



EXPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: CIENCIA, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN

MEDIDAS AMBIENTALES DE MITIGACIÓN PARA LAS TORMENTAS DE ARENA EN DUBÁI

Alumnos: Amira Arce, Pamela Gálvez, Alyssa Gonzales, Fernanda Polo, Camila Montoya, Astril Pazce.

Profesor: Lazo Lázaro, Guillermo

Curso: Geología || **Sección:** 303 || **Semestre:** 2024-1

UNIVERSIDAD DE LIMA

1. Planteamiento del problema

Las tormentas de arena son un fenómeno meteorológico presente en zonas áridas que ocasiona efectos perjudiciales en el ambiente, población o economía de un país. Dubái, al encontrarse en una zona principalmente desértica, es afectado constantemente por dicho fenómeno. Por ello, se decidió evaluar la factibilidad de implementación de soluciones que mitiguen las consecuencias de las tormentas de arena.

2. Objetivos

El objetivo general es evaluar la viabilidad de la aplicación de técnicas ambientales como medida de mitigación para las tormentas de arena.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Detallar la composición de los suelos, acción de los vientos y movimientos de masa presente.
- Analizar características y su relación con el desarrollo de las tormentas de arena que se producen en Dubái.

3. Metodología

La presente investigación se desarrolla con una metodología descriptiva de carácter cualitativo, ya que se recopilaron fuentes de información como artículos científicos no numéricos, para la extracción y análisis de datos como lo son los estudios en suelo, ubicación estratégica, los movimientos de masas, factores climáticos como la frecuencia de las tormentas de arena, entre otros.

4. Marco teórico

4.1. Composición del suelo



Figura 1. Desierto de Rub' al-Khali | La Guía de Geografía, (s. f.)

Dubái presenta 4 zonas divisorias, estas son las zonas costeras, montañosas, llanuras aluviales y desiertos. Sin embargo, el principal desencadenante de las tormentas son los desiertos, entre ellos, Rub al Khali. Este cuenta con arenas finas, granos entre 0.125 y 0.25 mm., como componente principal, al igual

que limos y arcillas en menor medida. Además, estos contienen un 90% de cuarzo y un 10% de feldespatos y minerales como el circón. La textura de dichas arenas suele ser uniforme y de forma redondeada debido a la acción de los vientos, lo cual hace transportables a las partículas. El suelo goza de sales como el yeso o halita, común en ambientes áridos lo que conlleva a la escasez de vegetación en la zona.

4.2. Teoría de los vientos

El principal viento desencadenante de las tormentas de arena es el Shamal. Por otro lado, los vientos con mayor velocidad soplan durante primavera y verano. Estas se producen con mayor frecuencia en verano. Por ende, existe una relación directa entre la velocidad del viento y las tormentas de arena.

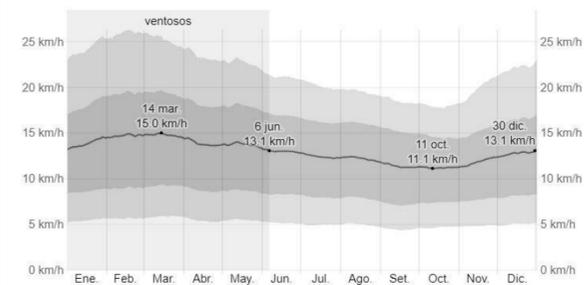


Figura 2: Velocidad de Viento de Dubai durante el 2023 al 2024. *Weather Spark*.

4.3. Movimiento de masas

Los tipos de movimiento de masa encontrados causados por tormentas de arena son categorizadas como un tipo de erosión eólica y transporte de sedimentos. Los cuales se centran en el levantamiento y desplazamiento de partículas de arena.

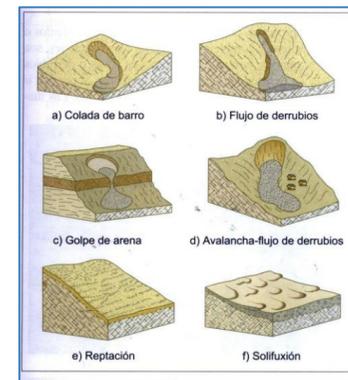


Figura 3. Geomorfología. Movimientos de Masa

6. Análisis del evento

Rub al Khali, desierto causante de las tormentas de arena que llegan a Dubái, cuenta con suelos compuestos por arenas finas, presencia de cuarzo y alta concentración de salinidad. La falta de lluvias y la escasa vegetación ocasiona que el suelo se torne susceptible ante una corriente de viento.

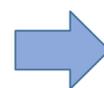


Figura 4. Desierto de Rub al-Jali, ubicación geográfica. [Wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Desierto_de_Rub_al-Khali)

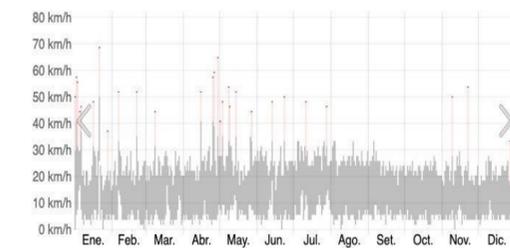


Figura 5. Velocidad de Viento de Dubai en 2022. *Weather Spark*.

El viento desencadenante de dicho evento meteorológico fue el Shamal, en cuanto a la velocidad el pico máximo que alcanzaron las ventistas fue de 40 kilómetros por hora.

El movimiento de masas también tiene un papel en cuanto a las tormentas de arena, la saltación en la que las partículas de arena, que rondan entre los 0.125 y 0.25 mm., son levantadas por los fuertes vientos del Shamal. Asimismo, se desarrolla la reptación y el movimiento de suspensión. Cabe resaltar que dichas partículas son transportadas a largas distancias y tienen una duración de muchos días.



Figura 6. Las tormentas de arena en Dubái. *Meteorología en Red*

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad de diversas medidas de mitigación ambiental aplicadas frente a las tormentas de arena en Dubái. Para ello, se realiza una descripción detallada de las características geológicas de la región y un análisis integral de las condiciones locales. La investigación se fundamenta en un enfoque científico, respaldado por estudios previos y estrategias basadas en medidas de ingeniería ambiental.

5. Descripción del evento



Figura 4. Burj Khalifa cubierto por la tormenta de arena

El 18 de mayo del 2022, una gran tormenta de arena cubrió el rascacielos más grande del mundo ubicado en Dubai, el Burj Khalifa, de 828 metros. Los vientos, alcanzaron velocidades de 40 km/h, y produjeron el levantamiento de polvo, redujo la visibilidad en un radio de 2,000 metros. La concentración promedio de PM10 fue de 784.7 (µg/m3), que representa la calidad del aire peligroso.

7. Medidas de mitigación

Aplicación de partículas de nanoarcilla en estado líquido como estabilizador para el suelo arenoso de Dubái. La empresa Desert Control creó la nanoarcilla líquida, con una cantidad precisa de arcilla para aplicarla mediante la irrigación evitando remover o excavar el suelo. Esta cambia las propiedades mecánicas del suelo, tales como: aumenta su resistencia de corte, su contenido de humedad y su resistencia eólica. Además, permite que el suelo arenoso se vuelva fértil, y crezca la vegetación, funcionando también como un estabilizador natural. Por ende el suelo se vuelve más compacto y cohesivo, disminuyendo la susceptibilidad del suelo a ser levantado por fuertes vientos como el Shamal, mitigando en gran medida las tormentas de arena.

8. Conclusiones

En resumen, el análisis de las características y su relación con el desarrollo de las tormentas de arena en Dubai ha permitido identificar factores clave que contribuyen a estos eventos meteorológicos extremos. Las condiciones climáticas, la baja humedad y las últimas temperaturas, son determinantes en la formación de las tormentas de arena. Esta investigación menciona la importancia de una comprensión integral para diseñar estrategias de mitigación y adaptación que protejan la salud pública, la infraestructura y el medio ambiente en Dubai.

9. Bibliografía

Farshadi, A., Mehrnahad, H., & Abdoli, M. (2023). Effects of glass fibers and nanoclay on the strength parameters of aeolian sand: an experimental study. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 82(7), 278.

Basha, G., Ratnam, M. V., Kumar, K. N., Ouarda, T., Kishore, P., & Velicogna, I. (2019). Long-term variation of dust episodes over the United Arab Emirates. *Journal Of Atmospheric And Solar-terrestrial Physics*, 187, 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2019.03.006>

Middleton, N. (1986). Dust storms in the Middle East. *Journal Of Arid Environments*, 10(2), 83-96. [https://doi.org/10.1016/s0140-1963\(18\)31249-7](https://doi.org/10.1016/s0140-1963(18)31249-7)

Moufti, A. M. (2013). Mineralogy, geochemistry and possible provenance of desert sand dunes from western Rub' al Khali area, southeastern Saudi Arabia. *International Journal Of Basic And Applied Sciences*, 2(4). <https://doi.org/10.14419/ijbas.v2i4.1292>