

Tipos de Precipitación y Física de Nubes

Una Guía Meteorológica para la Aviación (Parte 1)

evaescuelavirtual.com

Más que agua cayendo: Una función de estabilidad y temperatura

La precipitación se define como agua en estado líquido, sólido o mixto que cae desde la atmósfera a la superficie. Su forma exacta está determinada por tres variables críticas: Temperatura, Humedad y Estabilidad Atmosférica.

Impacto Operacional



Visibilidad: Reducción crítica en fases de aproximación.



Engelamiento: Acumulación de hielo estructural en el fuselaje.



Aerodinámica: Degradación del rendimiento de la aeronave (sustentación/peso).



Pista: Contaminación de superficies y calles de rodaje.

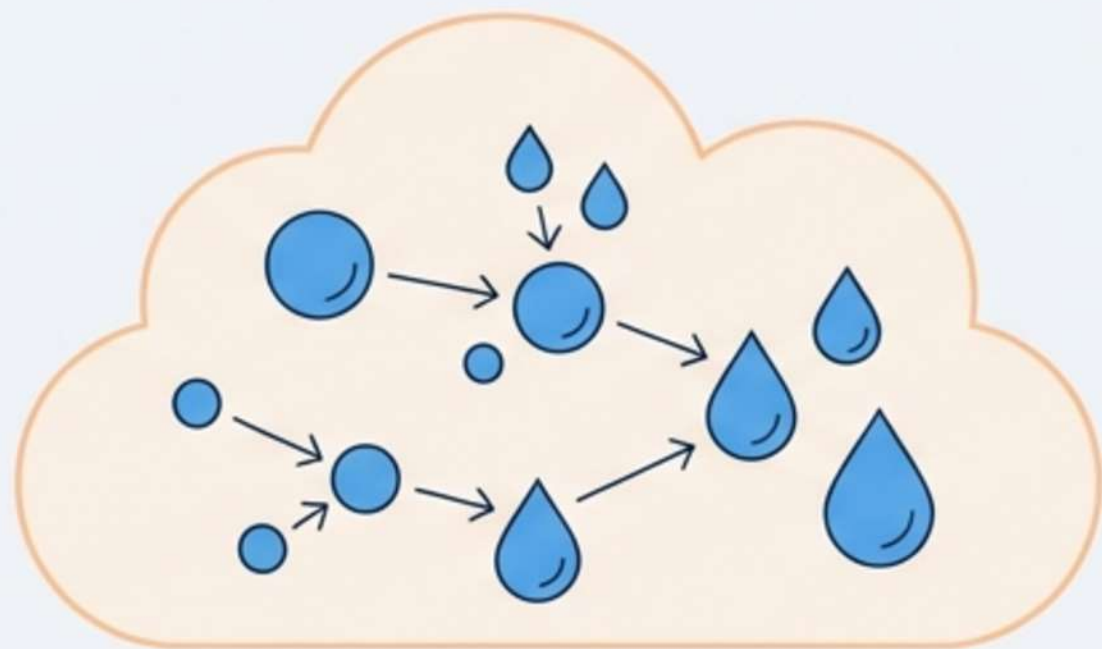


Sensorial: Ilusiones ópticas durante el aterrizaje.

La Física de Nubes: ¿Cómo crece una gota?

Una gota de nube es ínfima comparada con una gota de lluvia. Para precipitar, debe aumentar su masa drásticamente.

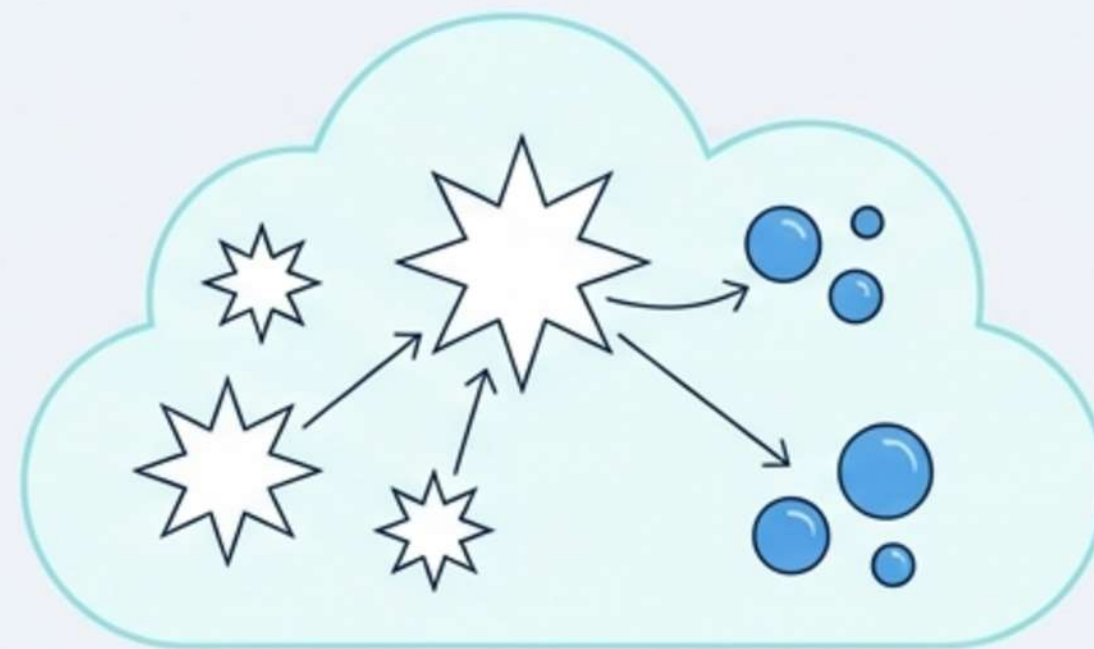
1. Colisión - Coalescencia



Entorno: Nubes Cálidas ($>0^{\circ}\text{C}$)

Acción: Choque físico y unión de gotas líquidas.

2. Proceso Bergeron

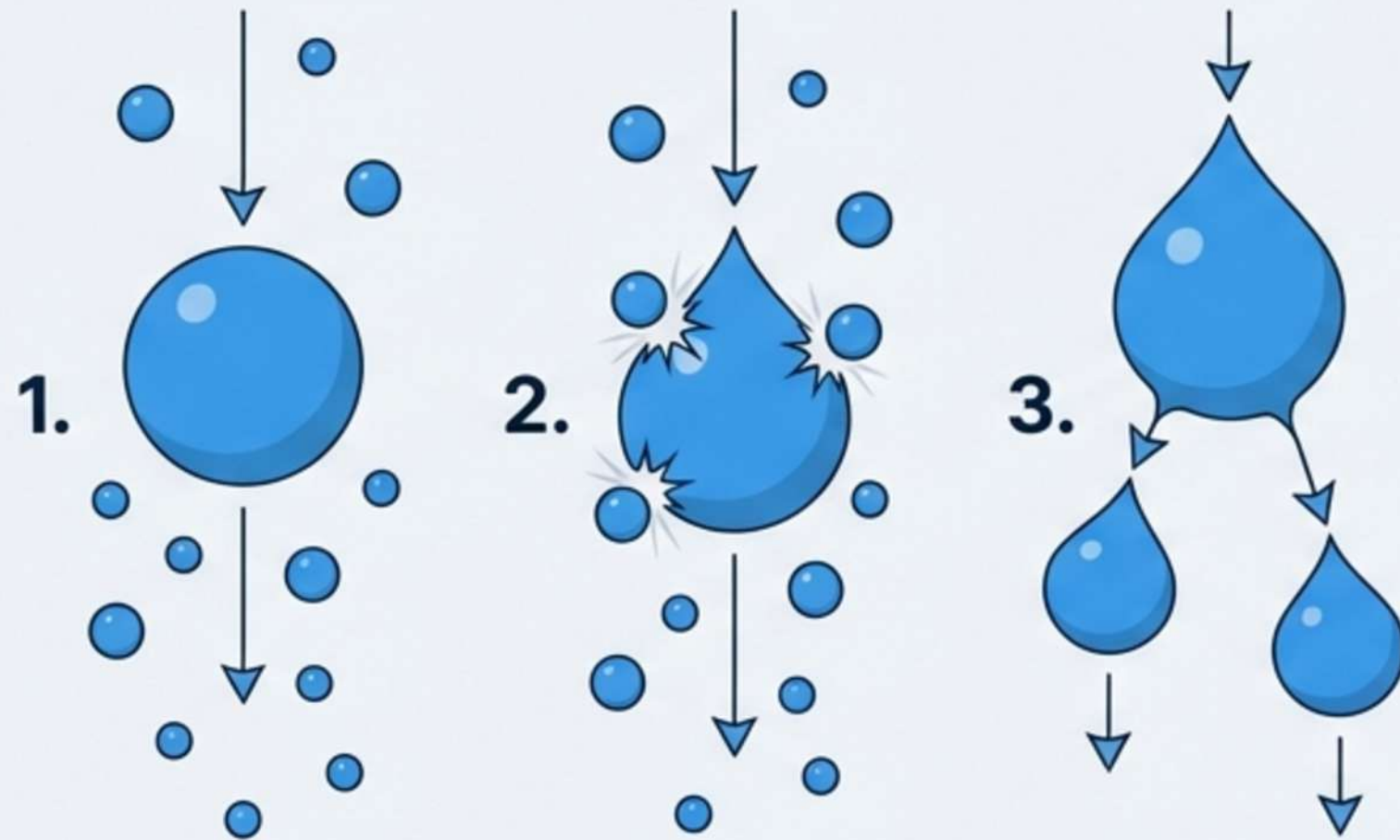


Entorno: Nubes Frías ($<0^{\circ}\text{C}$)

Acción: Interacción entre cristales de hielo y agua super enfriada.

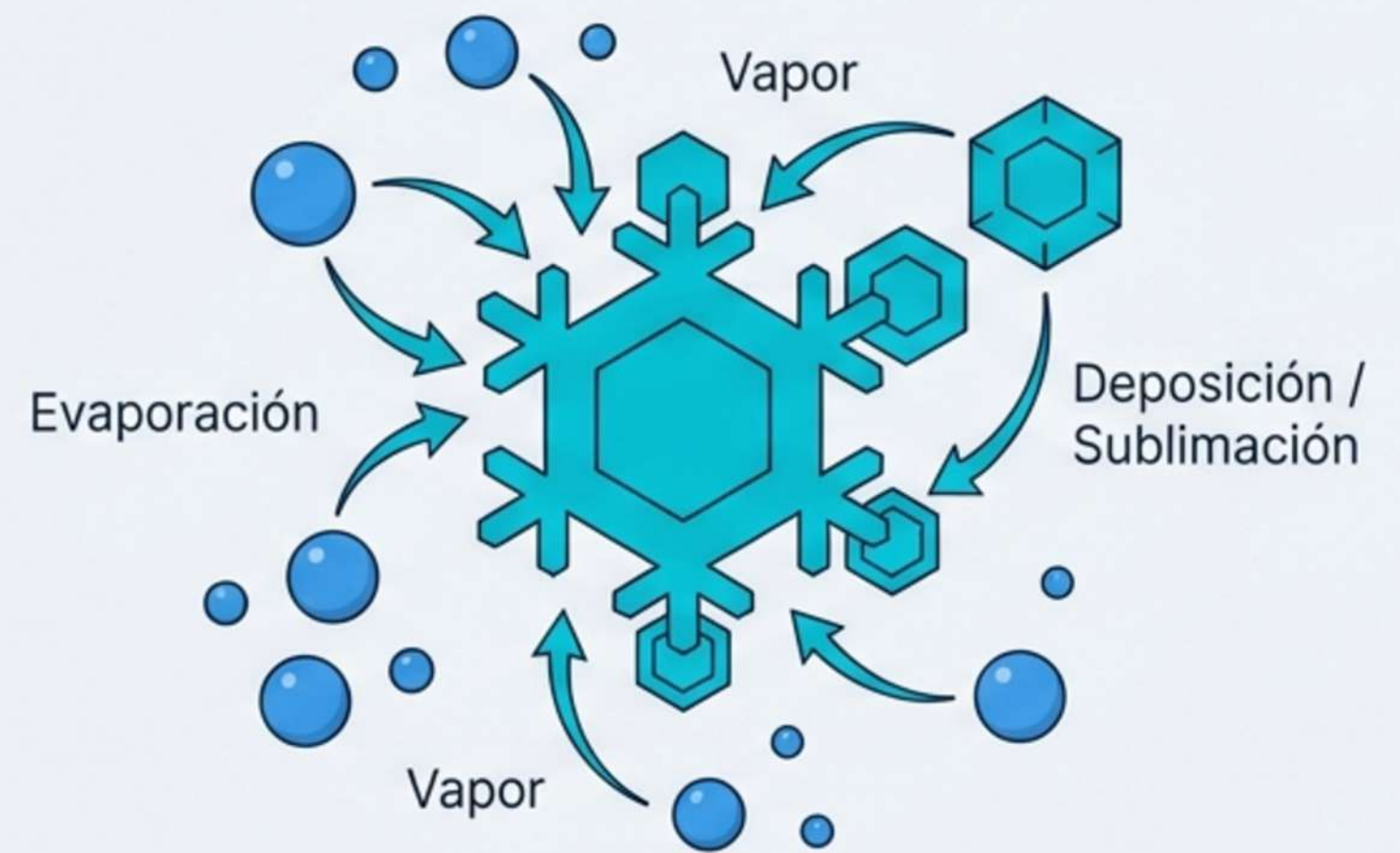
Mecánica de Crecimiento: Cálido vs. Frío

Coalescencia (Nubes Cálidas)



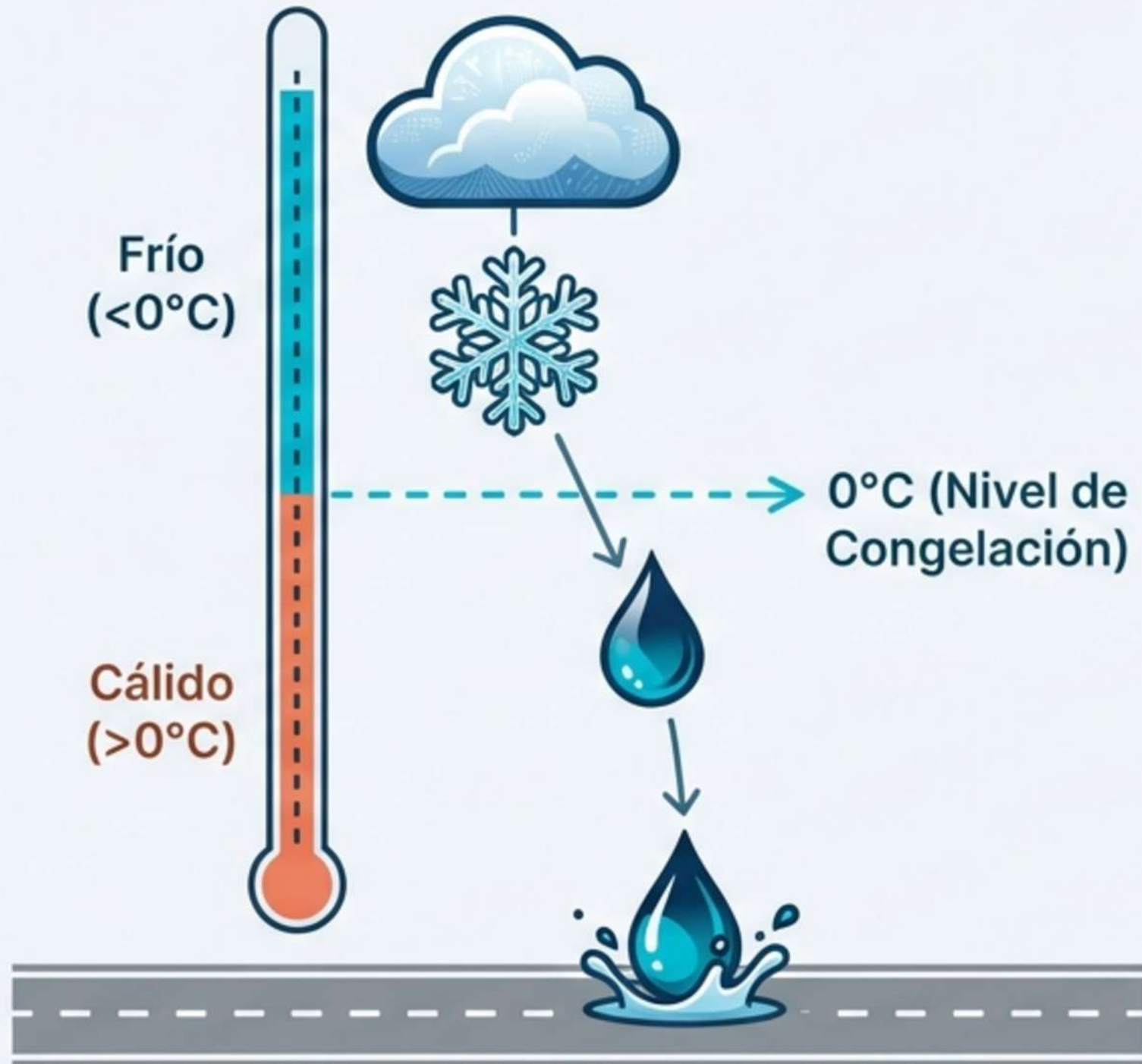
Las corrientes ascendentes hacen chocar las gotas. Al volverse demasiado pesadas para la suspensión, caen y se dividen, creando una reacción en cadena.

Bergeron (Nubes Frías)



En nubes bajo 0°C , coexisten cristales de hielo y **gotas super enfriadas**. Las gotas se evaporan y ese vapor se sublima (depósito directo) sobre el hielo. El hielo crece a expensas del agua líquida hasta precipitar como nieve.

Lluvia **RA** Gotas de agua líquida $> 0,5$ mm de diámetro.



El Perfil Vertical

La lluvia implica que la capa cálida ($>0^{\circ}\text{C}$) se extiende hasta la superficie.

Mecanismo

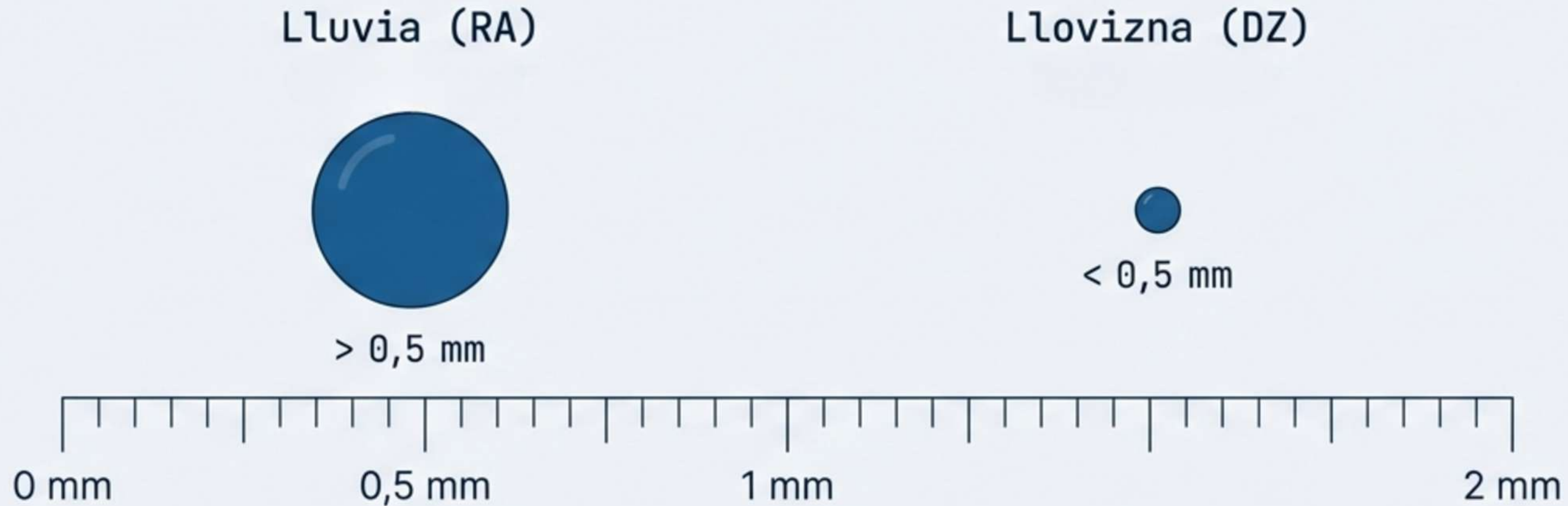
Puede **iniciar** como Nieve (Bergeron) en la **nube**, pero se **funde completamente** al caer por la capa cálida profunda.

Nota Clave

No importa si inicia como **nieve**; si la capa **cálida** es **profunda**, llegará como **lluvia**.

Llovizna (DZ) vs. Lluvia (RA)

La distinción es el diámetro.



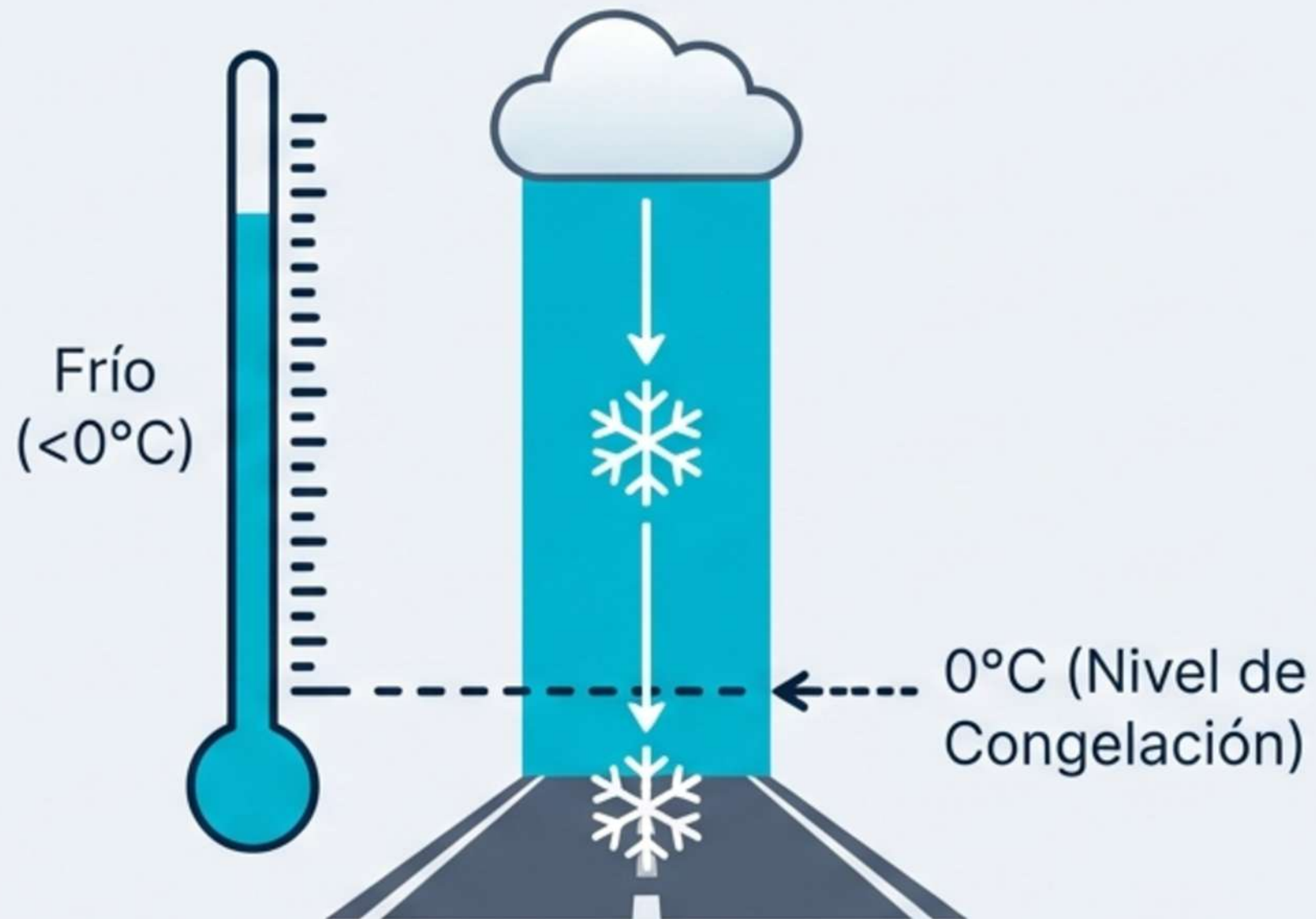
****Contexto Atmosférico**:** Al igual que la lluvia, la llovizna requiere una capa profunda de temperatura positiva ($>0^{\circ}\text{C}$) cerca de la superficie. La diferencia radica en la intensidad de la coalescencia y la estabilidad del aire.

Nieve

SN

Cristales de hielo o copos en estado sólido.

El Perfil Vertical

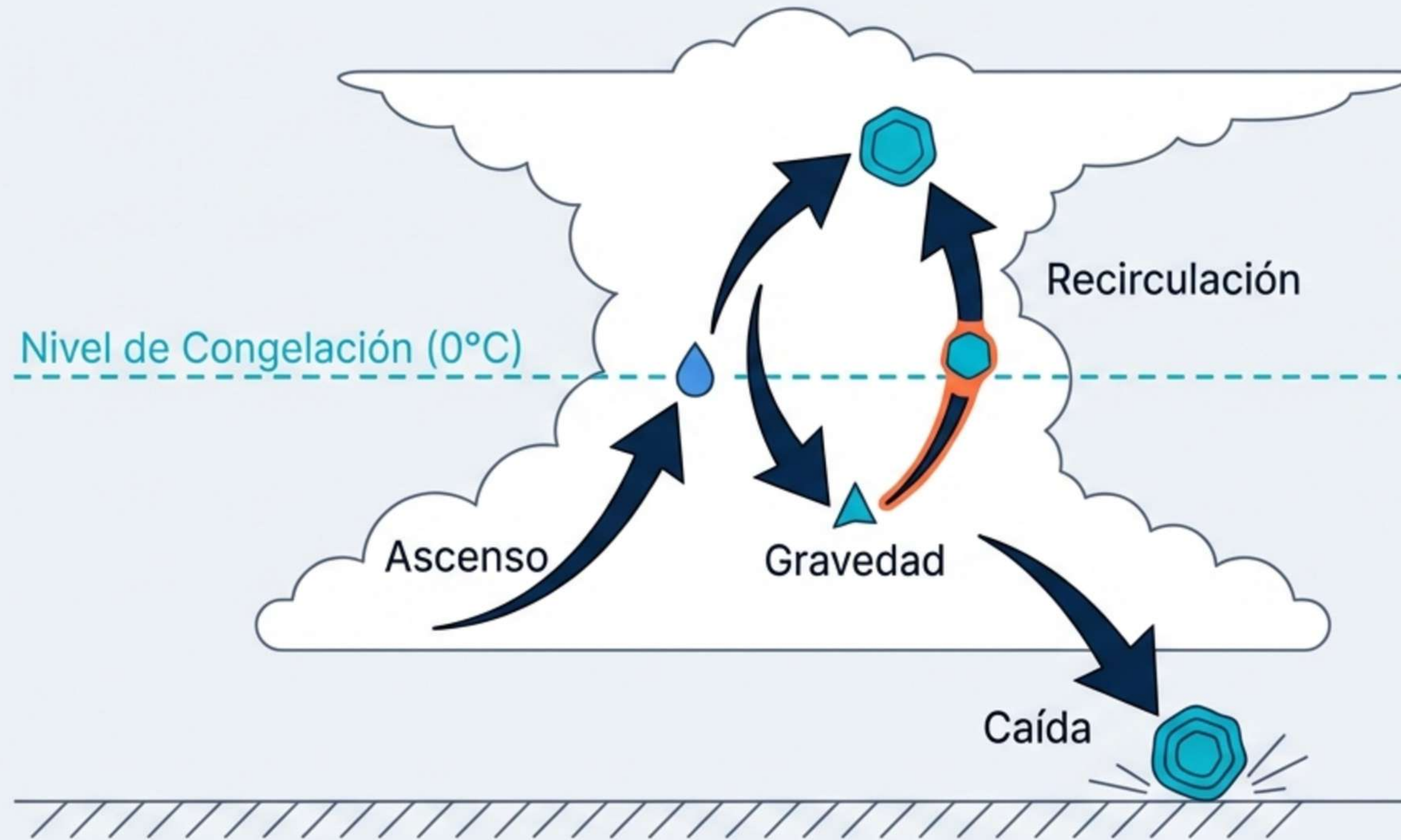


Mecanismo

- **Perfil Térmico:** La columna de aire entera se encuentra bajo el punto de congelación (<0°C) o la isoterma de 0°C está a nivel del suelo.
- **Mecanismo:** Exclusivamente Proceso Bergeron. El copo cae desde la nube y nunca encuentra una capa cálida que lo funda.

Granizo (GR) - El Ciclo Violento

Trozos de hielo sólido > 5 mm. Asociado exclusivamente a nubes Cumulonimbus (CB).



Ascenso: Corrientes potentes empujan la gota sobre el nivel de congelación.

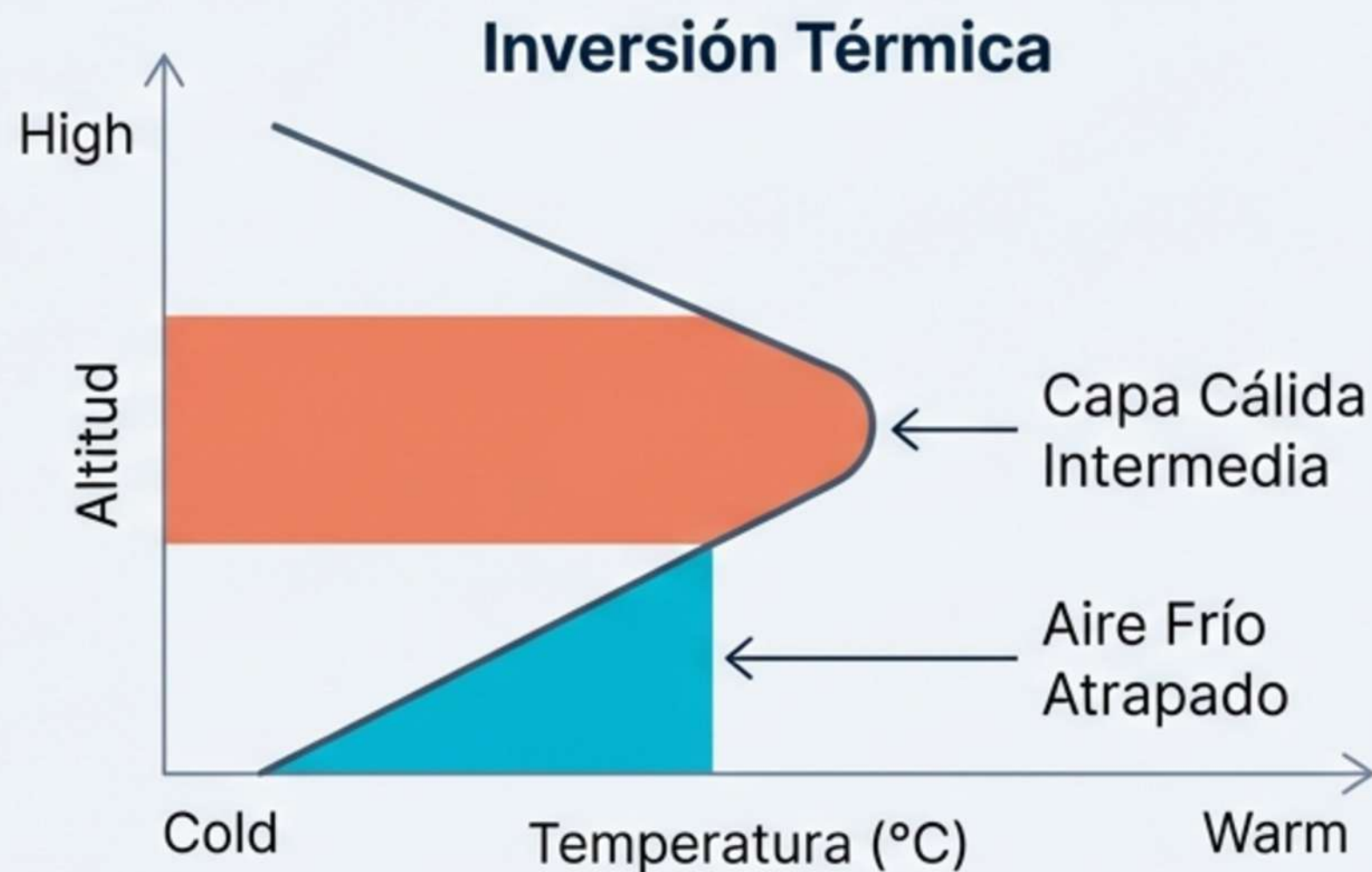
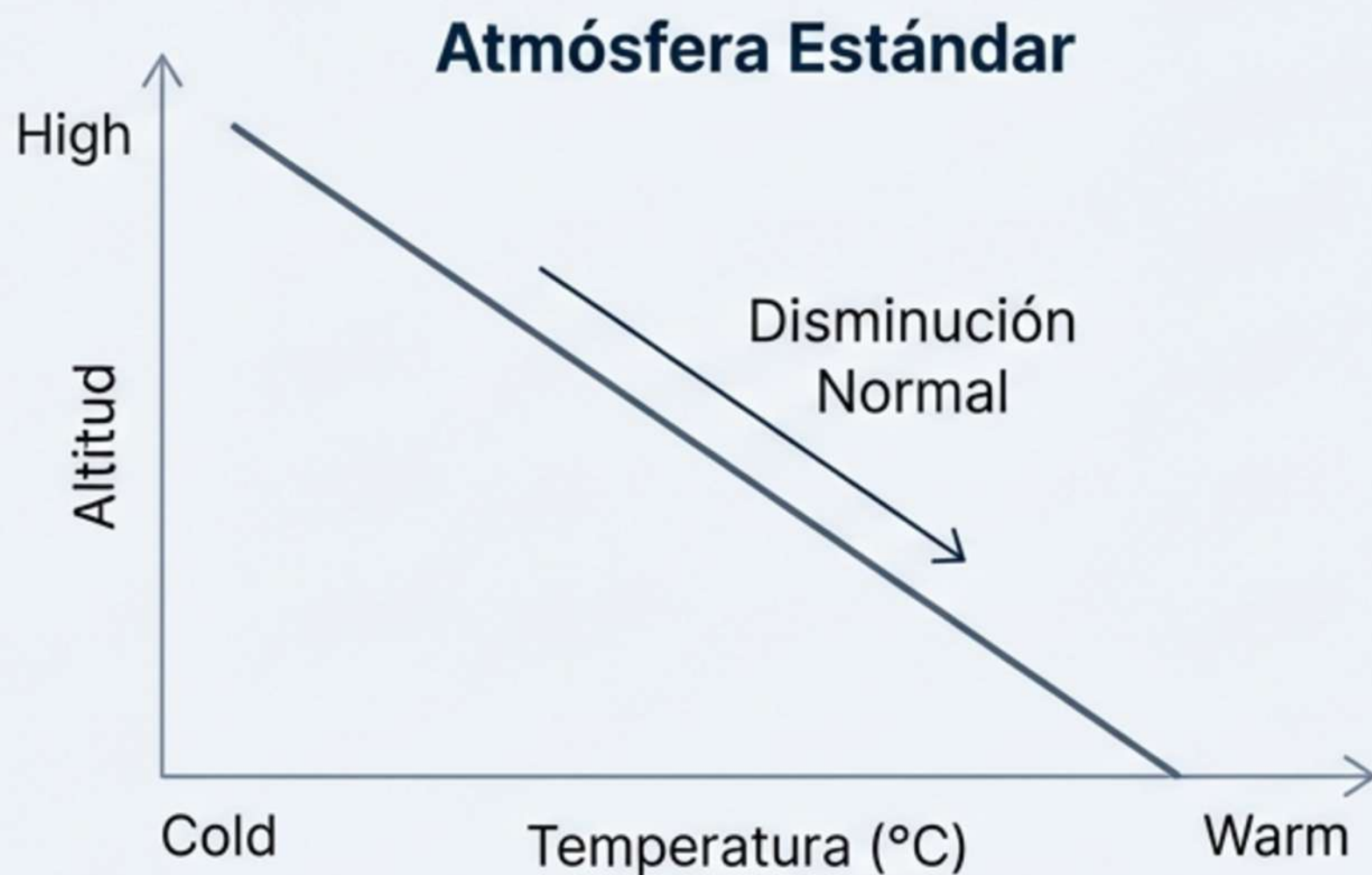
Crecimiento: Acumula hielo por impacto y recirculación.

Impacto: Daños estructurales severos por alta velocidad.

Dato Forense: Las capas concéntricas del granizo revelan el número de ciclos de ascenso.

El Peligro de la Inversión Térmica

Una configuración atmosférica donde la temperatura *aumenta* con la altitud en una capa específica, atrapando aire frío cerca de la superficie.

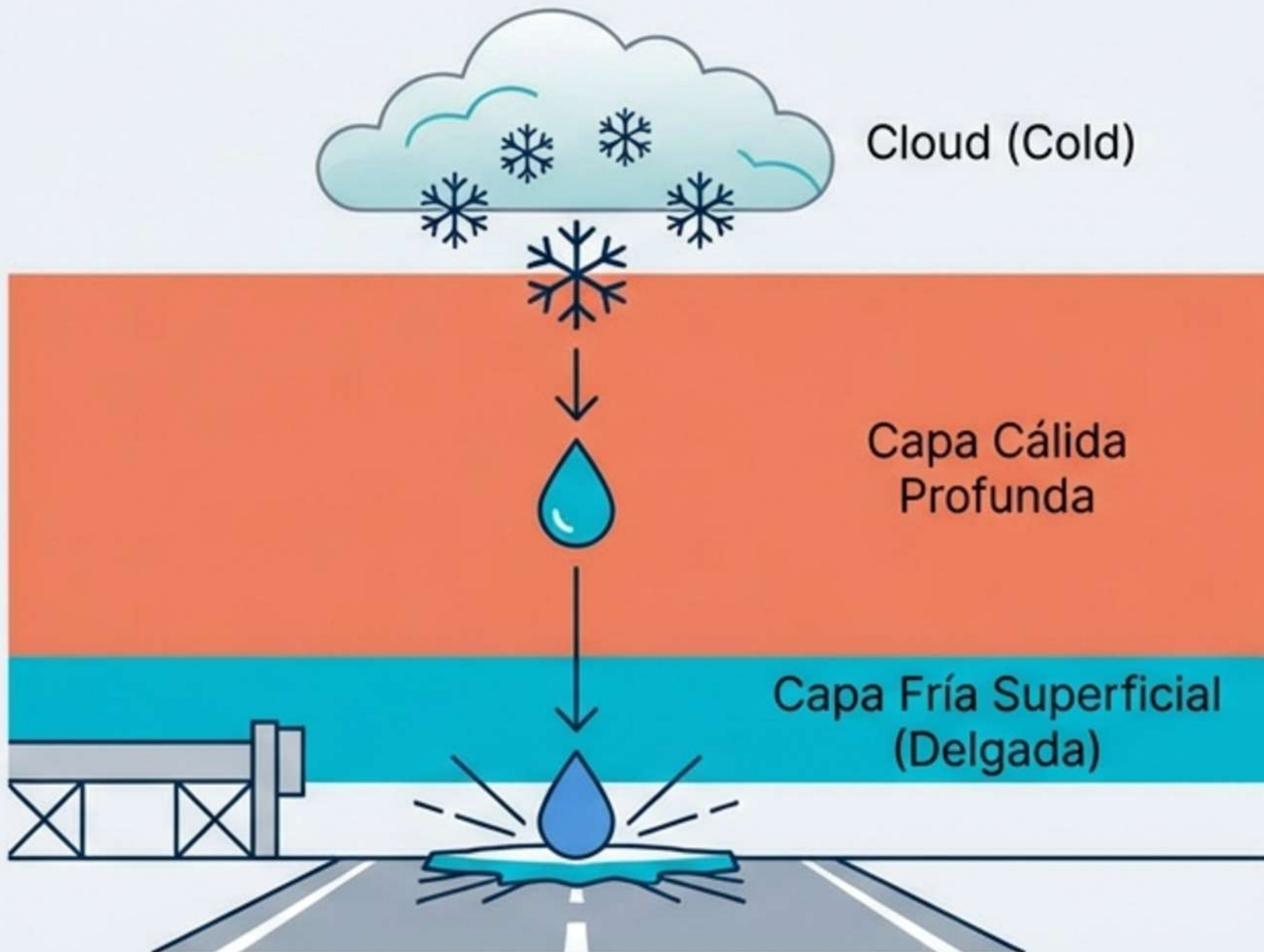


Esta estructura de 'sándwich' es el requisito para la Lluvia Engelante y los Gránulos de Hielo.

Lluvia Engelante

FZRA

Agua líquida **super enfriada** ($>0,5$ mm) que se congela instantáneamente al impacto.



1. **Fusión Total:** La nieve se funde totalmente en lluvia en la capa cálida.
2. **Superenfriamiento:** La lluvia entra en la capa fría superficial pero *no tiene tiempo* de congelarse en el aire.
3. **Impacto:** Al tocar la estructura de la aeronave o el suelo, libera su energía y se congela.

Riesgo Crítico: Engelamiento estructural instantáneo y severo.

Llovizna Engelante (FZDZ)

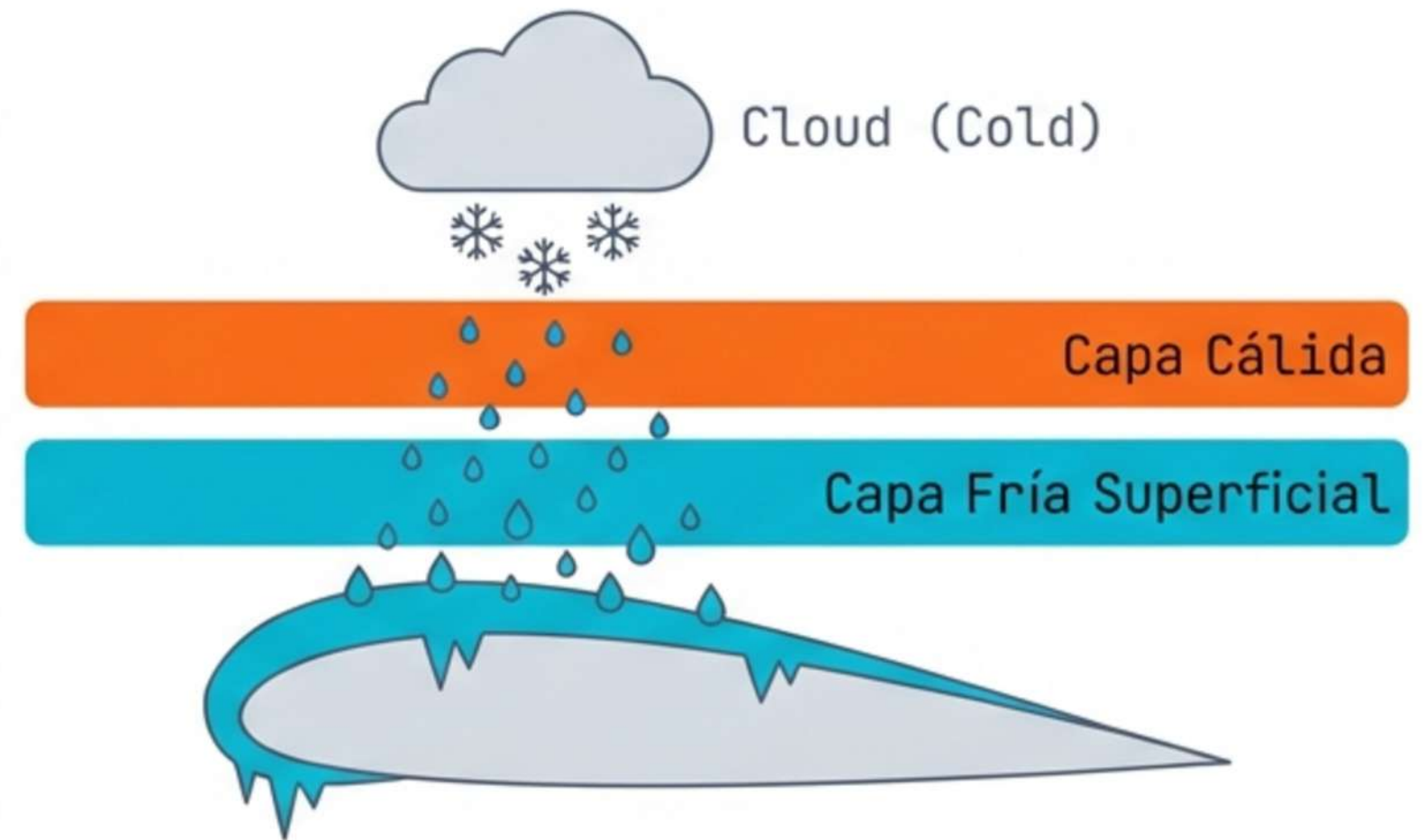
Mismo mecanismo, menor diámetro.

DEFINICIÓN

Gotas super enfriadas < 0,5 mm.

El mecanismo es idéntico a la FZRA (Inversión Térmica), diferenciado solo por el tamaño de la gota.

VISUAL RECAP

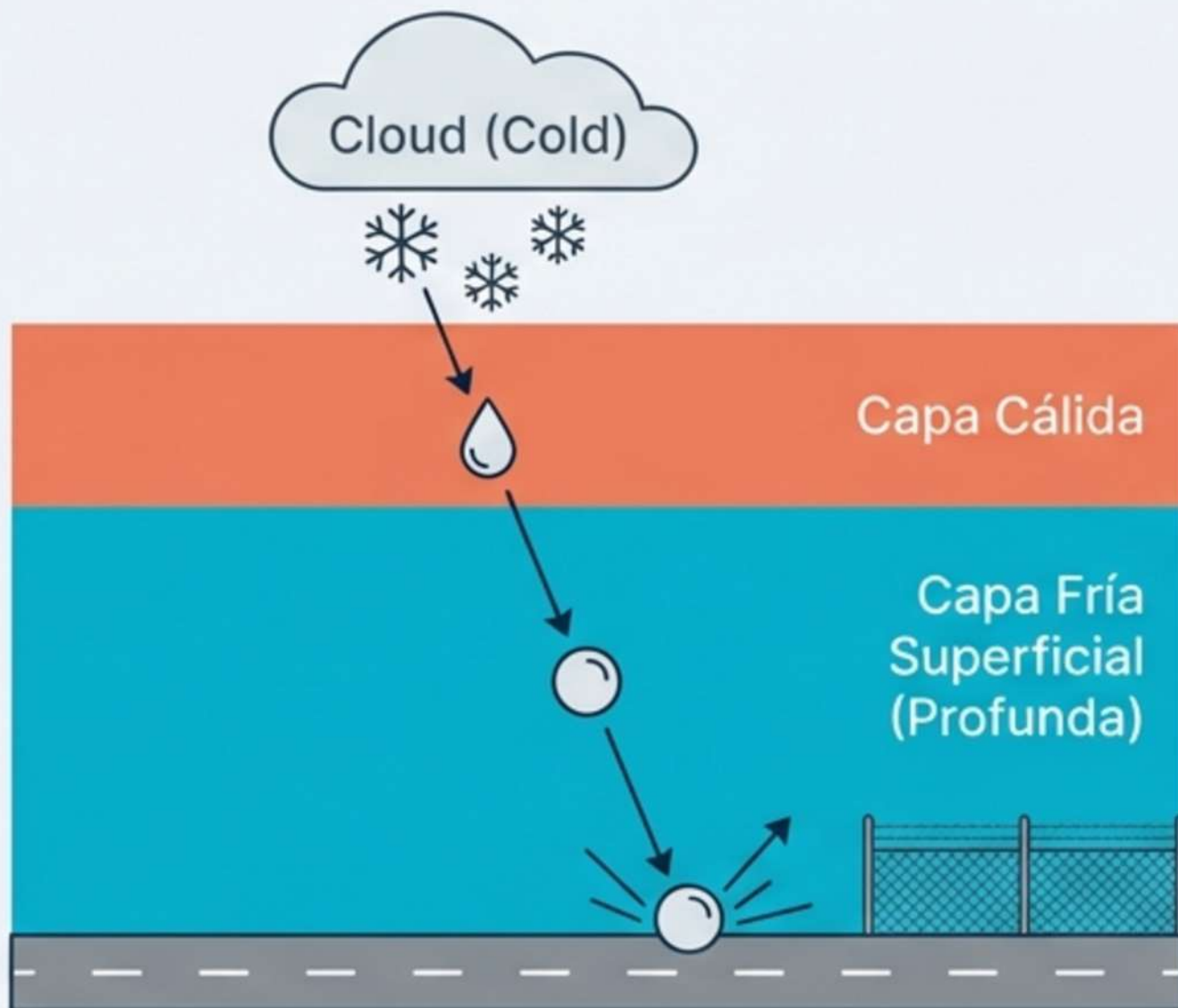


Aunque la tasa de acumulación es menor que en FZRA, el peligro de engelamiento persiste debido a la dificultad de detección visual.

Gránulos de Hielo

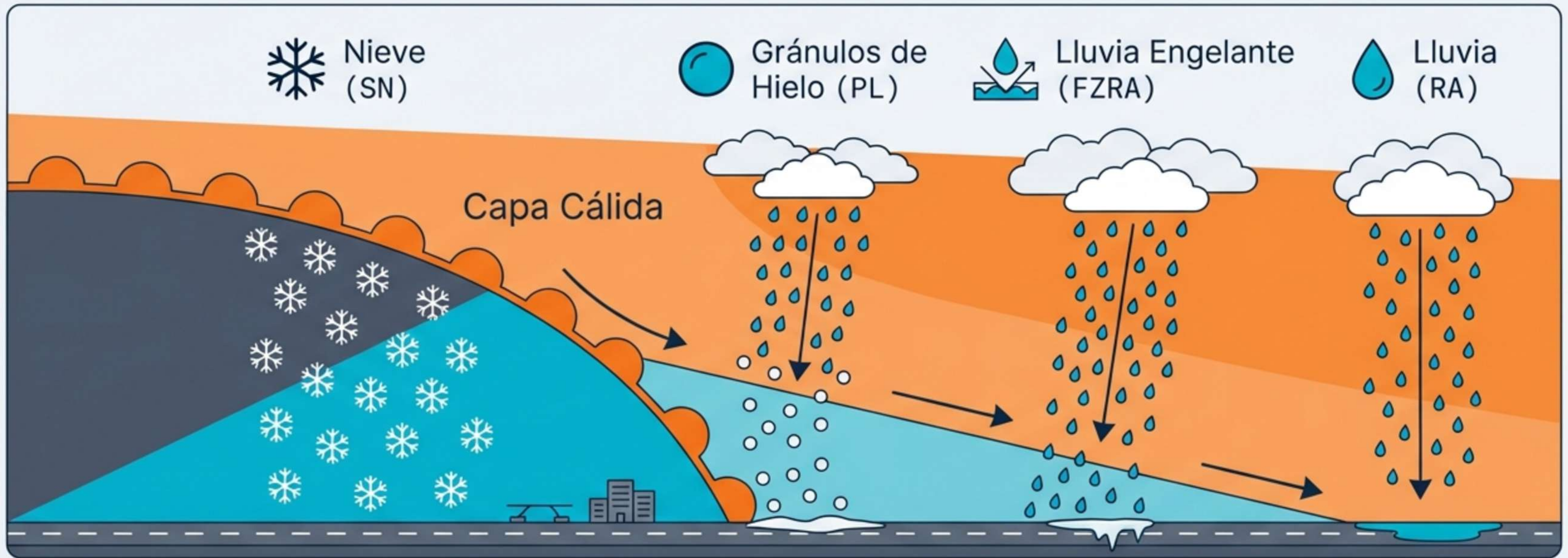
PL

Gotas de lluvia que se han congelado
antes de impactar (Sleet).



- **La Diferencia Crítica:** La capa fría superficial es **PROFUNDA**.
- **Re-congelación:** La gota fundida tiene tiempo suficiente en el aire frío para congelarse nuevamente antes del impacto.
- **Valor Diagnóstico:** La presencia de PL en superficie indica lluvia engelante (FZRA) en niveles superiores (donde la capa fría es menos profunda).

Síntesis: El Frente Cálido



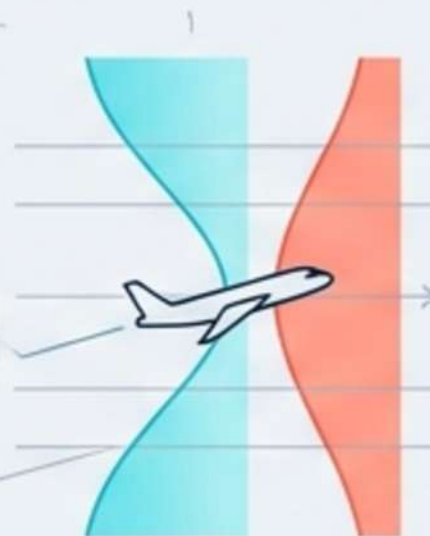
Secuencia de Aproximación: El tipo de precipitación es un indicador directo de la estructura térmica vertical sobre su posición.

Matriz de Identificación

Tipo	Código	Estado	Perfil Térmico Clave
Lluvia	RA	Líquido	Capa cálida profunda hasta superficie.
Nieve	SN	Sólido	Columna entera $<0^{\circ}\text{C}$.
Granizo	GR	Sólido ($>5\text{mm}$)	Ciclos violentos en CB (Recirculación).
Lluvia Engelante	FZRA	Líquido (Super enfriado)	Inversión: Capa fría superficial delgada.
Gránulos de Hielo	PL	Sólido	Inversión: Capa fría superficial profunda.

Conclusión y Próximos Pasos

La seguridad en vuelo depende de visualizar la columna de aire, no solo lo que golpea el parabrisas. Entender la relación entre altitud y temperatura es vital para anticipar engelamiento.



Próximamente: Parte 2

- Nieve Granulada (SG)
- Polvo de Diamante (IC)
- Medición de intensidad y visibilidad

