



ESPAÇADORES PARA ARMADURAS DE BETÃO ARMADO

Um olhar crítico sobre a normativa vigente e a disponibilidade do mercado

Numa estrutura de betão armado, a proteção da armadura é substancialmente assegurada pelo betão que a envolve. Deste modo, o projetista, em função da vida útil pretendida e do ambiente em que a estrutura estará integrada, deve especificar corretamente o betão, garantindo a adequada compacidade final e o afastamento entre as armaduras e as faces perimetrais, tanto quanto necessário. Este espaçamento, prescrito em projeto, denomina-se recobrimento. Para garantir esta distância mínima durante a execução recorre-se a espaçadores (ou distanciadores).

Falamos, portanto, da relevância e contributo inequívocos que os espaçadores assumem na durabilidade de estruturas de betão armado.

ENQUADRAMENTO GERAL

As estruturas de betão em Portugal seguem, de forma sucinta, três referenciais adaptados na normativa europeia:

Conceção: NP EN 1992 (Eurocódigo 2) “*Projeto de estruturas de betão*” [Despacho Normativo 21/2019, de 17 de Setembro];

Produção do betão: EN 206:2013 +A12017 “*Betão Especificação, desempenho, produção e conformidade*” [Decreto-lei nº 90 de 2021];

Execução: NP EN 13670 “*Execução de estruturas de betão armado*” [Decreto-lei nº 90 de 2021];

Estes diplomas constituem a espinha dorsal das estruturas de betão armado e procuram garantir a estabilidade destas estruturas, em função do fim a que se destinam e durante a vida útil para a qual foram projetadas. Relativamente ao recobrimento, as três normas fazem menção à necessidade de cumprimento da especificação do LNEC E469 “*Espaçadores para betão armado. Especificações e aplicações*”, o que lhe confere força de lei, por referência.

Esta especificação portuguesa pretende complementar os restantes referenciais no que diz respeito a espaçadores, e tem como base as normas inglesas BS

7973, não as transpondo na totalidade, mas indicando-as como referência para temas que não são explorados na sua redação.

Ao longo da sua composição, a LNEC E469 define os materiais, dimensões e a colocação dos espaçadores em lajes, vigas, pilares e paredes e será o foco da análise que se segue.

A ESPECIFICAÇÃO LNEC E469

Para assegurar que, até ao endurecimento do betão, é garantida a manutenção do recobrimento, a especificação impõe quantidades e configurações para os espaçadores, por tipo de elemento, bem como uma resistência que permita todas as ações sem que estes se deformem. Esta configuração está associada aos diâmetros das armaduras e a resistência à argamassa de fabrico de espaçadores.

Os espaçadores devem também ter características que garantam a sua estabilidade individual durante os movimentos de betonagem, sendo que a especificação faz referência a dispositivos de fixação, quando necessário, e a dimensões mínimas de apoio às armaduras.

Por fim, e porque estas peças ficarão incorporadas nos elementos de betão durante a sua vida útil, os espaçadores deverão garantir que o betão não é prejudicado no que diz respeito à sua resistência e durabilidade. Para tal a especificação propõe a utilização preferencial de espaçadores de argamassa de cimento, aceitando a utilização de espaçadores de PVC com algumas imposições e apenas nos elementos sob classe de exposição ambiental XO (não aplicável em Portugal em estruturas de betão armado), XC1 e XC2.

Sobre os espaçadores de argamassa de cimento a especificação refere uma classe mínima da resistência à compressão da argamassa, no entanto não é clara ao condicionar esta exigência a “*quando fabricada, conservada e ensaiada de acordo a NP EN 196-1*”. Contudo a NP EN 13670 impõe que os espaçadores garantam no mínimo a mesma classe de resistência e resistência à corrosão (entendemos nós, adequadas ao mesmo ambiente de exposição ambiental).

Relativamente aos espaçadores de PVC a especificação impõe no mínimo uma área livre de 25% da área de seção do espaçador, interpreta-se que será a forma de preservar a resistência do elemento de betão. Note-se que, apesar de não ser o foco desta análise, nenhuma documentação técnica consultada, faz referência a esta característica.

A APLICAÇÃO PRÁTICA

Para entendermos como está a ser tratado na prática o tema dos espaçadores, em termos de cumprimento legal na aquisição e na aplicação, conduziram-se dois tipos de análise: uma primeira em que se efetuou uma abordagem ao mercado, relativa ao cumprimento normativo, e uma segunda em que se compararam as quantidades impostas pela especificação LNEC E469 com as utilizadas num caso de estudo onde se considera ter havido cuidado na garantia do recobrimento.

Analisadas as compras da AOC dos últimos anos verificámos que cerca de 80% dos distanciadores adquiridos são de argamassa em detrimento de 20% de PVC, pelo que as análises seguintes foram conduzidas com foco nos espaçadores de argamassa.

Análise aos espaçadores disponíveis no mercado

A abordagem normativa ao tema foi a apresentada anteriormente e uma vez que, como referido, consideramos algumas exigências pouco claras, optámos por fixar os requisitos que, da nossa interpretação, são essenciais para o cumprimento legal. Assim, procurámos no mercado distanciadores de betão do tipo calço quadrado com as seguintes características:

- 1.Com ficha técnica, que incluíse;
- 2.Texto em língua portuguesa;
- 3.Referência ao cumprimento da NP EN 206-1 ou especificação LNEC E469 2006;
- 4.Referência ao recobrimento garantido;
- 5.Referência à classe de exposição a que se adequa;
- 6.Referência à classe de resistência (ou garantia de resistência à compressão da argamassa >50MPa);
- 7.Tolerância dimensional (<1mm)

Numa parte significativa dos contactos efetuados, a solicitação por documentação técnica (ex: ficha técnica do produto) foi fator inibidor de apresentação de solução ou cotação pelo que a tabela abaixo compara apenas as respostas providas de algum tipo de documento técnico.

Sobre o requisito nº3, é da nossa interpretação que a especificação do LNEC obriga à referência do seu cumprimento, no entanto se a NP EN 206-1 obriga ao cumprimento da especificação, consideramos válida a referência de cumprimento de qualquer uma das duas.

Como se pode verificar na Tabela 1, nenhum dos espaçadores avaliados cumpre na íntegra os requisitos que definimos. A verde assinala-se o cumprimento, a laranja o cumprimento condicionado e vermelho o incumprimento.

Apenas um nos deixaria confortáveis na garantia da durabilidade e resistência dos elementos de betão armado, entenda-se o espaçador B. Este espaçador tem um custo 55% acima dos espaçadores mais aprovacionados pela AOC (que não têm qualquer ficha técnica associada).

	ESPAÇADOR						
	A	B	C	D	E	F	G
LÍNGUA	PT	PT	ESP	PT	PT	FR	PT
NORMATIVA REFERENCIADA	-	EN 206-1:1997 EN13501-1:2002	-	-	-	-	NP EN 206-1 LNEC E-464
RECOBRIMENTO	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
CLASSE DE EXPOSIÇÃO	XD XS XF XA	XD XS XF XA	2a	-	-	XA2	X0 XC3 XD2 XF2 XA2
CLASSE DE RESISTÊNCIA	C50/60	C40/50	-	-	-	-	-
TOLERÂNCIA	-	-	-	-	-	-	±1mm

Tabela 1: Análise de requisitos apresentados em documentação técnica associada a espaçadores

Análise comparativa com o caso de estudo

Para identificar o impacto deste tema, impôs-se um cenário enquadrado na realidade da AOC que tem em consideração as compras, obras e praticas comuns, e conduziu-se uma análise comparativa entre a prescrição normativa e a realidade.

Para caso de estudo real, selecionou-se um projeto com significativa inclusão de betão armado onde foi possível identificar os dados necessários para a análise. Foram então identificados os rácios de quantidades de distanciadores utilizados por tipo de elemento.

Relativamente a custos, por forma a garantir a imparcialidade temporal dos valores comparados, optou-se por efetuar pedidos de preço num mesmo momento aos diferentes tipos de distanciadores.

Para a análise global do impacto num projeto, opta-se por definir um edifício de referência com elementos possíveis de comparar com os exemplos reais identificados. Considera-se então um edifício de 2 pisos com 17,0mx26,5m de implantação, excluindo as fundações, e admitindo uma superestrutura constituída por laje a descarregar sobre vigas perimetrais e pilares (ver Figura 1). Por hipótese, admita-se uma classe de exposição XC4(P), 30mm de recobrimento e o rendimento de aplicação de 4unidades por minuto a um custo de 10€/hr.

Na **Tabela 2** é possível verificar as diferenças entre as quantidades identificadas e as quantidades prescritas pela especificação E469 e o impacto da quantidade no valor do m³ de betão, tanto nos distanciadores vulgarmente utilizados como nos espaçadores com maior rigor na apresentação técnica. Logo de seguida apresentam-se graficamente essas mesmas diferenças (ver **Figura 2** a **Figura 5**).

ELEMENTO	QUANTIDADE (UN/M3)		
	-		
	CASO ESTUDO	E469	△
PILARES	40,00	60,00	+20,00
PAREDES	6,75	101,27	+94,52
VIGAS	17,01	21,27	+4,26
LAJES	9,52	44,44	+34,92

ELEMENTO	IMPACTO NO VALOR (€/M3)		
	COM DISTANCIADORES NP206 NOK		
	CASO ESTUDO	E469	△
PILARES	3,547€	5,320€	+1,773€
PAREDES	0,599€	8,979€	+8,381€
VIGAS	1,508€	1,886€	+0,378€
LAJES	0,844€	3,940€	+3,096€

ELEMENTO	IMPACTO NO VALOR (€/M3)			%
	COM DISTANCIADORES NP206 NOK			
	CASO ESTUDO	E469	△	
PILARES	4,587€	6,880€	+2,293€	+50%
PAREDES	0,774€	11,612€	+10,838€	+1400%
VIGAS	1,950€	2,439€	+0,488€	+25%
LAJES	1,092€	5,096€	+4,004€	+367%

Tabela 2: Impacto na quantidade e valor relativamente a 1m³ de betão. – CASO DE ESTUDO: PROJETO EXECUTADO PELA AOC

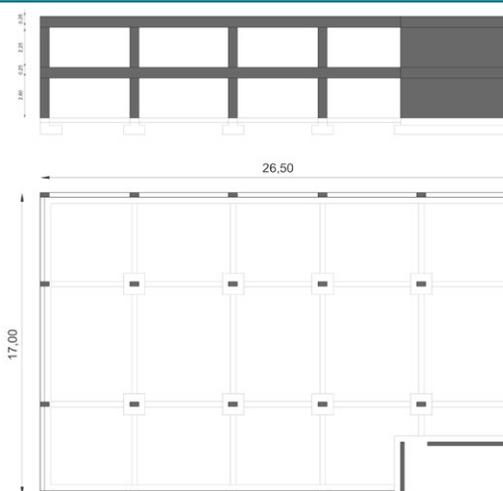


Figura 1: Desenho esquemático do edifício de referência utilizado no estudo.

Na **Tabela 3**, é apresentada a mesma análise, mas para o edifício referência identificado acima.

ELEMENTO	VOLUME TOTAL DE BETÃO	QUANTIDADE (UN/PROJETO)		
		-		
		CASO ESTUDO	E469	△
PILARES	13,08	523,20	784,80	+261,60
PAREDES	16,42	110,84	1 662,85	+1 552,02
VIGAS	20,64	351,09	439,01	+87,93
LAJES	214,50	2 042,04	9 532,38	+7 490,34
TOTAL	264,64	3, 027,16	12 419,05	9 391,88

ELEMENTO	VOLUME TOTAL DE BETÃO	IMPACTO NO VALOR (€/PROJETO)		
		COM DISTANCIADORES NP206 NOK		
		CASO ESTUDO	E469	△
PILARES	13,08	46,390€	69,586€	+23,195€
PAREDES	16,42	9,827€	147,440€	+137,612€
VIGAS	20,64	31,130€	38,926€	+7,796€
LAJES	214,50	181,061€	845,204€	+664,143€
TOTAL	264,64	268,408€	1 101,155€	+832,747€

ELEMENTO	VOLUME TOTAL DE BETÃO	IMPACTO NO VALOR (€/PROJETO)		
		COM DISTANCIADORES NP206 NOK		
		CASO ESTUDO	E469	△
PILARES	13,08	59,994€	89,990€	+29,997€
PAREDES	16,42	12,709€	190,674€	+177,965€
VIGAS	20,64	40,258€	50,340€	+10,082€
LAJES	214,50	234,154€	1 093,046€	+858,892€
TOTAL	264,64	347,115€	1 424,051€	+1 076,936€

Tabela 3: Impacto na quantidade e valor relativamente ao caso de estudo. – CASO DE ESTUDO: EDIFÍCIO REFERENCIA (Fig.1)

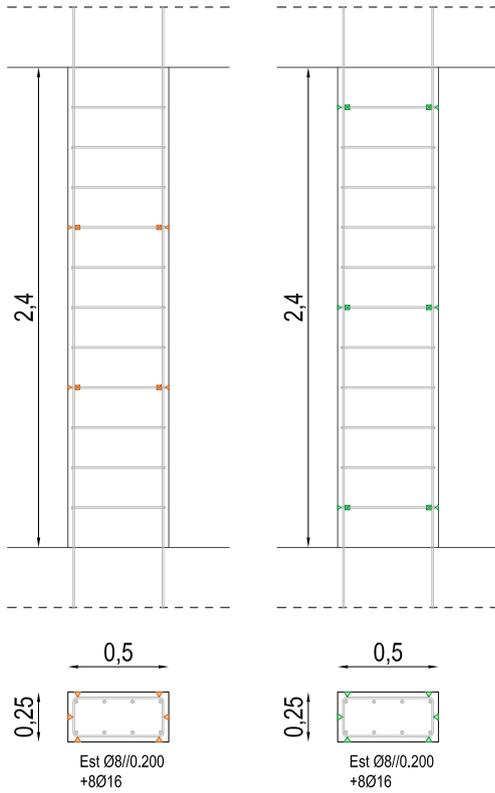


Figura 2: Esquema comparativo entre a quantidade de espaçadores no caso de estudo (laranja) e quantidade de espaçadores da interpretação da E469 (a verde)

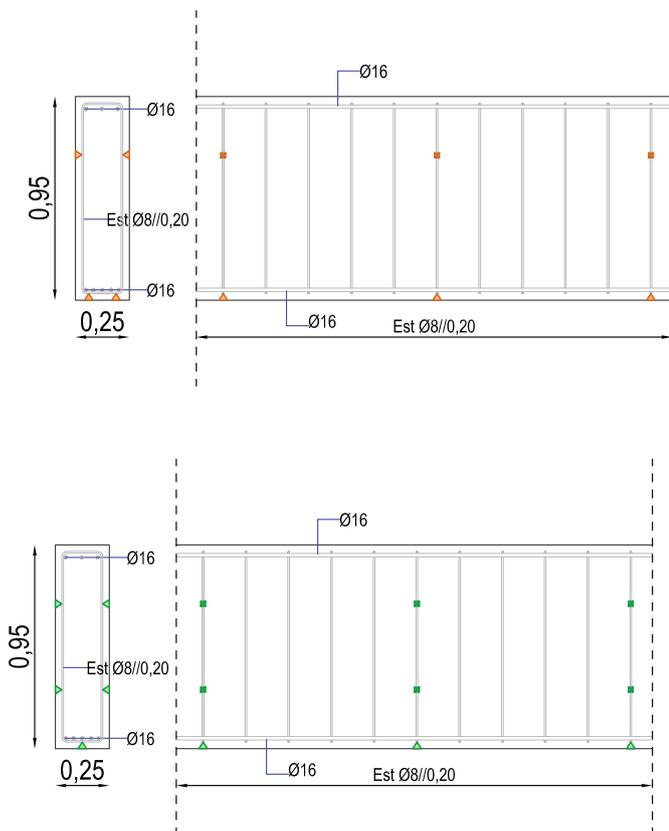
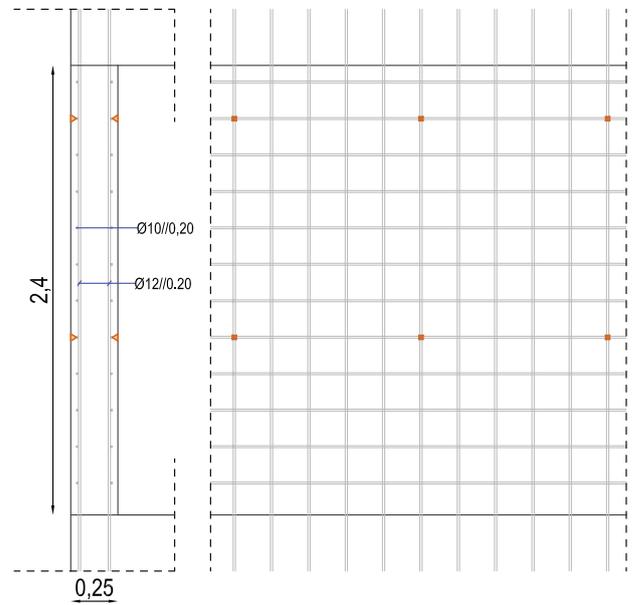


Figura 3: Esquema comparativo entre a quantidade de espaçadores no caso de estudo (laranja) e quantidade de espaçadores da interpretação da E469 (a verde)

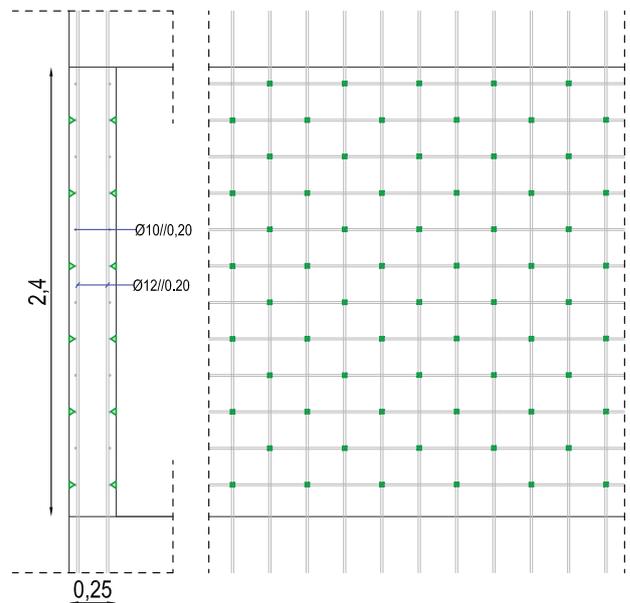


Figura 4: Esquema comparativo entre a quantidade de espaçadores no caso de estudo (laranja) e quantidade de espaçadores da interpretação da E469 (a verde)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de garantia da durabilidade das estruturas é inequívoca, e tal como o afastamento das superfícies, a qualidade do betão deve ser precavida na prescrição e na aplicação.

Apesar da aparente falta de conhecimento dos envolvidos, a especificação E469 é de cumprimento obrigatório. Contudo, na nossa opinião, peca por tentar detalhar algumas exigências, mas ao mesmo tempo utilizar expressões de condicionalidade que deixam a dúvida se estamos efetivamente perante uma imposição ou uma instrução de boa prática. Configura uma transposição de uma norma estrangeira para Portugal mas em alguns temas reencaminha para essa mesma norma, pelo que se fica com a sensação de que a especificação poderia ser mais simples e perentória nas exigências de fabrico, comercialização e aplicação de espaçadores, assumindo-se como um guia no seu âmbito, deixando flexibilidade para os agentes envolvidos no processo desde que seja garantida a durabilidade.

A abordagem que conduzimos ao mercado pode não ser representativa, no entanto ficou evidente que este não acompanha os requisitos da especificação, comprometendo cabalmente o adquirente em parte do cumprimento a que está obrigado. Mais de metade dos espaçadores que encontramos no mercado não têm associada qualquer informação técnica que permita avaliar a sua durabilidade e na realidade nenhum dos que apresentam essa informação consegue apresentar todos os critérios que permitem evidenciar a sua adequabilidade à especificação e normas antecedentes. Acresce que não é um produto com marcação CE.

A utilização dos espaçadores que apresentaram mais informação técnica associada tem um impacto significativo no preço unitário do betão, tanto maior quanto a dimensão desta especialidade no projeto. Oferece, no entanto, uma garantia diferente dos cuidados que são tidos no seu fabrico. Note-se que o impacto da quantidade somada a este tipo de espaçador representa para o caso de estudo representa em média 6,5€/m³.

Importa ainda referir que a utilização de espaçadores inadequados pode traduzir-se em pontos de fragilidade da estrutura, condutores da eventual agressão do ambiente de exposição. Assim valerá a pena a reflexão acerca da quantidade de espaçadores imposta pela especificação e eventual aumento de singularidades desfavoráveis à durabilidade da estrutura. No âmbito da durabilidade vale apenas salientar a importância do cuidado a ter com os arames de fixação, das armaduras e dos espaçadores, que devem ser deixados fora da distância de recobrimento para não serem um fator catalisador da agressão.

Assim, sugere-se que, à atualidade e perante as condicionantes analisadas, se procure um equilíbrio entre o que o mercado tem para oferecer, as condicionantes de cada Projeto e o cumprimento normativo, sempre na perspetiva da garantia da durabilidade prevista para as estruturas.

Eng. Vera Solas
Eng. Samuel Carreira
Ricardo Rodrigues

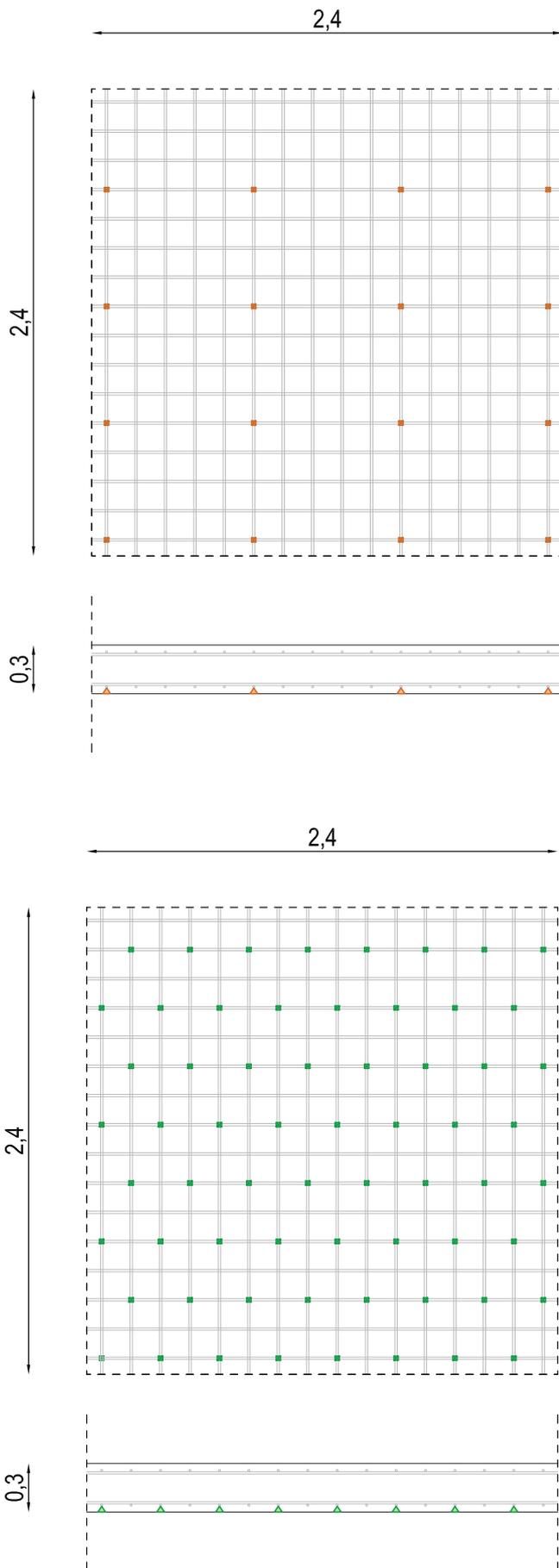


Figura 5: Esquema comparativo entre a quantidade de espaçadores no caso de estudo (laranja) e quantidade de espaçadores da interpretação da E469 (a verde)