

LA GRAN PANTALLA NEGRA: UN RETO A LA ALTA INVESTIGACION ESPAÑOLA (*)

Por JOSE SERRANO CAMARASA

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Director de Investigación de INYPSA

El autor de este artículo cree llegado el momento en que el hombre, sirviéndose de instrumentos simples, inteligentemente utilizados, estimule grandemente la lluvia sobre amplias comarcas de la tierra, modificando a voluntad su clima y abriendo nuevos horizontes económicos hasta ahora insospechados.

Con el simple título de "Un reto a la alta investigación española", y tratando el mismo tema de este artículo, presenté en el Primer Simposio Internacional de Energía, celebrado recientemente en Las Palmas, una comunicación, bajo el aspecto de una nota informal, sobre un tema que creía era de la mayor importancia para nuestro país.

La comunicación va a formar parte del compendio del simposio, a editar por el Cabildo Inter-Insular de Las Palmas, patrocinador de la reunión.

Alentado por quienes leyeron el original, vuelvo ahora al tema, añadiendo unos antecedentes, puntualizaciones y afinos posteriores, que permitirán una mejor comprensión de la idea allí expuesta y su evolución en el tiempo.

ANTECEDENTE: LA GRAN MANCHA NEGRA

A lo largo del año 1947, se publicaron en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS una serie de artículos, firmados por Pedro Durán Farell, que eran jugosas intuiciones de una nueva meteorología que podría llegar a ser operativa, en lugar de la meramente contemplativa al uso.

En la década de los cincuenta, un grupo de ingenieros y técnicos, dirigidos por mi compañero y amigo fraterno Pedro Durán, secundado por mí, creamos SIELLA (Servicio de Investigación y Ensayos de Lluvia Artificial). Dicha entidad, que contó con el patrocinio del Ministerio de Industria, desarrolló directamente varias campañas de lluvia artificial en la zona pirenaica de Capdella y tuteló otras similares llevadas a cabo por empresas hidroeléctricas en Sierra Nevada.

Los resultados obtenidos en las experiencias de Capdella fueron, a nuestro juicio, muy positivos, porque sirvieron para desentrañar el comportamiento del yoduro de plata y la factibilidad de provocar precipitaciones en caso de paso de masas de aire con vapor subfundido. Por otra parte, fueron muy significativos los resultados de las verificaciones estadísticas que personalmente asumí, que evidenciaron precipitaciones anómalas en Capdella en el período de ensayos.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 31 de marzo de 1977.

La preparación del carbón vegetal impregnado en yoduro de plata requerido para las experiencias fue realizado siguiendo las instrucciones recibidas del director del laboratorio del Puy de Dôme, Mr. Henry Dessens, para cuyo objeto nos desplazamos a Clermont Ferrant (Auvernia, Francia), sin otra documentación que un pase fronterizo de la policía de Lés (Lérida), el señor Padró, entonces director del laboratorio químico de FECSA, y yo.

En los largos y gratos coloquios sostenidos con Mr. Dessens en Auvernia, relativos a posibilidades de lluvia artificial, apunté yo la idea, que le entusiasmó, de realizar un ensayo de gran mancha negra.

Tal ensayo fue concebido de la siguiente manera:

En zona del entonces Sahara Español, próximo a la costa atlántica, sugerí pintar con asfalto sobre las rocas del suelo un gran círculo negro de aproximadamente un kilómetro de diámetro. Yo pensé que este círculo negro, que nunca llegó a realizarse, serviría como verdadero laboratorio ascensional de la atmósfera para ensayos a escala natural, pues esperaba que esta gran mancha negra concentraría e irradiaría calor de forma que permitiera crear, bajo la fuerte insolación reinante, una gran chimenea ascensional de aire caliente bien localizada, capaz de generar ciclones, contando con la humedad allí existente por proximidad al Atlántico. De hecho, hubiese servido en mi opinión para crear un efecto similar al de una alta montaña aislada. Algo así como el Teide de El Aaiún.

Como dije anteriormente, este ensayo que hubiese sido muy aleccionador, pero acaso arriesgado al no disponer de medios rápidos para atajar cualquier fenómeno inconveniente, no llegó a realizarse nunca, y la idea quedó dormida en mí hasta el momento del simposio de Las Palmas, cuyo gran protagonista ha sido el calor solar, suprema esperanza actual de la energética al servicio humano.

El reto que acabo de lanzar a la investigación española es el ensayo del gran lienzo negro, que se basa en análogos principios, pero que presenta algunas ventajas adicionales como más adelante explicaré.

Todo proceso natural de lluvia es el resultado del funcionamiento de una gran máquina térmica que tiene su foco caliente en el suelo, su foco frío en la alta troposfera (donde se alcanzan temperaturas inferiores a tres grados Celsius bajo cero). El agente es el vapor de agua y actúan como catalizadores los núcleos de condensación, generalmente cristales de hielo (efecto Cirrus), que podrían suplirse si escasearan por cristales de yoduro de plata que son isomorfos de los de hielo y de fácil generación artificial.

Esta máquina requiere para su funcionamiento el previo lanzamiento que consiste en la formación, por los medios que fueren, de una chimenea ascensional singularizada de aire con suficiente contenido de agua para que el calor desprendido en el cambio de estado de vapor a líquido y sólido cebe la chimenea en altura y fuerce la ascendencia a través de las zonas pasivas de la parte superior de la troposfera.

Esta máquina, por tanto, estará en condiciones de funcionamiento y podrá ser lanzada cuando la humedad ambiente se acerque a la media normal y la curva de estado, temperatura-altura, de la atmósfera en la vertical del punto experimentado resulte favorable. Esto último es bastante normal.

Téngase en cuenta que el ciclo precipitación-evaporación en la Tierra tiene una duración media aproximada de unos doce días (tiempo de renovación total, por evaporación, de la humedad existente normalmente en la atmósfera).

Por tanto, en zonas de clima templado hacia el paralelo 40 no afectadas normalmente por las altas presiones y próximas a los grandes océanos (tal es el caso de Europa), las condiciones propicias a lluvias intensas deben renovarse en plazos del orden de ocho días a lo sumo.

Por tanto, el problema de escasez de precipitaciones en nuestro país y en buena parte del resto del mundo quedaría resuelto cuando sepamos y podamos lanzar la máquina de la lluvia.

Veamos cómo podría realizarse:

Para que ascienda en la atmósfera un globo del tipo Montgolfier se precisa, como es sabido, que el aire en el interior del globo esté más caliente que en su entorno exterior.

El tiro de cualquier chimenea se mantiene en análogas circunstancias, y la chimenea material propiamente dicha puede considerarse prolongada en la zona sobre ella, en que existe diferenciación clara de la temperatura de la columna de aire ascendente respecto del entorno. El tiro y la chimenea virtual se interrumpe por entropía; cuando por corrientes fuertes de viento, esencialmente horizontales, se mezclan las masas de aire caliente y frío, rompiéndose el gradiente original o contraste térmico que posibilitaba la ascensión.

Hay que considerar que las masas de aire, al experimentar en su ascenso la expansión adiabática, van enfriándose, y de la comparación de sus propias curvas de expansión adiabáticas secas o húmedas con la curva de estado natural en aquel lugar de la atmósfera puede inferirse los tramos de ascendencia natural de la gota de aire considerada con la localización de los distintos niveles de formación de nubes y el límite total de su ascenso.

Las depresiones atmosféricas y ciclones implican corrientes ascensionales de aire en el entorno del frente y ojo de los mismos. Similares corrientes ascendentes podrían generarse mecánicamente mediante el soplo, hacia arriba, de grandes baterías de ventiladores adecuadamente dispuestas.

Es posible que para el citado lanzamiento no basten potencias soplantes del orden de 100.000 ó 500.000 kilovatios, pero es seguro que cada situación podría resolverse con un dispositivo de concepción acertada y potencia suficiente (la última será función de la altura pasiva a vencer para crear la chimenea de lanzamiento). En buena parte de los casos, la disponibilidad de 1.000 MW de potencia localizada en ventilación desencadenaría el fenómeno. Análogos resultados podríamos obtener mediante lanzamiento de vapor de agua desde altas chimeneas.

Aunque ya se disponen de grupos generadores de este orden de magnitud resultaría muy caro utilizarlos en experiencias de este tipo, habida cuenta, sobre todo, del valor del vapor del circuito primario de la máquina una vez desmineralizado y degasificado. Exigiría, por tanto, la adopción de intercambiadores de calor y la disposición de grandes radiadores o altos emisores de vapor.

Nuestro propósito es encontrar otros dispositivos caldeadores del aire más baratos y más desplazables.

Sabido es que en zonas soleadas de nuestro país a gran altitud y/o a baja latitud existen áreas en que el calor de irradiación solar alcanza en el suelo potencia superior a un kilovatio por metro cuadrado. En la mayor parte de los casos, buena parte de este calor, más de la mitad, se pierde por reflexión hacia la atmósfera y caldeo del suelo, sin que el aire inmediato superior reciba aportaciones excesivas, y en todo caso no suele darse situaciones de concentraciones locales de calor, y, por tanto, a los efectos ascensionales resultan inoperantes estas energías por falta de contraste térmico en el suelo y de singular ventilación inferior.

Mi idea consiste en utilizar lienzos con una cara blanca y otra negra y disponer los tendidos horizontalmente, a una altura sobre el suelo de 1,80 m aproximadamente, con su cara negra mirando hacia el cielo y la blanca hacia el suelo. Con ello conseguiremos por soleamiento el inmediato caldeo de los lienzos —prácticamente sin inercia térmica— y una fuerte irradiación calórica, sobre todo por la cara negra, mientras que el suelo preservado de la irradiación solar se mantiene fresco, permitiendo la entrada perimetral de aire que haría las veces de cuña fría, ayudando a levantar las masas de aire caldeadas por penetración entre los claros existentes entre las bandas del lienzo, el cual, a estos efectos, funcionaría como las barras de la parrilla de un hogar, permitiendo una adecuada ventilación de las zonas fuertemente caldeadas.

Los lienzos podrían ser piezas en bandas de dos metros de anchura y unos 50 m de longitud, y vendrían dotadas por su borde de ojales, acaso confeccionados a base de cinta de plástico adhesiva, a través de los cuales podrían meterse los ganchos de las cabezas de las perchas, formadas a su vez por redondo de acero, que se hincarían en el suelo en alineaciones rectas al tresbolillo. A lo largo de estas filas, y cada 25 ó 50 m, se dispondrían perchas especiales tubulares, amarradas por cables que den estabilidad al conjunto, incluso bajo vientos de cierta fuerza.

Si de esta forma creamos una mancha negra de un millón de metros cuadrados dispondremos de una máquina soplante singular que con fuerte soleamiento rendiría, hacia el mediodía, una potencia útil del orden de 800.000 kilovatios, que resultaría ya operativa a los fines de creación de chimenea ascendente de aire.

Si simultáneamente procedemos a la emisión de cristales de yoduro de plata, mediante hornillos situados próximos al centro del área cubierta por los lienzos, esperamos contar con todos los elementos requeridos para desencadenar la lluvia; en cuanto la masa de aire caliente, transformada en cúmulo, alcance la isoterma de -3° C. La continuidad del fenómeno está supeditada, en principio, a que se mantenga por tiempo suficiente el caldeo solar; por lo tanto, es conveniente disponer las cosas de manera que las nubes generadas, arrastradas por los vientos dominantes, no proyecten sombra sobre la mancha negra, mientras no se haya movilizado un volumen suficiente de aire, y que dichos vientos sean de leve fuerza, de manera que la turbulencia y mezcla que provoquen no rompa el contraste térmico exigido entre la chimenea ascensional y su entorno. La pequeña conductividad térmica del aire y el escaso salto térmico preciso para la ascendencia ayudan a que la ascensión tenga lugar según una ley próxima a la adiabática, es decir, sin cambio apreciable de calor con el entorno.

Una vez cebado el fenómeno, las precauciones resultan menos necesarias, pues el calor de cambios de estado del agua en sus pasos de vapor a líquido y sólido es aporte trascendente para mantener el tiro, y, por otra parte, la disminución de volumen del agua al pasar de vapor a líquido va a representar un descenso de la presión local con efectos de alimentación centrípeta.

La operativa que recomendamos para los primeros ensayos sería como sigue:

Tras el examen del pronóstico meteorológico general, y el particular de la zona elegida, y de la brisa dominante en superficie en lugar y hora de fuerte insolación, establecemos el foco caliente singular, con extensión aproximada de 1 Km² y forma la más adecuada. Podría ser, por ejemplo, un gran llano o terreno alomado en meseta a considerable altitud próximo a bosques, vegas o embalses que aporten humedad, o bien un terreno orientado al sur rodeado por un circo de montañas con brisas remontantes, disponiendo la mancha negra en forma de media luna con la concavidad del lado sur, de entrada de las brisas.

En principio es más prometedor un lugar con ligeros vientos, pero no descartamos la posibilidad de que, estudiado cada caso particular, resulte factible operar en zonas con orientación y topografía convenientes, incluso bajo vientos persistentes, como es el caso normal de los alisios de las islas Canarias. En este archipiélago podríamos ayudarnos eficazmente de la topografía y orientación de ciertos valles y de la gran altitud, fuerte insolación y elevada humedad ambiente de que allí se dispone.

En cuanto a la situación meteorológica más favorable es la del paso de frentes fríos o aprovechando la presencia de gotas de aire frío en la vertical del punto elegido, porque en estas ocasiones la altura de la chimenea a crear será más pequeña y entonces la extensión de la mancha negra —precisa para cebar el dispositivo— sería más reducida, acaso con radio del mismo orden que la altura de la zona pasiva.

Por último, tengo que añadir que, aun cuando el coste del primer ensayo pudiera ser elevado (del orden de 80 millones de pesetas), como prácticamente la totalidad de los materiales sería recuperable, podría volverse a ensayar a continuación con el mismo equipo en los puntos más diversos de la geografía hispana y establecer de manera más permanente manchas negras en el suelo en aquellos puntos que ofrecieran mayor interés.

Más adelante, cuando conociéramos mejor todos estos fenómenos por acopio de experiencia a escala natural, sería más fácil crear técnicas adecuadas para provocar precipitaciones en circunstancias menos propicias, siempre que resultasen rentables para el país.

Estoy seguro de que el porvenir está lleno de promesas que algún día veremos realizadas.

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS DEL INGENIERO ALONSO DE OZALLA

Después de redactada la precedente comunicación, mi asiduo colaborador en INYPSA, el ingeniero de Montes don José Miguel Alonso de Ozalla, ha formulado las siguientes observaciones que considero interesantes y por ello recojo a continuación:

Un foco calórico singular de gran magnitud, con gradientes térmicos superiores a los conseguibles con la experiencia propugnada, puede ser un gran incendio forestal. Aunque no son raros los chaparrones coincidentes con tales incendios, no siempre suceden; ello pudiera atribuirse a cualesquiera de los siguientes factores:

- a) Que la chimenea diferenciada de aire caliente no alcance la isoterma -3°C , provocándose antes la mezcla con aire frío que la neutraliza, lo que ocurrirá cuando se registren grandes vientos durante el incendio, lo que es bastante frecuente.
- b) Insuficiente cantidad de núcleos de condensación en altura, que podrían producir un leve goteo entre niveles altos, sin llegar a mojar el suelo.
- c) El frente de fuego es predominantemente laminar y con espesor demasiado débil para crear chimeneas ascendentes con suficiente capacidad perforadora de las zonas pasivas de la alta atmósfera.
- d) Dificultad de formación y penetración de la cuña fría, causante última del ascenso de la gota caliente, por falta de parrilla ventiladora.
- e) Que la teoría expuesta no sea totalmente correcta.

Ahora bien, de confirmarse la teoría y fallar sólo el factor *b*) de escasez de núcleos, un procedimiento lógico para atajar incendios forestales sería provocar insemnaciones de yoduro de plata —mediante quemadores portátiles en el suelo— en la inmediata vecindad del incendio, con lo cual se evitaría la escasez de núcleos de condensación y sería más fácil provocar chaparrones que contribuirían a sofocar el fuego.

Todo lo expuesto podría servir de base a experiencias complementarias que brindamos a ICONA.