

Condensación Atmosférica: Trampas de Rocío y Colectores de Niebla

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Higiene y Prevención

Etiquetas: Sin etiquetas

Condensación Atmosférica: Trampas de Rocío y Colectores de Niebla

La atmósfera terrestre contiene aproximadamente 12.900 km³ de vapor de agua según datos de la USGS (United States Geological Survey, Water Science School, 2019), una reserva renovable que puede aprovecharse mediante técnicas de condensación pasiva incluso en regiones donde la lluvia es escasa o inexistente. Las trampas de rocío y los colectores de niebla son tecnologías de baja complejidad que explotan dos fenómenos físicos distintos: la condensación radiativa nocturna del rocío y la intercepción de gotas suspendidas en la niebla. Organizaciones como FogQuest (Canadá) y la International Organization for Dew Utilization (OPUR, Francia) han documentado rendimientos de 0,3 a 1,0 litros por metro cuadrado y día en colectores de rocío, y de 3 a 10 litros por metro cuadrado y día en colectores de niebla en zonas costeras con nieblas frecuentes. En un escenario de supervivencia, estas técnicas pueden proporcionar agua suplementaria cuando las fuentes convencionales están agotadas o contaminadas.

Física de la condensación: rocío vs. niebla

El rocío y la niebla son fenómenos meteorológicos distintos que requieren técnicas de captación diferentes. Comprender la física subyacente permite diseñar colectores más eficientes y elegir la técnica adecuada según las condiciones locales.

Característica

Rocío

Niebla

Definición

Condensación de vapor de agua sobre superficies frías

Suspensión de microgotas de agua en el aire (nube a nivel del suelo)

Mecanismo físico

Enfriamiento radiativo de la superficie por debajo del punto de rocío

Advección de aire húmedo sobre superficie fría o enfriamiento adiabático

Tamaño de gotas

0,01-0,3 mm (se forman in situ)

1-40 µm (ya están suspendidas en el aire)

Condiciones favorables

Cielo despejado, viento débil (70%)

Humedad relativa ~100%, viento moderado (2-8 m/s)

Rendimiento típico

0,3-0,8 L/m²/día

3-10 L/m²/día

Mejor horario

Noche y madrugada (21:00-09:00)

Variable según geografía (a menudo madrugada-mañana)

Zonas óptimas

Zonas semiáridas con cielos despejados y alta humedad nocturna

Zonas costeras con nieblas advectivas, crestas montañosas

La temperatura del punto de rocío es el factor clave en ambos casos. Se calcula aproximadamente como: $T_d \approx T - (100 - HR) / 5$, donde T es la temperatura ambiente en °C y HR la humedad relativa en porcentaje.

Cuando la superficie de un colector se enfría por debajo de T_d , el vapor se condensa. En noches despejadas, las superficies expuestas al cielo pueden enfriarse 5-10 °C por debajo de la temperatura ambiente por radiación infrarroja hacia el espacio.

Construcción de trampas de rocío improvisadas

Las trampas de rocío explotan el enfriamiento radiativo nocturno para condensar vapor de agua atmosférico. En un escenario de emergencia se pueden construir con materiales accesibles, aunque el rendimiento será inferior al de los colectores ingenierizados de OPUR que utilizan polietileno especial con aditivos de TiO_2 y $BaSO_4$.

Condensador de lámina plástica inclinada: Extender una lámina de polietileno transparente o blanco (2×2 m mínimo) sobre un marco inclinado a 30° orientado hacia el cielo despejado (evitar la dirección de árboles o edificios que bloqueen la radiación). La cara inferior de la lámina se enfría por radiación nocturna y el rocío escurre por gravedad hacia una canaleta inferior. Rendimiento esperado: 0,1-0,5 L por noche en condiciones favorables (HR >70%, cielo despejado).

Condensador piramidal: Construir una estructura piramidal de 4 caras con varillas o cañas (base de 1,5×1,5 m, altura 1 m) cubierta con plástico transparente. Las gotas condensadas en la cara interior escurren hacia la base, donde se recogen en un recipiente central. El espacio interior se enfría más eficazmente que una lámina plana. Rendimiento: 0,2-0,6 L/noche.

Trampa de rocío con piedras: Apilar piedras medianas (10-20 cm) en un montículo cónico de 1 m de diámetro y 50 cm de altura sobre una lámina de plástico impermeabilizada. Las piedras se enfrían rápidamente por la noche (alta emisividad infrarroja) y condensan rocío en su superficie. El agua escurre entre las piedras hacia la lámina inferior y se recoge en el borde. Método ancestral utilizado en el desierto del Néguev (Israel) desde hace milenios.

Condensador de chapa metálica: Una chapa ondulada de acero galvanizado o aluminio inclinada a 30° y

pintada de blanco mate en la cara superior actúa como excelente condensador. El metal tiene alta conductividad térmica y se enfría rápidamente. Colocar una canaleta en el borde inferior. En climas costeros con humedad nocturna alta, puede producir 0,3-0,8 L/m²/noche.

Optimización del rendimiento: Para maximizar la condensación: 1) Ubicar el colector en zona elevada con exposición al cielo sin obstrucciones. 2) Pintar la superficie de blanco (refleja calor solar diurno, maximiza emisividad infrarroja nocturna). 3) Aislar la parte inferior del colector del suelo (el suelo emite calor que reduce el enfriamiento). 4) Orientar la pendiente para que el viento nocturno aporte humedad sin exceder 2 m/s. 5) Recoger el agua antes del amanecer para evitar evaporación.

Colectores de niebla: diseño y construcción

Los colectores de niebla interceptan microgotas de agua suspendidas en la niebla mediante mallas verticales. El proyecto más documentado es el de Chungungo (Chile, 1987-2002), donde 94 colectores de malla Raschel de 48 m² cada uno produjeron un promedio de 3 L/m²/día, abasteciendo a una comunidad de 330 personas. FogQuest ha replicado el sistema en Guatemala, Eritrea, Namibia, Marruecos y Nepal.

Malla captadora: La malla Raschel de polipropileno con 35% de sombra (doble capa con separación de 10 cm) es el estándar. En emergencia, se puede improvisar con malla mosquitera de nylon (doble capa), redes de pesca de monofilamento o incluso tela de arpillera. La clave es que la malla permita el paso del viento (no una superficie sólida) mientras intercepta las gotas.

Estructura de soporte: Dos postes verticales de 3-6 m de altura separados 4-12 m, con cables tensores. La malla se instala perpendicular a la dirección predominante del viento. En montaña, orientar hacia la ladera de barlovento. Los postes deben resistir vientos de 80-120 km/h; usar tensores de acero anclados con dados de hormigón o piedras enterradas.

Sistema de recolección: Una canaleta de PVC cortado longitudinalmente (o bambú partido) en la base de la malla recoge el agua que escurre. La canaleta desagua por gravedad a un depósito cerrado. Instalar un prefiltro de malla fina (1 mm) en la entrada del depósito para retener insectos y residuos vegetales.

Dimensionamiento: Un colector estándar de 1×4 m (4 m²) puede producir 12-40 L/día en zonas de niebla frecuente. Para una familia de 5 personas (75-100 L/día según estándares Esfera), se necesitan 3-8 colectores dependiendo de la frecuencia de niebla local.

Material de malla

Eficiencia de captación

Durabilidad

Disponibilidad en emergencia

Raschel 35% doble capa

30-40% del agua en la niebla

8-10 años UV-resistente

Baja (material específico)

Malla mosquitera nylon doble
15-25%
2-3 años
Alta (ferreterías, tiendas)

Red de pesca monofilamento
10-20%
3-5 años
Media (zonas costeras)

Arpillera o yute
20-30% (absorbe)
6-12 meses (se pudre)
Alta (sacos de cereales)

Calidad del agua captada y tratamiento necesario

El agua de rocío y niebla tiene características químicas y microbiológicas particulares que deben evaluarse antes del consumo. Estudios de OPUR (Beysens et al., Journal of Hydrology, 2006) y CAWST analizaron muestras de agua de rocío y niebla en múltiples localizaciones.

Agua de rocío: Generalmente de baja mineralización (similar al agua destilada), pH ligeramente ácido (5,5-6,5) por disolución de CO₂ atmosférico. Puede contener partículas de polvo, polen, esporas de hongos y contaminantes atmosféricos (SO₂, NO_x) en zonas industriales o urbanas. En zonas rurales alejadas de fuentes de contaminación, el agua de rocío suele ser potable tras filtración básica.

Agua de niebla: Composición variable según el origen de la niebla. La niebla costera contiene cloruros y sodio (salinidad baja, 50-500 mg/L, muy por debajo del umbral de 1.000 mg/L). La niebla de montaña puede contener materia orgánica y microorganismos. En zonas agrícolas puede contener trazas de pesticidas.

Contaminación biológica: Las superficies de captación acumulan bacterias, algas y biofilm. La contaminación es principalmente secundaria (del colector, no del agua). La limpieza periódica de mallas y canaletas es esencial. Se recomienda desinfección con cloro (2 gotas de lejía al 5% por litro) o SODIS.

Precaución en zonas contaminadas: No instalar colectores de rocío ni niebla cerca de carreteras con tráfico intenso (metales pesados de frenos y neumáticos), zonas industriales (metales pesados, COVs), áreas fumigadas (pesticidas) ni centrales térmicas (SO₂, partículas). El agua captada concentra los contaminantes atmosféricos. En zonas urbanas o industriales, el agua requiere análisis químico antes de considerarse potable.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.