

Vantagens económicas da utilização dos postes de madeira nos traçados eléctricos

ADVERTÊNCIA

É sempre da maior importância, em qualquer diálogo, o uso de palavras que traduzam conceitos exactos e iguais para os interlocutores. Só assim poderão acompanhar-se nos juízos e raciocínios que formulem, e atingir conclusões a que possam aderir completamente.

Esta verdade assume o maior relevo para quem, como nós, se propõe tratar de «postes de madeira». Com efeito, tememos que nem todos entendam por «poste de madeira» uma mesma e única coisa. Assim nos tem ensinado a experiência, adquirida como empresa que ao assunto tem dedicado boa parte da sua actividade.

Para muitos, infelizmente, o poste de madeira é ainda, e apenas, o tronco de uma árvore que se corta, se descasca e se implanta depois, no sítio onde nos faz falta ou mais nos convém. A duração que se lhe atribui é a inerente ao apodrecimento da madeira ao ar livre. O poste de madeira é, para tais pessoas, um material que satisfaria apenas Robinson Crusoe e do qual não é possível nem crível exigir mais do que o preenchimento de necessidades primitivas... Material, pois, em que não crêem e que desacreditam aos olhos de terceiros, dada a forma empírica como o empregam.

Este conceito de poste de madeira é, necessariamente, errado. O poste de madeira não é isto.

É, na verdade, um tronco. Mas um tronco filho de árvore nascida e criada em determinadas e favoráveis condições de terreno, clima e povoamento florestal. Tronco que é extraído de árvore em época própria do ano, quando a circulação seivosa é diminuta.

Tronco que se descasca criteriosamente e se empilha, depois, segundo esquemas tecnicamente estudados, de modo a permitir uma secagem perfeita, com a menor ocorrência possível de fendilhamentos e de torções deformantes.

Tronco que é seguidamente transportado ao interior de autoclaves, onde, após um vácuo inicial, é profundamente impregnado com líquido preservativo adequado, sob uma pressão de cerca de 14 kg/cm².

Tronco que, por efeito deste tratamento, apresentará as paredes das células que o constituem inteiramente impregnadas de substâncias fungicidas e insecticidas que não se volatizam nem são arrastadas pela água. Tronco susceptível, agora, de atingir dezenas de anos de duração.

A árvore cortada e assim tratada é que, na realidade, é um «poste de madeira», no conceito universal.

É a este «poste de madeira» que sempre nos referiremos em tudo quanto val seguir-se.

SOPREM

I. POSTES DE MADEIRA E POSTES DE BETÃO

O poste de madeira, introduzido em Portugal com a instalação dos primeiros traçados telegráficos, mereceu, graças ao modo como se comportou, ser escolhido para a implantação e exploração dos modernos traçados telefónicos, nos quais presta há longos anos relevantes serviços, com inteira satisfação dos técnicos responsáveis pelas telecomunicações nacionais.

Este facto não é, afinal, mais do que um exemplo ilustrativo do que, em todo o mundo, se passa com o poste de madeira, tanto nas redes telefónicas como nas de distribuição de energia eléctrica.

Um aspecto há, contudo, em que Portugal seguiu rumo completamente contrário ao de todos os países que possuem património florestal. Queremos referir-nos ao sistemático repúdio de que o poste de madeira tem sido alvo no transporte de energia eléctrica para fins industriais ou de iluminação.

Com efeito encontra-se generalizada entre nós a ideia de que, para tais fins, o poste de madeira não serve.

O pressuposto desta ideia é, invariavelmente, o mesmo: o poste de madeira vive muito poucos anos. por outro lado, o poste de betão — o material do século! — vive incomparavelmente mais.

Para todos os que assim pensam — e são em Portugal a quase totalidade — não podemos deixar de referir que, segundo o relatório publicado recentemente por um grupo de membros da O.E.C.E. que visitou os Estados Unidos da América do Norte⁽¹⁾, todos os traçados de telecomunicações e de transporte de energia eléctrica até 60 000 volts repousam sobre suportes de madeira.

É, na verdade, digno de fazer meditar este facto: o país que todos justamente consideramos como dos mais avançados no campo da técnica, recusa-se a admitir o betão na grande maioria dos seus traçados e prefere-lhe a madeira.

Mas nem só os Estados Unidos da América assim procedem. Também a velha e sensata Europa se não deixou conquistar pela sedução do betão.

Com efeito, não só os países de boa riqueza florestal, como a Alemanha, a Suécia, a Rússia ou a

Finlândia, constroem os seus traçados quase exclusivamente de madeira. A própria Grã-Bretanha, tradicionalmente pobre de material lenhoso e rica de cimento e ferro, prefere importar postes de madeira e usá-los exclusivamente nos seus traçados, com repúdio quase completo do betão.

E a França que, por volta de 1930, se deixara seduzir pelas proclamadas inalterabilidade e ilimitada duração dos postes de betão, estaca, repensa e lança-nos, através do novo caderno de encargos para os trabalhos de electrificação rural, publicado em 1955 pela «Union Technique de l'Electricité», a Norma Francesa para o emprego de suportes de madeira na distribuição da energia eléctrica, em condições de maior economia do que a fornecida pelo emprego de postes de betão.

Os factos citados, quer pela idoneidade técnica dos países em que se verificam, quer pelo excepcional interesse que representam para um país como o nosso em que a distribuição da energia eléctrica começa a tomar um incremento que não pode deixar de acelerar-se no futuro, parece, em nosso entender, justificar plenamente todos os estudos que visem a determinar o tipo de poste mais económico para as condições portuguesas.

O que adiante se expõe pretende ser uma achega à solução de tal problema.

II. O CRITÉRIO A SEGUIR NA COMPARAÇÃO DOS VALORES ECONÓMICOS DOS POSTES

No que vai referir-se consideraremos sempre o caso particular dos suportes de madeira e de betão. Isto não obsta, contudo, a que os raciocínios a fazer sejam generalizáveis ao caso de quaisquer outros tipos de suportes.

Designemos, então, por A o custo total dos postes de madeira necessários para instalar um quilómetro de traçado e por B o correspondente custo total para a hipótese de se usarem apoios de betão.

Consideraremos ainda que estas importâncias A e B são os somatórios dos seguintes custos:

- 1 — Aquisição dos postes (já tratados no caso de serem de madeira).
- 2 — Carregamento e transporte à estrada que serve o local de implantação.
- 3 — Distribuição ao longo da estrada.
- 4 — Arrumação no local de implantação.
- 5 — Abertura das covas.
- 6 — Implantação.
- 7 — Acréscimo do custo do armamento a que, porventura, conduza a utilização de um dos tipos.

Deste modo, A e B traduzem os custos reais dos apoios para a construção de um quilómetro de traçado. São função das características mecânicas e eléctricas e reflectem a influência do peso, da facilidade de manuseamento e de transporte dos materiais de que são feitos os postes.

Simultaneamente, representam a quota parte do capital que, na instalação de um quilómetro de traçado, tem de ser dispendida unicamente com os suportes.

Os custos A e B são capitais gastos até ao início da fase de armamento dos suportes. São, portanto,

capitais que se imobilizam sobre o quilómetro de traçado por um número de anos variável. Por n anos, para o quilómetro com apoios de madeira, se for n a vida média de tais apoios. Por m anos, para o caso dos suportes de betão, se for m a vida média dos postes de betão. Geralmente, será $m > n$.

Tanto é dizer, por consequência, que a entidade exploradora do traçado terá de gastar o capital A , de n em n anos, ou o capital B , de m em m anos, conforme o caso, para poder manter indefinidamente em serviço o seu quilómetro de traçado.

O desembolso periódico destas importâncias pode e deve ser considerado substituído pelo desembolso anual duma quantia constante. Esta quantia deve ser tal que, acumulada a juros compostos, durante os n ou os m anos, reproduza os capitais A ou B , necessários para a renovação de todos os apoios do quilómetro de traçado.

A determinação dessa quantia anual e constante, a que chamaremos *encargo anual de renovação*, conhecida a taxa de juros adoptada t e o capital A ou B , a reproduzir em n ou m anos, é um problema simples de cálculo financeiro.

Tais encargos anuais, que representaremos por a e b , são dados pelas seguintes fórmulas:

$$a = A \frac{tq^n}{q^n - 1} \quad b = B \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

em que:

$$q = 1 + t^{(2)}$$

Conhecidos os valores dos encargos anuais de renovação a e b , é evidente que podemos, então, compará-los e, seguidamente, concluir acerca do apoio mais económico. Assim, poderemos agora dizer que os postes de madeira, em relação aos postes de betão são:

- | | |
|----------------------|------------|
| 1 — Mais económicos | se $a < b$ |
| 2 — Tão económicos | se $a = b$ |
| 3 — Menos económicos | se $a > b$ |

Este é, fora de qualquer dúvida, o único critério racional e legítimo para apreciar o valor económico dos postes de betão e de madeira, por ser o único que compara índices verdadeiramente representativos.

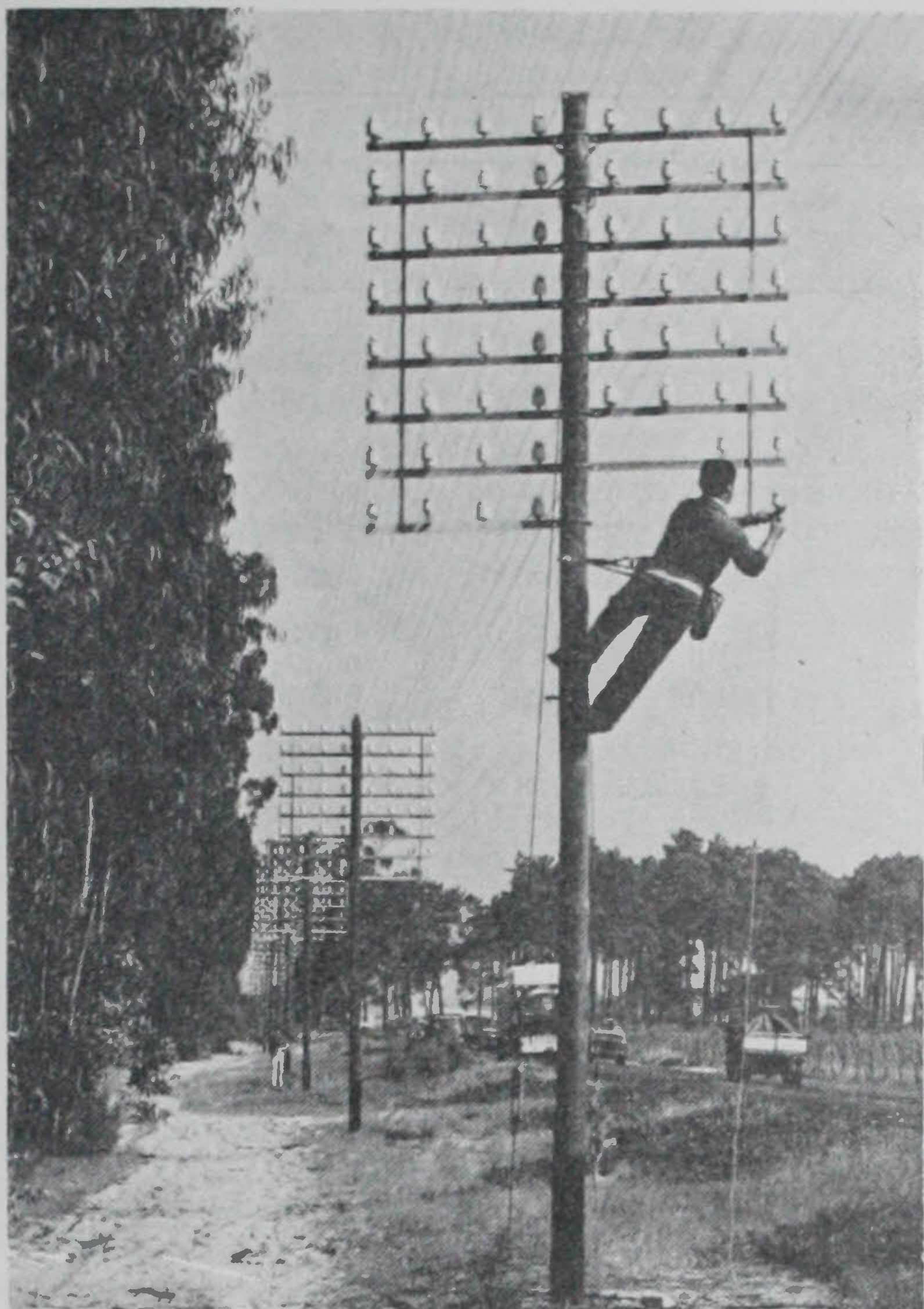
III — O CRITÉRIO A SEGUIR POR UMA EMPRESA NA ESCOLHA DO TIPO DE POSTE

1 — O que são postes igualmente económicos para uma empresa

Assente o critério anterior como o único válido na comparação do valor económico dos postes, passemos a analisar a forma pela qual, em boa técnica administrativa e financeira, o problema da escolha do apoio a usar deve ser encarado e resolvido pela empresa exploradora do traçado.

(1) «Traitement et préservation du bois» — O.E.C.E.; 1953

(2) Ver dedução das fórmulas no Apêndice.



Já vimos que a esta incumbe determinar os encargos anuais de renovação dos dois tipos de apoio que se lhe oferecem e optar por aquele que exigir menor encargo anual.

Atentemos, porém, em que nem só isto interessa à empresa. Como entidade que procura tirar o máximo lucro do capital que possui, interessa-lhe também, a todo o transe, imobilizar a menor quota parte possível desse capital. Isto é, entre dois tipos de apoios, com durações médias de n e m anos, custando, por quilómetro, A e B ($B > A$), e conduzindo, por hipótese, a *encargos anuais de renovação idênticos*, a empresa preferirá, necessariamente, utilizar aquele que lhe faculte a menor *imobilização de capital*. É evidente que, assim, realizará uma poupança, $B - A$, que lhe renderá, durante m anos, juros compostos.

A capitalização desta poupança durante m anos é, por conseguinte, traduzível num *lucro anual constante*. Tal lucro vem *diminuir o encargo anual de renovação* dos apoios que utilizou.

Deste modo, para a empresa, os dois tipos de suportes só serão igualmente económicos quando o encargo anual de renovação dos apoios de betão igualar o encargo anual de renovação da madeira menos o lucro resultante da possibilidade de girar durante m anos com o capital que poupou ao adquirir apenas por A o que custaria B .

Isto é, os suportes de betão e madeira, para uma empresa que bem examine o problema, só serão igualmente económicos quando, representando por:

$$A \frac{tq^n}{q^n - 1}$$

o encargo anual de renovação do poste de madeira,

$$B \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

o encargo anual de renovação do poste de betão,

$$(B - A) \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

o lucro anual da poupança $(B - A)$ colocada a juros compostos durante m anos,

for:

$$B \frac{tq^m}{q^m - 1} = A \frac{tq^n}{q^n - 1} - (B - A) \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

2 — *Valores admissíveis da relação B/A para postes igualmente económicos*

Estabelecida a equação anterior, é fácil extrair dela a relação em que devem encontrar-se os valores de B e A para que os postes de betão e de madeira, embora com durações diferentes, sejam igualmente económicos.

Teremos, da equação referida:

$$A \frac{tq^n}{q^n - 1} - (B - A) \frac{tq^m}{q^m - 1} = B \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

desenvolvendo:

$$A \frac{tq^n}{q^n - 1} - B \frac{tq^m}{q^m - 1} + A \frac{tq^m}{q^m - 1} = B \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

$$A \left(\frac{tq^n}{q^n - 1} + \frac{tq^m}{q^m - 1} \right) = 2B \frac{tq^m}{q^m - 1}$$

$$\frac{2B}{A} = \left(\frac{tq^n}{q^n - 1} + \frac{tq^m}{q^m - 1} \right) \frac{q^m - 1}{tq^m}$$

$$\frac{2B}{A} = \frac{tq^n}{q^n - 1} \frac{q^m - 1}{tq^m} + \frac{tq^m}{q^m - 1} \frac{q^m - 1}{tq^m}$$

$$\frac{2B}{A} = \frac{tq^n}{q^n - 1} \frac{q^m - 1}{tq^m} + 1$$

E, finalmente

$$\left| \frac{B}{A} = \frac{1}{2} \left(\frac{tq^n}{q^n - 1} \frac{q^m - 1}{tq^m} + 1 \right) \right|$$

Esta expressão fornece-nos, pois, a relação admissível entre os custos B e A para que, à empresa, seja indiferente utilizar postes de um ou de outro tipo. Logo que, num caso concreto, verifique que tal relação é inferior à fornecida pela fórmula acima (para as durações previsíveis da madeira e do betão) é evidente que terá de concluir ser o poste de madeira o mais económico.

Os valores

$$\frac{tq^n}{q^n - 1} \text{ e } \frac{q^m - 1}{tq^m}$$

encontram-se tabulados para os diversos valores de n e m para as diversas taxas possíveis.

Adoptando a taxa de 5 %, organizou-se a Tabela I,

Tabela 1

		$n = 5$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$	$n = 25$	$n = 30$	$n = 35$
m	$\frac{q^m - 1}{iq^m}$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.2310$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.1295$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.0963$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.0802$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.0710$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.0651$	$\frac{q^m - 1}{iq^m} \times 0.0611$
10	7 7217	1 3968	1 0000	0,8702	0,8096	0,7741	0,7513	0,7359
15	10 3797	1 6988	1 1721	0,9998	0,9162	0,8684	0,8378	0,8171
20	12 4622	1 9394	1 3069	1 1001	0,9997	0,9424	0,9056	0,8807
25	14 0939	2 1278	1 4126	1 1786	1 0651	1 0003	0,9587	0,9305
30	15 3725	2 2755	1 4953	1 2402	1 1164	1 0457	1 0003	0,9696
35	16 3742	2 3912	1 5602	1 2884	1 1566	1 0813	1 0330	1 0002
40	17 1591	2 4819	1 6110	1 3262	1 1881	1 1091	1 0585	1 0242
45	17 7741	2 5529	1 6508	1 3558	1 2127	1 1310	1 0785	1 0430
50	18 2559	2 6185	1 6820	1 3790	1 2320	1 1480	1 0942	1 0577
55	18 6335	2 6521	1 7065	1 3972	1 2472	1 1615	1 1065	1 0692
60	18 9293	2 6863	1 7256	1 4114	1 2540	1 1720	1 1161	1 0783
65	19 1611	2 7131	1 7407	1 4226	1 2683	1 1802	1 1237	1 0853
70	19 3427	2 7340	1 7524	1 4313	1 2756	1 1866	1 1296	1 0909
75	19 4849	2 7515	1 7616	1 4382	1 2813	1 1917	1 1342	1 0952
80	19 5965	2 7634	1 7688	1 4435	1 2858	1 1907	1 1378	1 0986
85	19 6838	2 7735	1 7745	1 4477	1 2893	1 1987	1 1402	1 1013
90	19 7523	2 7814	1 7790	1 4510	1 2920	1 2012	1 1429	1 1034
95	19 8059	2 7876	1 7824	1 4536	1 2942	1 2031	1 1447	1 1051
100	19 8480	2 7924	1 7851	1 4557	1 2959	1 2046	1 1460	1 1063

na qual se apresentam os valores admissíveis da relação B/A , para todos os pares de valores de n e m .

Da sua consulta se verifica, por exemplo, que:

- 1.º — Um quilómetro de linha com postes de betão durando 50 anos só será mais económico do que outro com postes de madeira com a duração média de 15 anos, se o custo da instalação dos apoios de betão não for superior ao custo de instalação dos suportes de madeira mais do que 1,37 vezes.
- 2.º — Um quilómetro de linha com postes de betão durando 100 anos só será mais económico do que outro com postes de madeira com a duração média de 15 anos, se o custo da instalação do primeiro não for superior ao do segundo em mais do que 1,45 vezes.

No Gráfico I traçaram-se sete curvas representativas da variação que sofre a relação B/A para os postes de madeira com durações de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 anos, quando comparados com postes de betão durando entre 10 e 100 anos.

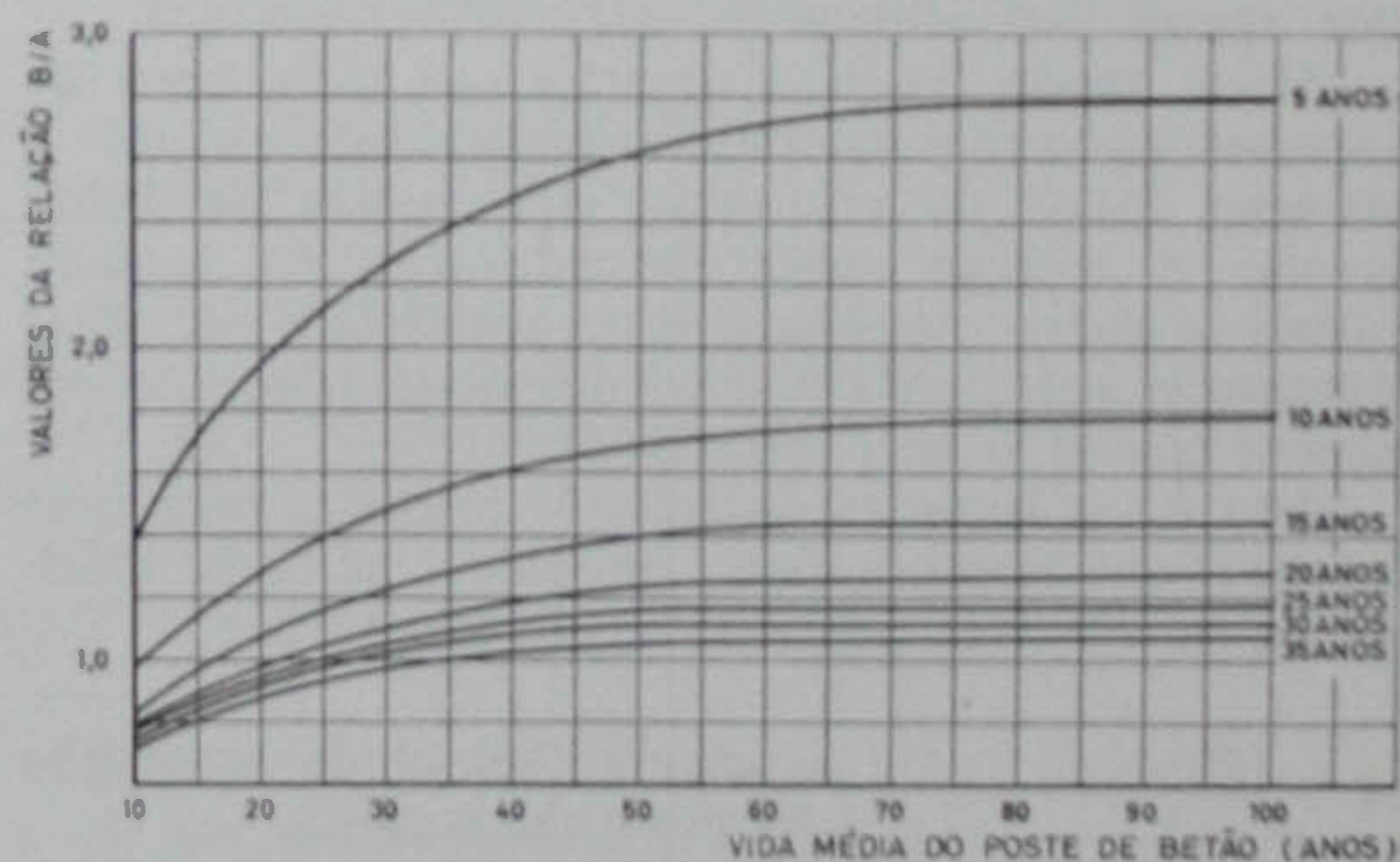
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A desactualização dos traçados

O critério que acabámos de expor não pode, contudo, equacionar completamente o problema. Nele se

não englobam, por exemplo, por absoluta impossibilidade, aqueles factores que só podem ter representação probabilística. Queremos referir-nos especialmente a todos os processos que levem à desactualização dos traçados.

É evidente que a construção de uma rede é feita para atender às necessidades de uma região em dado momento. Em países como Portugal, no início de uma necessária e inevitável expansão económica, é fatal uma rápida desactualização dos traçados. A sua ampliação tornar-se-á inevitável dentro de muito poucas dezenas de anos. É, consequentemente, irrefutável a necessidade de proceder com cautela e sensatez. Por isso, entre dois apoios com o mesmo encargo anual de renovação, um de madeira, durando 15 anos, e



um de betão, durando 50 anos, haverá que escolher o de menor duração. Só assim teremos a garantia de poder substituir integralmente o traçado de 15 em 15 anos, utilizando a sua capacidade máxima de vida, isto é, sem sofrermos qualquer prejuízo. Se escolhêssemos o betão, qualquer substituição do traçado antes dos 50 anos acarretaria o prejuízo inerente à não utilização de parte da vida do poste.

Parece pois, da maior prudência, pesar-se, em cada caso, a probabilidade de *rápida* ampliação ou substituição de qualquer traçado.

Defender-se-á, assim, o interesse da empresa exploradora e, reflexamente, o interesse nacional, pois, quanto menores forem as perdas da empresa, menores serão os preços de aquisição da energia, por parte da população.

2. A duração possível do poste de madeira

Outro factor a considerar, e muito, pela empresa, é a possibilidade, diremos mesmo, o direito, que possui de exigir que a indústria nacional lhe forneça postes de madeira com a duração máxima que é possível dar-lhes.

Esta duração máxima excede necessariamente o fraco índice que, em geral, se lhe atribui. Tal índice representa apenas *o resultado do que foi feito* em Portugal em matéria de tratamento da madeira e não aquilo que *é possível fazer-se e já se faz actualmente no país*.

Precisando a nossa ideia: às empresas que utilizam postes interessa sobremaneira conhecer de perto o problema da sua preservação através, pelo menos, de um contacto íntimo com a indústria de impregnação. Só exigindo melhores tratamentos, as empresas cumprirão a obrigação que se lhes impõe de explorarem ao máximo um material económico.

E, uma vez mais, contribuirão, indirectamente, para um benefício nacional.

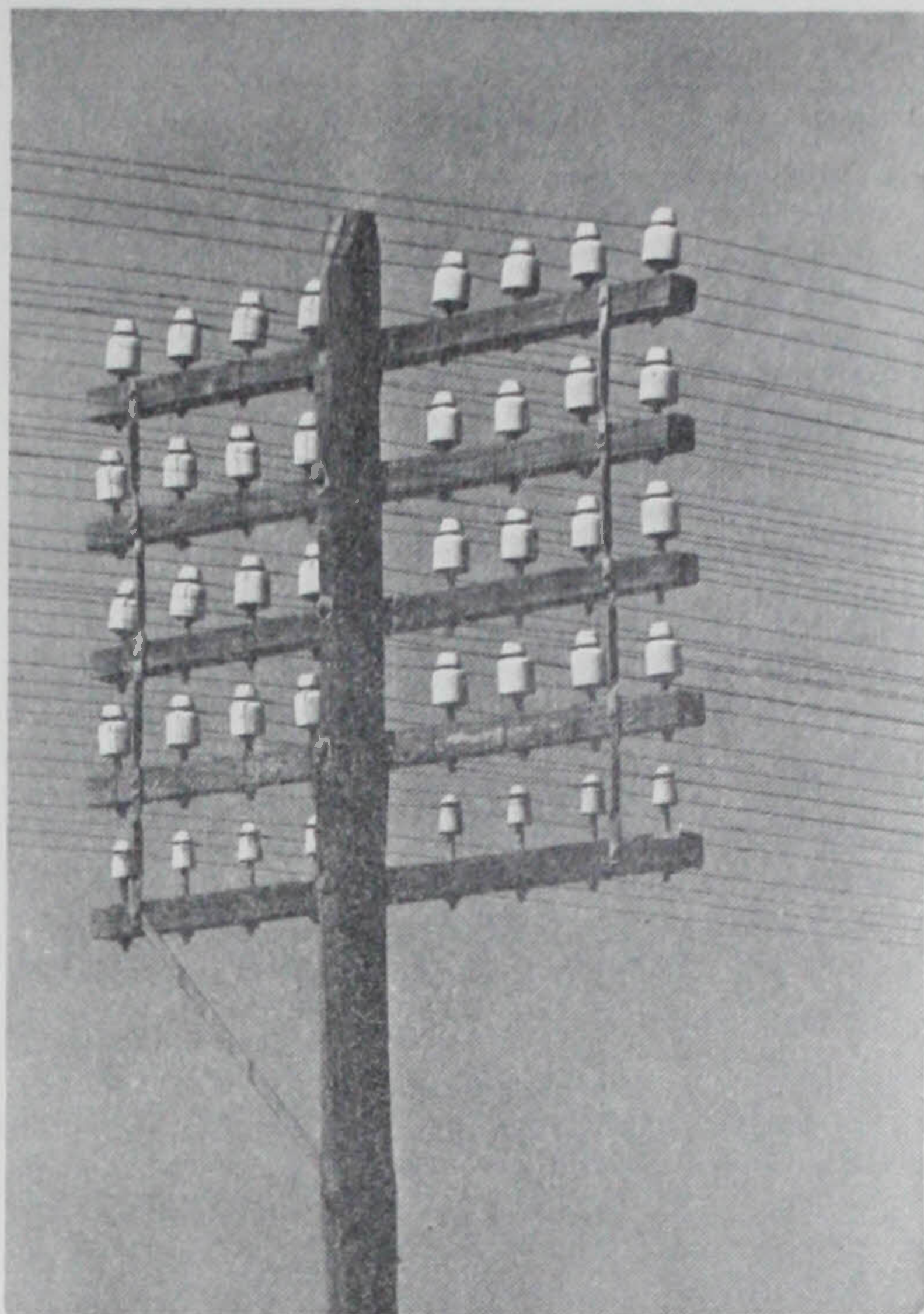
Com vista a poder fazer-se uma ideia das durações médias que é possível dar aos nossos postes de madeira mediante adequado tratamento, reproduzimos, no Quadro I, o extracto de uma publicação emanada em 1955 do «Institut de l'Europe Occidentale pour l'Imprégnation du Bois», com sede na cidade de Haia.

Nele se encontram indicadas as durações atingidas em onze países por postes de madeira de uma espécie muito próxima da do nosso pinheiro bravo: o pinheiro silvestre (*Pinus Silvestris*).

Uma simples análise das informações contidas neste Quadro permite verificar, imediatamente, que as maiores durações dos postes existem nos países que maiores quantidades de preservativo usam na impregnação.

Este resultado é, aliás, inteiramente lógico: o poder preservador do produto usado tem de ser, necessariamente, proporcional à quantidade existente na madeira.

Se atentarmos, agora, em que a Administração Geral dos CTT, a entidade portuguesa que maior experiência possui na matéria, emprega apenas 80 quilos de creosote por metro cúbico de madeira tratada e obtém, para os seus postes, uma vida média computada, por defeito, em 17 anos — segundo informações gentilmente prestadas à SOPREM —, teremos de concluir que, *só com o aumento das quantidades de preservativo*



usado, muito terá ainda de conseguir-se na dilatação da vida dos nossos postes.

Esta conclusão é ainda, no caso português, reforçada pelas condições especiais do nosso pinheiro bravo.

Na verdade, devido a diferenças de constituição histológica, a quantidade de tecido impregnável do pinheiro bravo é, para um mesmo volume, muito superior à do pinheiro silvestre. Daí, o exigir o nosso pinheiro, como é natural, maiores quantidades de produto preservativo para que se atinja o mesmo nível de imunidade.

Por outro lado, por ser geralmente menos cerneiro e sempre mais permeável, torna possível o atingir-se uma completa e total impregnação, quando convenientemente tratado. E a existência do preservativo em qualquer ponto do poste é garantia da perfeita imunidade por todos desejada.

O problema citado é, pois, da maior importância na valorização dos nossos postes. Por isso é, presentemente, encarado com o maior cuidado pela indústria da preservação em Portugal que, aliás, já produz postes impregnados até ao cerne.

3 — Resistência a maiores esforços por menor custo

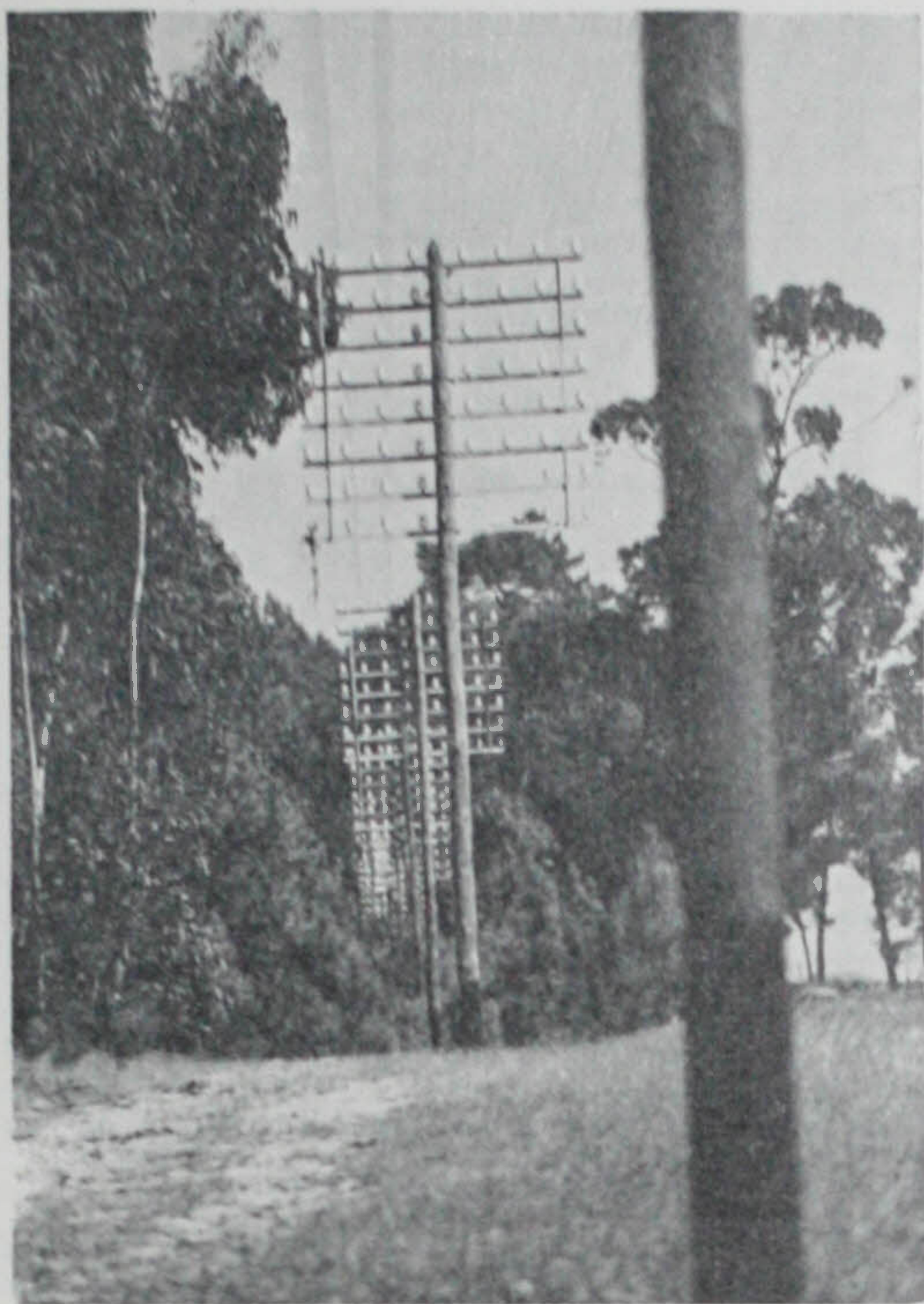
Às vantagens do poste de madeira sobre o de betão já referidas, resta aduzir, finalmente, que o de madeira permite resistir a momentos flectores maiores do que os postes de betão de igual preço e com o mesmo coeficiente de segurança. É um facto de fácil verificação a partir das características e preços de custo dos postes existentes no mercado.

Quadro I

<i>Países</i>	<i>Empresas informadoras</i>	<i>N.º de postes observados e existentes</i>	<i>Processo de impregnação</i>	<i>Produto preservativo</i>	<i>Absorção obrigatória kg/m³</i>	<i>Anos de serviço</i>
ESPAÑA	Compañía Telefónica Nacional <i>Madrid</i>	—	Ruping	Creosote	100	30 (mínimo)
FRANÇA	Electricité de France <i>Paris</i>	6 000 000	Estrade Ruping	SO ₄ Cu e Creosote Creosote	180 120	35-50 25-30
	Société d'Interêt Collectif Agricole d'Electricité de Ray- -Cendrecourt <i>Vesoul-(Haute-Saône)</i>	25 500	Estrade Ruping	SO ₄ Cu e creosote Creosote	160-200 120	38-60
ITÁLIA	Società Elettrica Bresciana <i>Brescia</i>	115 000	Ruping	Creosote	90	25
BÉLGICA	Régie des Télégraphes et des Téléphones <i>Bruxelas</i>	500 000	Ruping	Creosote	100	30-35 (mínimo)
ALEMANHA	Deutsche Bundespost Fernmeltec- hnisches Zentralamt <i>Darmstadt</i>	1 400 000	Ruping	Creosote	90	30
SUIÇA	VerbandSchweiz Elektrizitätswerke <i>Zurich</i>	1 500 000	Boucherie	Sais Wolman	6	20-22
HOLANDA	N. V. Provinciale Zecuwische Electriciteits <i>Middelburg</i>	12 000	Ruping	Creosote	80	22
SUÉCIA	Sydsvenska Kraft-Aktiebolaget <i>Malmö</i>	370 000	Ruping	Creosote	90	40
NORUEGA	Norske Elektrisitets Verkers Forning <i>Oslo</i>	2 000 000	Ruping	Creosote	90	40
JUGOSLÁVIA	Direction Générale des PTT <i>Belgrado</i>	695 884	Ruping	Creosote	65	20-25
FINLÂNDIA	Post und Telegraphen Verwaltung	569 751	Ruping	Creosote	—	40

Ao tentar-se esta verificação importa, no entanto e como é óbvio, considerar postes de betão construídos de modo tecnicamente perfeito, com as garantias mínimas de serem produto de um cálculo consciencioso

e de um fabrico apropriado. E isto porque todos sabemos como é possível, com um traço e uma granulometria quaisquer, aliados a uma armadura não calculada ou insuficiente e a um processo de fabrico



rudimentar, obter, por preço relativamente baixo, umas colunas a que se dá, depois, o nome de postes.

Material nestas condições, em qualquer caso mais caro do que o poste de madeira, não poderá deixar de, em breve tempo, desiludir quem o empregou. Não pode, pois, ser honestamente considerado na confrontação «preço-momento flector» a que nos referimos.

4. Os vários tipos de postes e as suas utilizações

Ao estabelecermos, atrás, o critério a seguir na comparação dos valores económicos dos postes, fizemos notar que os raciocínios em que o mesmo assenta são generalizáveis ao caso de quaisquer tipos de suportes. Não obstante, considerámos sempre o caso particular dos postes de madeira e de betão.

A escolha destes dois tipos de apoios não foi feita por mero acaso. A eleição do poste de cimento para o estudo comparativo que efectuámos teve duas determinantes:

- 1.^a — O facto de ser o poste de betão o de uso mais generalizado entre nós;
- 2.^a — O facto de, por virtude de tal generalização, estar ocupando, na maior parte dos casos, um lugar que pode ser vantajosamente desempenhado pelo apoio de madeira.

Esta última afirmação não envolve a ideia de que consideramos o poste de betão uma entidade sem méritos. Tem-nos, e muitos. Entendemos, contudo, que, por virtude precisamente do seu alto valor como

material resistente, a sua utilização em muitos sectores é, de certo modo, luxuosa e, consequentemente, anti-económica. Tais sectores deveriam ser do domínio do poste de madeira, como acontece em quase todos os países.

Diferente é, entre nós, a posição do poste de ferro. Na realidade, este poste é utilizado apenas naquelas condições e naqueles casos em que as suas vantagens são incontestáveis e não admitem concorrência de outros materiais. Por isso, nos abstivemos de eleger o poste de ferro para a comparação económica que foi feita.

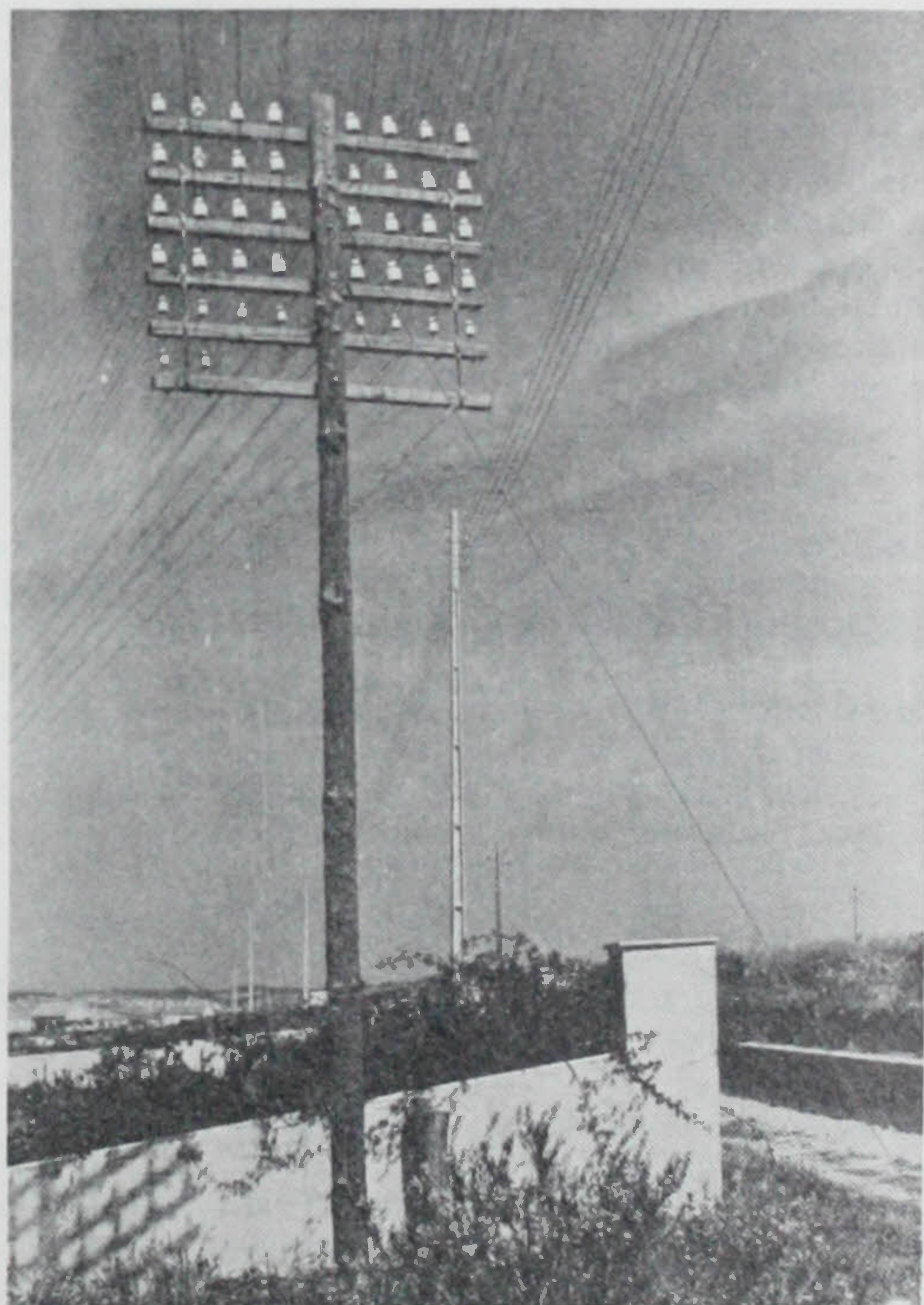
Com estas considerações, julgamos ter ficado bem patente o nosso ponto de vista, que é, afinal, o de que há um campo de aplicação nítido para os postes de madeira, um outro para os de betão e um terceiro para os de ferro. Em tais circunstâncias, só é admissível a concorrência entre os três materiais nas fronteiras de separação de cada um dos respectivos campos de aplicação. Mas dentro destes campos, é clara a vantagem que cada um dos materiais possui.

Assim, por exemplo, em traçados de electrificação rural, onde o baixo custo inicial é factor determinante e não se exige que os condutores viagem a enorme distância do solo, é inegável a utilidade que têm os:

Postes de madeira

Estes têm de ser de fácil obtenção para serem baratos e têm que ser baratos para conduzirem a baixos encargos anuais de renovação.

Se, porém, for necessário conseguir postes de madeira com grandes comprimentos — 18 a 20 metros — ou postes com diâmetro suficientemente elevado para permitirem esforços anormais à cabeça, a sua selecção



de entre as nossas disponibilidades florestais é tão fácil e as unidades obtidas sairão tão caras que, então, passará a ser muito mais vantajoso utilizar os:

Postes de betão

E isto porque este material oferece a grande vantagem de se poder obter com eles resistência aos maiores esforços à cabeça. O betão permite-nos executar o poste que o cálculo de uma linha nos peça. Além disso, por serem moldados, obtêm-se suportes direitos e com os comprimentos desejados — 18, 20, 22, etc. metros.

No entanto, as possibilidades teoricamente ilimitadas do fabrico de postes com quaisquer dimensões sofrem fatais restrições na prática. Na verdade, se a altura e resistência à cabeça exigidas forem bastante grandes, a realização dos postes possuidores destas características conduzirá a unidades tão pesadas e tão difíceis de manipular que não poderão concorrer com a clássica esbelteza do ferro.

Postes de ferro

Este material, dado o seu relativamente baixo peso e a sua grande resistência aos esforços mecânicos, se não fora o elevado custo e a sua propensão para se deteriorar, por oxidação — o que leva a elevadíssimas despesas de conservação —, seria o material a utilizar para todos os fins.

Os senãos apontados são, contudo, suficientes para, em qualquer estudo económico feito segundo o critério que definimos, termos de chegar à conclusão de que, em relação à madeira e no campo que a esta compete, se encontra em posição semelhante à do betão.

Julgamos ter já escrito o suficiente para mostrar aos nossos leitores que respeitamos em absoluto os méritos de cada um dos materiais utilizados na fabricação de postes e que apenas nos moveu o intuito de, seguindo tal princípio, vir apresentar o que, em nosso entendimento, pode ser e é o mérito da madeira. Quando muito, desejamos pugnar para que seja dado a Deus o que é de Deus e a César o que é de César.

APÊNDICE

DEDUÇÃO DAS FÓRMULAS USADAS

1. Capital inicial e capital acumulado

Entende-se por juro J_1 de um capital C_0 colocado à taxa t durante um ano a importância

$$J_1 = C_0 t$$

Se considerarmos este juro J_1 adicionado ao capital C_0 , obteremos o capital

$$C_1 = C_0 + J_1$$

Este capital C_1 , sujeito de novo à taxa t , produzirá, no segundo ano, um juro J_2 , a que se chama *composto*. Diferencia-se, assim, de J_1 , que se denomina *simples*.

Posto isto, consideremos os capitais resultantes da sucessiva acumulação anual dos juros compostos. Serão eles, para um capital inicial C_0 :

No fim do primeiro ano:

$$C_1 = C_0 + J_1 = C_0 + C_0 t = C_0 (1 + t)$$

No fim do segundo ano:

$$C_2 = C_1 + J_2 = C_1 + C_1 t = C_1 (1 + t) = C_0 (1 + t)^2$$

No fim do terceiro ano:

$$C_3 = C_2 + J_3 = C_2 + C_2 t = C_2 (1 + t) = C_0 (1 + t)^3$$

No fim do $n.^\circ$ ano:

$$C_n = C_{n-1} + J_n = C_{n-1} + C_{n-1} t = C_{n-1} (1 + t) = C_0 (1 + t)^n$$

Como acaba de se mostrar, o capital C_n acumulado ao fim do $n.^\circ$ ano a partir do capital inicial C_0 , sujeito a juros compostos anuais, é dado pela fórmula

$$C_n = C_0 (1 + t)^n \quad (1)$$

Representando $1 + t$ por q , esta expressão poderá escrever-se

$$C = C_0 q \quad (2)$$

Dela se deduz imediatamente esta outra

$$C_0 = C_n \frac{1}{q^n} \quad (3)$$

que nos fornece o valor actual do capital C_0 necessário para, ao fim de n anos e sujeito a juros compostos anuais, valer C_n .

As fórmulas anteriores são de aplicação fundamental no estudo económico dos postes. Com efeito, a implantação em local definitivo de um poste implica o dispêndio de um capital inicial C_0 e a sua imobilização durante os n anos de vida do poste. Decorrido este período, o capital efectivamente gasto é o gerado pela acumulação dos juros compostos, de acordo com a fórmula

$$C_n = C_0 q^n$$

2. Encargo anual de renovação

Como acabámos de ver, a substituição de um poste que durou n anos corresponde, afinal, ao desembolso do capital C_n . A implantação de uma nova unidade renovará a imobilização do capital C_0 e implicará, ao fim de n anos, o desembolso de um outro montante C_n . E assim sucessivamente. Nestas condições, a manutenção de cada apoio de um traçado cifra-se, ao fim e ao cabo, no desembolso do capital C_n por períodos de n anos.

Tem interesse prático a determinação de uma importância fixa, a despender anualmente, e tal que,

ao fim de n anos, regenere, a juros compostos, o capital C_n . A tal importância daremos o nome de *encargo anual de renovação*.

Vamos deduzir uma fórmula que permita este cálculo. Para tanto, designamos por a o encargo anual cujo montante pretendemos determinar e reportemos o seu valor ao início do ano de implantação do poste, servindo-nos da fórmula (3) que contempla precisamente esta hipótese

$$C_0 = C_n \frac{1}{q^n}$$

Neste caso, o capital C_n é representado pelo encargo anual a . E, assim, teremos que:

o 1.º encargo a , reportado ao início do 1.º ano,

$$\text{vale } \frac{a}{q}$$

o 2.º encargo a , reportado ao início do 2.º ano,

$$\text{vale } \frac{a}{q^2}$$

o 3.º encargo a , reportado ao início do 3.º ano,

$$\text{vale } \frac{a}{q^3}$$

o $(n - 1)$ º encargo a , reportado ao início do $(n - 1)$ º ano,

$$\text{vale } \frac{a}{q^n - 1}$$

o n º encargo a , reportado ao início do n º ano,

$$\text{vale } \frac{a}{q^n}$$

Para que o encargo anual a seja o correspondente ao caso em questão, o somatório dos seus valores reportados no início deverá reconstituir o capital inicial C_0 . Poderemos, então, escrever

$$C_0 = \frac{a}{q} + \frac{a}{q^2} + \frac{a}{q^3} + \dots + \frac{a}{q^n - 1} + \frac{a}{q^n}$$

ou

$$C_0 = \frac{a}{q} \left(1 + \frac{1}{q} + \frac{1}{q^2} + \frac{1}{q^3} + \dots + \frac{1}{q^{n-2}} + \frac{1}{q^{n-1}} \right)$$

Analisando esta expressão, vê-se que dela consta a soma de n termos duma progressão geométrica de razão $1/q$. Deste modo, e sabendo que tal soma é dada por

$$S = \frac{u_1 - u_n r}{1 - r}$$

podemos efectuar a substituição:

$$C_0 = \frac{a}{q} ; \frac{1 - \frac{1}{q^n}}{1 - \frac{1}{q}}$$

$$C_0 = a \cdot \frac{1 - \frac{1}{q^n}}{1 - \frac{1}{q}}$$

$$C_0 = \frac{a}{q} \cdot \frac{q^n - 1}{q^n - 1} = \frac{a}{q} \cdot \frac{(q^n - 1) q}{1 q^n}$$

$$C_0 = a \cdot \frac{q^n - 1}{1 q^n} \quad (4)$$

Desta expressão pode, finalmente, extrair-se o valor do encargo anual a

$$a = C_0 \frac{1 q^n}{q^n - 1} \quad (5)$$

Esta importância a , calculada em função da importância gasta com a implantação do poste e em função da sua vida média e de uma taxa de juro-estipulada, representa, pois, o encargo anual de renovação, isto é, a quantia que se gastará anualmente para se poder ocorrer indefinidamente à substituição dos postes.

TRANSCRIÇÃO DO OFÍCIO N.º 7585, DE 8-7-55 DA DIRECÇÃO-GERAL DOS SERVIÇOS ELÉCTRICOS

Comunico a V. Ex.ª que por despacho de S. Ex.ª o Subsecretário de Estado do Comércio e Indústria, de 4 do corrente, foram aprovados, para emprego em linhas de alta tensão, os postes de madeira tratada com as características, que se resumem no quadro anexo, mencionadas no projecto, desde que satisfaçam as condições que constam do mesmo, apresentado com o requerimento dessa Empresa, de 26 de Outubro de 1954, o seu aditamento com data de 7 de Junho de 1955. Os referidos postes devem ter uma marca, de forma a permitir a sua identificação por estes serviços.

De harmonia com o citado despacho deve ainda observar-se o seguinte, relativamente a esses postes:

1.º — No caso de emprego de postes gemeados deverão estes ter a mesma altura.

2.º — Para as linhas de alta tensão não devem empregar-se postes de madeira nos casos seguintes:

a) Em linhas de tensão superior a 30 kV, entre fases (17,3 kV entre fase e terra).

- b) *Em vãos de segurança reforçada (travessias de caminhos de ferro, de estradas ou caminhos de trânsito apreciável, cursos de água navegáveis, traçados de telecomunicações, etc.).*
- c) *Em linhas cujos apoios sejam, na sua grande maioria de betão armado ou de ferro.*
- d) *Escorados ou espiados.*

Junto a este ofício um exemplar do quadro resumo, projecto e respectivo aditamento devidamente visados.

Madeira: Pinho bravo

Líquidos preservantes: Creosote ou Tanalith

Métodos de tratamento: O de Rueping (com creosote) e o de Lowry (com a tanalith)

Características mecânicas e geométricas: As que constam do quadro ao lado

em que: H_t é a altura total; H_{as} é a altura acima do solo; D_t é o diâmetro no topo; D_m é o diâmetro médio; D_{ns} é o diâmetro ao nível do solo; D_b é o diâmetro na base; F é o esforço admissível à cabeça.

NOTA: As alturas e os diâmetros estão expressos em metros e o esforço à cabeça em quilogramas.

Tipo	H_t	H_{as}	D_t	D_m	D_{ns}	D_b	F
B 7	7	5,70	0,13	0,155	0,180	0,19	178
B 8	8	6,60	0,13	0,160	0,190	0,20	174
B 9	9	7,50	0,13	0,160	0,190	0,20	142
B 10	10	8,40	0,13	0,165	0,200	0,22	142
B 11	11	9,30	0,16	0,195	0,230	0,25	197
B 12	12	10,20	0,16	0,205	0,250	0,26	230
B 13	13	11,10	0,16	0,207	0,255	0,27	217
B 14	14	12,00	0,16	0,210	0,260	0,28	202
B 15	15	12,9	0,16	0,215	0,270	0,29	205
B 16	16	13,8	0,16	0,220	0,280	0,30	208
A 7	7	5,70	0,15	0,175	0,200	0,21	253
A 8	8	6,60	0,15	0,180	0,220	0,22	244
A 9	9	7,50	0,15	0,180	0,210	0,225	202
A 10	10	8,40	0,15	0,185	0,220	0,235	200
A 11	11	9,30	0,18	0,220	0,255	0,270	286
A 12	12	10,20	0,18	0,220	0,265	0,280	286
A 13	13	11,10	0,18	0,225	0,270	0,290	265
A 14	14	12,00	0,18	0,230	0,275	0,300	248
A 15	15	12,90	0,18	0,235	0,290	0,310	268
A 16	16	13,80	0,18	0,240	0,300	0,320	271