

Pararrayos o Captores No Convencionales

Dos enfoques:

1. Impedir la descarga sobre la estructura

→ **Dispositivos CTS (Charge Transfer System)**

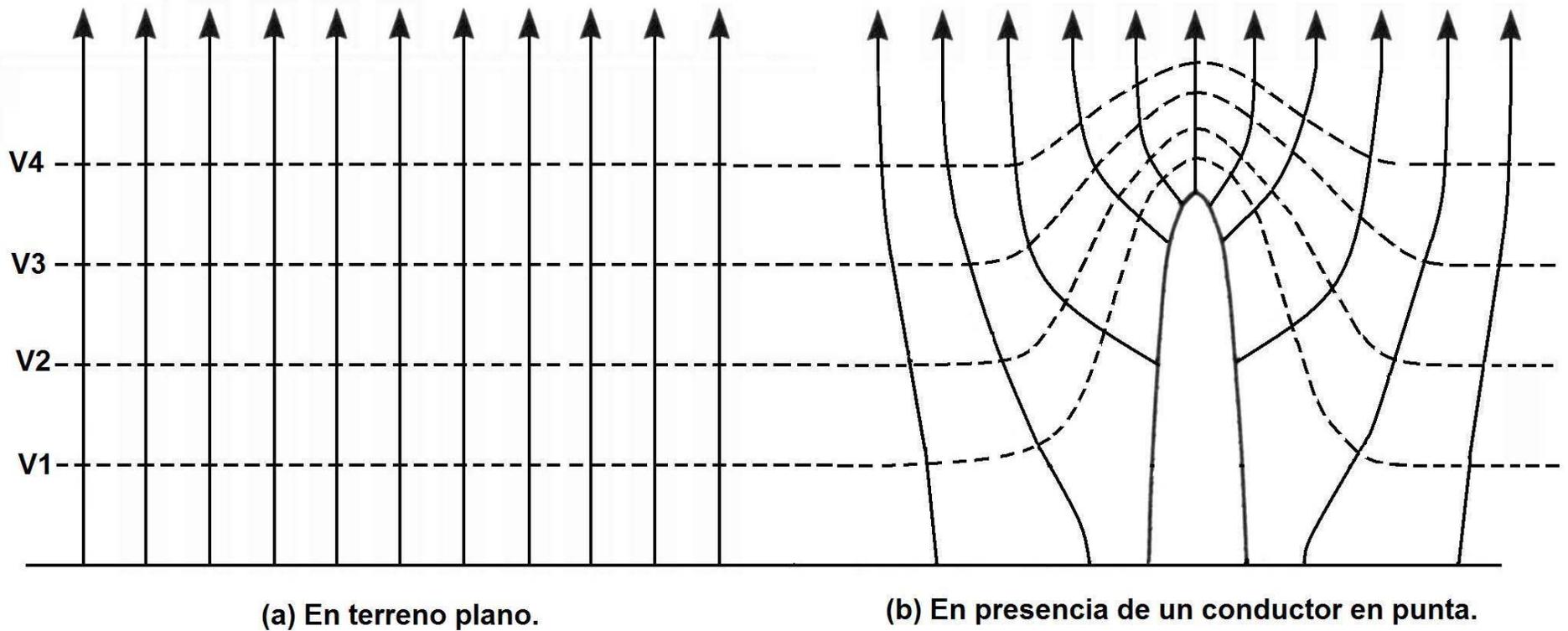
2. Ampliar considerablemente el área protegida por un captor

→ **Dispositivos ESE (Early Streamer Emission)**

Sistemas de disipación o de transferencia de carga: Dispositivos CTS

- **Se intenta modificar las condiciones eléctricas de la atmósfera para impedir la formación del rayo sobre la estructura a proteger.**
- **Se utiliza el efecto corona o “descarga en punta”.**

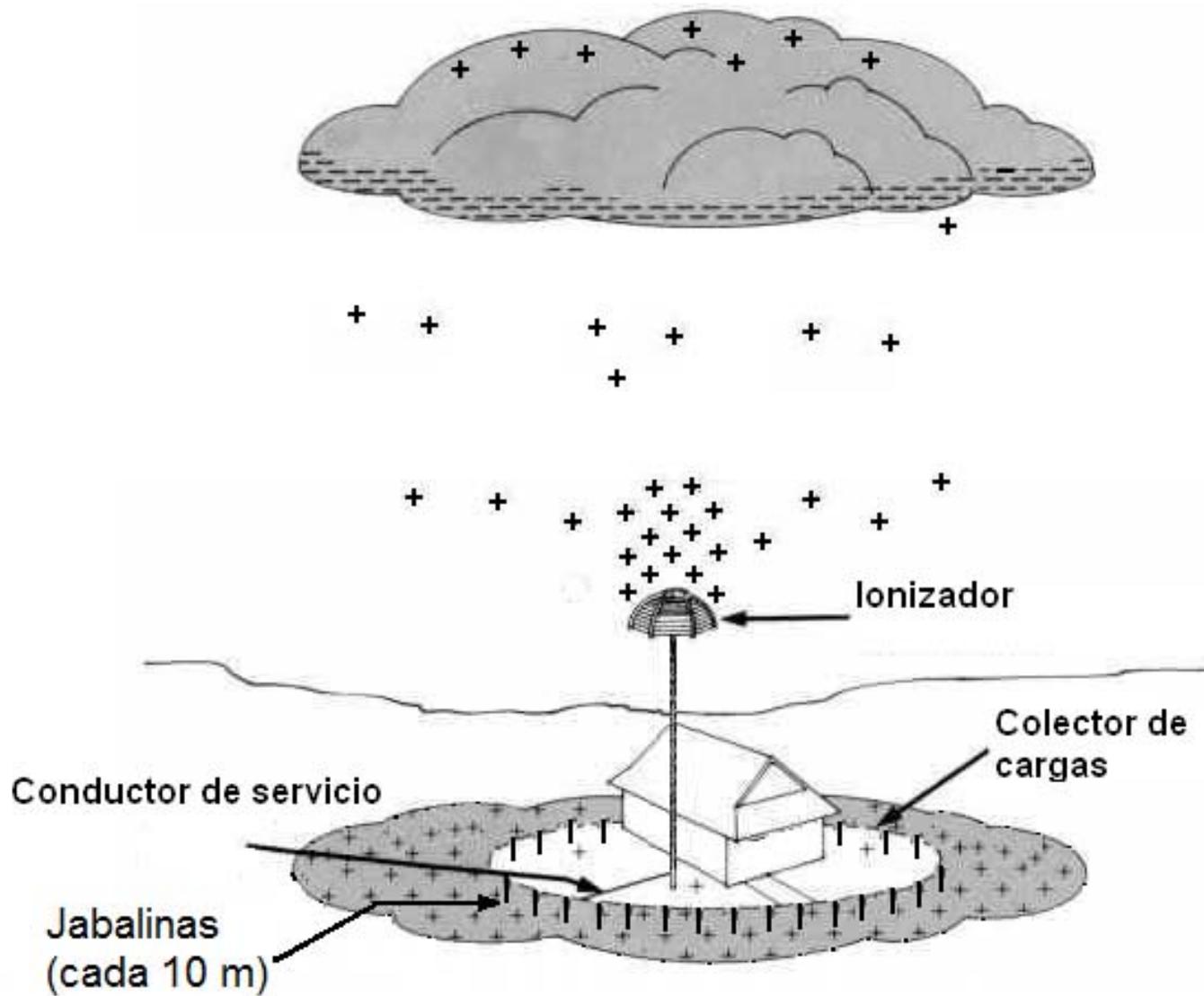
Descarga en punta o efecto corona



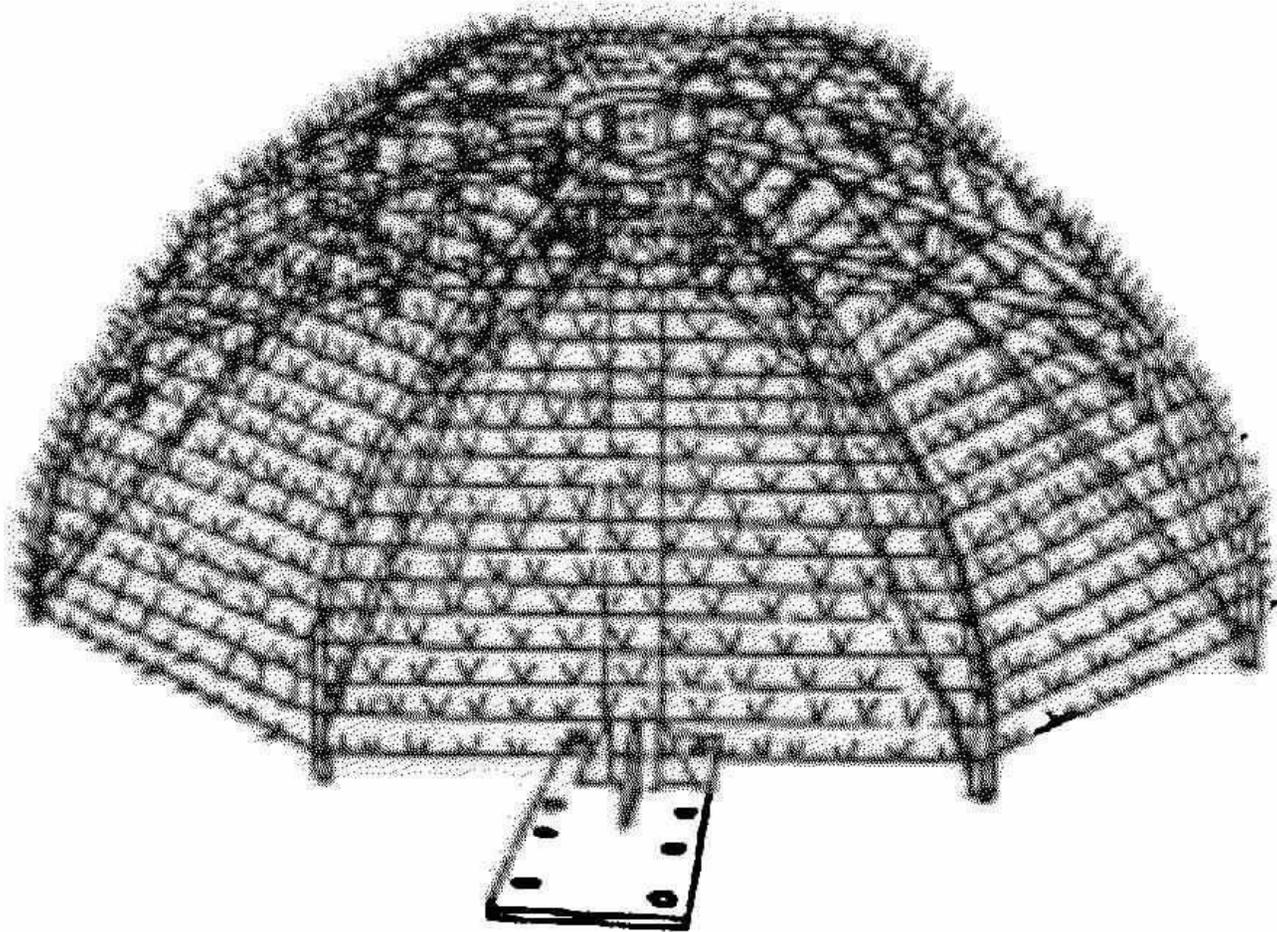
CTS: Antecedentes

- **Franklin, 1752: Pararrayos en punta.**
- **Divisch, 1754: Máquina meteorológica.
216 puntas**
- **Lichtenberg, 1775: Hilo de guardia con puntas.**
- **Cage, 1930: Hilos de guardia con puntas, patente.**
- **Carpenter, 1971: Fabricación industrial de CTS.**

Estructura de un CTS



Ejemplos de CTS (1)

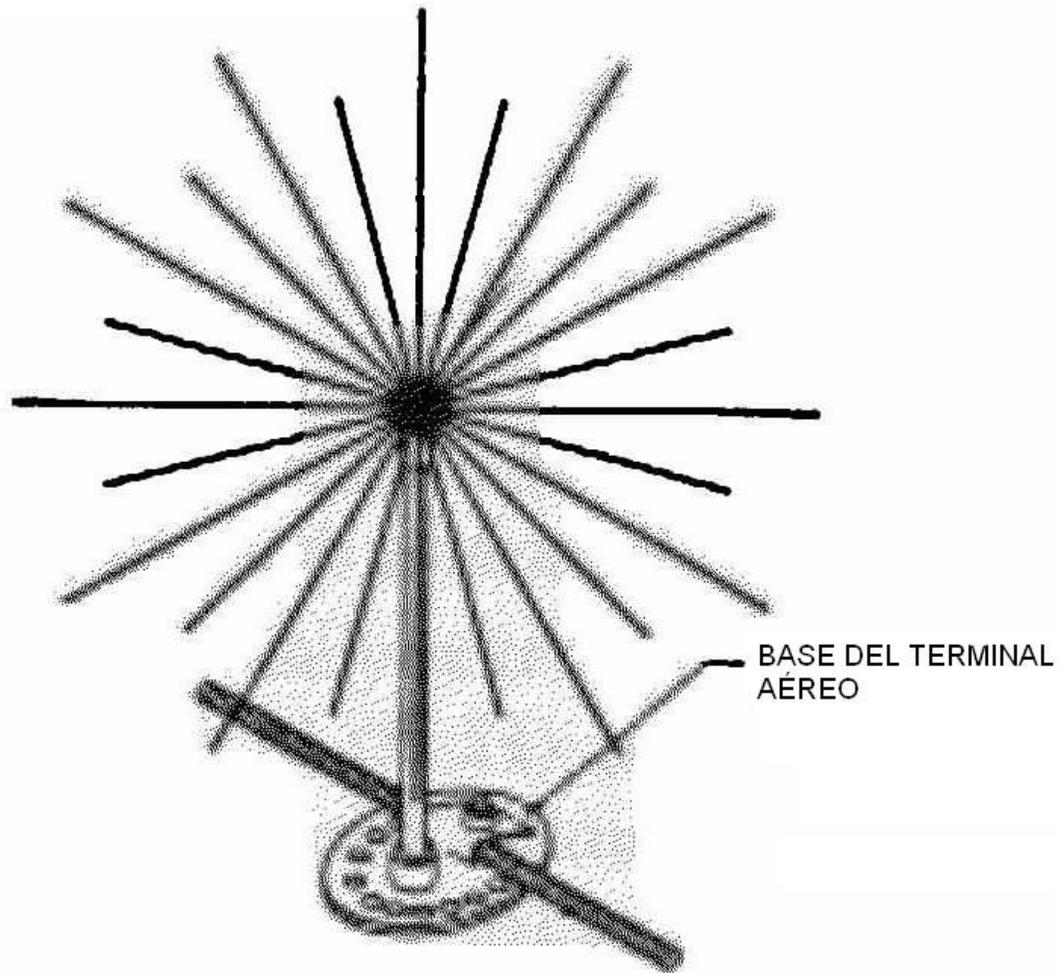


Ejemplos de CTS (2)



Fuente: Briozzo, Simon - Pararrayos No Convencionales

Ejemplos de CTS (3)



Fuente: Briozzo, Simon - Pararrayos No Convencionales

Ejemplos de CTS (4)



Fuente: Briozzo, Simon - Pararrayos No Convencionales

Propuestas y resultados: Evolución histórica (1)

1. Descarga de la nube (desde Franklin 1752)

→ *Carga limitada y de propagación lenta como para descargar una nube.*

2. Apantallamiento por carga espacial generada (1995)

→ *Carga limitada y alta conductividad en la tierra no permite crear una “zona sin cargas”.*

Propuestas y resultados: Evolución histórica (2)

3. Neutralización de la guía escalonada descendente (intento de crear una norma para CTS, 2001)

→ *Una punta genera del orden de 10uA, mucho menos que los 60uA supuestos. Un conjunto de puntas próximas genera corriente del orden de una única punta.*

Propuestas y resultados: Evolución histórica (3)

4. Limitación de la cantidad de rayos iniciados desde estructuras y eliminación parcial de rayos (2001-2005)

→ *El efecto se circunscribe solamente al área del pararrayos y depende de su forma y no de la emisión de iones.*

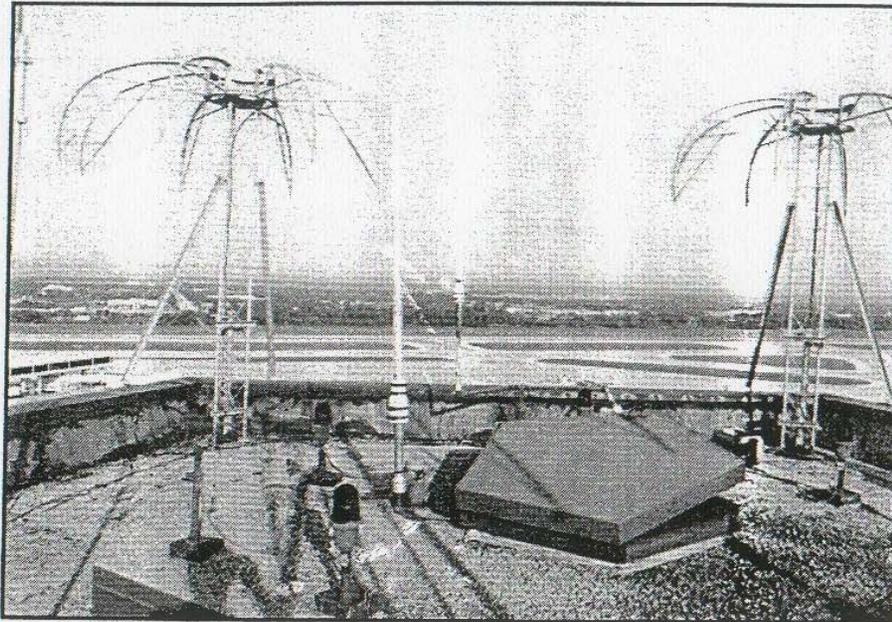
→ *La distancia de impacto mínima es mayor que 60 m para rayos de 30 kA.*

Conclusión: Funcionamiento como pararrayos convencional.

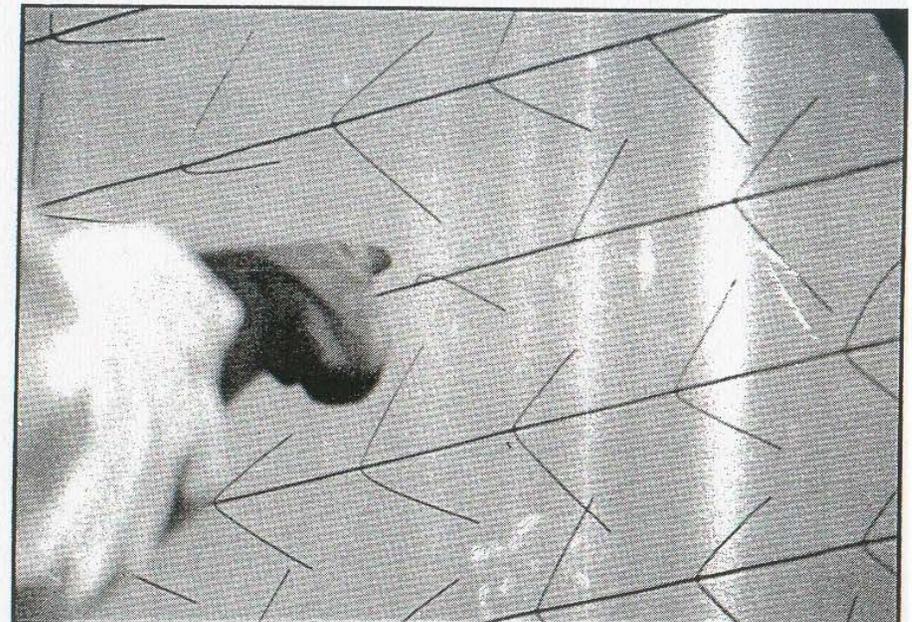
Resultados prácticos (1)

- **NASA, 1975**
- **Federal Aviation Administration, 1988 y 1989**
- **Plantas Nucleares en EEUU, 1991 y 1992**
- **Torres con registradores de rayos en Japón, 1997 y 1998**

Experimento con CTS en Tampa, Florida (FAA):



Two corners of the Tampa airport's air traffic control tower sport hemispherical ion dissipators made by Lightning Eliminators and Consultants.



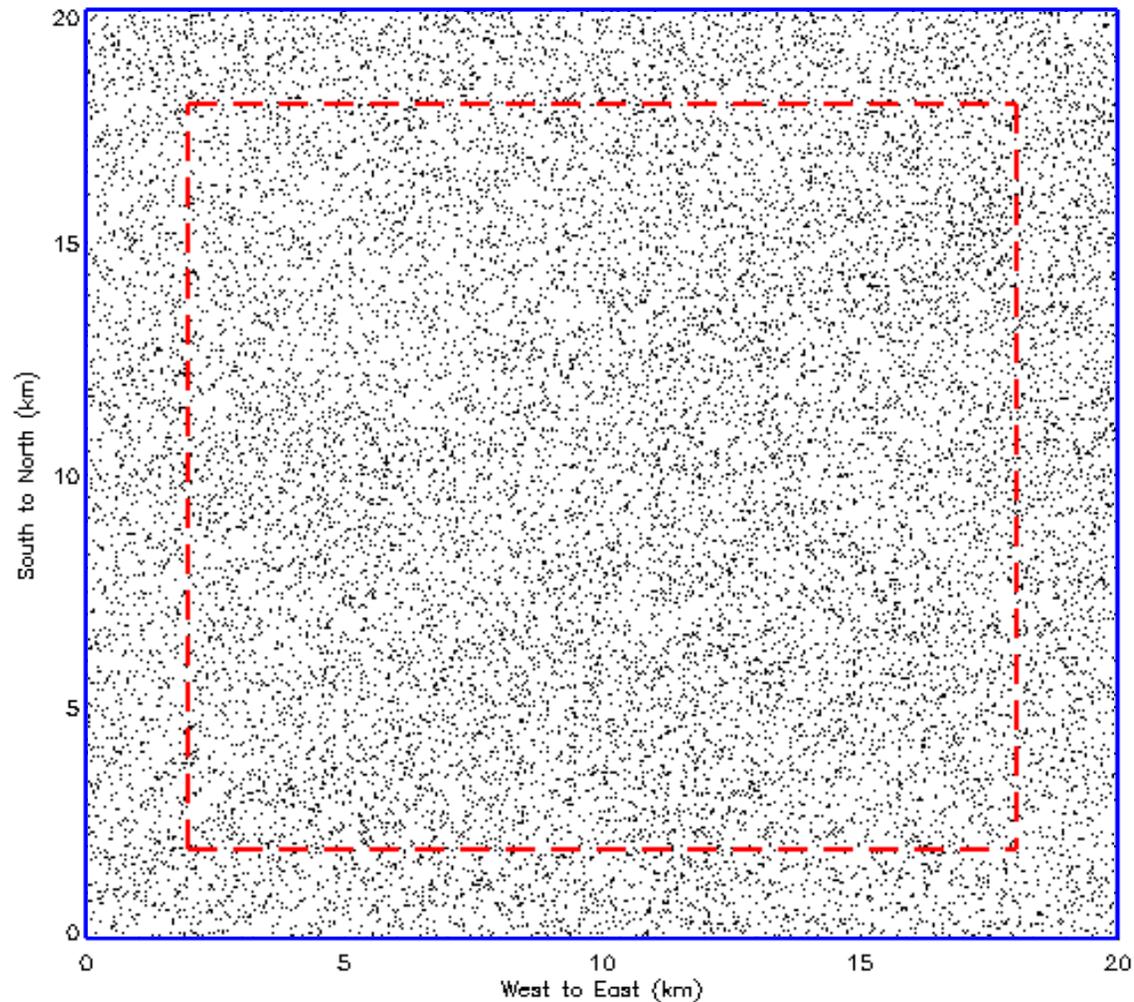
An FAA engineer points to an area where dissipator barbs were missing after what may have been a lightning strike to the hemispherical array.

Resultados prácticos (2)

- Instalaciones de Federal Express en el aeropuerto de Memphis, Tennessee



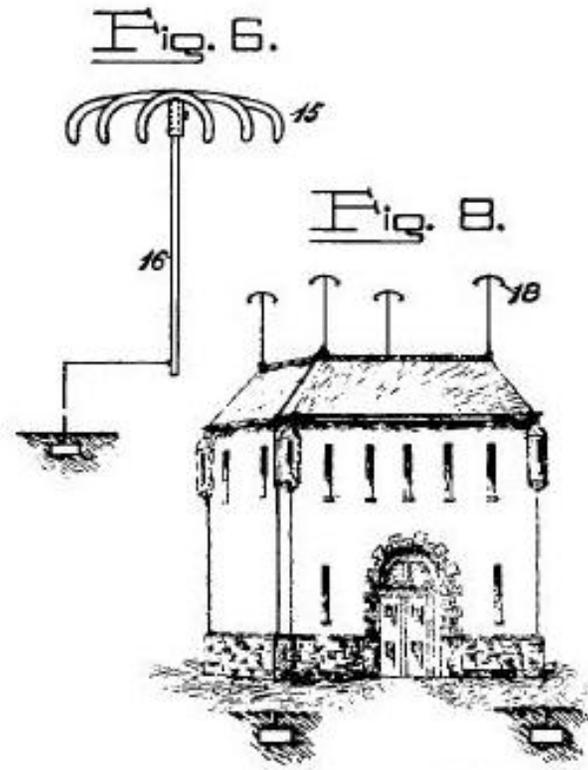
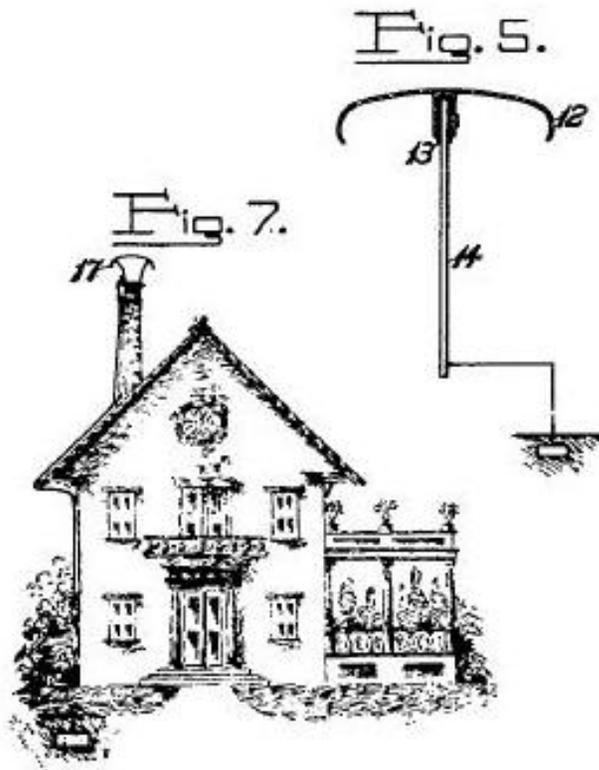
Densidad de impactos de rayos registrados, Krider 2004



Conclusiones sobre CTS

- **No es posible neutralizar nubes ni guías escalonadas.**
- **Los dispositivos tipo sombrilla presentan una distancia de impacto algo menor debido a su forma geométrica y no a la emisión de iones ($R_s > 60$ m de todas formas)**
- **El 80% de los rayos son iniciados en la nube: el CTS es totalmente inefectivo frente a ellos.**
- **Del 20% restante solo una parte menor podría ser inhibida por un CTS y solo en su superficie.**

Patente de Nikola Tesla, 1918



WITNESSES:
John B. Melville
William Johnson

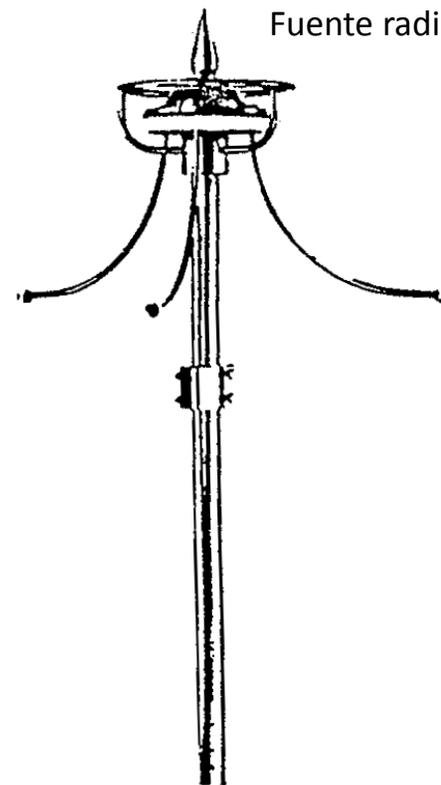
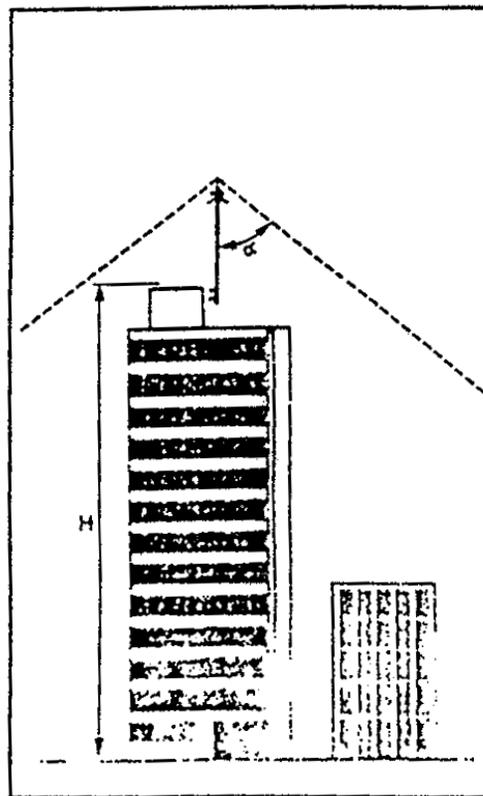
INVENTOR.
Nikola Tesla
BY,
Kerr, Page Cooper - Hayward
ATTORNEYS

Sistemas de emisión adelantada de guía ascendente: Dispositivos ESE

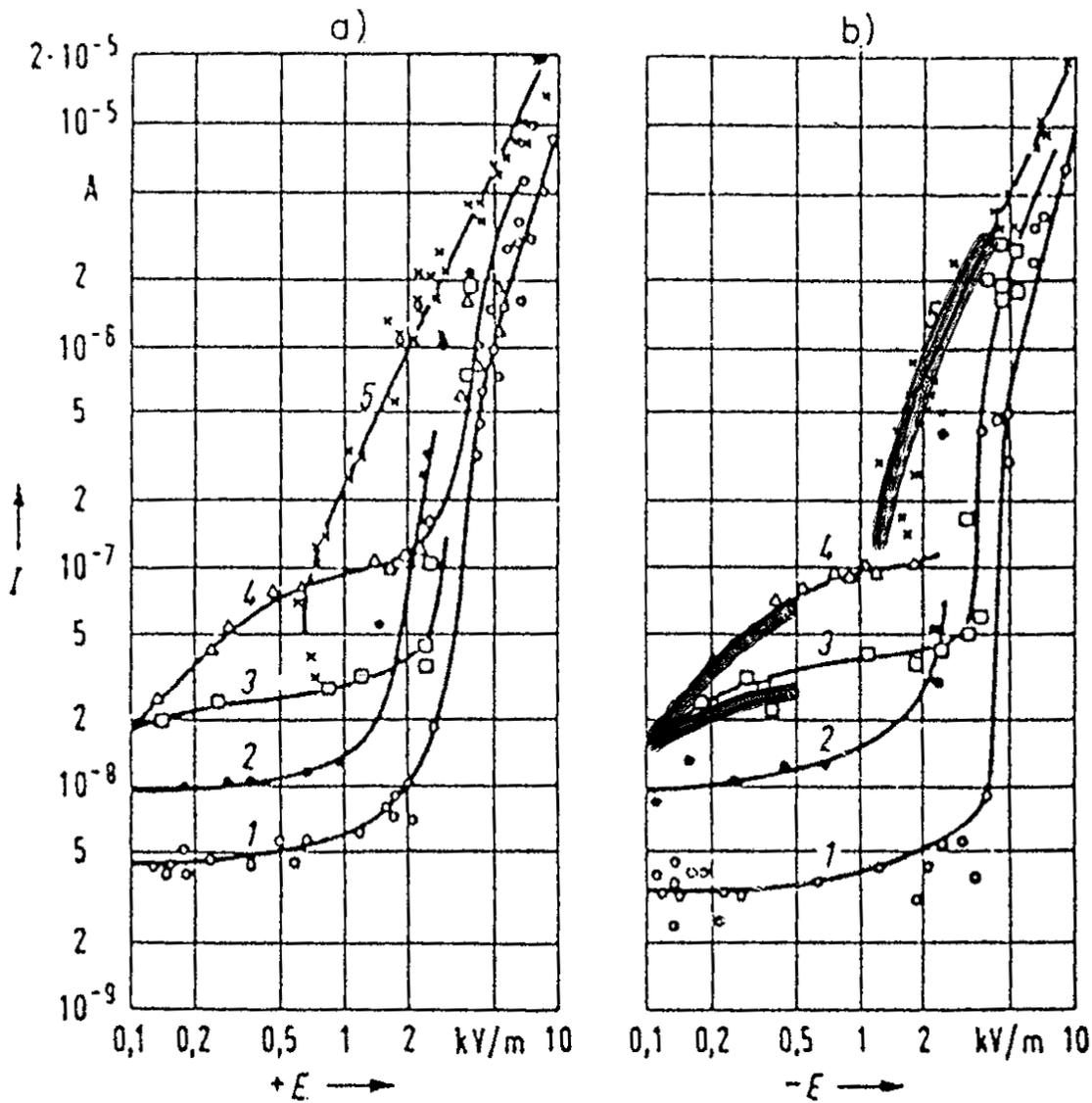
- **Frente a la proximidad de una guía escalonada descendente se intenta generar una guía ascendente exitosa antes de lo que lo haría un pararrayos convencional.**
- **Se utiliza ionización inducida en la punta del dispositivo.**

Pararrayos radiactivo

Tipo de Conductor	Angulo de protección α	Altura de la instalación a proteger H	Máximo radio de protección
AMH 1	60°	< 10 m	15 m
AMH 2	63°	< 20 m	30 m
AMH 3	68°	< 30 m	50 m
AMH 4	73°	< 40 m	90 m
AMH 5	78°	Cualquier altura	190 m



Fuente radiactiva: Americium 241



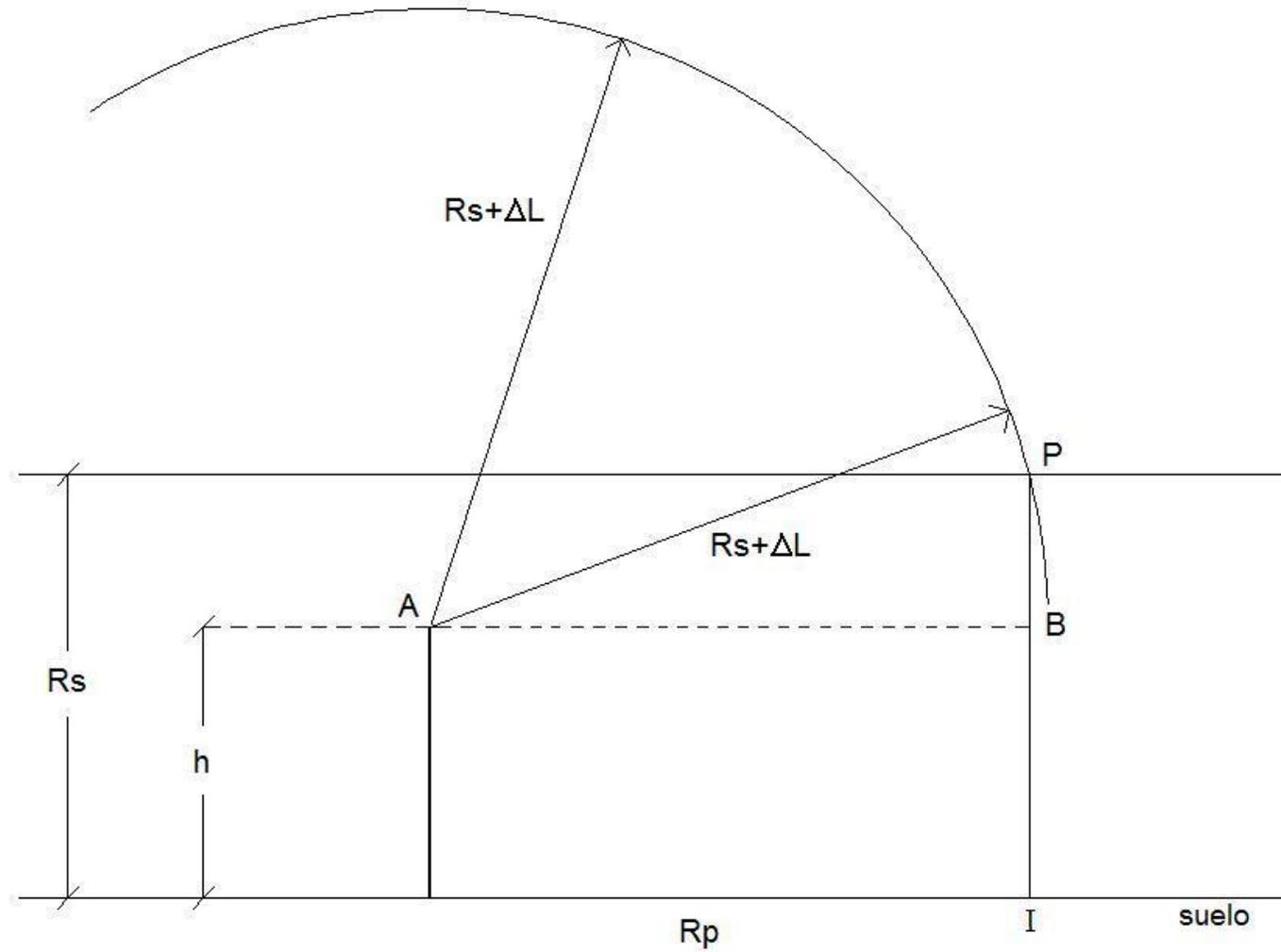
Variation of emission current with electric gradient: (a) positive gradient; (b) negative gradient; 1, 2, 3, 4 - radioactive lightning conductor 5 - normal lightning conductor.

**Curvas Müller
Hillebrand:
Comparación
Punta radiactiva –
Punta Franklin**

“Emisión adelantada de trazador”

- Adelanto temporal Δt
- Velocidad de trazador ascendente v
- Adelanto espacial $\Delta L = v.\Delta t$
- Distancia de impacto aumentada $R'_s = R_s + \Delta L$

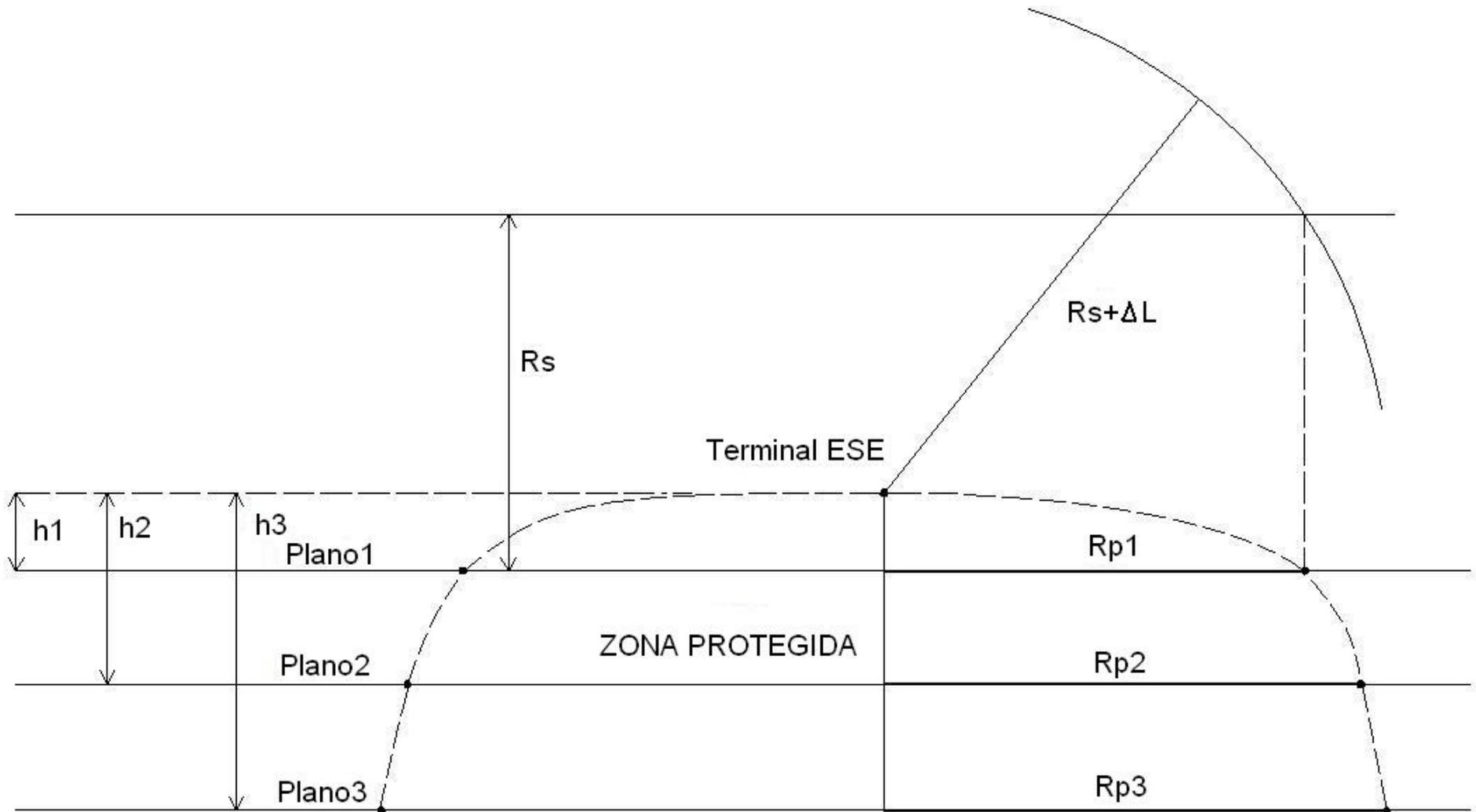
Cálculo del área presuntamente protegida (1)



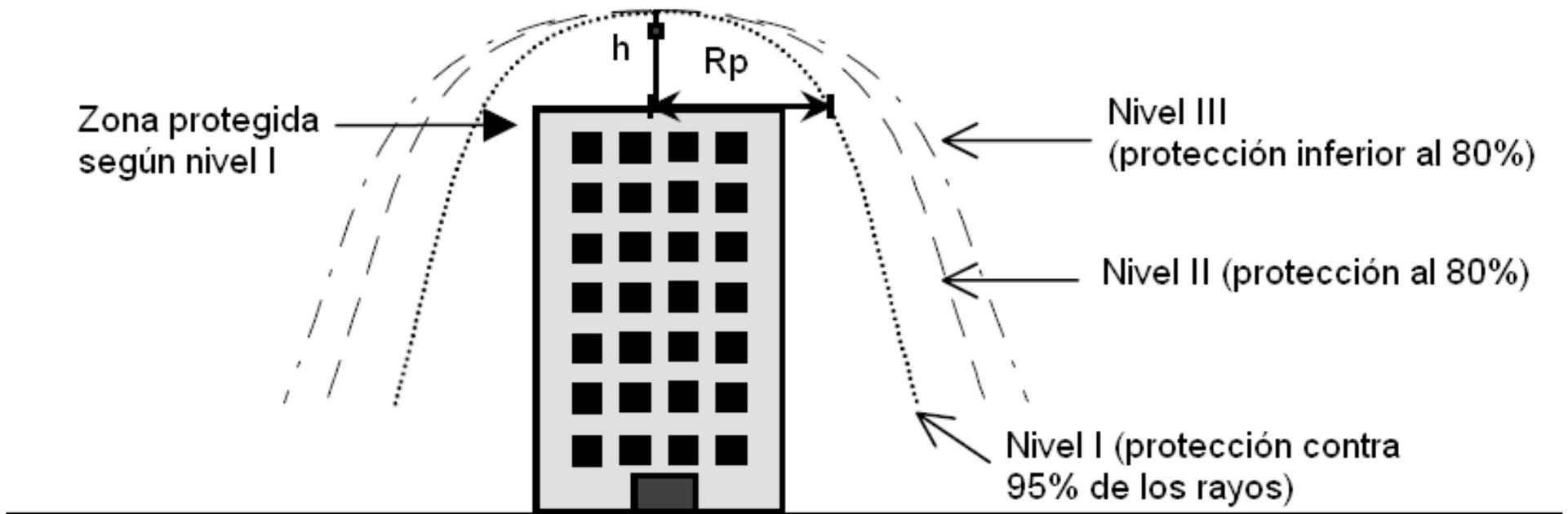
Cálculo del área presuntamente protegida (2)

- $Rp^2 = (AB) = (\Delta L + r_s)^2 - (r_s - h)^2$
- $Rp = [(\Delta L + r_s)^2 - (r_s - h)^2]^{1/2}$
- Expresión de la norma francesa:
 - $Rp = [\Delta L (\Delta L + 2r_s) + h(2r_s - h)]^{1/2} = Rp(h)$

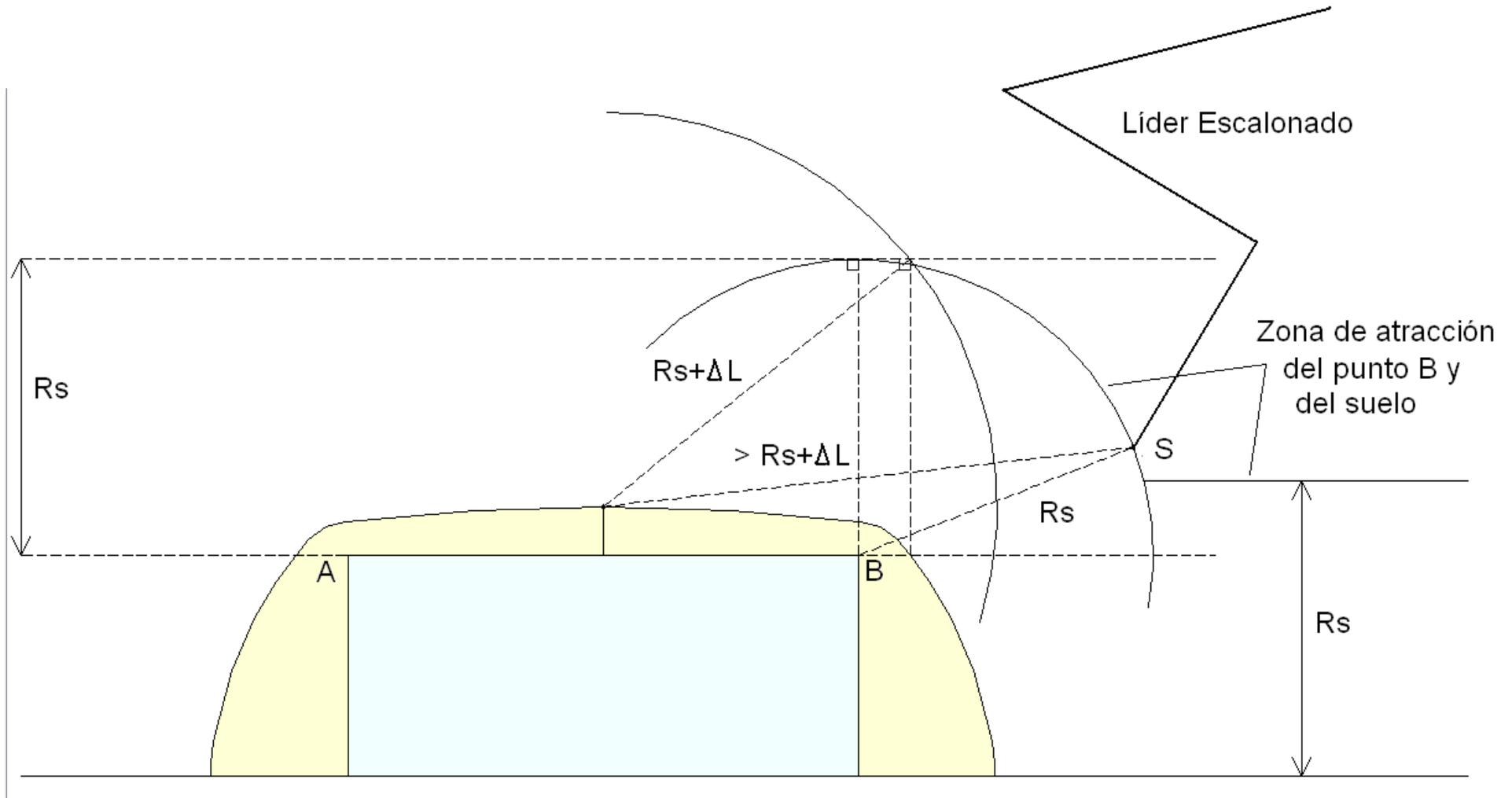
Volumen presuntamente protegido



“Zonas de protección”



Impacto en zona presuntamente protegida



Velocidad del trazador ascendente

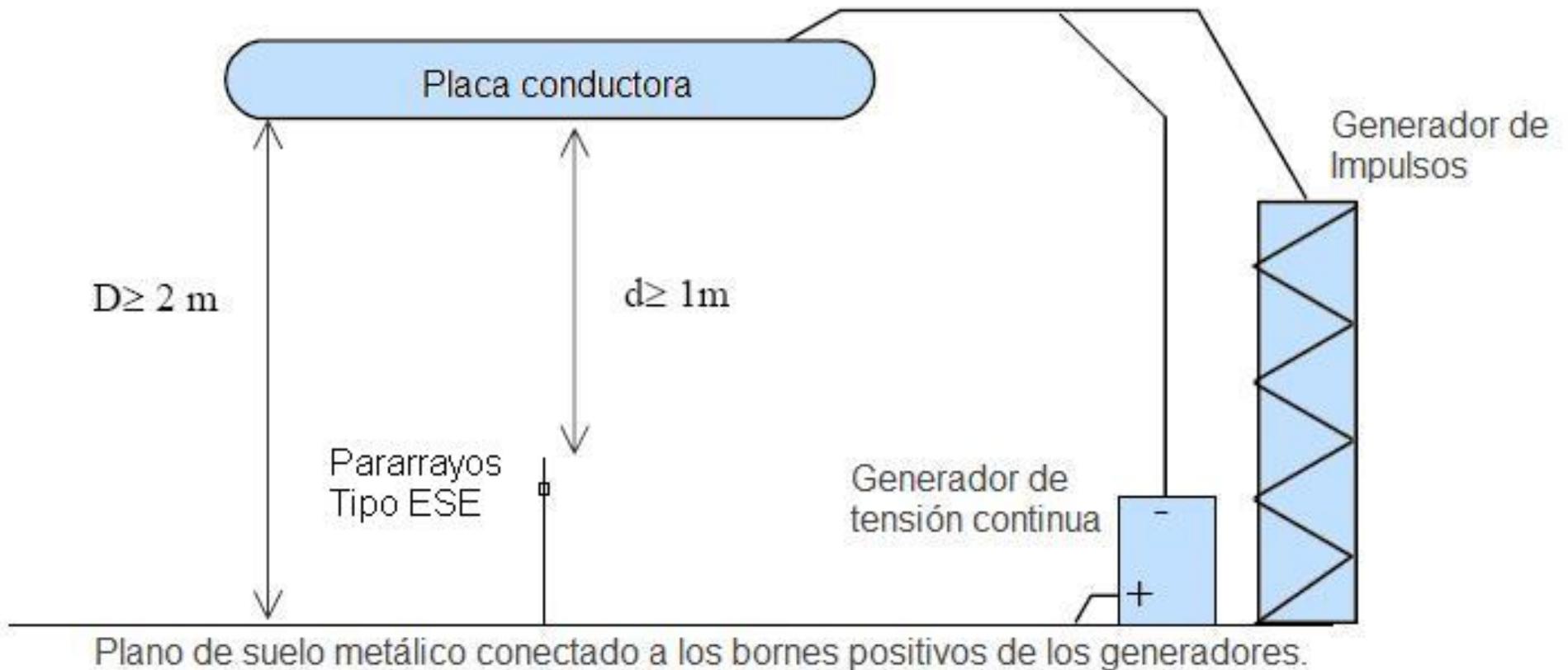
- Según la norma francesa:

$$v=10^6\text{m/s}$$

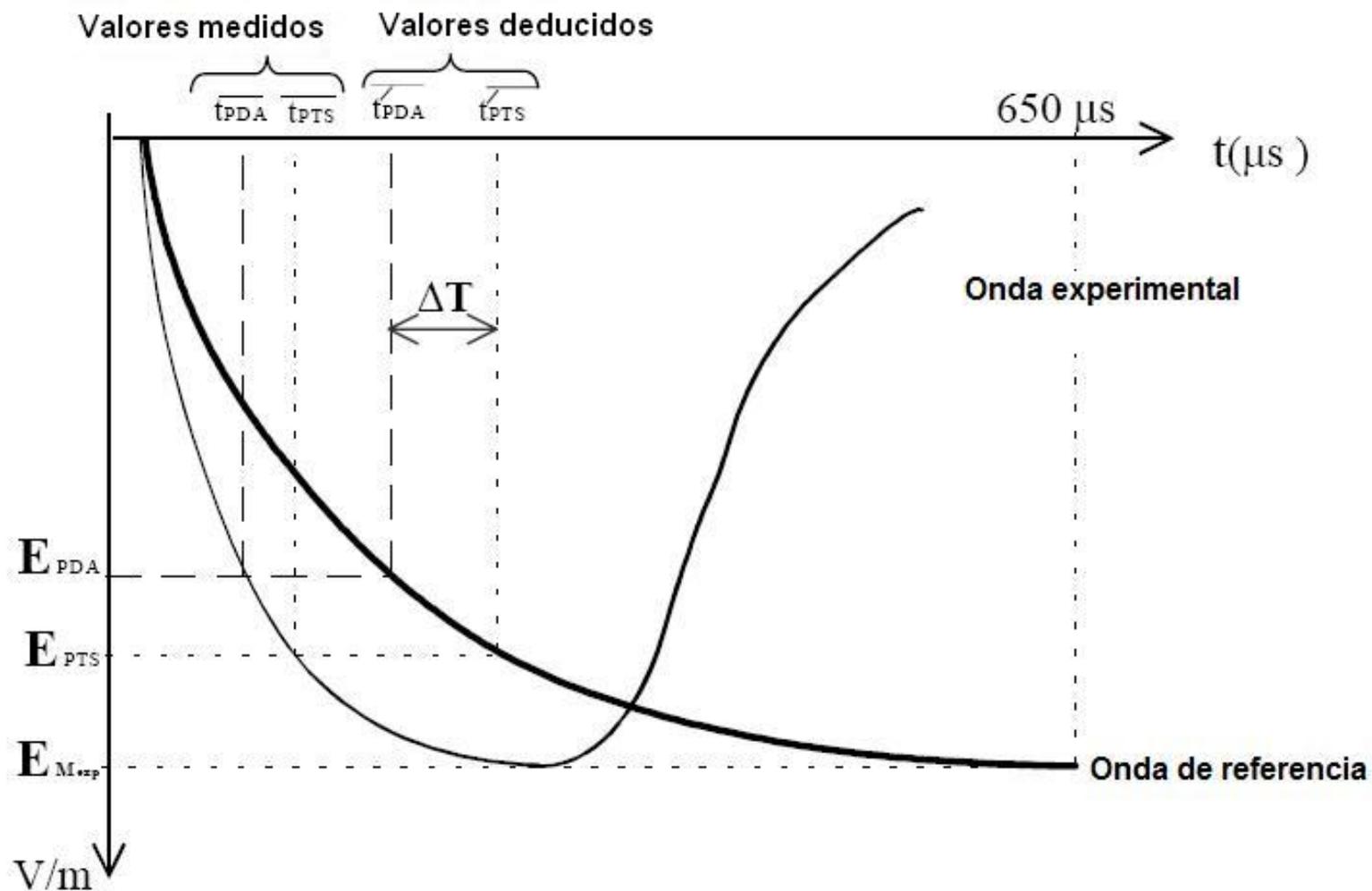
- Según medidas realizadas:

$$10^4\text{m/s}<v<2\times 10^5\text{m/s}$$

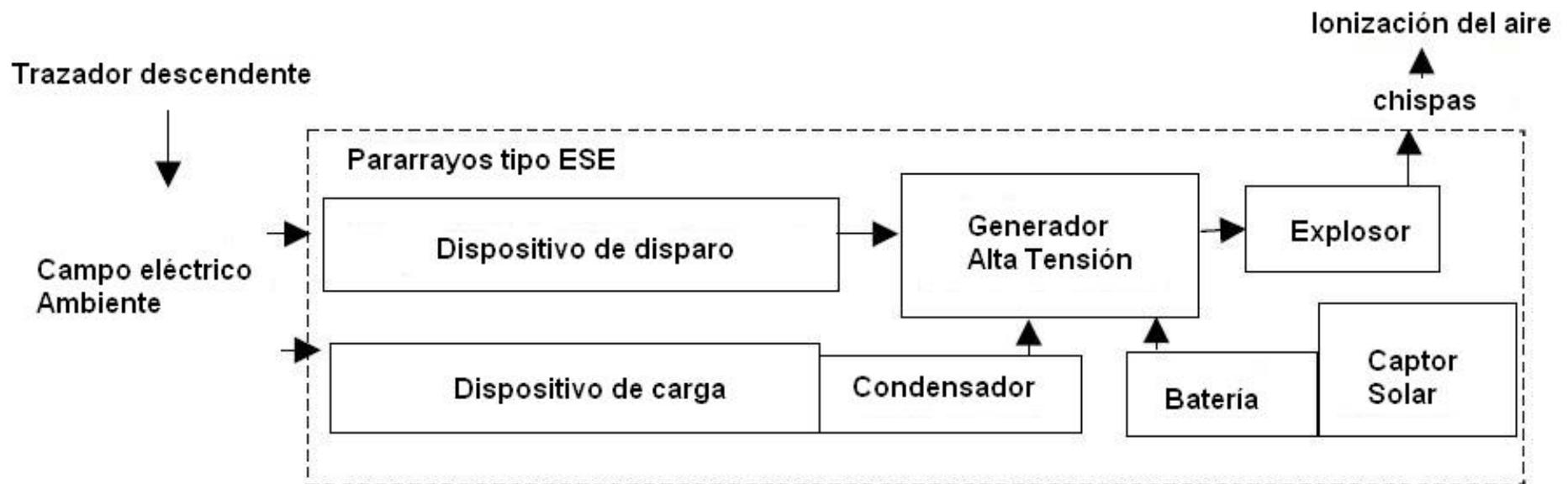
Dispositivo para ensayo de ESE según norma francesa



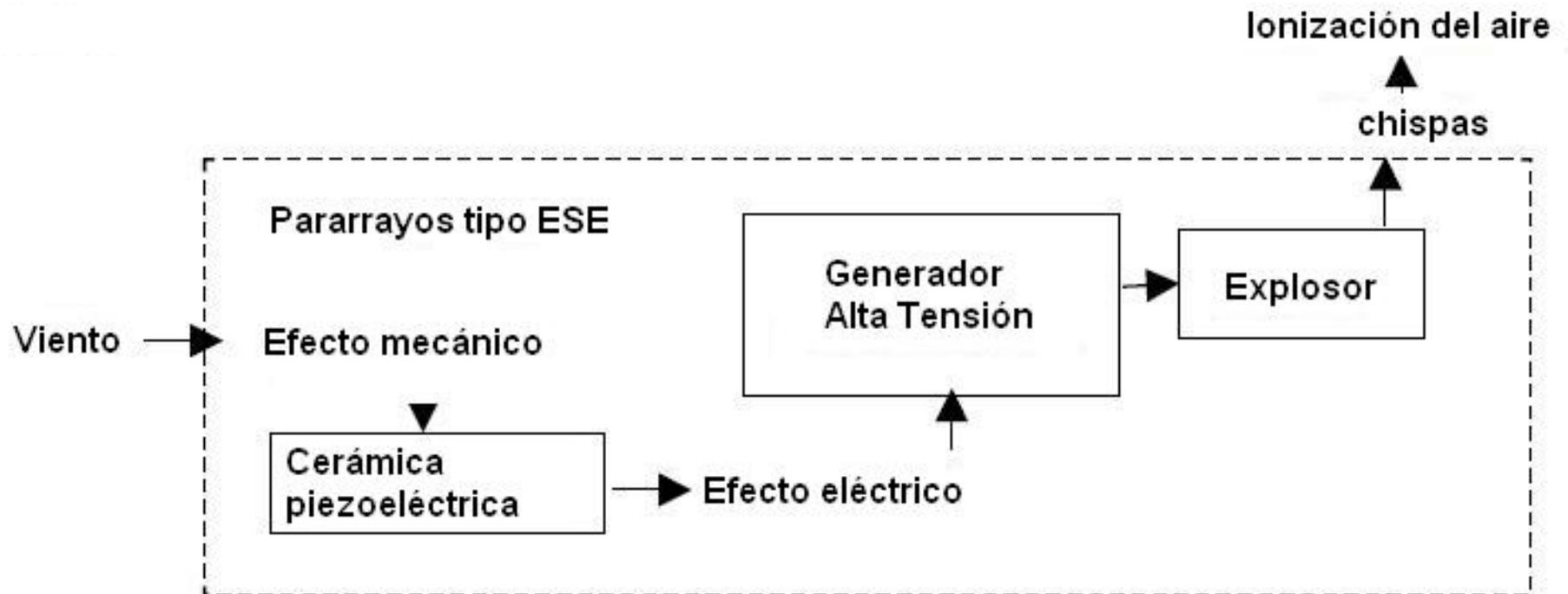
Determinación del “adelanto temporal”



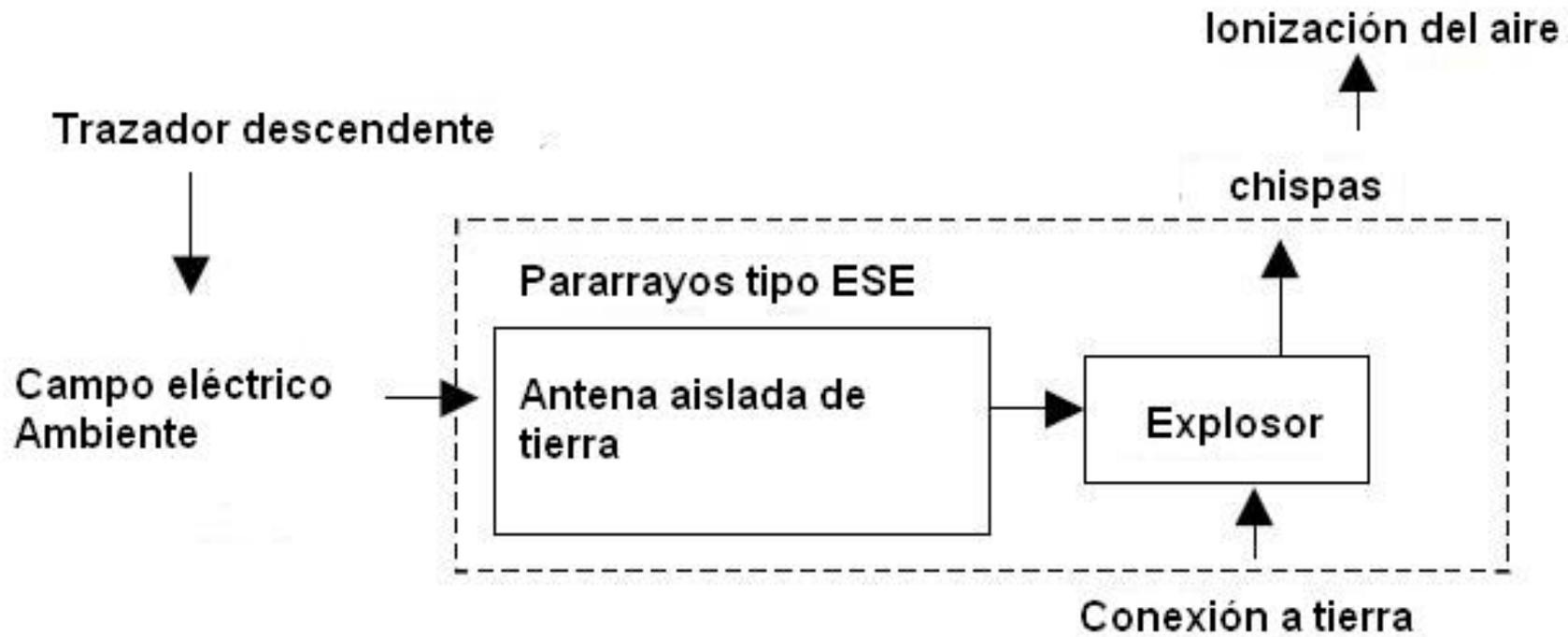
Dispositivo Electrónico



Dispositivo piezoeléctrico



Dispositivo de perfil especial



Ejemplos de pararrayos ESE disponibles comercialmente



Dispositivo A



Dispositivo B



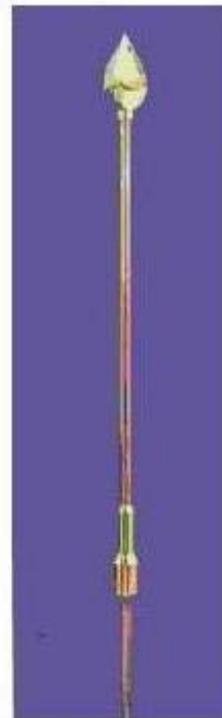
Dispositivo C



Dispositivo D



Dispositivo E

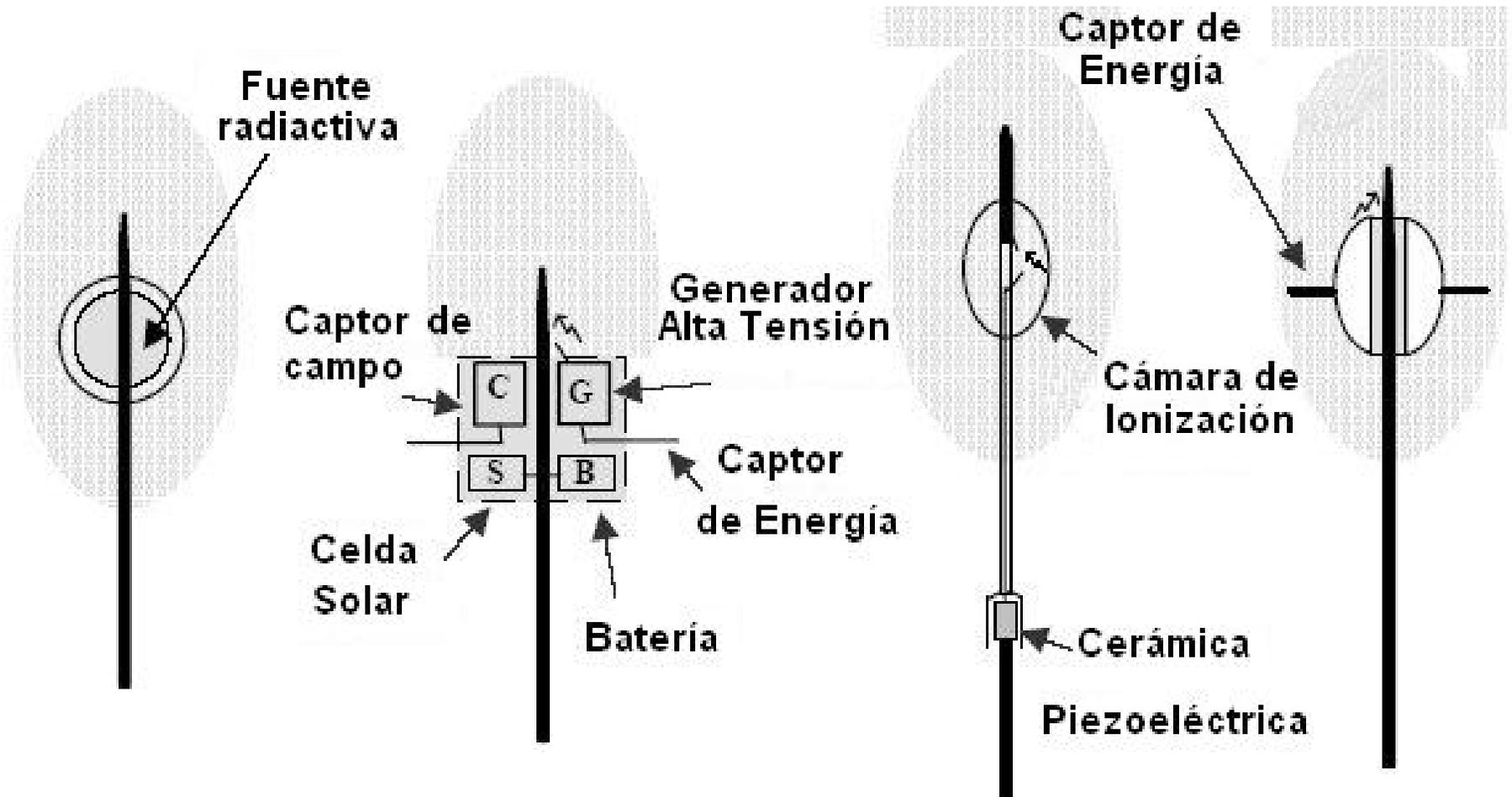


Dispositivo F

- A y D:
Dispositivos eléctricos.
- B:
Dispositivo de perfil especial.
- C:
Dispositivo de perfil especial.
- E:
Dispositivo de mecanismo no informado.
- F:
Dispositivo piezoeléctrico.

Cortesía de
P. Gruet y Hartono.

Esquemas constructivos



Radiactivo

Electrónico

Piezoeléctrico

Perfil Especial

CIGRÉ: Condiciones para la propagación del trazador ascendente

- *Aunque la guía ascendente comience antes necesita para su propagación el mismo campo que el de una guía generada naturalmente. El campo presente al inicio es mucho menor.*
- *La velocidad asumida para el trazador ascendente contradice los datos experimentales.*

CIGRÉ Working Group 33.01 “Lightning” 24 de mayo de 1995

Experimento de Moore, Nuevo México (1)



Experimento de Moore, Nuevo México: Detalle



Fuente: Briozzo, Simon - Pararrayos No Convencionales

Campaña de observaciones de Hartono en Malaysia (1)



Figure 1: A photograph of the RSC building taken in 1998. The building was installed with an Australian made ESE air terminal



Figure 3: A photograph of the Wisma Tanah building taken in 2000. The building was installed with a French made ESE air terminal.



Figure 2: A photograph of the RSC building taken in 2001. The building had been struck and damaged by lightning as can be seen on the right.



Figure 4: A photograph of the Wisma Tanah building taken in 2003. The building had been struck by lightning as can be seen on the right.

Campaña de observaciones de Hartono en Malaysia (2)



Figure 5: A photograph of one of the Setapak Ria apartment building showing the French made ESE air terminal and the stricken points.



Figure 7: Photograph of the Villa Putri apartment showing the two Australian made ESE air terminals installed on the split-level roofs.



Figure 6: A photograph of the other Setapak Ria apartment building showing a different French made ESE air terminal and the stricken point.

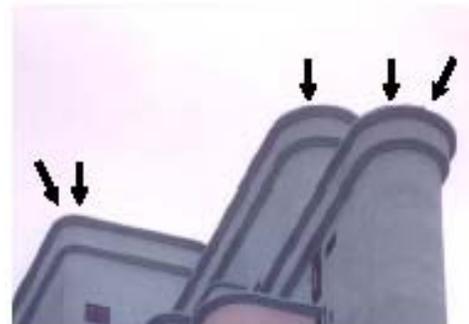


Figure 8: A close-up photograph of the apartment showing some of the multiple stricken points that have accumulated in the five year period since the building was installed with the ESE air terminals.

Campaña de observaciones de Hartono en Malaysia (3)



Figure 9: Photograph of a stricken point at the gable roof ridge end. The Franklin rod should have been installed right on top of the ridge end instead of about 1m away from it.



Figure 11: Photograph of two adjacent blocks of apartment showing similar stricken points. In both cases, the Franklin rods were installed just 0.5m away from the ends.



Figure 10: Photograph of a stricken point on the slanting edge of the gable roof. The air terminal conductor should also be installed on the edges of the gable roof.



Figure 12: A close-up photograph of another apartment block showing the stricken point and the Franklin rod beside it. For effective protection, the rod must be positioned right on the ridge ends and similar high risk locations.

Decisión judicial

- Corte del distrito de Arizona.
- Heary Bros. et al. contra NFPA.
 - “A los demandantes (Heary Bros. et al.) se les prohíbe hacer publicidad basada en que cualquier terminal aéreo *mejorado* fabricado , comercializado y vendido por los demandantes incluyendo pero no limitado al producto Pararrayos tipo Early Streamer Emission, los productos llamados Pararrayos Activos, Radiactivos y Ionizantes:
 - a. Está aceptado por las instituciones UL, NFPA, IEEE, IEC, NEC y LPI
 - b. Ha sido probado y certificado en el sentido de proveer una zona de protección medible mayor que la de los sistemas instalados según NFPA 780
 - c. Puede proteger áreas abiertas, incluyendo parques de diversiones, campos de golf, estadios y campos de juego”

Conclusiones sobre los dispositivos ESE

- **Argumentos basados en extrapolaciones de resultados de laboratorio no consistentes con escala real.**
- **La velocidad del trazador ascendente es 5 a 10 veces menor que la propuesta en la norma.**
- **Se supone que el trazador ascendente es capaz de propagarse en un campo eléctrico mucho menor que el necesario para el fenómeno.**
- **La norma presenta un cálculo erróneo.**

Conclusiones sobre dispositivos no convencionales

No se ha encontrado evidencia teórica ni experimental de que sea posible

- *impedir la caída de un rayo sobre una estructura.*
- *obtener un área de protección mayor a la determinada por la distancia de impacto convencional.*

Criterios para una buena protección (1)

- **La protección contra descargas atmosféricas es ante todo un problema de seguridad.**
- **Debe implementarse con sistemas probados que no generen dudas tanto de origen teórico como experimental.**

Criterios para una buena protección (2)

- **Concepción en forma integral.**
- **Educación del usuario.**
- **Mantenimiento.**
- **Integración al sistema desde el inicio del proyecto.**