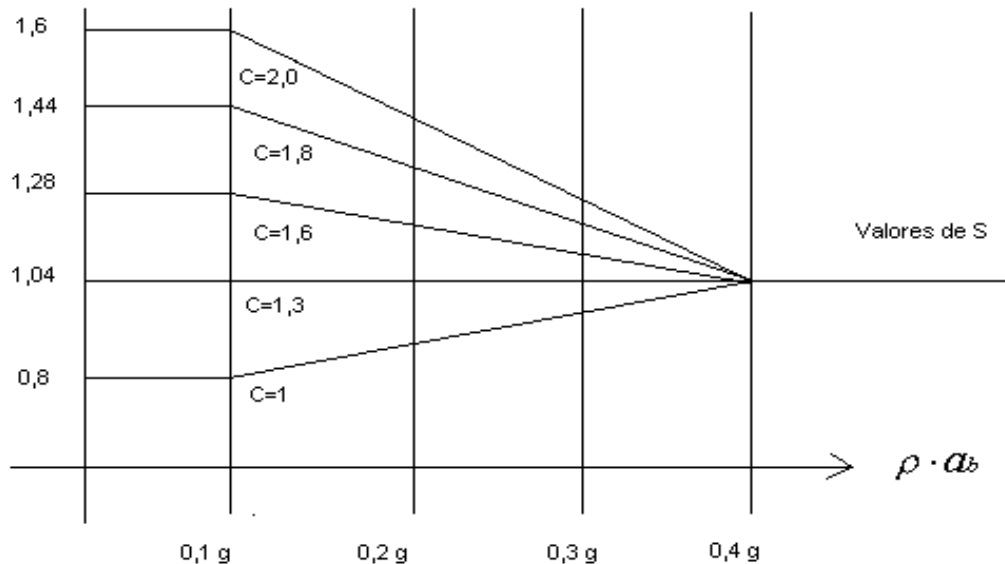
Centrándonos en el valor de S, podremos ver las primeras diferencias.

$$\text{Si } \rho \dots a_b \leq 0,1g \dots S = \frac{C}{1,25}$$

$$0,1g < \rho \cdot a_b \leq 0,4g \dots S = \frac{C}{1,2} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\rho a_b > 0,4g \dots S = 1,00$$

Podemos representar gráficamente de forma aproximada para los diferentes valores de C (coeficiente del terreno) el valor de S :



Se observa que en terrenos tipo I-buenos, el valor de S es menor que la unidad y que puede alcanzar 1,60 para terrenos muy malos.

En este caso con $C = 1,60$ se alcanza $\rightarrow S \cong 1,28$ por lo que se puede afirmar que casi aumenta la aceleración de cálculo un 30%.

A continuación, analizaremos el resto de factores que aumentan la acción sísmica.

1.3.- Espectro elástico de respuesta

El espectro en NCSE-02 ha variado, pudiendo decirse en términos generales que ha aumentado también, aunque sólo sea porque la meseta o plafón es constante, y de valor $\alpha(T) = 2,5$, sea cual sea el terreno.

En la anterior norma, con $K = 1$, vemos que su equivalente $\alpha(T)$ valía 1,9 para terrenos blandos tipo I; 2,2 para normales tipo II; y 2,5 para terrenos malos tipo III.

Si admitimos que nuestro terreno tiene $C = 1,60$, podemos estimar $\alpha(T) \approx 2,1$.

La relación $\frac{\alpha(T)(02)}{\alpha(T)(94)} = \frac{2,5}{2,1} = 1,19$ significa que nuestra ordenada espectral ha aumentado un 19%.

Tengamos siempre presente que la estimación se realiza de forma aproximada.

1.4.- Factor “v” de modificación del espectro en función del amortiguamiento

$$\text{Siendo: } v = (5/\Omega)^{0,4}$$

Ω = amortiguamiento en % respecto al crítico

Vemos de nuevo diferencias a la hora de definir el amortiguamiento en función del tipo de estructura.

Si con NCSE-94 una estructura de hormigón armado compartimentada tenía un valor del 7%, ahora el mismo tipo estructural posee un valor del 5%, es decir:

$$v_{94} = \left(\frac{5}{7}\right)^{0,4} = 0,874$$

$$v_{02} = \left(\frac{5}{5}\right)^{0,4} = 1$$

Luego la relación $\frac{v_{02}}{v_{94}} = \frac{1}{0,874} = 1,14$ nos indica que este factor hace aumentar la acción sísmica otro 14%.

Todos estos efectos amplificadores de la acción sísmica, que están definidos en ambas normas, se multiplican entre sí para obtener la acción sísmica sobre la estructura, obteniendo:

$$1,28 \times 1,19 \times 1,14 = 1,74$$

lo que supone un aumento del 74%.

1.5.- Masa a considerar

También hay pequeñas diferencias en la NCSE-94 y la NCSE-02, simplemente en el caso de viviendas. El coeficiente que multiplica a la sobrecarga a considerar, pasa de 0,30 a 0,5.

De forma sencilla en un edificio de viviendas, estimando la repercusión de cargas/m², permanentes (C_p) y sobrecargas (C_v):

$$C_p = 6 \text{ kN/m}^2 \qquad C_v = 3 \text{ kN/m}^2$$

Se obtiene una masa sísmica según ambas normas de:

$$Masa_{(94)} = 6 + 0,3 \times 3 = 6,9$$

$$Masa_{(02)} = 6 + 0,5 \times 3 = 7,5$$

Nota: En la introducción se indicó la carga $c_p=5$. Ahora damos el valor 6 debido a que el peso de los cerramientos de fachada e interiores y el peso de los soportes, repercuten al menos en 1 kN/m^2 de cargas permanentes, luego:

$$\frac{Masa_{(02)}}{Masa_{(94)}} = \frac{7,5}{6,9} = 1,087$$

Otro 8,7% más, que deja el coeficiente acumulado en:

$$1,74 \times 1,087 = 1,89$$

casi un 90% más.

1.6.- Aceleración básica

La aceleración básica ya se ha mencionado al principio, pero dándose además la coincidencia de ese pequeño aumento. Por ejemplo, pasar de 0,09 a 0,10 supone:

$$\frac{a_{b(02)}}{a_{b(94)}} = \frac{0,10}{0,09} = 1,11$$

otro 11%.

Que junto con lo anterior queda:

$$1,89 \times 1,11 = 2,1$$

Es decir, hemos duplicado la acción sísmica, una población que con la NCSE-94 tenía una aceleración básica $a_b = 0,09$, y de cálculo también $a_c = 0,09$, con los datos de partida mencionados, se encuentra en la NCSE-02 con una $a_b = 0,10$, $a_c = 0,13$, y una amplificación de esfuerzos del doble respecto a la anterior normativa.

Además, al pasar de $0,12 g$, se encuentra con las prescripciones relativas del artículo 4.5.3. *Soportes* que aumenta a 8 el número mínimo de barras, y la separación de estribos en las zonas de cabeza y pie disminuidas, en general, lo cual origina un aumento de cuantías en soportes.

Cabe señalar que en poblaciones como Granada ha descendido la aceleración básica de $0,24$ a $0,23$, por lo que el aumento porcentual es menor, y ya se utilizaba una tabla de pilares con 8 redondos como mínimo.

El aumento sería: $1,16 \times 1,19 \times 1,14 \times 1,087 \times 0,23/0,24 = 1,64$, sólo un 64%.

Esto es una aproximación a la realidad que, con unos ejemplos sencillos, es posible realizar teóricamente. En un soporte aislado resulta casi evidente que el aumento de cuantías sea porcentual, cuando la acción sísmica se ha incrementado y, por tanto, los momentos.

En realidad no es totalmente proporcional, dependerá del axil existente, por tanto, puede variar y mucho la correlación con las cuantías.

En estructuras reales es difícil predecir el incremento final, ya que dependerá en parte de los condicionantes de diseño, y esto es difícil igualmente de modificar, así como luces y dimensiones, por lo que el resultado final no puede asegurarse, ya que son muchos los parámetros que intervienen.

Más dramático resulta en poblaciones que teniendo una sismicidad media $\geq 0,12$ y $< 0,16$, pasan a ser de sismicidad alta $\geq 0,16g$, con todo lo que ello afecta en criterios de diseño de las armaduras, cuantías y separaciones, diámetros mínimos de estribos, etc., que pueden agravar todavía más el incremento de cuantías.

En un momento en el que el precio del acero se ha disparado, en el mercado inmobiliario se habla de construir más viviendas para satisfacer la demanda y abaratar los costes

totales de las mismas, nos encontramos que la nueva norma aumenta los costes de la estructura.

No pretendemos con esto reducir la seguridad de las construcciones en zona sísmica, pero creemos que se puede reflexionar en las consecuencias que ello pueda tener.

Parte 2

2.1.-Consecuencias de la adopción de un valor dado del coeficiente del terreno C.

A pesar de lo mencionado en la parte 1 respecto al coeficiente C del terreno, en el que mencionábamos la práctica habitual de dar ese valor para terreno tipo II-III, por “cubrirse las espaldas”, esto representa una práctica incorrecta.

No debemos olvidar lo que dice el artículo 2.4 de la NCSE-02, y que también decía la NCSE-94, respecto a obtener el valor de C como la media ponderada de los 30 primeros metros bajo la superficie.

Además, intenta aclarar que en edificios con sótanos se deben medir los 30 m a partir de la rasante.

Hubiera quedado más claro si se hubiera referido qué corresponde al nivel de la base del sótano inferior.

Estas consideraciones se están ignorando sistemáticamente, y se deben tener en cuenta, pues el coste final se puede ver incrementado significativamente

No se puede aludir a que va del lado de la seguridad cuando interesa, y en otros casos el estricto cumplimiento de la ley, o la interpretación que más interese en cada caso.

Hay que obtener el coeficiente C y exigir en los informes geotécnicos que se clasifiquen los estratos existentes en los 30 m siguientes al nivel de cimentación.

No es descabellado afirmar que si un edificio se puede cimentar por zapatas, éstas descansarán sobre un estrato tipo III (supongamos con una potencia de 6 m), encontrando, a continuación, un estrato tipo II de 10 m, para continuar con un terreno tipo I más allá de los 30 m de profundidad. Para este ejemplo el valor de C sería:

$$C = \frac{C_1 \times L_1 + C_2 \times L_2 + C_3 \times L_3}{30} = \frac{1,6 \times 6 + 1,3 \times 10 + 1 \times 14}{30} = \frac{36,6}{30} = 1,22$$

$$C_1 = 1,6 \text{ (tipo III)}, L_1 = 6 \text{ m}$$

$$C_2 = 1,3 \text{ (tipo II)}, L_2 = 10 \text{ m}$$

$$C_3 = 1,0 \text{ (tipo I)}, L_3 = 14 \text{ m}$$

$C = 1,22$, valor muy próximo al $1,25$ que sería lo normal para este valor, S estará muy próximo a 1 , luego en principio no afectará a los resultados la aplicación de la NCSE-02, si somos rigurosos en la obtención de C .

Adoptar el valor de $C = 1,6$, como viene siendo práctica habitual, supone un incremento de costes no valorado por la persona que prescribe ese valor, sin pensar en sus consecuencias económicas.

Un valor de $C = 1,6$ es propio de un terreno malo, cuya cimentación muy probablemente será mediante pilotes profundos próximos a los 20 m .

Si centramos nuestro estudio a la zona de influencia de nuestro entorno $0,08g$ - $0,24g$ en la que podemos encontrarnos realizando un proyecto de estructura, es posible hacer el siguiente estudio:

Supongamos que la aceleración básica predominante en la zona es $a_b = 0,14$.

Suponemos un terreno normal, de forma que no afecte apenas el nuevo factor S .

Para $C = 1,25$ - $1,3$; $S = 1,0$.

Pero lo que sí afecta es el nuevo espectro, donde hemos pasado de $\alpha(T) = 2,2$ (NCSE-94) a $\alpha(T) = 2,5$ (NCSE-02).

La estructura es la misma, de hormigón armado compartimentada, que como ya se comentó, también ha experimentado un aumento al alza de $1,14$.

Sin más coeficientes amplificadores, podemos decir que la acción sísmica ha aumentado:

$$\text{factor ... aumento} = \frac{2,5}{2,2} \times 1,14 = 1,30 \dots \text{un} \dots 30\%$$

Por otra parte, recordando que por el aumento del coeficiente de sobrecarga hay que considerar un coeficiente multiplicador de $1,087$, se obtiene de forma adicional un *factor de aumento* de $1,30 \times 1,087 = 1,4$, es decir, aproximadamente un 40% de aumento.

2.2.-Estudio de un ejemplo, análisis de cuantías y resultados.

Vamos a estudiar y comparar diversos casos basados en un pequeño ejemplo, el del manual de CYPECAD, que es fácil de reproducir. Se trata de un edificio pequeño de planta baja y 3 pisos, y que puede ilustrar con suficiente aproximación el objeto de la comparativa que se va a realizar.

Ya hemos definido una población y, por tanto, su aceleración básica a_b , se ha mencionado la importancia del coeficiente de suelo, el amortiguamiento, el factor de sobrecarga, y queda por mencionar las consideraciones sobre el armado y la tipología estructural.

Respecto a las disposiciones constructivas, apenas hay diferencias en el armado, salvo que hayamos diseñado una estructura con ductilidad alta o muy alta en lo que respecta a vigas.

Quizás lo más significativo sea la nueva disposición de 8 barras, no separadas más de 20 cm. Si la aceleración de cálculo es $\geq 0,12/g$, cláusula que aumenta las cuantías en pilares de un plumazo en nuestro ejemplo $a_c = 0,14$, o en poblaciones con $a_c \geq 0,10$ con un suelo regular a malo, es decir con C entre 1,4 a 1,6, elevando por ello la aceleración de cálculo y las cuantías.

Este efecto podemos valorarlo utilizando la norma NCSE-94 y calculando el ejemplo, y haciendo lo mismo modificando la tabla de pilares.

Las diferencias que obtenemos son:

<i>Clave:</i>	<i>uni 94000</i>	<i>uni 94100</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>13,40</i>	<i>14,35</i>	<i>7%</i>
<i>Pilares (kg)</i>	<i>1254</i>	<i>1676</i>	<i>33%</i>

No es que sea mucho, pero es 1 kg/m^2 , un aumento del 7% en la cuantía total, sólo en pilares, y que afecta en mayor medida a pilares de edificios con secciones de 30 a 45 cm de lado, donde en muchas ocasiones bastaba con 4 \emptyset , y ahora se exige poner 8 \emptyset , más los estribos adicionales que correspondan. Pero dado que la mayor parte de las obras no

son altas, y en ellas hay una parte elevada de pilares con esas dimensiones, podemos decir que este efecto siempre se produce y no será menor de un 5%.

Otro aspecto que tiene un efecto de aumento es el debido a las combinaciones con sismo que, según la NCSE-02 en su artículo 3.4 *Verificación de la seguridad*, nos dice que al analizar el sismo en 2 direcciones ortogonales debemos combinar las solicitaciones en una dirección con el 30% de la otra.

El aumento es poco significativo y no afecta a todos los elementos. Si lo analizamos con un ejemplo queda:

<i>Clave:</i>	<i>uni 94000</i>	<i>uni 94001</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>13,40</i>	<i>13,90</i>	<i>-4%</i>

y teniendo en cuenta los dos efectos, tabla de pilares y combinaciones en conjunto, resulta

<i>Clave:</i>	<i>uni 94000</i>	<i>uni 94002</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>13,40</i>	<i>14,67</i>	<i>-10%</i>

Es decir, sólo por cambiar las combinaciones y la tabla de pilares ya se puede afirmar que las cuantías pueden aumentar un 10%, esto sin valorar el aumento de la acción sísmica.

Si, además, calculamos la obra con la NCSE-02, siguiendo las especificaciones de la norma, el incremento será:

<i>Clave:</i>	<i>uni94000</i>	<i>uni02003</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>13,40</i>	<i>16,13</i>	<i>20%</i>
<i>Pilares kg</i>	<i>1254</i>	<i>2032</i>	<i>62%</i>
<i>Vigas kg</i>	<i>4140</i>	<i>4543</i>	<i>10%</i>
<i>Forjados kg</i>	<i>517</i>	<i>545</i>	<i>5%</i>

En este ejemplo, vemos un incremento de las cuantías de un 20%, sin que haya afectado a la aceleración de cálculo por el coeficiente de suelo.

¿Y si, además, en el informe geotécnico nos encontramos con un $C = 1,6$, como viene siendo práctica habitual para no “pillarse los dedos”? Bien, pues en nuestro ejemplo y población con $a_b = 0,14$, basta con tener un $C = 1,5$ para que pasemos a $a_c \geq 0,16/g$ con todo lo que ello implica:

<i>Clave:</i>	<i>uni94005</i>	<i>uni02005</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>14,05</i>	<i>22,93</i>	<i>63%</i>

Las cuantías se disparan un 63%, y si el terreno es regular o nos imponen un coeficiente $C \geq 1,50$ en el informe geotécnico, hay que avisar al cliente sobre el aumento de costes de ejecución material, **próximo a los 9 €/m² de estructura.**

Hemos efectuado el estudio anterior de una estructura unidireccional con vigueta prefabricada, si lo hacemos con nervios “in situ” se obtiene:

<i>Clave:</i>	<i>uni94010</i>	<i>uni02010</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>15,80</i>	<i>18,52</i>	<i>18%</i>
<i>(C =)</i>	<i>(1,36)</i>	<i>(1,22)</i>	

Se observa que con la solución de nervios “in situ”, por el cambio de norma, nos situamos en un 18% por arriba, suponiendo que los valores de C estén bien calculados.

Sería interesante saber lo que se obtendría con una solución de forjado reticular:

<i>Clave:</i>	<i>ret 94000</i>	<i>ret 02000</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>18,41</i>	<i>25,59</i>	<i>39%</i>
<i>Pilares (kg)</i>	<i>1238</i>	<i>2537</i>	<i>105%</i>
<i>Vigas (kg)</i>	<i>2808</i>	<i>3642</i>	<i>30%</i>
<i>Forjados (kg)</i>	<i>4063</i>	<i>5097</i>	<i>25%</i>

Con esta solución, el cambio de norma afecta en gran medida a los pilares, se duplican, mientras que vigas y forjados están en el 25-30%.

El incremento medio se estima en un 39%, casi coincidente con el 40% que mencionábamos al principio. Esta similitud es meramente una coincidencia, ya que como se sabe, con la solución unidireccional sólo aumenta un 20%.

Está claro que cuanto más masa exista, el resultado es peor, es decir, es necesario aligerar lo máximo posible, o aumentar el tamaño de los pilares, puesto que es aquí donde más afecta el aumento de cuantías.

En cualquier caso, una forma de reducir de alguna manera el “efecto 2002”, es aumentando las secciones de pilares, pudiendo reducir el 40% de aumento a 20%, aunque se perdería espacio y, en algunos casos como sótanos con plazas de aparcamiento o con otros condicionantes, no es siempre posible el aumento de secciones o, al menos, en la medida necesaria para reducir al máximo las cuantías.

Lo que parece claro es que si esta circunstancia se une al efecto de $C = 1,5$, lo que supone $a_c \geq 0,16 \text{ g}$ (con relación a un $C = 1,22$ de la NCSE-02), se aprecia:

<i>Clave:</i>	<i>ret 94000</i>	<i>ret 02000</i>	<i>ret 02005</i>
<i>Cuantías (kg/m²)</i>	<i>18,41</i>	<i>25,59</i>	<i>40,97</i>

Observe que las cuantías se disparan. En pilares se llega a los 12 kg/m^2 , y ya es necesario aumentar secciones. Aun aumentando secciones, la reducción de cuantías que podemos conseguir es de un 10%, es decir, de 40,97 a 36,77 reducción que se obtiene en las cuantías de vigas y pilares, y aún así sigue siendo elevado.

Hemos pasado a sismicidad alta, $a_c \geq 0,16 \text{ g}$ y esto tiene consecuencias muy importantes.

Podemos reducir las cuantías, cambiar el diseño estructural, pudiéndolo hacer colocando vigas de canto y adoptando los criterios de ductilidad alta ($\mu = 3$); con lo que pasaríamos de 40,97 a $30,32 \text{ kg/m}^2$ sin aumento de secciones de pilares, lo cual puede resultar casi aceptable.

Con aumento de secciones de pilares, llegando hasta ductilidad muy alta ($\mu = 4$), la cuantía total es 26,30, menor que con ductilidad alta, luego puede compensar en ese aspecto.

Por otra parte hay que pensar en lo que supone descolgar vigas con ancho de 20 cm mínimo, y 25 cm con ductilidad muy alta.

Por ejemplo, si nos situamos en Granada $a_b = 0,23$, con $C = 1,5$, se obtiene $a_c = 0,267$, valor muy elevado, con vigas de 30x50 y reticular 20+5, podemos obtener una cuantías del orden de 36 kg/m^2 , valor elevado pero con ductilidad muy alta, porque con ductilidad baja y sin descuelgue, no hay solución aceptable, ni técnica ni económica (56 kg/m^2).

Con la norma NCSE-94 y los mismos datos, obteníamos una cuantía de $26,5 \text{ kg/m}^2$, luego la NCSE-02 supone un aumento de un 35%, y podemos ver que seguimos en la “horquilla” del 20-40% de aumento dependiendo de las condiciones y tipología estructural.

De hecho, con ductilidad alta, $C = 1,22$, en Granada con la NCSE-02, obtenemos una cuantía de $28,38 \text{ kg/m}^2$.

Realmente en Granada influye menos proporcionalmente el coeficiente C , ya que por un lado $a_b = 0,23$ ha bajado respecto a NCSE-94 ($a_b = 0,24$), y aunque aumente la aceleración de cálculo $a_c = 0,267$ por el coeficiente de suelo, su efecto no es tan pronunciado proporcionalmente.

En estas condiciones, lo que cabe hacer es estudiar muy bien la disposición y secciones de pilares, para que no se disparen las cuantías, y buscar soluciones de ductilidad alta o muy alta con vigas descolgadas y forjados del menor canto posible, ya sea bidireccional o unidireccional, lo que proporcionará cuantías menores.

Hay casos en los que es inevitable asumir las cuantías obtenidas.

Podemos estudiar soluciones con pantallas, con triangulaciones, apantallando lo más posible los pilares y de forma regular, pero no hay una reducción en las cuantías que puedan justificar el alto coste de esas soluciones, siempre hablando de aumentar la ductilidad.

Cambiando de zona, resulta ilustrativo un ejemplo de un edificio de 2 plantas en Orihuela (Alicante), con estructura de forjado reticular, que según de acuerdo a la norma NCSE-94 con una aceleración básica $a_b = 0,15g$ y terreno tipo III, comparado con la norma NCSE-02, ($a_b = 0,16g$) y terreno tipo IV, da los siguientes resultados:

<i>Clave:</i>	<i>NCSE-94</i>	<i>NCSE-02</i>	$\Delta\%$
<i>Cuantía total (kg/m²)</i>	<i>12,67</i>	<i>21,13</i>	<i>67%</i>
<i>Pilares (kg)</i>	<i>6107</i>	<i>11237</i>	<i>85%</i>
<i>Pilares (m³)</i>	<i>44,84</i>	<i>44,84</i>	<i>---</i>

Parece claro, en este caso, que el coeficiente de suelo es determinante, aumentando la aceleración de cálculo a 0,24, por lo que se justifica el incremento. Hay casos como éste donde no es posible encontrar el estrato idóneo que, aplicando la fórmula ponderada, reduzca el coeficiente y, por tanto, permita asumir el incremento.

Parte 3

3.1.-Conclusiones finales de la comparativa NCSE 94-02.

- Aceleración básica: (a_b)

En general se mantiene respecto a la NCSE-94, con pequeñas variaciones, $\pm 0,01 g$.

- Aceleración de cálculo: (a_c)

El nuevo factor S , que multiplica a a_b , depende a su vez del coeficiente de suelo C . Si éste no se calcula adecuadamente, y se clasifica el terreno a los tipificados en la norma, el aumento puede ser importante.

- Amortiguamiento

En general ha aumentado, al dejar los edificios de viviendas, en 5%, cuando antes se admitía un 7%.

- Factor de sobrecarga

Ha aumentado de 0,3 a 0,5 en viviendas.

- Criterios y disposición de armado

Han variado poco, salvo en poblaciones que antes estaban entre 0,10 a 0,15 g, y que por circunstancias, $a_c \geq 0,12 g$, teniendo que colocar 8Ø como mínimo en pilares.

- Combinaciones

Ha aumentado al añadir el 30% del sismo en la dirección ortogonal. Esto supone que en soportes siempre aumente la flexión al menos en una dirección.

- Incremento de cuantías

En general, supone no menos de un 20% y no más de un 40%, si bien en terrenos muy malos puede ser mayor. Todos los factores anteriormente mencionados aportan su incremento según el caso, y destacar como más sensible el coeficiente de suelo, que bien calculado, apenas debe influir, pero que mal administrado puede tener consecuencias importantes en el aumento de cuantías.

Por último, indicamos que debe vigilarse el correcto dimensionado de las secciones de los pilares, así como, en general, el diseño y tipología estructural, que si bien ya era importante con la NCSE-94, lo es más con la NCSE-02.

-Criterios de aplicación

En general se debe aplicar para las construcciones de importancia normal o especial en aquellas poblaciones cuya aceleración básica sea mayor o igual a 0,04g, lo cual implica que prácticamente debe hacerse en todas las poblaciones indicadas. La norma NCSE-02 abre una nueva posibilidad para no tener que aplicar dicha norma. El aspecto a destacar en los criterios de aplicación de la nueva norma NCSE-02 es la posibilidad de no tener que aplicarla en poblaciones cuya aceleración básica sea inferior a 0,08g, siempre que la estructura se encuentre bien arriostrada en todas direcciones (aunque se entiende que basta en dos direcciones ortogonales), para edificaciones de importancia normal o especial.

Un forjado de losa maciza o aligerada (reticular) arriostra de forma evidente en ambas direcciones, de la misma manera que lo haría un unidireccional con pórticos principales frente a cargas gravitatorias en una dirección y en la ortogonal arriostrando de forma eficaz los soportes en ambas direcciones.

Parte 4

4.1.-Tabla de ejemplos, cuantías, norma NCSE aplicada, coeficiente de terreno y ductilidad

Relación de ejemplos utilizados					
Clave	Cuantías	Forjado y Vigas	Norma NCSE	Coef. C	Ductilidad
uni94000	13,40	Unidireccional, planas	94	1,36	Baja
uni94100	14,35	Unidireccional+ tablas $a_c \geq 0,12 g$, planas	94	1,36	Baja
uni94001	13,90	Unidireccional+Combinación 02, planas	94	1,36	Baja
uni94002	14,67	Unidireccional,tablas+ Comb 02, planas	94	1,36	Baja
uni02003	16,13	Unidireccional, planas	02	1,22	Baja
uni94005	14,02	Unidireccional, planas	94	1,50	Baja
uni02005	22,93	Unidireccional, planas	02	1,50	Baja
uni94010	15,80	Unidireccional"in situ", planas	94	1,36	Baja
uni02010	18,52	Unidireccional"in situ", planas	02	1,22	Baja
ret94000	18,41	Reticular	94	1,36	Baja
ret02000	25,59	Reticular	02	1,22	Baja
ret02005	40,97	Reticular	02	1,50	Baja
ret02P05	36,77	Reticular pilares sección+>	02	1,50	Baja
Gra94unp	22,46	Unidir"in situ" + Vigas Canto	94	1,36	Baja
Gra02unp	30,57	Unidir"in situ" + Vigas Canto	02	1,22	Baja
Gra02unm	23,81	Unidir"in situ" + Vigas Canto	02	1,22	Alta
gra94rma	24,54	Reticular + Vigas Canto	94	1,36	Muy alta
gra02rma	28,01	Reticular + Vigas Canto	02	1,22	Muy alta
gra02ret	28,38	Reticular + Vigas Canto	02	1,22	Alta
389500	21,13	Reticular	02	2,00	Baja
38950201	12,67	Reticular	94	1,8	Baja
gra02uni	29,79	Unidir"in situ" + Vigas Canto+pilar+secc	02	1,22	Baja
gra94uni	23,10	Unidir"in situ" + Vigas Canto+pilar+secc	94	1,36	Baja