

PROYECTO DE LUCHA ANTIGRANIZO

JOSE MIGUEL NUÑEZ

Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

Se presenta la metodología general del Proyecto de Lucha Antigranizo, dirigido en la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE). Se describe el método de lucha por aplicar y su fundamentación científica.

Se detallan las investigaciones iniciadas en distintas áreas de la meteorología. Se incluye la descripción del área tecnológica. Se da un diseño del proyecto donde se describe la metodología de la experiencia y la que se habrá de seguir para evaluar los resultados. Se indican las instituciones que participan en el mismo y el área de la participación.

The general methodology of the Hail Suppression Program conducted at the National Commission on Space Research is presented. A description of the method to be applied as well as its scientific grounds is given.

The research activities started in different meteorological areas are described in detail, the description of the technological area being included. A design of the project is given and the methodology of the experiment and the methodology for evaluation of results are described. The participating institutions are listed as well as their respective field of work.

Dadas las características, la magnitud y la complejidad de un proyecto de modificación artificial del tiempo, que además debe considerar la perspectiva de su proyección en escala nacional, debió tenerse en cuenta las investigaciones y experiencias realizadas en el país, los resultados parciales y generales de investigaciones y proyectos realizados en el exterior y, por supuesto, confeccionarse diseños detallados de las experiencias y sus objetivos.

Un proyecto de la naturaleza de la del presente tiene particularidades que exigen:

- a) Desarrollo de investigaciones y trabajos en varios campos de la ciencia y de la tecnología en forma coordinada.
- b) Realización de experiencias de investigación y acción con el fin de disminuir los daños por granizo, conocer más el meteoro y perfeccionar el método aplicado.

Nuestro objetivo principal es poder aplicar un método que, por una parte, pueda tener en cuenta lo más ajustadamente posible las características del fenómeno y su entorno desde el punto de vista espacial y temporal y, por otra, acotar bien el lugar y conocer el estado de la nube (en tiempo real) donde se realizará la acción y el instante en que la misma se llevará a cabo de acuerdo con el desarrollo del proceso.

La precisión de la operación es actualmente aceptable, aun cuando la aplicación de instrumental más perfeccionado (en especial radares) y otras técnicas permitirá aumentar la efectividad del método, al mejorar el conocimiento de los mecanismos intervinientes en los procesos de crecimiento de partículas en las nubes.

La rapidez y precisión en la acción y la estructuración de la misma en cuanto a las celdas graniceras sobre las que se actúa, así como la posibilidad de delimitar geográficamente la zona de defensa y de control, permiten una verificación directa del resultado de la experiencia y la aplicación de simples métodos estadísticos de evaluación, muestran mayor claridad el efecto de la acción en casos individuales y para la temporada.

El diseño del proyecto permite trabajar con la mayor exactitud posible en toda la experiencia, haya o no acción, a través de los siguientes lineamientos: pronóstico, decisión de sembrar, mecanismos intervinientes, con qué vehículos sembrar, cuánto reactivo por celda o celdas, cuándo, dónde introducirlo y cómo controlar físicamente y en tiempo real el efecto, y reiterar la acción si es necesario.

El método por aplicar de modificación artificial de granizadas intenta alterar o cambiar en una dirección dada el proceso del crecimiento del granizo de tamaño peligroso.

Básicamente se acelera la transformación de la fase líquida en sólida disminuyendo la cantidad de agua superfría, iniciando antes el estado de destrucción de la nube y evitando la posibilidad de crecimiento de granizos grandes (mayores de 0,5 cm de diámetro).

Por el momento no es posible expresar de manera cuantitativa todo el proceso, sino sólo una parte. A medida que, a través de modelos numéricos o técnicas observacionales, se lo pueda cuantificar, podremos conocerlo mejor.

Otro de los problemas es pasar de la aplicación de métodos de trabajo o

técnicas empleadas en la investigación en tiempo diferido a tiempo real, para aplicarlas en la acción.

Entendemos que directamente vinculadas con la estructura y los requerimiento del desarrollo del proyecto están las actividades científicas y tecnológicas que llevan a cabo los organismos que se mencionan a continuación.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES Y AREA DE TRABAJO

CNIE: Dirección y coordinación general; **Meteorología Sinóptica y Aerología:** Pronósticos, estudios especiales; **Radar-Meteorología:** Determinación de parámetros de nubes precipitantes; **Física y microfísica de nubes:** Crecimiento de partículas, dinámica de cúmulus; **Climatología del granizo:** Estudio del comportamiento del meteoro en la provincia de Mendoza; **Red Observacional:** Planificación y atención; **Instrumental:** Desarrollo y construcción de sensores.

Universidad Nacional de Córdoba: Complejo cohetes: Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en colaboración con el Instituto Ingeniería Aeronáutica y Espacial; **Reactivos Químicos:** Investigación y experimentación: Facultad de Ciencias Químicas; **Campo eléctrico de los elementos de las nubes: Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física; Comisión Nacional de Estudios Geoheliósficos (CNEGH):** Electricidad de tormentas: Depto. de electricidad atmosférica.

Universidad Nacional de Cuyo: Radar FPS-18: Modificación; **Comunicaciones:** Diseño del sistema y construcción de equipos; **Red Observacional:** Construcción de equipos e instalación; **Base experimental:** Confección de planos y presupuesto.

Universidad Nacional del Sur: Cohetes teleguiados: Depto de Física.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN): Estructura del granizo: Instituto de Física de la Atmósfera; **Información meteorológica normal y especial:** Dirección de Servicios Públicos.

DISEÑO DEL PROYECTO

Las tareas se realizan en dos etapas:

- 1) Investigación
- 2) Investigación y experimentación.

En la primera se realizarán las investigaciones necesarias para la aplicación del método y se desarrollará la tecnología adecuada al mismo fin.

Se trabajará con un área de estudios de 40 km de radio con centro en San Martín (Mendoza). En la segunda etapa se incluirá un área de defensa de radio 18 km, con el mismo centro que la anterior. El resto de la zona norte cultivada de la provincia se tomará como área de control. Se utilizará el método de siembra por traza de reactivo químico con cohetes.

Esquema de Evaluación del Método Aplicado

El método aplicado se basa en el conocimiento actual de los micro y macro

mecanismos de desarrollo de las tormentas graniceras en el tipo de datos que puedan obtenerse y elaborarse de ellas en forma operativa, y también en la posibilidad de realizar la acción artificial sobre nubes de una determinada probabilidad granicera, en tiempo actual.

Se compararán por temporada los valores de: superficies afectadas y daños porcentuales de la zona de defensa y los correspondientes de la de control tomándose, en este último caso y para las superficies afectadas, una zona cultivada de valor similar en valor medio al de la de defensa.

La razón SC/SD^1 se aproxima a 1 para varios años antes de la defensa (15 años de datos: 1952-62, 1967-72). Lo mismo sucede para la razón DC/DD^2 .

Cuando se realicen las temporadas de defensa, la razón entre las superficies afectadas será fundamentalmente un indicador del número de veces en que se consiguió disminuir el daño. Sobre la base de la elección de las zonas y de nuestro conocimiento de la conducta de las tormentas en la región experimental, un año con poco granizo lo será para toda la región y también zonas vecinas; no se determinaron zonas preferenciales pero sí particularidades estacionales.

Toda nube con una determinada probabilidad de ser granicera se acerque o se desarrolle en la zona de defensa será sembrada y controlada.

Cuando se pueda determinar con precisión la densidad y el tamaño de las piedras, que de una nube determinada, llegarían al suelo, se podrán ajustar las técnicas de supresión del granizo y mejorar las actuales.

¹ SC: Superficie dañada en zona de control.

SD: Superficie dañada en zona de defensa.

² DC: Daño porcentual de la zona de control.

DD: Daño porcentual de la zona de defensa.