

Angel Rodriguez Montes

Cofundador de la Asociación de Meteorología y Ciencias de la Atmósfera de Andorra “AMACA”

Director I+D en INT, AR.S.L. <http://www.int-sl.ad/i+d.php>

Estudios de la actividad de rayos en el Principado de Andorra.

Los estudios particulares de la actividad de rayos en el Principado de Andorra, demuestran el comportamiento sobre el terreno y su identidad, cuantificando la densidad de ellos

El cambio climático, a día de hoy es una gran incógnita, los científicos buscan desesperadamente los parámetros que podrían determinar la evolución real de a dónde vamos y por qué. La realidad es que estamos en un cambio o más bien en un proceso natural de adaptación de la naturaleza referente a su entorno perturbado, para encontrar su equilibrio.



Lo que podemos afirmar hoy, es que esta adaptación de la naturaleza está modificando el clima, sea por la variación acelerada del campo magnético “desplazamiento del polo Norte magnético” o por la actividad frenética de las tormentas solares “Erupciones solares “. Los dos efectos, pueden repercutir en una saturación eléctrica del aire que respiramos, y acelerar caóticamente la actividad electroquímica natural de la atmósfera. La reacción, repercutiría en grandes desplazamientos de masas de átomos cargados “ aniones y cationes”.

El efecto / causa, podría repercutir en fuertes intercambios electroquímicos atmosféricos, generando vientos y cambios térmicos a causa del incremento de la ionización del aire. Las zonas de la atmósfera más afectadas por el movimiento y concentración de cargas, induciría a otras al intercambio para su compensación, incluyendo variaciones instantáneas de las temperaturas del aire de las zonas. Estos intercambios termodinámicos perturbarían las corrientes térmicas naturales, y se transformarían en grandes tormentas con alto nivel de actividad eléctrica “rayos”.

El potencial de energía del rayo durante la descargas , es aleatorio en todo el planeta, pero cada vez, se aprecia una tendencia al incremento y las erupciones solares, son alguna de las causantes del aumento de la saturación de la carga en la atmósfera .



<http://www.20minutos.es/galeria/1479/0/0/aurora/boreal/austral/>

Durante las tormentas solares nuestro planeta está golpeado implacablemente por radiaciones ultravioletas, rayos X y torrentes de partículas cargadas, lo cual distorsiona el campo magnético e induce poderosas corrientes eléctricas a la atmósfera, este fenómeno se representa en tormentas eléctricas y mucha actividad de rayos positivos (tormentas secas) y en peligrosas auroras, como la del 20 de noviembre del 2003, una pequeña explosión solar provocó la aparición de auroras en lugares inesperados.

<http://www.20minutos.es/noticia/203213/0/aurora/boreal/nasa/>

Según informes de la NASA, se espera una máxima actividad solar para el año 2012. Para esta fecha la polaridad del sol puede invertirse. http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast15feb_1.htm

Teledetección de rayos.

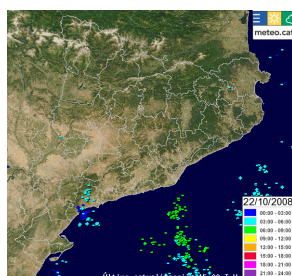
Se puede efectuar un seguimiento de los impactos de rayos en tiempo pasado en diferentes mapas virtuales. Existen varios portales donde podemos ver la actividad de rayos a nivel nacional y europeo, por ejemplo en:

Francia: Météorage, del grupo Météo France

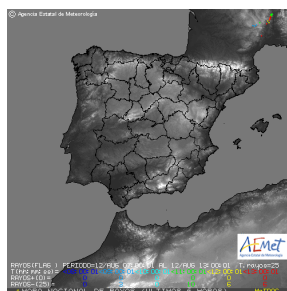
<http://www.meteorage.fr>

Catalunya: Meteocat

www.meteocat.net/marcs/marcs_observacio/marcs_llamps.htm



España: Instituto Nacional de Meteorología <http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/rayos>



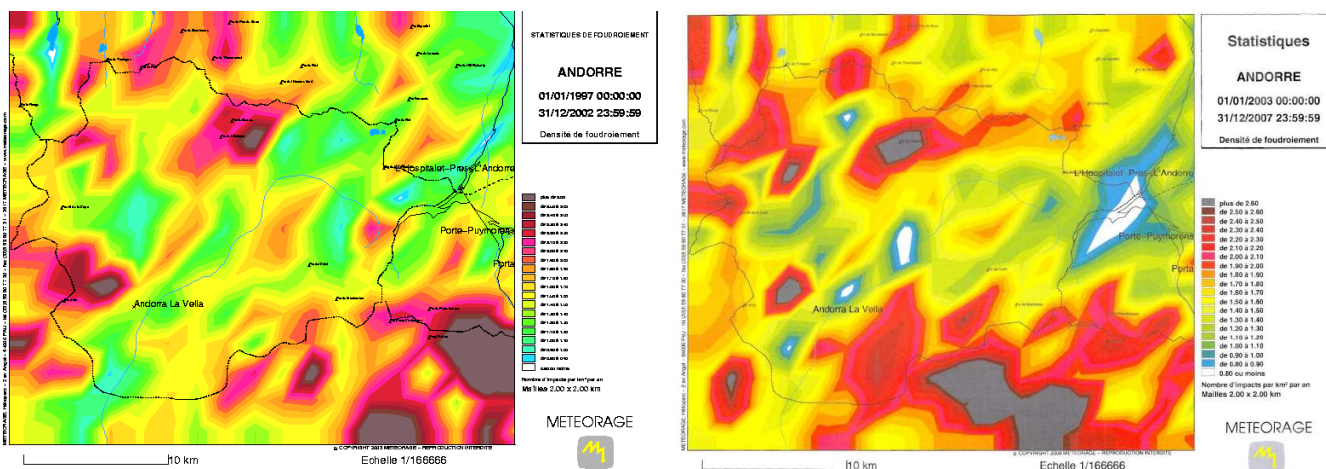
Densidad de rayos, no se tiene que confundir el nivel de riesgo de rayos reflejado en un mapa Keráunico (días de tormenta + 1 rayo), con una zona de riesgos de rayos (densidad de rayos), el nivel Keráunico no determina si una zona geográfica tiene más o menos actividad de impactos en el suelo, para conocer el nivel de riesgo de una zona, se tiene que efectuar un estudio particular del comportamiento del rayo, analizando los datos de al menos 5 años.

Los mapas de densidades de rayos, se confeccionan a partir de los valores estadísticos de impactos de rayos que proporcionan las diferentes empresas de teledetección de rayos de cada país, los datos que han suministrado son:

- Número de impactos de rayos en un radio de 2 km.
- Fecha.
- Hora (GMT).
- Latitud y longitud.
- Intensidad en kA.
- Distancia en Km. del impacto referente a la instalación.
- Dirección del impacto referente al norte.

MAPAS DE DENSIDAD DE RAYOS EN EL PRINCIPADO DE ANDORRA.

En los mapas siguientes se define el nivel de riesgo de rayos del Principado de Andorra, los diferentes colores determinan la densidad de impactos de rayos por cada 2 km², el estudio tiene un periodo de 5 años, desde 1/1/1997 al 30/12/2002 incluidos en el primero y del 01/01/2003 al 31/12/2007, como se puede comprobar hay una diferencia en la actividad de rayos en cada periodo de 5 años.

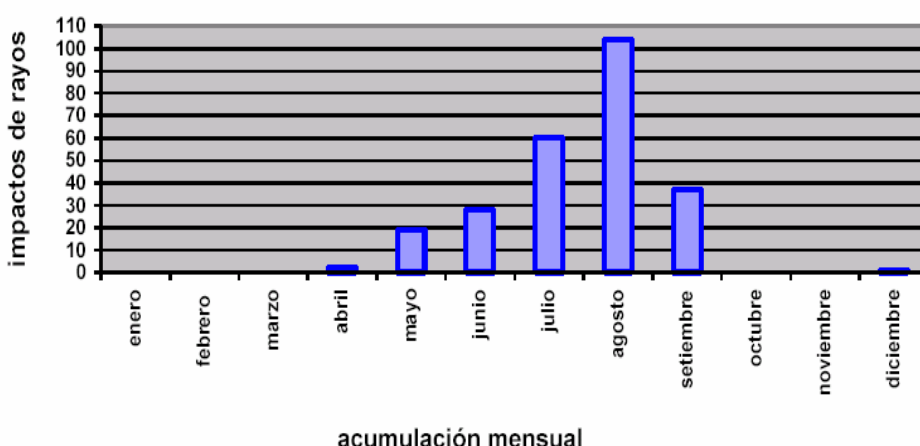


MAPAS PROPIEDAD DE LA EMPRESA INT AR. S.L. <http://www.int-sl.ad/>

El cambio climático, modifica las temporadas de tormentas, la trayectoria de las tormentas y por efecto causa la modificación de la densidad e intensidad de las descargas de rayos en tierra, los mapas Keraunicos y los de densidad de rayos como los presentados, se tienen que utilizar solo como referencias de posible riesgo y no como parámetro fijo para justificar un estudio de instalación de protección de rayos o un calculo de necesidades según se utilizan en algunos programas informáticos.

Este grafico, corresponde a una zona de estudio entre el Pas de la Casa y Soldeu del Principado de Andorra entre 1900 y 2400 metros sobre el nivel de mar, y a partir de un radio de 2 km, se analiza la actividad en tiempo real de las incidencias de rayos positivos y negativos, con un sistema de teledetección de rayos.

Mes com més activitat de rayos entre 1997 y el 2004.



Los días de tormentas varían cada año y con ellos la actividad de rayos también.

El gráfico siguiente representa la evolución de los últimos 11 años de impactos de rayos en un radio de 2 km, el estudio esta en curso y tendrá un periodo de 13 años (1997-2010), la zona de estudio esta situada en las Pardines a 1.503 metros sobre el nivel de mar en el Principado de Andorra.

Años	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Mes												mes
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
5	3	0	1	1	1	0	4	9	1	0	0	20
6	0	1	13	1	0	8	5	0	6	5	12	51
7	0	4	1	1	11	13	13	17	1	15	0	76
8	7	11	3	2	1	22	5	53	7	2	2	15
9	2	4	1	1	0	8	15	6	11	4	1	53
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total / año	13	20	20	6	13	52	42	85	26	26	15	318
Dias de tormentas	10	9	9	6	3	16	5	8	9	10	3	88

FIGURA 6 Impactos de rayos en un radio de 2 km² de las Pardines, Principat d'Andorra

La teoría de la generación de cargas en la nube

La influencia eléctrica presente en la tierra, procede de la distribución de cargas del campo eléctrico natural entre ionosfera y tierra en tiempo estable sin tormentas; durante las tormentas, las tensiones eléctricas resultantes son causadas por la concentración y generación de cargas del fenómeno termodinámico que se produce en el interior del cúmulo-nimbus. Durante su evolución, la constante de generación de cargas es aproximadamente de 1 culombio por km³ por minuto; el proceso de generación y su situación en el espacio tiempo, transforma físicamente en tres estados el vapor de agua existente en el aire en su ascensión, pasando de Gaseoso (vapor de agua) a líquido (micro gotas de agua) Sólido (cristales de hielo) y viceversa en su descenso, que es causado por el aumento de volumen y peso por la acumulación de los cristales de hielo en la gotita de agua.

Los diferentes valores de las isothermas, la depresión constante del sistema Tierra-atmósfera-ionosfera, la altura determinada de la nube referente a la atmósfera y las incidencias variables de las ondas solares, aportan la energía necesaria para efectuar esta transformación física del vapor de agua y arrancar el sistema termodinámico para cargar el condensador eléctrico en forma de nube (+/- 90 W/Kg. de vapor).

Las isothermas diferencian con exactitud la base de la nube, ésta mantiene la nube a una altura determinada referente al suelo dependiendo de la depresión atmosférica del lugar. El viento con sus diferentes influencias térmicas, eléctricas y de humedad, desplazará en medida todo el sistema.

CIRCUITO GLOBAL SIMPLIFICADO

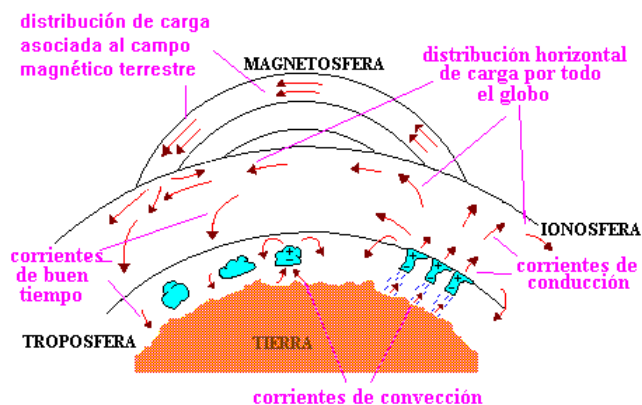


Grafico originales de los Autores :
Olinda Carretro Porris, Francisco Martín León. INME

La generación y separación constante de cargas dentro de la nube, polarizará la nube induciendo a su alrededor y en tierra un campo eléctrico opuesto, los valores eléctricos resultantes creados por la diferencia de potencial entre la ionosfera y la tierra arrancan en 120V/m a nivel de mar en tiempo estable, aumentando progresivamente, hasta valores críticos de 45.000 Voltios/m durante la aparición y formación del típico cúmulo-nimbus (entre base de nube y tierra). Durante el proceso activo crítico de la tormenta, estos valores modifican las propiedades del aire colindante que se comporta normalmente como un dieléctrico.

Las líneas de campo eléctrico tienen un sentido, de polo positivo a polo negativo, si estas líneas de campo se transfieren paralelamente y su separación entre ellas son equidistantes, el campo resultante es homogéneo, de lo contrario si se saturan en un punto concreto se generará un efecto punta a causa de la transferencia concentrada de electrones que excitará el dieléctrico (aire) ionizándolo hasta la ruptura de su resistencia donde aparecerá el arco eléctrico llamado el Rayo; en ese momento el potencial eléctrico ambiental, será compensado a causa de la descarga eléctrica, hasta su próxima generación.

Repercusiones eléctricas

Durante la descarga del rayo se generan inducciones y acoplamientos en las líneas de transporte eléctrico y de tele-comunicaciones. Como referencia, en cada impacto de rayo en un pararrayos tipo FRANKLIN, antes, durante y después de su descarga a tierra, se generan otros fenómenos eléctricos indirectos que repercuten destruyendo nuestras instalaciones y a las instalaciones de nuestros vecinos en un radio de acción proporcional a la intensidad de la descarga, que puede alcanzar los 1.500 metros. El rayo, aparece repetidamente, durante las tormentas de cada año.



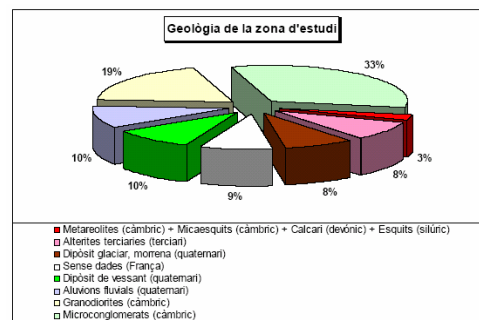
No se puede garantizar la zona de impacto del rayo una vez formado. La trayectoria del rayo puede ser caótica, siempre predominarán los ambientes eléctricos cargados, aunque los estudios del campo eléctrico atmosférico en tierra determinan que la distribución de cargas en tierra no es estática, sino dinámica, al formarse y generar aleatoriamente chispas en diferentes puntos geográficos dentro de la trayectoria de la sombra eléctrica, la intensidad y situación del campo eléctrico cambia radicalmente pudiendo generar impactos de rayos laterales, con trayectorias laterales de más de 17 Km. entre los dos puntos de contacto.



Una vez formado el rayo, su impacto no depende de la resistencia eléctrica del terreno .

Los estudios de la densidad de impactos de rayos según la tipología de terreno (figura 4.1), nos determina que el rayo puede incidir en cualquier lugar del suelo independientemente de su resistencia dieléctrica. La zona de estudio de este gráfico supera los 32 km² y a 2000 metros sobre el nivel de mar en plena montaña, el periodo de estudio fue de 5 años, entre 1999 y 2004 incluidos.

De los 473 rayos analizados, 21 impactos fueron positivos (Tierra-nube) y 452 impactos negativos (nube-tierra) es decir, un 5 % de las descargas fueron positivas.



El estudio, determina que las zonas de impactos de rayos son aleatorias, aparecen registros de impacto en las piedras, en tierra seca o húmeda, en las cumbres de las montañas, en las laderas y valles, en el suelo cerca de una torre de alta tensión. Las descargas de rayo de este estudio varían de intensidad, entre 9.000 a 171.000 Amperios y la intensidad de descarga del rayo no esta relacionada con la resistencia eléctrica del terreno en el punto de impacto ni su altura.

En la zona de estudio, podemos encontrar terrenos de diferente compuesto mineral, la resistencia dieléctrica del terreno en un mismo punto, varia enormemente según la estación del año, pasando de valores de 10 Ohmios a valores de 100 Ohmios en invierno a causa del hielo y en pleno verano a causa de la evaporación del agua.

Ejemplo de diferentes valores de la resistencia de tierra en función del terreno:

Valores medios en Ω

Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos 50
 Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes compactos y secos 500
 Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables 3.000

Valores de referencia en Ω de diferentes terrenos

Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcilla compacta	100 a 200
Margas del jurasico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena cilicea	200 a 300
Caliza compacta	1.000 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Pizarra	50 a 300
Granito, gres y alterados	100 a 600

La constante investigación, es necesaria para poder simplificar la falta de conocimiento, todavía estamos en la prehistoria en algunos sentidos, y nos espera ver mucha evolución

Angel Rodriguez Montes