

Centro per lo Sviluppo della Difesa Antigrandine della Provincia di Asti  
presso Camera di Commercio, Industria ed Agricoltura

---

Dott. Ezio BARBERO

# **Nuovi sviluppi della Difesa Antigrandine**

## **GLI OSSIDI IONIZZANTI**

*Considerazioni sulla sperimentazione*

1955

Centro per lo Sviluppo della Difesa Antigrandine della Provincia di Asti  
presso Camera di Commercio, Industria ed Agricoltura

Dott. Ezio BARBERO

# Nuovi sviluppi della Difesa Antigrandine

## GLI OSSIDI IONIZZANTI

*Considerazioni sulla sperimentazione*

1955

M.<sup>se</sup> BORSARELLI Dott. IGNAZIO di RIFREDDO  
PRESIDENTE  
CENTRO PER LO SVILUPPO DELLA DIFESA ANTIGRANDINE  
DELLA PROVINCIA DI ASTI

TIPOGRAFIA MICHELERIO - ASTI

*Allo scopo di integrare e potenziare la difesa attiva contro la grandine, rendendola sempre più efficace e sicura, e di corrispondere ulteriormente alle legittime aspirazioni degli agricoltori dell'Astigiano, il « Centro » ha in corso — per la prima volta in Europa — prove sperimentali di difesa attiva contro la grandine con gli ossidi ionizzanti, utilizzando gli studi già effettuati negli Stati Uniti d'America ed applicando, con opportuni adattamenti, la tecnica colà acquisita attraverso operazioni di incrementi dalle precipitazioni.*

*L'impiego degli ossidi nel primo anno di sperimentazione è risultato nettamente positivo, per cui le prove sperimentali verranno proseguite e scrupolosamente controllate secondo i più rigidi dettami della meteorologia sperimentale, onde avviare il grave problema della difesa antigrandine a soddisfacente soluzione, nell'interesse superiore della nostra agricoltura.*

IL PRESIDENTE

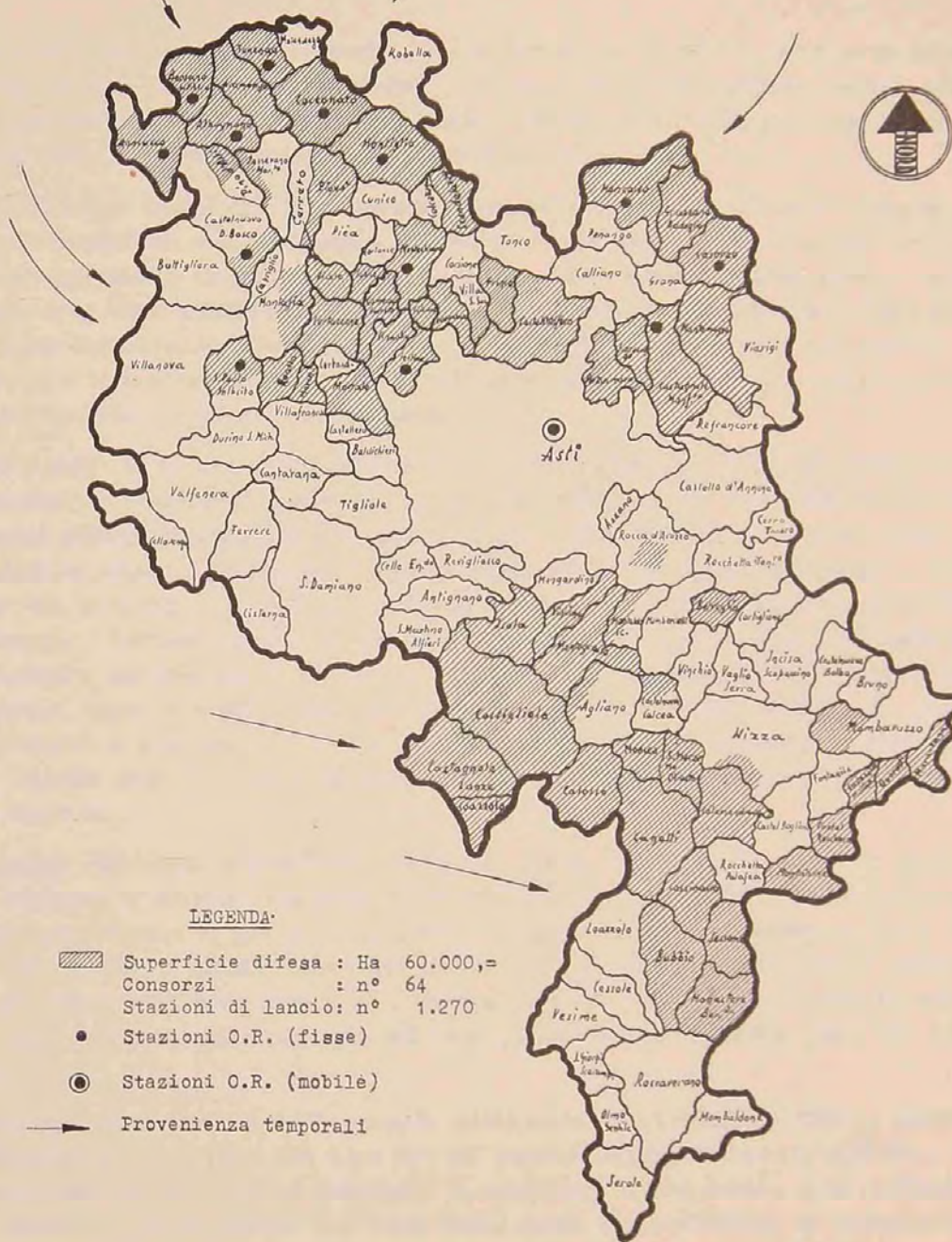
Dr. Ignazio Borsarelli di Rifreddo

Asti, 18 gennaio 1956.

# PROVINCIA di ASTI

1:250'000

CAMPAGNA ANTIGRANDINE 1955



Prima di riferire dettagliatamente sui nuovi mezzi di difesa entrati in azione nel 1955 in provincia di Asti — e relativi risultati —, è necessario premettere alcune brevi considerazioni, ricordando in sintesi quanto è stato complessivamente realizzato fino ad ora nel settore della lotta antigrandine sul piano scientifico e tecnico.

Fra le diverse teorie che si disputano il merito di aver fornito una spiegazione (se non proprio una dimostrazione) completa ed indiscutibile del fenomeno grandinigeno, due sono senza dubbio quelle di maggior rilievo, e che presentano obiettivamente aspetti seri e positivi: la *teoria termodinamica* (alla quale si è riacciato il Generale francese Federico Ruby, ideatore dell'attuale sistema a mezzo razzi esplodenti, e chiamato perciò anche « sistema Ruby ») e la *teoria elettrica* (di recentissima applicazione), che attribuisce all'elettricità atmosferica una funzione preminente.

Come è noto, la prima (*termodinamica*) è stata applicata fino dal 1850 nelle varie nazioni interessate, e costituisce nelle sue successive evoluzioni (o miglioramenti tecnici) la base dell'attuale difesa imperniata sul razzo: teoria termodinamica, definita oggi « *dei vortici* », in quanto si ammette appunto fondamentale importanza all'esistenza — in una zona intermedia tra correnti ascendenti e discendenti — di vortici che nella discesa raccolgono e sostengono i piccoli chicchi di grandine, portandoli a graduale ingrossamento a seguito di ripetute ascensioni, e lasciandoli cadere quando essi abbiano raggiunto un determinato volume, superiore alla relativa massa d'aria ascendente. Generando pertanto violenti scuotimenti e spostamenti d'aria a mezzo di esplosioni è possibile distruggere i turbini locali, uniche sedi di chicchi di grandine. (Analogamente, cioè, a quanto succede per la tromba marina).

L'impiego dei razzi esplodenti (postulato dalla teoria dei vortici) è inoltre giustificato dalle ripetute e dirette osservazioni effettuate, che permettono di affermare come il ghiaccio che costituisce la grandine si possa formare anche in assenza delle necessarie condizioni termiche: è infatti possibile che le gocce d'acqua congelino in ambiente a temperatura superiore allo zero gradi, al di sopra cioè di quel limite chiamato comunemente « isoterma zero », posto dagli studiosi ad una quota media variabile fra i tre ed i quattromila metri.

Fenomeno, che può scientificamente attribuirsi al cosiddetto « effetto Peltier ». Se infatti in laboratorio si saldano fra loro dei fili conduttori di differenti metalli e si fa circolare una corrente nel conduttore ottenuto, le saldature si riscaldano o si raffreddano a seconda del senso di quest'ultima. Nel caso della nube temporalesca, il compito dei metalli è assunto dalle masse d'aria con differenti caratteristiche di conducibilità (corrente ascendente calda e umida e corrente discendente, più fredda e più secca, che lambisce la periferia del cumulo); le caratteristiche della saldatura si ritrovano in quelle gocce situate alla superficie di discontinuità o di separazione fra le masse d'aria, ed infine la corrente

è quella prodotta dal fulmine. Le gocce si raffreddano fino a congelare per azioni elettrotermiche, e così si origina la grandine.

In questo quadro è facile comprendere il meccanismo d'azione dei razzi: essi vanno a dissipare, per rimescolamento turbolento, le superfici limiti fra le masse d'aria; tale mescolamento, cui compete un minimo d'energia compatibile con la potenza dei razzi anti-grandine, corrisponde ad una rottura dell'apparecchiatura sperimentale nell'esperienza di laboratorio.

A fianco di quella termodinamica (o meglio, dei vortici), si è posta però recentemente un'altra teoria, logica conseguenza dell'enorme sviluppo che in questi ultimi tempi ha assunto la fisica nucleare e la meteorologia sperimentale, soprattutto per merito degli americani: la teoria *elettrica*.

Indipendentemente da alcuni aspetti tuttora oscuri o meglio incerti di entrambe le teorie, si può razionalmente ammettere alla luce degli ultimi studi, che gli elementi principali da prendere in considerazione per spiegare scientificamente il fenomeno della formazione della grandine, sono i seguenti:

- a) presenza di correnti d'aria ascendenti e discendenti;
- b) sopraffusione delle goccioline d'acqua trasportate verso l'alto dalle stesse correnti ascendenti;
- c) ionizzazione atmosferica (esistenza cioè di masse di elettricità positiva o negativa muoventisi liberamente nell'atmosfera stessa);
- d) carenza di nuclei di condensazione.

Presupposti, questi, indispensabili per ben comprendere i criteri informativi che stanno alla base dei nuovi mezzi di difesa, sperimentati nell'astigiano.

Questi devono il loro impiego alla scoperta effettuata nel 1947 nel Laboratorio di ricerche della Général Eléctric di Schenectady (California, U. S. A.) da un gruppo di scienziati (Schaëfer, Langmuir, Vonnegut), in merito alla possibilità di far cessare la sopraffusione delle goccioline d'acqua e provocare conseguentemente abbondanti precipitazioni (pioggie).

Al riguardo, occorre precisare che gli americani, per ora, sono scarsamente interessati al problema «grandine», dedicando invece tutta la propria attenzione ai sistemi per provocare (od aumentare) le precipitazioni ed influenzare perciò artificialmente il tempo.

Nel corso di tali esperienze di laboratorio si constatò che erano sufficienti quantità microscopiche di ioduro d'argento (la millesima parte di un milligrammo) per trasformare in meno di un minuto un metro cubo di goccioline d'acqua sopraffuse in una nube di cristalli di ghiaccio. In tale modo era possibile modificare nubi di nebbia sottoraffreddate in nubi di ghiaccio, e quindi successivamente in pioggia.

La proprietà dell'ioduro d'argento consiste perciò nella capacità di agire quale nucleo naturale di condensazione, alla stessa stregua delle piccolissime particelle di sostanze (sal marino, residui carboniosi, impurità atmosferiche, ecc.) sospese naturalmente nell'atmosfera, e la cui presenza domina il fenomeno delle precipitazioni.

La capacità dell'ioduro d'argento di agire come nucleo, alla temperatura relativamente molto elevata di  $-5$  gradi (la maggior parte dei minerali è infatti attiva a temperature molto inferiori) ha trovato pertanto immediata pratica attuazione in America prima ed in altre nazioni poi, per la produzione della cosiddetta (impropriamente) pioggia artificiale.

Esperienze grandiose sono state fatte al riguardo da diverse Imprese negli U.S.A.: fra queste spiccano per serietà e scrupolosità quelle condotte negli Stati Uniti occidentali nel periodo 1950-54 dalla «North American Weather Consultants», e giudicate le più importanti operazioni di semina delle nubi mai registrate.

La semina delle nubi con ioduro d'argento, od eventualmente altri cristalli chimici (e cioè l'arricchimento artificiale delle nubi con tali nuclei) avviene a mezzo di generatori a terra od aerei che provvedono a disperdere lo ioduro d'argento nell'atmosfera, irrorando in una fiamma di idrogeno o di pentano una soluzione di ioduro d'argento.

Tale tecnica, consistente, come detto più sopra, nel seminare od iniettare nell'atmosfera nuovi nuclei, è stata ora applicata integralmente in Europa alla difesa antigrandine; precisamente nel 1952 in Francia (Toulouse), nel 1953 in Svizzera (Magadino) e nel 1954 in Italia (Piemonte, Lombardia e Veneto) ed in Jugoslavia (Belgrado).

Come sostanza è stato ovunque impiegato lo ioduro d'argento, pure essendo diversi i sistemi di semina (bruciatori a terra, aerei, e razzi contenenti nella testa esplosiva 16 grammi di minerale).

Per ben comprendere questa stretta interdipendenza fra pioggia artificiale e grandine, occorre ricordare come le osservazioni ed i controlli effettuati da scienziati americani abbiano permesso di concludere che nell'atmosfera in generale (ed in particolare in occasione di temporali grandinigeni), si riscontra una notevole deficienza di nuclei di congelamento.

La fase precedente la formazione dei piccoli chicchi di ghiaccio (che a causa della turbolenza sono destinati ad aumentare di volume sino a diventare talmente grandi da non poter più essere mantenuti in sospensione dalle correnti verticali, o costretti quindi a cadere), è caratterizzata cioè dalla presenza di gocce rade e grosse, che rappresentano sostanzialmente la futura grandine.

Poichè l'afflusso di vapore nella nube è una quantità prestabilita, si è constatato che apportando invece in seno alle nubi temporalesche determinate quantità di nuclei di condensazione artificiali — altrimenti assenti — si provoca la formazione di nubi costituite da un insieme denso di goccioline addizionali, dal diametro differente di quelle preesistenti; urtandosi fra loro sotto l'azione dei «moti browniani», esse si coagulano in pioviggine, che precipita successivamente.

Fermo restando che, qualora non si intervenisse con la «semina», lo stesso quantitativo di vapore, che caratterizza le nubi, si suddividerebbe in un dato numero di gocce grosse, di volume ben maggiore (perchè - ripetersi - il numero dei «nuclei naturali» presenti è molto limitato), destinate a subire le azioni idrodinamiche della turbolenza ed a trasformarsi successivamente in grandine.

Pure essendo ovviamente identici i presupposti scientifici, nettamente diversi devono però considerare i mezzi impiegati e le relative modalità di esecuzione, sperimentati in provincia di Asti nello scorso anno.

Diversità sostanziali dovute innanzi tutto al materiale impiegato (ossidi ionizzanti) ed in secondo luogo al mezzo di semina (palloni).

Gli ossidi ionizzanti (prodotti per ora in America ed impiegati colà solo da pochissimi anni) sono stati preferiti all'ioduro d'argento per la loro maggior efficacia, minor costo e maggiore facilità d'uso e conservazione.

L'azione degli ossidi è infatti in primo luogo igroscopica, per cui ne consegue una copiosa sottrazione di vapore acqueo alla nube: sottrazione sensibile ed evidente quando si pensi che in un millimetro cubo di materiale sono presenti un miliardo circa di nuclei.

In secondo luogo gli ossidi, essendo radioattivi, riescono a loro volta ad attivare, per condensazione, le particelle carboniose (residui della combustione, spruzzi di sal marino, pulviscolo, acido citrico, ecc.) sempre presenti nell'atmosfera, ma altrimenti inefficienti per assenza di potere igroscopico; secondo Thomson la carica elettrica, loro impartita dalle azioni radioattive, diminuisce inoltre la tensione di vapore di equilibrio per il raggio di curvatura. E' proprio in dipendenza di questa seconda caratteristica, che si può senz'altro attribuire loro una superiorità d'azione sulle altre sostanze igroscopiche.

Gli ossidi esercitano, poi, una terza azione: quella termica. A seguito di questa si stabilizza dall'alto (per riscaldamento) la distribuzione atmosferica dell'aria.

Infine gli ossidi sono particolarmente attivi già ad una temperatura intorno allo zero grado, e possono impiegarsi direttamente, non essendo richiesta in precedenza alcuna trasformazione.

Quale zona sperimentale ufficiale è stata scelta quella a nord del capoluogo, la più soggetta a grandine dell'intera provincia, e facente capo ai comuni che già attuavano la difesa a mezzo razzi (Settime, Montechiaro, Montiglio, ecc.): superficie complessiva Ha 22.000 circa.

Nella zona sperimentale sono state poste in funzione n. 14 stazioni di lancio, delle quali 13 fisse ed una mobile. Ogni stazione è stata dotata di una bombola contenente idrogeno, palloncini, micce e dosi prestabilite di ossidi, contenute in appositi tubetti. Inizialmente ogni stazione è stata fornita del materiale necessario per il lancio di 25 palloncini. Successivamente il materiale utilizzato è stato tempestivamente reintegrato.

(Altre sette stazioni di lancio hanno inoltre funzionato nella zona a sud del capoluogo).

Dal diario delle singole stazioni (a ciascuna delle quali erano addette due persone, in genere agricoltori) risulta che in media, per stazione, sono stati impiegati una quarantina di palloni con punte massime di 75 per quella di Settime. Unica eccezione, la stazione mobile costituita da una Fiat 1100 i cui lanci sono stati nel complesso 187.

Si è avuto cura di dislocare le stazioni di lancio preferibilmente nei punti più nevralgici ed esposti del comprensorio, appoggiandole possibilmente a località servite da telefono, ed affidandole a personale scelto ed adeguatamente istruito. Quest'ultimo è stato poi dotato di un «vademecum» contenente le norme tecniche per l'intervento e di un diario per registrazioni e controlli.

I palloni (in polietilene), a forma di sigaro, vengono lanciati dopo essere stati gonfiati con idrogeno e liberati previa accensione della miccia nel terminale inferiore.

Al termine della propria combustione la miccia, a mezzo di un detonatore, provoca infatti lo scoppio del tubetto (in polistirolo) contenente l'ossido (dose standar: gr. 3) e quindi la semina del minerale: sostanza polverulenta, leggerissima, simile al talco.

Per quanto concerne la quota di semina, questa è stata effettuata inizialmente ad una altezza di m. 1000 circa, onde dare possibilità ai nuclei di sfruttare le correnti ascendenti; successivamente è stata aumentata e portata ad oltre 2.000 metri, allo scopo di garantire un immediato innescamento del fenomeno pioggia.

Circa il momento più propizio per il lancio e relativa tempestività è stato a suo tempo impartito al personale l'ordine di effettuare i lanci quando fossero ben evidenti i segni dell'instabilità atmosferica, possibilmente in anticipo notevole (45-60 minuti) sul presunto intervento a mezzo razzi. Ciò era stato loro vivamente raccomandato, non provocando la semina anticipata — anche se non richiesta — alcun danno, considerata la duplice funzione degli ossidi; questi sono infatti in grado, — in caso di temporali non gradinigeni — di favorire ed incrementare le normali precipitazioni: incremento annuo valutato dagli americani nella misura del 25% circa.

Il Centro ha però fatto il possibile affinché i lanci da parte delle stazioni avveniranno preferibilmente a comando, su ordine telefonico ed al riguardo è stato continuamente in contatto, da una parte, con l'Ufficio Meteorologico Regionale di Torino e con l'Osservatorio Meteo-sismico di Oropa, e, dall'altro con il personale addetto. E' doveroso ricordare, a questi propositi, il concreto aiuto fornito dai Comuni interessati, che si sono prestati in modo diligente e fattivo a funzionare quali anelli di congiunzione fra il Centro e la periferia.

E' stato inoltre notevolmente migliorata l'apposita rete di segnalazione dei temporali; quotidianamente a cura dell'Ufficio Meteorologico Regionale è stato redatto contemporaneamente un bollettino antigrandine, gentilmente radiodiffuso dalla Rai sul secondo programma alle ore 12,50 (bollettino piemontese).

Vigilanza continua e capillare è stata effettuata sul personale; non poche volte l'intervento della stazione mobile è valso infatti a rimediare a situazioni minacciose causate dall'eccessiva confidenza degli agricoltori con i mezzi a loro disposizione.

Si può dire quindi nel complesso che l'intera organizzazione difensiva ha funzionato con soddisfazione, pur non mancando qualche caso isolato di scarsa efficienza. Molto è dipeso comunque — come del resto in tutte le iniziative — dagli uomini a cui è stato affidato l'incarico; trattandosi però di dislocare una sola stazione per comune (e talvolta per più comuni, specie nella parte centrale del comprensorio), la scelta del personale non dovrebbe incontrare in futuro soverchie difficoltà.

Sull'azione svolta dagli ossidi è stato osservato che in genere sono occorsi individualmente, per ogni singolo intervento, da due a tre palloni (meno spesso quattro, eccezionalmente cinque-sei). Il numero è però ovviamente subordinato all'effettuazione o meno di analoghi lanci delle stazioni fittime. Il raggio di influenza di ogni singola stazione può essere, con larga approssimazione, ritenuto tale da proteggere una superficie di almeno 1.000-1.500 ettari.

Il costo dell'esperimento per la zona in questione è risultato nel complesso non elevato ed inferiore notevolmente alla analoga eventuale difesa effettuata con razzi esplosivi. La spesa precisa può facilmente dedursi conoscendo il costo del materiale richiesto per ogni lancio: 700 lire circa, escluse naturalmente le spese di organizzazione e varie. La cifra di cui sopra non riguarda evidentemente la stazione mobile, il cui costo di esercizio è risultato molto più elevato.

Da notare però che, ove possibile, la stazione mobile è da preferirsi di gran lunga a quella fissa per la maggior efficacia, tempestività e probabilità di intervento. Ove le condizioni topografiche lo consentano, una stazione mobile può proteggere anche una superficie di 8-10.000 ettari.

Per una più esatta valutazione della spesa è opportuno fare inoltre presente che la difesa a mezzo ossidi è entrata in funzione soltanto il 15 Giugno, per difficoltà contingenti.

Per quanto concerne i risultati conseguiti si ritiene più opportuno ed utile riportare integralmente le osservazioni effettuate dagli stessi interessati, accennando per motivi di spazio unicamente a quelle più interessanti e caratteristiche.

Per ogni stazione viene progressivamente indicato il giorno, l'ora del primo lancio e le osservazioni relative. Per la stazione mobile è pure indicata la località di lancio.

### Stazione mobile

- 18/6 — ore 18,30 — Piovà Massaia  
il giorno successivo, cielo nuvolosissimo. Alle ore 13 pioggia ininterrotta, con gocce grosse fino alle 16; poi pioggia fine e lenta. Clima autunnale. Caduti complessivamente mm. 13 di acqua.
- 26/6 — ore 16,20 — Cinaglio, Montechiaro, Calliano, Montemagno, Castagnole Monf., Mongardino, Baldichieri.  
il temporale, violentissimo ed estesissimo, si è scaricato lentamente dopo i lanci, con pochissimi tuoni, pochi lampi. Pioggia intensa, ma lenta, con nebbia. Nei fondo valle acquerugiola fine, fine. Notati pochi lampi: tutti verticali, nessun orizzontale.
- 28/6 — ore 18 — Costigliole, Calosso.  
verso le 18 il cielo era coperto per 6/8. Dopo lanci i grossi cumuli sono svaniti, rimpicciolendo lentamente. Inizialmente era possibile osservare solo i contorni, poi poco alla volta il cielo è divenuto plumbeo, uniforme, di color grigio chiaro. Il giorno dopo sole.
- 3/7 — ore 12 — Asti, Settime, Cinaglio.  
molta afa, cupi brontolii, lampi. Alle 16 il cielo si è aperto poco alla volta ed è tornato il sereno.
- 4/7 — ore 14,30 — Vigliano.  
grosso cumulo nembo in evoluzione con base grigio-giallastra; dopo i lanci, la nube ha modificato la propria struttura restringendosi e scomparendo.
- 5/7 — ore 18 — Castello d'Annone.  
ammasso cumuliforme, largo 5-6 Km.; dopo i lanci ha cambiato forma e verso le 20 sono subentrate molte piccole nubi (cielo a pecorelle).
- 7/7 — ore 15,30 — Isola, Montegrosso.  
cielo serenissimo sino alle 14,30. Improvvisamente nuvole basse, tipiche da grandine. Dieci minuti dopo il primo lancio, ha iniziato a piovere. Pioggia su tutta la zona. A Montegrosso è stata osservata poca acqua, non ostante fosse piovuto per 8 ore consecutive. Le gocce erano piccole, minute, senza consistenza.
- 11/7 — ore 15,30 — Asti, Camerano Casasco.  
tempo da grandine. Lanciato in «-extremis» con tuoni assordanti. Acqua, acqua, acqua; mm. 8.



- 15/7 — ore 10 — Asti.  
alle ore 9 tempo incerto e piccoli lampi. Poi improvvisamente lampi continui e tuoni. Due minuti dopo lo scoppio del palloncino, pioggia.
- 25/7 — ore 16 — Asti, Cinaglio, Settime.  
cumuli e cumuli. Dopo i lanci pioggia fine, poi sostenuta, poi ancora fine. In alcune località la visibilità è diventata scarsa, non essendo possibile in certi momenti vedere oltre cinquanta metri. Tempo chiuso, uniforme, novembrino.
- 31/7 — ore 16 — Asti, Vallarone, Sessant, Castell'Alfero, Frinco, Quarto.  
formazione improvvisa alle ore 15, non ostante il cielo fosse in precedenza assolutamente sgombro da nubi. Tempo minacciosissimo che ha messo in allarme tutti gli agricoltori, specie gli ortolani. Data la vastità degli ammassi, e della zona minacciata, i cumuli sono stati attaccati separatamente, iniziando da Nord. Mano a mano avveniva il lancio dei palloncini, dopo 4-5 minuti è stata osservata la precipitazione relativa. Piogge abbondanti, ma non a carattere di « rovescio » su tutto il fronte fino alle 20. Alle 21,45, nuovo temporale, con lampi e tuoni. Nuovi lanci ed ancora pioggia.
- 1/8 — ore 19 — Costigliole, Isola, Asti.  
addensamento nuvoloso enorme a sud del capoluogo; qualche tuono; tempo da grandine imminente. Lanciati a Costigliole n. 3 palloncini: dopo il 2° si ebbero grossi goccioloni e dopo lo scoppio del 3°, pioggia inizialmente fine, poi normale. Lanciato poi ad Isola ed Asti verso le 20,30: pioggia dopo una decina di minuti. Al mattino il cielo era ancora parzialmente coperto, con alcuni cumuli in dissoluzione. Verso le 16, sereno con un po' di foschia ed aloni biancastri.
- 2/8 — ore 12,30 — Settime, Cinaglio, Vallarone.  
chiaramente udibile il caratteristico rumore di ghiaia nei cumuli grandinigeni in formazione; rumore secco, metallico accompagnato da scariche e boati assordanti. Netamente individuabili i cumuli: temporale da grandine al 100%.  
Dopo otto lanci il cielo si è chiuso lentamente, coprendo le nubi ed assumendo una tinta unica, grigiastra. Ogni rumore è cessato e la zona interessata ha assunto un aspetto autunnale. Una pioggerella fitta è caduta per due ore circa.
- 6/9 — ore 14,30 — Asti, Cinaglio, Quarto, Sessant, Vallarone.  
tempo instabile, infido con grossi nuvoloni provenienti da nord. Sono stati lanciati 12 palloncini. In tutte le zone seminate è iniziato a piovere dopo 5-10 minuti dai lanci. Trattavasi di ben quattro temporali convergenti sulla pianura del capoluogo da Settime, Vaglierano, Castell'Alfero e Castello d'Annone.

### Stazione di Bubbio

- 27/6 — ore 21  
poichè il tempo è minaccioso vengono lanciati due palloncini. Verso le 24 piove bene (mm. 27).
- 11/7 — ore 14,30  
tuona in lontananza verso Canelli-Cassinasco. Lanciati quattro palloncini. Verso le 16 incomincia a piovere: prima solo una nebbiolina, poi abbastanza (mm, 5).

- 20/7 — ore 17  
inizia il temporale verso Nord, Nord-Est con molte scariche elettriche. Lanciati tre palloncini. Alle ore 17,20 inizia altro temporale verso Nord, Nord-Ovest ed entrano in azione le postazioni antigrandine verso Cassinasco e Loazzolo e poi quasi tutte le altre. Rumore caratteristico del treno in corsa. Cade prima grandine grossa come noci e mal formata, ma già molle e poi cade solo pioggia abbondante (mm. 27).
- 24/8 — ore 16,30  
tuona verso Nord, Nord-Ovest e per quanto il tempo non paia brutto vengono lanciati tre palloncini. Alle 17,30 cadono poche gocce, ma poi verso le 20 piove bene ed a lungo (mm. 10).

### Stazione di Castelnuovo Don Bosco

- 11/7 — ore 16,10  
il temporale proveniva da Sud-Ovest.  
L'ascesa dei due palloncini fu molto ostacolata dal vento. Dopo pochi minuti dal lancio del secondo palloncino, incominciò una forte pioggia che durò 45 minuti. Il pluviometro segnò 26 mm. A Buttigliera si ebbe una forte grandinata.
- 25/7 — ore 16,15  
il temporale proveniva da Nord e sud-Ovest. Alle 17 incominciò una fortissima pioggia con violentissime raffiche di vento, tuoni e parecchi fulmini. Notando alle 17,30 dei frammenti di ghiaccio rimbalzare da terra, ho lanciato un razzo da m. 1500; lo scoppio si è appena percepito e dopo pochi secondi cessò la pioggia ed il vento. Passati alcuni minuti di apparente calma incominciò nuovamente il vento e la pioggia, ma non più i pezzetti di ghiaccio. Il pluviometro segnò 31 mm.
- 25/8 ore 16,15  
si impiegarono tre palloncini, dopo il lancio, il colore nero delle nuvole si cambiò in grigio-pallido ed incominciò a piovere.  
Sembrava una pioggia del mese di novembre. Prima del lancio soffiava un forte vento, i tuoni erano frequenti e fortissimi.

### Stazione di Cocconato

- 21/7 — ore 15,30  
tempo pericoloso. Lampi, tuoni, nuvole a cumuli. Dopo venti minuti pioggia autunnale, tempo chiuso con nebbia per un'ora.
- 16/8 — ore 3,20  
un forte temporale scatenatosi da Nord-Ovest infuriava sulla nostra zona. Lanciati tra dieci minuti di distanza da uno all'altro tre palloncini ottenendo buon risultato con pioggia.

### *Stazione di Moncalvo*

- 19/7 — ore 17  
2 palloncini - pioggia leggera.
- 25/7 — ore 16,30  
2 palloncini, molta acqua.
- 13/8 — ore 20  
2 palloncini - Acqua per circa mezz'ora moderata.
- 14/8 — ore 12  
2 palloncini; senz'acqua. Temporale scomparso.

### *Stazione di Montiglio*

- 21/7 — ore 16  
temporale a Nord-Ovest, vento moderato lanciato un palloncino, si mette a piovere discretamente per circa tre quarti d'ora.
- 15/8 — ore 12  
temporale ad Ovest, breve ma violento, lanciato due palloncini, intervento della difesa con i razzi. Svanisce con una breve pioggia.
- 20/8 — ore 21  
temporale ad Ovest, vento forte, lanciato un palloncino, cadono poche gocce di pioggia e svanisce.
- 25/8 — ore 16,30  
temporali a Sud-Ovest in primo tempo ed a Nord-Est in seguito. Vento forte che spira verso Sud; lanciato tre palloncini il vento li trasporta velocemente e scompaiono fra le nubi a Sud. In quella zona le nubi diventano unite, lisce, tipiche della pioggia.

### *Stazione di Tonengo*

- 1/8 — ore 22  
2 palloncini - Pioggerella dopo lungo rumoreggiare di tuoni e lampi.
- 15/8 — ore 4  
2 palloncini. Iniziato con tuoni e lampi. Dopo il lancio una pioggia dolce; limitati i tuoni per circa mezz'ora, poscia si è ripreso il tuono ed i lampi ma senza un chicco di grandine.
- 9/9 — ore 19  
1 palloncino. Pioggerella fine.

Da un esame particolareggiato ed oggettivo dell'attività svolta risulta come la zona sperimentale abbia denunciato, nel complesso, danni circoscritti e parziali, dovuti ad accertata errata valutazione e quindi a mancati lanci (Comuni di Moncucco, Berzano S. Pietro e San Paolo Solbrito). Mancati interventi che hanno anzi confermato, sotto il puro rilievo statistico, quali gravi danni inevitabilmente si abbiano nelle zone ove non intervenga o non esista la difesa; danni variabili dal 60 al 100 %.

Eccettuati detti Comuni, (per una area complessiva di 400 ettari) non sono stati registrati altri danni, ma sui rimanenti 21.600 ettari unicamente piogge copiose e ripetute, che hanno anzi permesso di combattere efficacemente la grave siccità primaverile-estiva.

I segni più evidenti degli effetti di detti lanci sono rappresentati dalla immediata modificazione apportata dai nuclei in seno alle nubi stesse, trasformando in pochi minuti cumuli, cumuli congesti e cumuli nubi (cumulus congestus, cumulonimbus capillatus, cumulonimbus incus) in formazioni stratiformi (stratus, nimbostratus ecc.) e dando sollecitamente inizio a precipitazioni piovose, uniformi, sia deboli che forti sull'intero fronte visivo.

Più raramente è stato anche possibile assistere alla dissoluzione di interi cumuli, a base non molto larga (2-3 Km.), nel breve spazio di tempo di 20-25 minuti circa.

Per contro è utile e significativo segnalare il forte risparmio di razzi conseguito, valutato dal 30% al 60% nei confronti degli anni precedenti, soprattutto per i consorzi situati topograficamente all'interno del comprensorio.

Il giudizio complessivo deve quindi ritenersi nettamente favorevole e forse superiore alle stesse previsioni, tenuto presente che si trattava del primo esperimento del genere effettuato in Europa, con pochissimi dati sperimentali, e di un'annata fortemente grandinigena come dimostrano i danni denunciati nelle zone non sottoposte ad alcuna difesa. (S. Damiano, Valfenera, Cellarengo, Ferrere, ecc.).

Indipendentemente da quelli che possono essere gli sviluppi degli ossidi ionizzanti, destinati senza dubbio ad assumere un ruolo preminente e decisivo nella sperimentazione intesa a modificare artificialmente il tempo, è però doveroso affermare come la difesa a mezzo ossidi debba essere per ora considerata unicamente come integrazione di quella attuata con normali razzi esplodenti.

Ciò non solo per dar modo ai Consorzi di acquisire dati sempre più precisi e concreti per quanto concerne manualità di lancio, dose, altezza di semina, dislocazione delle stazioni, ecc., ma soprattutto per motivi strettamente scientifici in quanto è dimostrato che se i piccoli cristalli di ghiaccio e le successive goccioline di pioggia in tal modo originatesi (secondo la teoria di Bergeron e Findeisen) venissero casualmente risollevate — dalle correnti convettive che circolano sempre fra le nubi — in strati di nubi

sottoraffreddate, quivi potrebbero congelare (causa la presenza di un eccesso di goccioline sottoraffreddate di nebbia) diventando in breve grossi chicchi di ghiaccio che possono anche produrre il fenomeno della grandine.

Donde la necessità di mantenere al presente l'attuale difesa a mezzo razzi esplosivi per interrompere durante i temporali eventuali correnti convettive.

Per concludere, infine, l'impiego degli ossidi si è dimostrato utilissimo sia nella lotta contro la grandine che in quella contro la siccità, per cui è sommamente augurabile che il loro impiego abbia ad estendersi ulteriormente.

