

Modelización e impacto en la salud del polvo mineral

Gerardo García-Castrillo, AEMET
Ernest Werner, AEMET

Biometeorología: enfermedades emergentes, clima y cambio global
CIMHET 2023 | 4 - 7 Septiembre 2023



Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

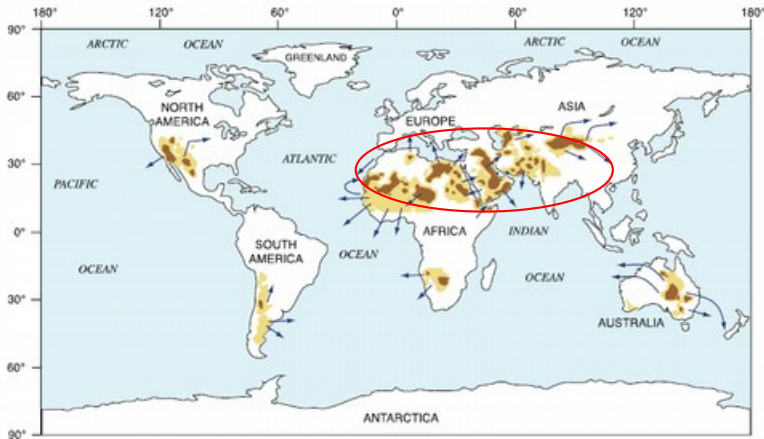
- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

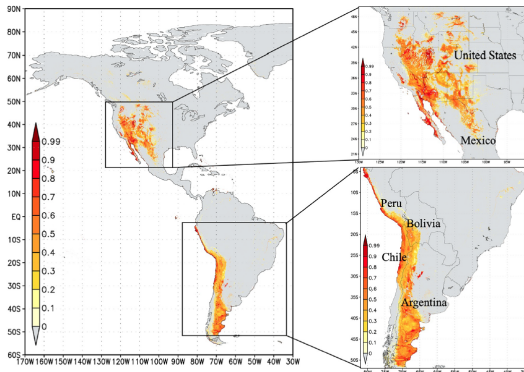
Principales fuentes de polvo mineral



Source: Muhs and others, 2014

- **Dust Belt:** Norte de África, Oriente Medio y Asia occidental
- **Otras fuentes:** América, sur de África, Australia

Fuentes de polvo en América



Sand and Dust Storm Annual Index

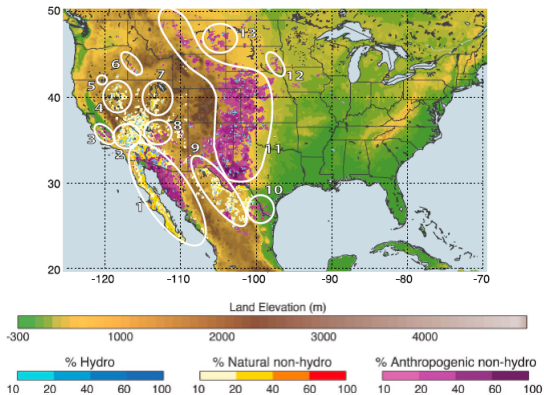
- Tipo de suelo
- Fracción vegetación (actividad humana)
- MODIS EVI (índice de vegetación)
- Humedad
- Temperatura

Link: [Health and Safety Effects of Airborne Soil Dust in the Americas and Beyond, Tong 2023](#)

Link: [Sand and Dust Storms Source Base-map \(SDS Index\)](#)

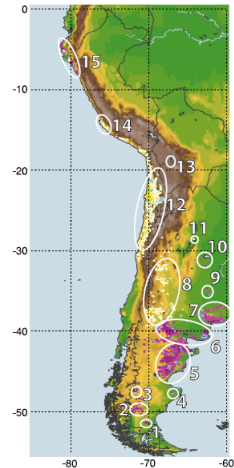
Link: [Newly identified climatically and environmentally significant high-latitude dust sources](#)

América



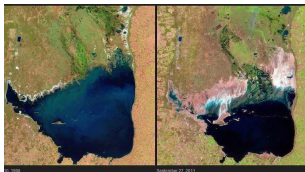
% días con M-DB2 DOD>2, DEF S. América y
MAM resto.

Source: Paul Ginoux et al, 2012

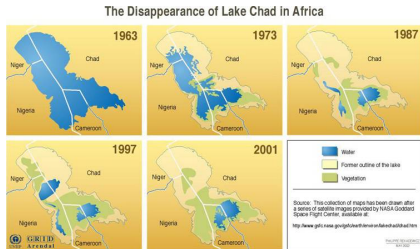


Fuentes antropogénicas

- Deseccación de lagos por sobreuso: Mar del Aral, Lake Chad,...
- Agricultura (Dust Bowl), minería, construcción, carreteras de tierra,...



Mar Chiquita, Argentina (1998-2011)

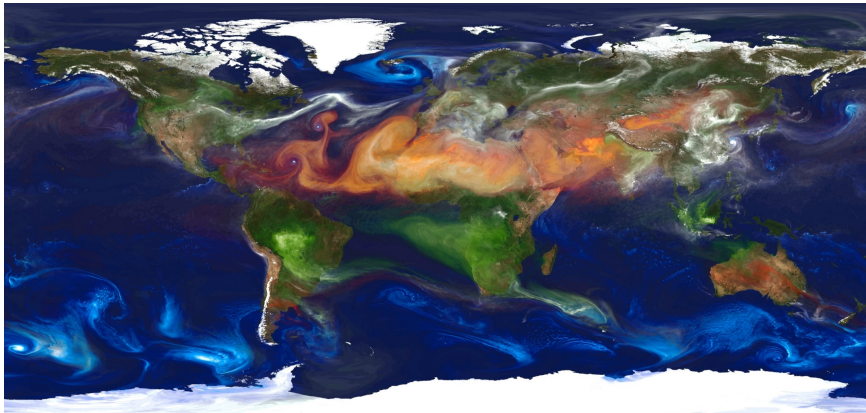


Dust Bowl 1930-1936 US



Source: Wikipedia

Distribución en la atmósfera del polvo mineral: ¿Problema global o local?



GEOS 5 : Earth System Modeling and Data Assimilation

Naranja: Polvo mineral

Azul: Sal marina

Verde: Incendios

Blanco: Sulfatos



Transporte Godzilla Dust

Suomi, Nasa 8 al 27 de junio 2020

Transporte Godzilla Dust

Resumen datos globales

Global Assessment of SDS - UNEP 2016

- Emisión global anual de polvo mineral: 1536 Tg yr⁻¹ (40 % total aerosoles)
 - ~ 3000 petroleros o 154 pirámides de Giza
 - 25 % fuentes antropogénicas (agricultura principalmente)
 - 75 % fuentes naturales
 - El norte de África → más de la mitad de las emisiones globales → fuente principal
-
- El desierto del Sahara ha aumentado un 2-4 % en un siglo (1920-2016) (Thomas & Nigam, 2019)



Source: inDust Cost Action



Source: Wikipedia

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

SDS-WAS Historia y Objetivos

- Programa SDS-WAS de la OMM (2007)
- Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System
- Mejora de la observación y el pronóstico de las tormentas de polvo y arena
- Difusión de conocimiento y productos
- Impactos en la salud, transporte, energía solar, meteorología, climatología,...
- Centros Regionales: Pekín (Asia 2008), Barcelona (NAMEE 2010), Barbados (America 2016-2017)



WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION



GAW

SDS-WAS



SDS-WAS NAMEE RC (Norte de África, Oriente Medio y Europa)

- Centro Regional del SDS-WAS para el Norte de África, Oriente Medio y Europa
- Gestionado conjuntamente por **AEMET** y el **BSC-CNS** (2010)
- Nodo para las instituciones y agencias meteorológicas de la región NAMEE
- Barcelona Dust Forecast Center (2014) → centro operacional
- **Barcelona Dust Regional Center (2022) → Nueva página web!**

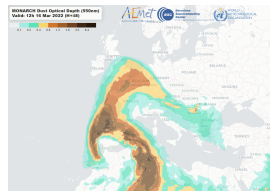
Modelo propio del centro regional: NMMB/MONARCH (<https://dust.aemet.es>)

Características

- Predicción diaria (pasada 12 UTC), hasta 72 h , cada 3 h
- Resolución: $0.1^\circ \times 0.1^\circ$
- Dominio: NA-ME-E

Parámetros

- **Concentración de polvo en superficie** [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Extinción [M/m]
- Carga total de polvo [g/m^2]
- **Espesor óptico (Dust AOD)** [–]
- Deposición seca [mg/m^2]
- Deposición húmeda [mg/m^2]



AOD (Espesor Óptico de Aerosoles, adimensional):
da idea del contenido total de aerosoles de la
atmosfera (desde SFC hasta la cima)

Operational forecast: NMMB/MONARCH

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

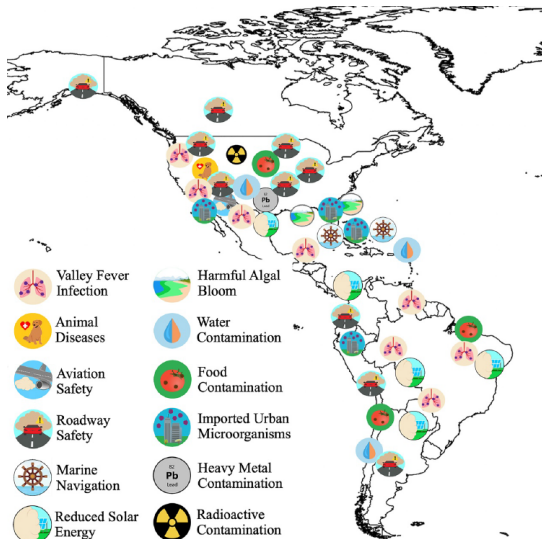
- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Efectos del Polvo en América



Link: [Health and Safety Effects of Airborne Soil Dust in the Americas and Beyond, Tong 2023](#)

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

- Impactos del polvo
- **Calidad del Aire**
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Calidad del aire PM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

País	PM10 24h	PM10 anual	PM2.5 24h	PM2.5 anual
Chile	120	50	50	20
Méjico	75	40	45	12
Argentina	150	50	65	15
Colombia	100	50	50	25
Costa Rica	150	50	-	-
Perú	150	50	50	6
Canadá	120	70	30	15
EEUU	150	-	35	15
UE	50	40	25	20
OMS	45	15	15	5

China: PM10 24horas: 40 -70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Nouakchott (Mauritania): PM10 media anual: 108 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Link: AQ Standards

Estaciones de calidad del aire



Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

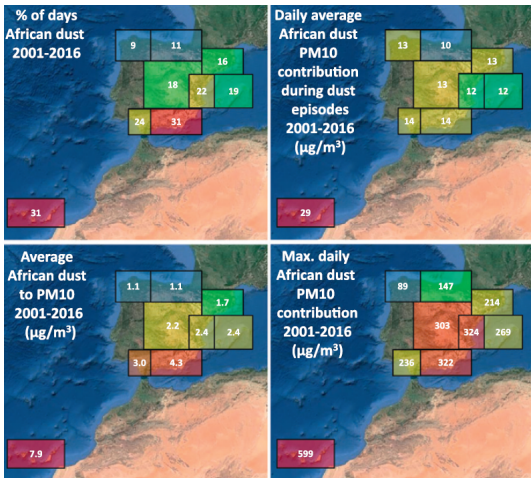
- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Intrusiones de polvo sahariano en España



Source&Link: African dust and air quality over Spain: Is it only dust that matters?

X. Querol et al., 2019

- Identificar ADO
- Contribución de polvo al PM10 → Excedencia de PM10
- 20 % disminución de la altura de la capa de mezcla
- Favorecen la formación de contaminantes secundarios
- "No es solo el polvo mineral lo que importa en términos de calidad del aire durante las intrusiones"

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

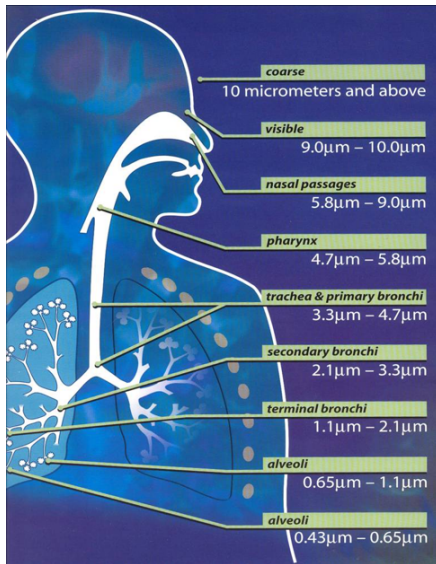
- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Impactos en la salud humana



Partículas > PM10

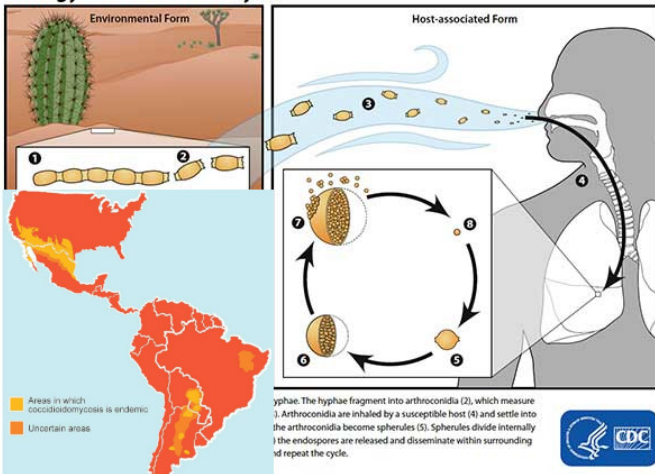
- Irritaciones cutáneas
- Conjuntivitis, infecciones oculares

Partículas respirables < PM10

- Rinitis alérgica (Hay Fever)
- Irritación y daño mucosas
- Traqueítis & Bronquitis
- Enfisemas & Neumonía
- Silicosis (Desert lung)
- **Valley Fever**
- **Meningitis → Sahel**
- Enfermedades Cardio-Vasculares

Cambio climático, tormentas de polvo y salud: Valley Fever

Biology of Coccidioidomycosis



- Alta correlación con la Pacific Decadal Oscillation (PDO)
- Más sequía → desierto
- Más polvo en suspensión → medidas deposición
- Relación entre SDS y Valley Fever

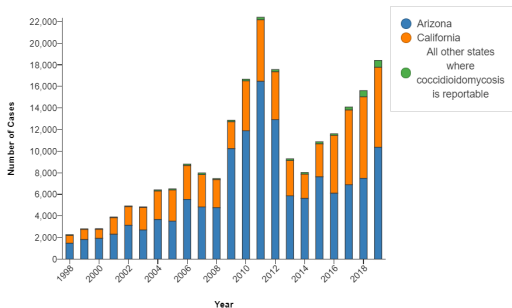
Link: Intensified dust storm activity and Valley fever infection in the southwestern United States Daniel Q. Tong et al. 2017

Link: Coccidioidomycosis — A Fungal Disease of the Americas 2005



Cambio climático, tormentas de polvo y salud: Valley Fever

Number of reported Valley fever cases



- El número de personas expuestas (viajes o traslados a las áreas endémicas)
- Factores medioambientales (temperatura, lluvia) afectan al crecimiento del hongo y a su circulación en el aire
- Cómo se detectan y reportan los casos

- Solo el 40% muestran síntomas y de estos el 8% va al hospital
- Aún no hay vacuna
- 50.000 \$ por una visita hospitalaria
- Una cuarta parte tiene que ir 10 veces o más
- 200 muertes/año (causa primaria o contribuyente en un certificado de defunción)

Link: Dust storms, valley fever and cake pans

Outline

1

Introducción

- Fuentes y distribución del polvo mineral
- WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center

2

Impactos sobre la Salud

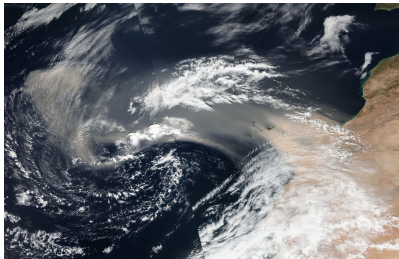
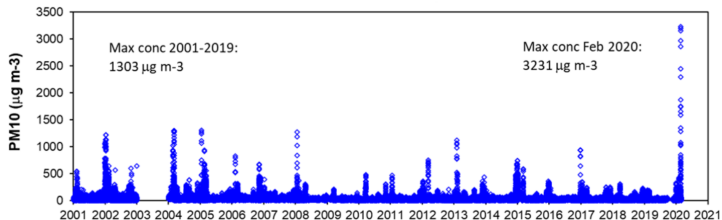
- Impactos del polvo
- Calidad del Aire
- Intrusiones de polvo sahariano en España
- Impactos en la salud humana

3

Episodios

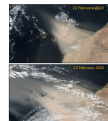
- Episodio Canarias
- Godzilla Dust

Intrusiones de polvo para Canarias



Fuente: Suomi, NASA (23 de Febrero de 2020)

Desert Dust Outbreak in the Canary Islands (February 2020): Assessment and Impacts



Joint publication of World Meteorological Agency (WMO) and World Meteorological Organization (WMO)

WMO WMO Report No. 239
WMO 2020-2



Impactos: 22 -24 Febrero 2020

Aviación

- Se vieron afectados 1.000 vuelos y 120.000 pasajeros
- Cierre del espacio aereo de todas las islas
- Pérdidas de 17.650.000 €

Energía solar

- Reducción de la producción del 96 %, al 75 % después de la intrusión de polvo.
- Esta situación continuó durante casi un mes hasta que las precipitaciones limpiaron los módulos (**Soiling**: acumulación de polvo sobre los paneles)
- Pérdidas de 1.000.000 €

Ecológico

- Irrupción sin precedentes de aves migratorias
- Invasión sin precedentes de invertebrados: *Anax ephippiger*

Impactos: 22 -24 Febrero 2020

Table 8.2.3. Descriptive statistics on non-SDDs and SDDs. first trimester 2016–2019

	Non-SDD	SDD	L/P de Gran Canaria				S/C de Tenerife					
			$>50 \mu\text{g m}^{-3}$		Mean		$>50 \mu\text{g m}^{-3}$		Mean			
			Non-SDD	SDD	Non-SDD	SDD	Non-SDD	SDD	Non-SDD	SDD		
2020	36.0	54.0	23.0	22.4	87.2	5.0	6.4	17.0	16.4	93.8	3.2	3.3
2016 a 2019	172.0	189.0	79.0	19.4	37.7	6.7	7.0	107.0	12.0	35.7	5.2	4.7

$^1\mu\text{g m}^{-3}$

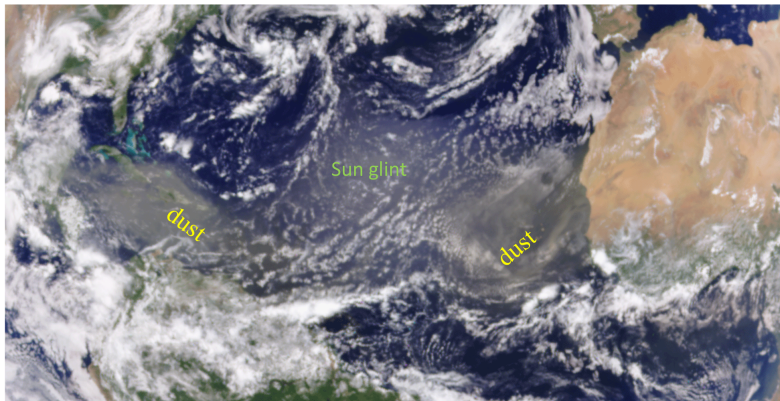
Salud (Conclusiones)

- Se emitieron avisos
- Se evitó que parte de la población se expusiera a niveles excepcionales de PM10
- Hubo ingresos atribuibles a este episodio

Outline

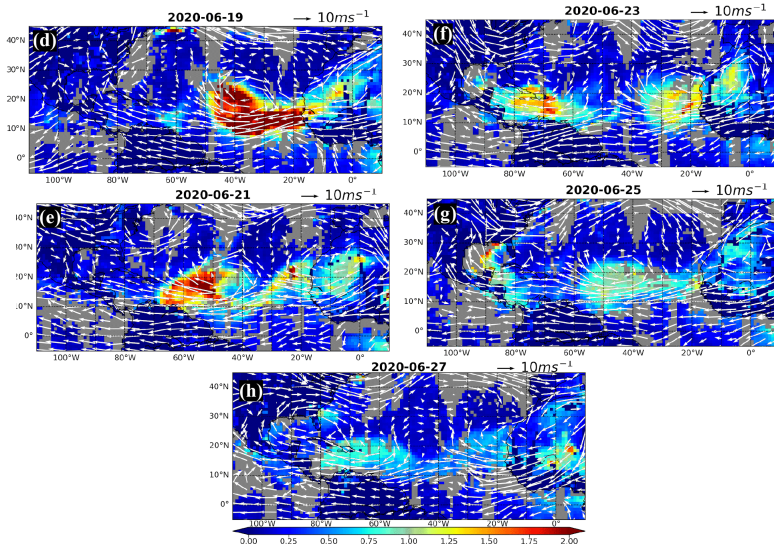
- 1 Introducción**
 - Fuentes y distribución del polvo mineral
 - WMO SDS-WAS: Barcelona Dust Regional Center
- 2 Impactos sobre la Salud**
 - Impactos del polvo
 - Calidad del Aire
 - Intrusiones de polvo sahariano en España
 - Impactos en la salud humana
- 3 Episodios**
 - Episodio Canarias
 - Godzilla Dust

Transporte

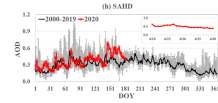
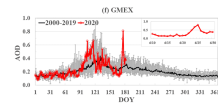
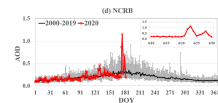
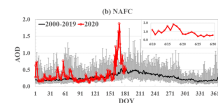
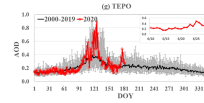
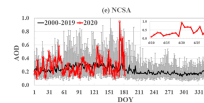
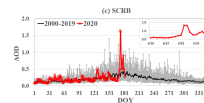
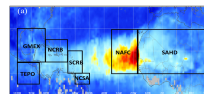
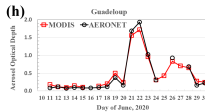
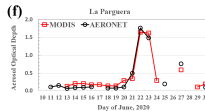
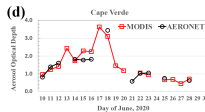
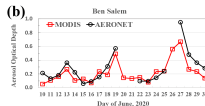
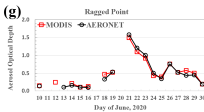
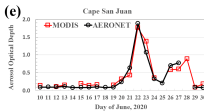
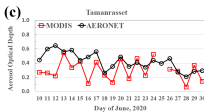
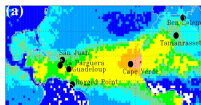


Observation and modeling of the historic "Godzilla" African dust intrusion into the Caribbean Basin and the southern US in June 2020

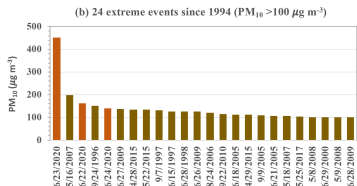
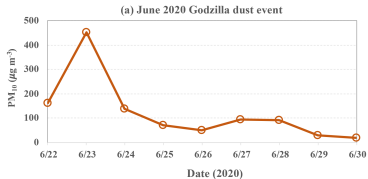
Datos Satélite



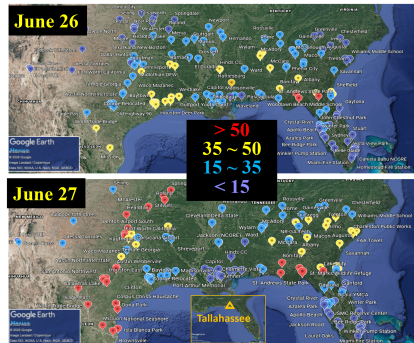
Series Temporales



Calidad del Aire



Catano (Puerto Rico)

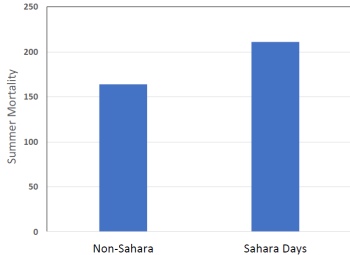


Concentraciones de PM_{2.5}

Puerto Rico

Encuesta Verano 2020

- 1500 participantes, 82 % mujeres y un 65 % con antecedentes de afecciones crónicas.
- Casi el 90 % indicó que el polvo del Sahara afectó a su salud.
- El asma fue la condición más registrada (55 %).
- Solo el 12 % informó de una visita al médico.
- Las personas con comorbilidades tienen un 14,37 % más de probabilidades de necesitar servicios médicos.
- 57 % informó que el polvo siempre o con frecuencia afectaba a su salud; tos, ojos rojos, dificultad para respirar...



Dust Warning System in Puerto Rico

WMO Airborne Dust Bulletin

WMO AIRBORNE DUST BULLETIN
No. 5 | July 2021

WMO Sand and Dust Storm – Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS)

The WMO Global Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS) is intended to provide continuous and improved SDS operational forecasts as well as to facilitate international coordinated SDS research in the earth-system science domain, fostering the seamless forecast of SDSs, air quality and chemical research. It is also expected to sustainably realize the value of SDS scientific research in the chain of research, operational forecasts and services (WMO, 2020).

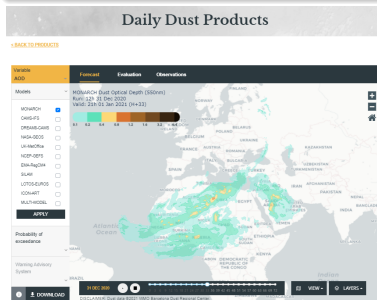
SDS-WAS is the only initiative in the world that has been providing the longest-running SDS research and operational forecasts. After fifteen years of successful development, SDS-WAS looks at new scientific and operational challenges in the next five years (2021-2026) to support disaster prevention, mitigation and adaptation choices in a constantly changing world. The new challenges will be reflected in the initiative implementation plan that is being finalized this month.

As this is the annual issue of the WMO Airborne Dust Bulletin, an analysis of the global distribution of mineral aerosols in 2020, as well as some major SDS events, are provided. The final sections reflect on advances in research and operational forecasting of SDS-WAS.

Generally, the spatial distribution of the global surface concentration of mineral dust in 2020 was similar to that present in 2019 (Zhang et al., 2020), although some slight differences were found. The estimated peak annual mean dust surface concentration (~800-1200 µg/m³) in 2020 was found in some areas of Chad in north-central Africa. Enhanced dust concentrations were also observed in some regions in the Arabian Peninsula, Central Asia, the Iranian

Figure 1 Annual mean surface concentration of mineral dust in 2020

- Boletín anual sobre polvo atmosférico de la OMM
- Nueva página web del Barcelona Dust Regional Center
- <https://dust.aemet.es/>



¡Gracias por vuestra atención!