

El paisaje oculto del Desierto del Sahara y el cambio climático. 2500 AC

Roque García Ruiz

roquegarcia1@gmail.com

Escuela de Civil, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela

Resumen

Las observaciones de las imágenes de Google Earth en un área al sur de Egipto, muestran en la superficie actual cubierta por arenas, una radiografía que evidencia patrones de drenaje en el subsuelo, resultado de un relieve montañoso cortado por un drenaje irregular, cuyo paisaje debió estar constituido por bosques y abundancia de agua. Durante el desarrollo de la civilización de Egipto, en el periodo del Antiguo Imperio Egipcio cuando se construyeron las altas pirámides en la meseta de Guiza, el clima debió ser muy distinto a la agreste condición actual desierta. A lo anterior se suma el relieve evidenciado por debajo de la cubierta que corresponde a un paisaje húmedo cubierto por vegetación de bosque en el presente, hoy en día se realizan excavaciones arqueológicas que se encuentran cubiertas por sedimentos con características distintas al manto arenoso. Los espesores de los sedimentos pueden estar relacionados a lluvias torrenciales donde altos caudales debieron estar asociados a un gran aporte de materiales procedentes de la inestabilidad de las laderas ocasionada por efectos de saturación.

Así mismo el relieve irregular en el borde este de la meseta de Guiza hacia el río Nilo, puede estar relacionado con una serie de cauces de quebradas que erosionaron la meseta, producto de obstrucciones en drenajes aguas arriba, con desborde por la meseta, desembocando al río Nilo.

El conocimiento de la desaparición de áreas pobladas, en áreas ocultas en el subsuelo y que hoy son de gran interés para las excavaciones arqueológicas, están relacionadas con eventos climáticos, que actuaron en el pasado y lo siguen haciendo en el presente. La intensidad y periodicidad en los eventos que controlaron los cambios climáticos, están a la vista en las excavaciones arqueológicas. El calor, lluvia o frío, constituyen eventos que suceden en forma periódica cada 100, 500 o 1000 años, cuya investigación permitirá analizar el problema del actual cambio climático.

Palabras clave:

Paisajes ocultos, desiertos, deslaves, lluvias torrenciales, excavaciones arqueológicas

The hidden landscape of the Sahara Desert and climate change. 2500 BC

Abstract

By observation of Google Earth images in an area in southern Egypt, they show that today the surface is covered by sand. An X-ray picture, shows evidence of a drainage pattern in the subsoil that result from a mountainous relief, cut by irregular drainage that should have been formed by woodlands and abundant water. During Egyptian civilization development, in the ancient period, when the high pyramids were built on the Giza plateau, where climate should have been very different from today's wild desert condition. The relief evidence under the sandy covering, corresponds to a humid landscape covered by forest vegetation nowadays archaeological excavations are carried out that are covered by sediments with different characteristics to the sandy mantle. The thickness of sediment layers can be associated to torrential rainfall, where high water discharges should have been associated to a large sediment load of materials product of the slope instability, due to soil saturation.

In the same order of ideas, the irregular relief the east of the Giza plateau edge toward the River Nile, can be related to a series of streams that eroded the plateau, product of obstructions in the main stream and overflow on the plateau, before reaching the river Nile.

The knowledge of the disappearing of populated areas, partially hidden in the subsoil, and that are today of great interest in the archeological excavations, are related to climatic events that acted in the past and continue acting in the present. The intensity and periodicity of the events that control a climatic change, can be seen in the archeological excavations. Heat, rain or cold constitute events of 1000, 500 and 1000 years of return period, which investigation will allow to analyze the problem of today climatic change.

Keywords:

Hidden landscapes, deserts, landslides, torrential rains, archaeological excavations.

I. INTRODUCCION

Debajo de la superficie suave que conforman las arenas del amplio desierto de Sahara, existe un relieve constituido por montañas cortadas por un drenaje irregular, donde en el pasado existieron cauces de drenajes importantes, con numerosas quebradas hacia las laderas, que constituyeron fuentes importantes de agua.

Durante el desarrollo del Antiguo Imperio Egipcio, que se ubica entre 2000 y 3000 años AC, se construyeron las famosas pirámides en los campos de Guiza, Abusir, Saqqara y Dahshur, que han perdurado hasta nuestros días, siendo un atractivo turístico a nivel mundial y consideradas como una de las sietes maravillas del mundo.

La construcción de estos imponentes monumentos, debieron contar con condiciones climáticas muy distintas a las agrestes temperaturas actuales en el amplio campo desértico cubierto por arenas. De la reciente investigación realizada por García R., en comunicación personal [1], sobre la meseta de Guiza, se observó mediante el análisis de imagen de Google Earth que en la amplia área del desierto de relieve suave se refleja en su superficie ramificaciones de tonalidades claras que asemejan patrones de drenaje, así como cauces importantes, que deben ser la radiografía del relieve montañoso en el subsuelo, controlado en el pasado por importantes cauces de agua, hoy cubierto por extensos espesores de arena. En dicha investigación se indica que la desertización debió afectar la meseta de Guiza a partir del llamado Imperio Medio, acentuando el proceso entre 2000 a 1600 AC, avanzando en forma progresiva hacia aguas arriba, afectando el valle de los reyes durante el nacimiento de Cristo. En el presente artículo se describen mediante observaciones en las imágenes de Google Earth, el relieve oculto del actual paisaje desértico cubierto por arenas, seleccionando tres (3) zonas al sur de El Cairo, capital de Egipto. En la Figura 1, se muestran las tres zonas, dos (2) se encuentran hacia el oeste del valle del río Nilo y una tercera al este. Las zonas se designan por su ubicación geográfica como Saqqara, Este y Oeste, localizadas las dos primeras en la meseta de Guiza y la tercera al oeste de las amplias poblaciones en el valle del río Nilo, Arab Al Ababdah y Arab Al Maazah

El área hacia el este del valle del río Nilo se encuentra cubierta en parte por arenas, de pendientes suaves y de formas cambiantes debido a la acción del viento. En el área oeste al río Nilo, se destaca en la mayor parte de la extensión un relieve montañoso, irregular, cortado por numerosos drenajes, así como cauces sinuosos de

ríos, que en la actualidad conformando un paisaje árido y sin presencia de agua.

II. LA EXTENSIÓN DE LAS ARENAS DEL DESIERTO

En la imagen de Google Earth, en la Figura 1, en el área al sur de El Cairo, se destaca el amplio valle del río Nilo, sembrado y cubierto por vegetación, de color verde oscuro, con un ancho que varía entre 10 y 20 kilómetros. Hacia ambos lados del valle del río, contrasta la amplia extensión del desierto del Sahara, destacándose un color amarillo arena, pudiendo diferenciar dos tonalidades, una más clara que ocupa toda la amplia área oeste al valle y se extiende localmente al este, seguida por una tonalidad más oscura controlada por un relieve montañoso el cual presenta una total desertificación.



Fuente 1: Área de estudio entre la capital de Egipto, El Cairo y la depresión de Fayum. **Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 2, se muestran las tres (3) zonas seleccionadas que se analizan mediante las imágenes Google Earth, donde las ubicadas al oeste del valle del río Nilo están cubiertas por arenas y la zona al este corresponde a un área montañoso cortada por abundancia de cauces secos.

No es difícil imaginar que las arenas migrantes del desierto del Sahara, han ido cubriendo con el tiempo relieves montañosos similares al existente entre el río Nilo y el mar Rojo. Dicho relieves estaban cortados por grandes ríos y patrones de drenaje irregulares que se

extendían hacia las laderas de las montañas, y que evidencia un clima distinto al actual, relacionado con lluvias, laderas completamente cubiertas por vegetación, así como periodos anuales de invierno y verano.

Los patrones de drenaje que se destacan en el área son los resultados en tiempo geológico de los procesos de erosión, bajo condiciones climáticas muy distintas a las actuales, así como paisajes de densa vegetación de abundante fauna.

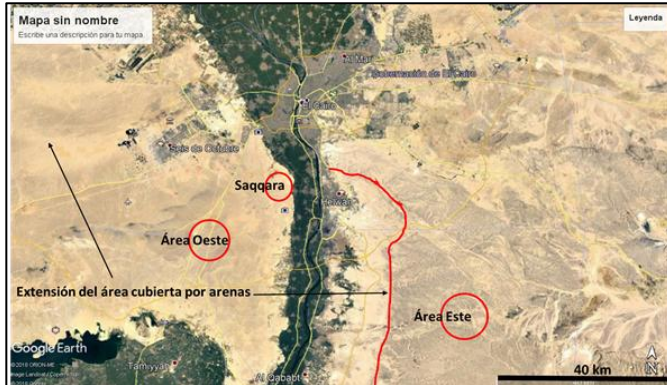


Figura 2: Imagen de Google Earth, donde se muestran las zonas seleccionadas para el análisis de imágenes. **Fuente:** Google Earth

Son numerosos los artículos relacionados con el cambio climático y el desierto del Sahara, destacándose el título de la publicación de la Unión Geofísica Americana [2], "La abrupta desertificación del Sahara comenzó con cambios en la órbita de la Tierra, acelerada por la retroalimentación atmosférica y de la vegetación". La investigación fue realizada por el Potsdam-Institut fuer Klimafolgenforschung (Instituto para la Investigación del Impacto Climático de Potsdam, Alemania) encabezada por Martin Claussen. La transición al clima árido de hoy no fue gradual, sino que se produjo en dos episodios específicos, el primero que fue menos severo, ocurrió entre 6.700 y 5.500 del presente y el segundo, de menor tiempo, duró de 4,000 a 3,600 años atrás, correspondiente a 2.000 a 1.600 AC. Las temperaturas de verano aumentaron bruscamente y la precipitación disminuyó, según la datación por carbono-14, devastando las civilizaciones antiguas y su sistema socio económico. [2]

Otras investigaciones más amplias de la evolución del desierto del Sahara, han sido realizadas por el geólogo Stefan Kröpelin [3], investigador del clima en la Universidad de Cologne, Alemania, que se especializó en estudiar el desierto del Sahara oriental y su historia climática. El profesor Kröpelin ampliamente

reconocido a nivel mundial con numerosos artículos, expediciones y programas de TV, indica mediante la investigación de muestras de sedimentos en el Lago Yoa, que el Sahara cambió repentinamente de un clima húmedo al seco hace 5.000 años, y sugiere que la transición tomó más tiempo, unos 3.000 años, del 5,600 al 2,700 AC. Analizando las fechas anteriores y la ubicación del lago Yoa, localizado a unos 1600 kilómetros al suroeste de Egipto, posiblemente las edades correspondieron al avance de la desertificación del desierto, cuyo tiempo para alcanzar la zona de las mesetas de Guiza empezó una vez construidas las pirámides hace unos 2500 años AC.

III. IMAGEN DEL DRENAJE INTERNO DE LA ZONA DE SAQQARA

La zona de Saqqara se localiza en el área de las pirámides escalonadas, a unos 30 kilómetros al sur de las pirámides de Guiza, estando cubierta por las arenas del desierto. La imagen Google Earth, mediante observaciones a unos 2.500 metros de altura, se destacan alineamientos de tonalidades claras, que conforman un sistema de drenaje irregular, ramificado con alta densidad de pequeños cauces laterales. Los numerosos drenajes laterales de corta longitud confluyen hacia una serie de cauces secundarios, los cuales desembocan en una ancha banda, que se asemeja a una franja de arena de unos 350 metros de ancho, la cual drenaba hacia el río Nilo, Figura 3.

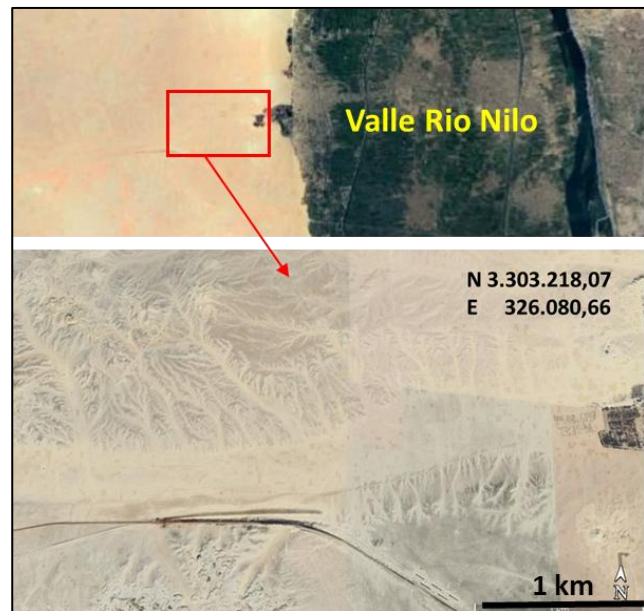


Figura 3: Imagen de Google Earth, hacia el sector sur y oeste de las pirámides de Saqqara, a una altura de 2500 metros. **Fuente:** Google Earth

Las tonalidades más clara de las ramificaciones pueden deberse a la ausencia de suelos residuales y roca descompuesta, debido a los efectos de erosión brusca en las laderas, eliminando la cobertura vegetal y ampliando la longitud de los cauces. El fenómeno de erosión se puede relacionar a los aspectos de las laderas después del llamado desastre del Deslave de Vargas 1999, en Venezuela. La Figura 4, corresponde a una fotografía de la ladera que limita la llamada quebrada Tacagua a la altura del 2do viaducto de la autopista Caracas – La Guaira, donde se destacan los numerosos surcos de drenaje hacia el cauce de quebradas de gran pendiente.

De la imagen de Google Earth, las bandas alargadas de la Figura 3, puede deber su contraste debido a que sobre los cauces sin desarrollo del perfil de meteorización, la roca se encuentra cubierta por arenas, cuyas condiciones de alta permeabilidad en comparación a la roca infrayacente, permite la concentración de humedad en las arenas. Las altas temperaturas sobre la superficie del terreno, puede ser el resultado de la imagen que se observa en Google Earth, pudiendo ser similar a una radiografía del terreno, mediante un contraste de humedad.



Figura 4: Vista de los numerosos surcos de drenaje en la ladera, hacia cauce secundario de gran pendiente. Efectos del Deslave de Vargas 1999, Venezuela

IV. IMAGEN EN LA SUPERFICIE DE ARENA EN LA ZONA OESTE

El paisaje al oeste del valle del río Nilo, se encuentra cubierto por las arenas que cubren el amplio desierto del Sahara, cuya conformación superficial cambia al paso del viento. En la imagen de Google Earth, Figura

nº 5, en la superficie de relieve suave de la cubierta de arena, se destaca una serie de líneas u bandas delgadas de colores claros, que reflejan el relieve del subsuelo representado por un patrón de drenaje. La imagen que representa el patrón de drenaje no se observa en la conformación del relieve, constituye un dibujo en su superficie a base de bandas con tonalidades claras, que deben ser una especie de radiografía del terreno rocoso infrayacente. El sector está cruzado en dirección Norte-sur, por las carreteras del Cairo- Fayum y Giza- Luxor. Los cauces principales presentan una forma muy suave y sinuosa, destacándose numerosos cauces secundarios que evidencian el acentuado proceso de erosión en el pasado, donde las divisorias entre cuencas secundarias son estrechas y fueron sometidas a procesos de erosión vertical.



Figura 5: Carreteras desde El Cairo, a El Fayum y Luxor, con vista a 5000 metros de altura. **Fuente:** Google Earth

El patrón de drenaje se observa muy denso, pudiendo ser el resultado de un fuerte proceso erosivo debido a lluvias torrenciales y continuas, cuya saturación sobre las laderas ocasionó problemas de deslaves en las laderas, similares a lo indicado en la zona de Saqqara. Los grandes aportes de sedimentos, posiblemente estén relacionados con el ancho cauce que se destaca en los drenajes principales.

V. IMAGEN EN LA ZONA ESTE AL RÍO NILO

El sector entre el valle del río Nilo y el mar Rojo corresponde a un área montañosa, donde la zona cubierta por arenas está limitada principalmente hacia el sector oeste. Las montañas presentan elevaciones que se mantienen entre cotas de 400 y 500 msnm, destacándose amplios topes de montaña en forma de meseta, cortada por un drenaje en general irregular, con cauces principales de baja pendiente, cubiertos por arenas, que reflejan un color blanco con el resplandor

del sol. Hacia algunas zonas se destacan laderas cubiertas por arenas que destacan un color más claro.

En la imagen local de Google Earth, Figura 6, con vista a 14.000 metros de altura, se destaca que el denso patrón de drenaje irregular, debe estar asociado con un fuerte proceso de erosión sobre las laderas. Los patrones de drenaje se observan similares a los descritos hacia el área este del valle del río Nilo, donde la intensidad de los procesos de erosión debieron ser de gran magnitud.

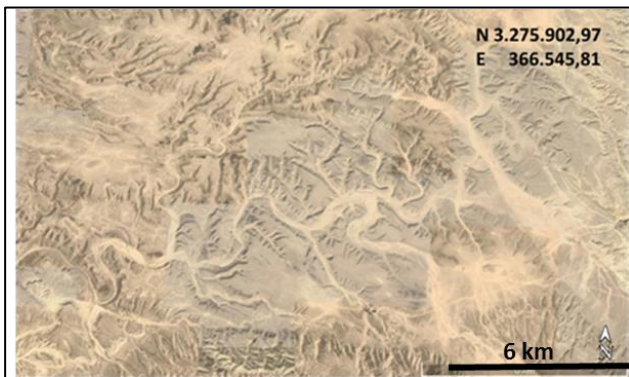


Figura 6: Imagen a unos 36 kilómetros al Este de la ciudad de Arab Al Maazah, en la orilla del río Nilo. Vista a unos 14.000 metros de altura. **Fuente:** Google Earth



Figura 7: Imagen del alto Amazonas perteneciente a Perú, sector de Tambo Tahuahua. Imagen a 19.000 metros de altura. **Fuente:** Google Earth

La sinuosidad del cauce de los ríos principales con forma de "S" sucesivas, se puede relacionar con grandes aportes de materiales procedente de las laderas, así como un control de base en su desembocadura acentuando los procesos de erosión

lateral. La forma sinuosa del cauce pareciera similar a cualquier sector selvático en la cuenca del río Amazona, tal como se muestra en la Figura 7, imagen de Google Earth, con vista a 19.000 metros de altura, teniendo como referencia la población de Tambo Tahuahua, perteneciente a Perú, cubierta por una densa vegetación. El ancho río presenta una forma sinuosa, en parte a la baja pendiente y a los aportes de sedimentos. La eliminación de la vegetación y la desertificación del paisaje, debe traer como resultado la imagen del cauce sinuoso, similar a la Figura N° 6, producto en el pasado de un clima distinto.

La migración de las arenas del desierto, avanza de este a oeste, encontrando el obstáculo del ancho valle del río Nilo en su paso, lo cual no impidió el proceso de desertización. El paso de las arenas a través del valle debió ser más lento y solamente cubrió principalmente el área más cercana a la margen del río.

VI. LA DESERTIZACIÓN DE EGIPTO

El desarrollo de Antiguo Imperio Egipto, se remonta entre 3000 a 2000 AC, [4][5] donde se construyeron imponentes monumentos como las famosas pirámides egipcias localizadas en Guiza, Abusir, Saqqara y Dahshur, ocupando una amplia meseta, conocida con el nombre de Guiza, que se extiende hasta la depresión de Fayum.

La necrópolis de Guiza, localizada al norte de la meseta, debió alcanzar su esplendor en la dinastía VI, I.E.S. Edwards [6], cuando se construyeron la pirámide de Jufu (Keops, 2570 AC), también conocida como la Gran Pirámide, la pirámide de Jafra (Kefrén, 2540 AC) y la relativamente pequeña pirámide de Menkaura (Micerino, 2510 AC). De acuerdo con el profesor Kröpelin [3], sus investigaciones en el lago de Yoa localizado a 1600 kilómetros al suroeste de El Cairo, indica que la transición a clima árido terminó 2.700 años AC.

En la presente investigación se considera que para alcanzar dichas condiciones al área de Guiza, debió transcurrir un tiempo en siglos, después de la construcción de las grandes pirámides, hace 2500 a 2000 AC. Posiblemente el clima se extendió de húmedo a seco en forma progresiva pudiendo requerir siglos para poder alcanzar la actual extensión del desierto del Sahara a ambos lados del río Nilo. Para las grandes construcciones se debió contar con condiciones ambientales que contrastan con el paisaje actual, debiendo tener otro aspecto, con amplias áreas cubiertas de vegetación, abundancia de drenaje, una amplia fauna salvaje y condiciones climáticas donde se debió combinar periodos de lluvia, calor y frío. La civilización del antiguo Egipto, se remontan a unos

5000 años del presente y el desarrollo de la era cristiana a 2000 años, donde las condiciones climáticas debieron ser muy distintas a los paisajes que se muestran en películas y en libros de textos.

Otro aspecto que llama la atención es que la mayor parte de los monumentos arqueológicos se encuentran bajo tierra, debidos a eventos climatológicos relacionados con grandes aportes de sedimentos. De la página topographic-map [7] en la Figura 8, se muestra el relieve topográfico entre las pirámides de Guiza y las de Saqqara, destacándose en la margen izquierda del río Nilo, una forma irregular de entrante y salientes, evidenciando el efecto de erosión en el pasado de cauces de quebradas hacia la desembocadura en el río. En la actualidad el área que conforma la llamada meseta de Guiza, está cubierta por arenas, de relieve suave, sin cauces de quebradas, las cuales debieron existir en el pasado, evidenciadas por el tallado del relieve en el borde de la meseta.

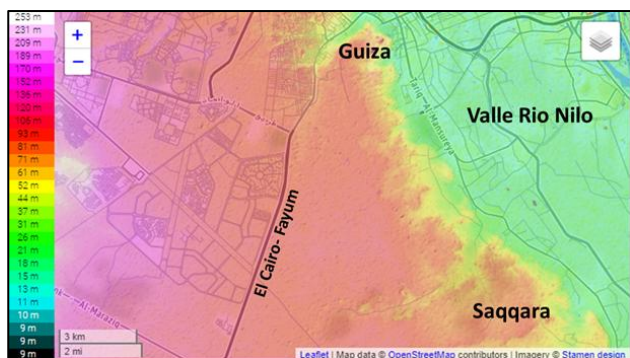


Figura 8: Mapa que muestra el relieve en la meseta de Guiza. Fuente: Tomado de [7]

La meseta está limitada al oeste por una suave depresión en el relieve, donde coincide con la vialidad de El Cairo- Fayum, la cual separa un relieve de mayor cota, tal como se observa en los colores de la Figura 8.

VII. EL PAISAJE ACTUAL Y LOS EVENTOS DE OCULTAMIENTO

El paisaje actual en Egipto, sin incluir el valle y el delta del río Nilo, está controlado por un amplio desierto, cuya mayor superficie está cubierta por arenas. De lo descrito en los capítulos anteriores se destaca lo siguiente: 1) de las imágenes Google Earth, las bandas delgadas de colores claro que se muestran en la superficie de arenas, son reflejo de un patrón de drenaje que demuestran un relieve irregular del subsuelo y 2) del relieve irregular que se evidencia en el borde de la meseta de Guiza, que limita el valle del río Nilo, son el resultado de efectos de erosión que puede

estar relacionados con por la desembocadura de numerosos cauces que cortaban la meseta, estando en la actualidad cubierto por un manto de arena.

Una hipótesis que podría explicar el drenaje que cruzaba la meseta de Guiza, se esquematiza en la Figura 9, donde la depresión suave al oeste de la meseta, debió constituir un cauce principal, que drenaba hacia el norte y limitaba la amplia extensión de la meseta. La ocurrencia de un periodo de lluvias torrenciales pudo originar la saturación de las laderas, causando problemas de estabilidad, cuyos materiales deslizados obstruyeron la desembocadura y originando el desborde a través de la meseta.

De acuerdo a lo anterior, los materiales procedentes de los deslaves debieron ocultaron numerosos monumentos, que posteriormente fueron cubiertos por las arenas del desierto. La eliminación de la cubierta vegetal por los deslaves, sumado a un cambio de clima seco y el avance del desierto, debieron obligar a ir desarrollando nuevas ciudades en el amplio valle del río Nilo.

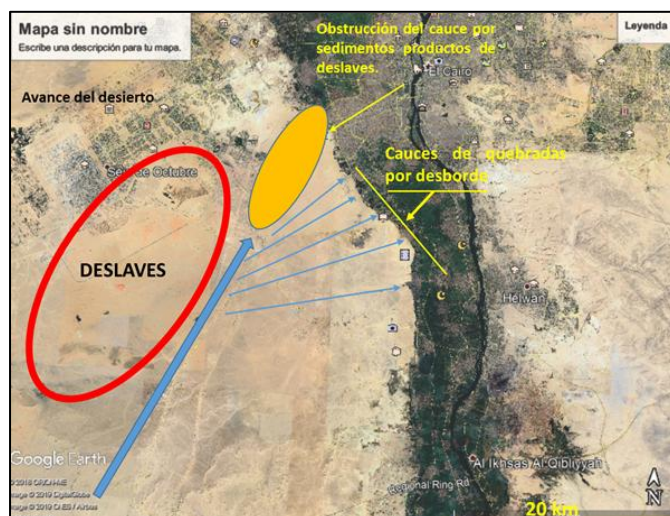


Figura 9: Esquema del proceso del drenaje que cruzó la meseta de Guiza. Fuente: Google Earth

El proceso de ocultamiento de los monumentos arqueológicos, están relacionados con problemas geológicos en la laderas debido a eventos hidrológicos excepcionales de lluvia, donde los efectos de saturación originaron problemas de estabilidad, con grandes aportes de sedimentos.

Es importante destacar que la evolución de las civilizaciones debe de estar relacionado con condiciones climáticas que favorezcan su desarrollo, así mismo su desaparición u ocultamiento en excavaciones arqueológicas deben de estar

relacionado con eventos extremos en el cambio climático.

[7] <https://topographic-map.com/>

VIII. CONCLUSIONES

La zona de Egipto constituye un área de gran interés donde las condiciones ambientales debieron favorecer su evolución, así como su extensión y desarrollo a través del tiempo se debió a adaptaciones que tienen que estar relacionadas con el cambio climático. El conocimiento de la desaparición de áreas pobladas, en partes ocultas en el subsuelo y que hoy son de gran interés en las excavaciones arqueológicas, están relacionadas con eventos climáticos, que actuaron en el pasado y siguen actuando en el presente. La intensidad y periodicidad en los eventos que controlan en cambio climático, están a la vista en las excavaciones arqueológicas, la sucesión de calor, lluvia o frío, constituyen eventos periódicos de 100, 500 o 1000 años, cuya investigación permitirá analizar el problema del actual cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Ing. José Ignacio Sanabria, por los primeros comentarios sobre el desarrollo del tema, así mismo a los profesores de la UCAB: Patricia Pereira, María Viana y Juan Carlos Martínez, por el interés y las recomendaciones durante el planteamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] R. Garcia R, (2019), documento en elaboración "El Cambio Climático y la Sociedad Durante el Desarrollo de la Civilización del Antiguo Egipto, 3000 a 2000 AC.
- [2] Ciencia diaria. ScienceDaily, 12 de julio de 1999. Unión Geofísica Americana. "La abrupta desertificación del Sahara comenzó con cambios órbita de la Tierra, acelerada por la retroalimentación atmosférica y de la vegetación".
<www.sciencedaily.com/releases/1999/07/990712080500.htm>.
- [3] Kuper, R; Kröpelin, S (2006). "Ocupación del Holoceno controlado por el clima en el Sahara: motor de la evolución de África". *Ciencia*. **313**(5788): 803–7.
https://en.wikipedia.org/wiki/Stefan_Kröpelin
- [4] B. Adams & K. Cialowicz, (1987), Protodynastic Egypt, University College London. 2000; Shire Publications.
https://es.wikipedia.org/wiki/Periodo_predinástico_de_Egipto
- [5] Regine Schulz y Matthias Seidel, (2004) Egipto, El mundo de los faraones", Editorial Könemann, impreso en Alemania, ISBN 3-8331-1106-2, páginas 25-30.
- [6] I. E. S. Edwards (1947) Las pirámides de Egipto. Edición 1993. Traducida. Crítica. Barcelona. España.