



## El cambio climático y la sociedad durante el desarrollo de la civilización del antiguo Egipto, 3000 a 2000 AC.

Roque García Ruiz

roquegarcia1@gmail.com

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

Historia del Artículo

Recibido: 29 de abril de 2019

Aceptado: 15 de julio de 2019

Disponible online: 18 de julio de 2019

**Resumen:** En el área de Guiza, Egipto, se encuentra las famosas pirámides, una de las siete maravillas de nuestro planeta Tierra, las cuales constituyen amplios temas de investigación, contrastando las grandes obras realizadas con el actual clima agreste del desierto. El origen de la civilización egipcia debió contar con un ambiente acorde con su desarrollo, alcanzando un máximo apogeo en el llamado Imperio Antiguo, 2000 a 3000 AC. Las amplias investigaciones sobre el cambio climático del desierto de Sahara, concluyen que la desertización comenzó repentinamente hace 5.000 años, y sugiere que la transición tomó más tiempo, unos 3.000 años, de 5.600 a 2.700 AC. En la actualidad, el caudal medio del río Nilo está relacionado con las condiciones desérticas en la parte media y baja de la cuenca, que en el pasado cercano, debió ser mayor. La cuenca debió estar cubierta con gran vegetación, relacionado con niveles de agua normales a mayor altura, cubriendo el amplio valle del río Nilo, facilitando el drenaje hacia el valle El Fayum y el drenaje por el canal de Los Faraones hacia el mar Rojo. Se asocia el desarrollo de la meseta de Guiza, durante el Imperio Antiguo, con un paisaje de cobertura vegetal, con fuentes de aguas, amplias labores agrícolas y pecuarias, para la alimentación de las comunidades organizadas en las construcciones de los grandes monumentos. Hacia el este de la meseta de Guiza, la amplia área del desierto, de relieve suave, refleja ramificaciones de tonalidades claras que asemejan patrones de drenaje, así como cauces importantes, que debe ser la radiografía del relieve montañoso en el subsuelo, controlado en el pasado por importantes cauces de agua, hoy cubierto por espesores importantes de arena. 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.

Existe una relación entre cambio progresivo del clima y los altos de temperatura, asociados con periodos de lluvias torrenciales y de mayor intensidad, ocasionando problemas de estabilidad en las laderas asociados a deslaves, ocultando monumentos arqueológicos de distintas edades. En el comienzo del siglo XXI existe un alto de temperatura donde los efectos de lluvias torrenciales y continuas constituyen eventos que serán más frecuentes e intensos a corto plazo.

**Palabras Clave:** Cambio climático, desertización, Imperio antiguo egipcio, deslaves.

**Abstract:** In the area of Giza, Egypt, are located the famous pyramids, one of the seven wonders of Earth, which constitute broad research topics, contrasting the enormous works made with the current wild climate of the desert. The origin of the Egyptian civilization had to have an environment consistent with its development, reaching a peak in the so-called Ancient Empire, 2000 to 3000 BC. Extensive research on climate change in the Sahara desert concludes that desertification began suddenly 5,000 years ago, and suggests that the transition took more time, some 3,000 years, from 5,600 to 2,700 BC. Currently, the average flow of the Nile River is related to the desert conditions in the middle and lower parts of the basin. This flow, in the near past, should have been higher, with a basin covered with abundant vegetation, related to higher normal water levels at higher which covered the wide valley of the Nile River, facilitating drainage to the El Fayum valley and drainage through the channel of the Pharaohs to the Red Sea. The development of the plateau of Giza, during the Old Kingdom, is associated with a landscape of vegetation coverage, with water sources, extensive agricultural and

livestock development, for the feeding of the communities organized for the constructions of the great monuments. Towards the east of the Giza plateau, the wide area of the desert, with mild relief, reflects ramifications of clear tonalities that resemble drainage patterns, as well as important channels, which must be the radiography of the mountainous relief in the subsoil, controlled in the past through important water channels, today covered by significant thickness of sand. The desertification must have affected the Giza plateau beginning in the so-called Middle Kingdom, accentuating the process in the years 2000 to 1600 BC, progressively advancing upstream, and affecting the valley of the kings during the period of Christ birth.

There is a relationship between progressive change of climate and higher temperatures, associated with periods of torrential rains of high intensity, causing problems of stability on the slopes associated to landslides, burying archaeological monuments of different ages. At the beginning of the 21st century, there is a high temperature where the effects of torrential and continuous rains constitute events that will be more frequent and intense in the short term.

**Keywords:** Climate change, desertification, Egyptian ancient empire, landslides.

## I. INTRODUCCION

Cuando observamos grandes monumentos arqueológicos de antiguas civilizaciones en climas áridos, nos preguntamos cómo pudieron surgir dichas civilizaciones en condiciones climáticas tan adversas y alcanzar una evolución cuyos monumentos han perdurados a través de los siglos.



**Figura 1:** Localización de la mesa de Guiza entre el Cairo (capital de Egipto) y el oasis de El Fayum. **Fuente:** Google Earth

El desarrollo de cualquier comunidad requiere de condiciones básicas como son el agua, bosques que proporcionen alimento y madera para las construcciones, así como terrenos aptos para los desarrollos agrícola y pecuario. La piedra como material de construcción representa una evolución en tiempo para dar mayor durabilidad a las viviendas y poder construir grandes obras como símbolo de la evolución alcanzada. En las ciudades actuales existen grandes edificaciones como iconos del desarrollo de supremacía y de poder, lo cual estará representado en el futuro como una época de bienestar social. En el presente artículo se analiza con base en las imágenes de Google Earth y de la inmensa bibliografía existente, los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos, para el desarrollo alcanzado en el llamado Antiguo Imperio Egipcio, 3000 a 2000 AC, posterior al Periodo Protodinástico [1] [2] o conocido como Dinastía 0. Así mismo se analiza la relación entre el paisaje actual desértico que se observa en la mayor parte de la cuenca del río Nilo y las condiciones ambientales y sociales que debieron existir para su gran desarrollo. El artículo aunque se basa en el área de la meseta de Guiza, con abundantes riquezas arqueológicas, localizada entre El Cairo, actual capital de Egipto y el sector de El Fayum, Véase Figura N°1, al oeste del río Nilo, abarca otros sectores que tienen relación con el cambio climático

## II. CONSIDERACIONES GENERALES

En la actualidad las sociedades conviven y desarrollan habilidades profesionales y técnicas cuya interrelación permite superación, buscando un mejor bienestar, donde se combinan en las comunidades el esfuerzo de distintos niveles sociales. En el pasado las comunidades debieron tener distintos niveles de clases sociales y elites, como agricultores, ganaderos, obreros, ingenieros, matemáticos, médicos, así como militares, políticos y gobernantes. Las grandes obras del pasado que son objeto en la actualidad de investigaciones arqueológicas y un amplio campo turístico, debieron contar con una organización social donde cada individuo contribuía con su esfuerzo a la pirámide de desarrollo, lo cual no quiere decir que debido a codicia de gobernantes los patrones de convivencia social se desviaban a represiones.

Las civilizaciones occidentales más antiguas son Egipto, Mesopotamia y posteriormente Grecia, que se desarrollaron en un entorno entre el noreste del continente Africano y el suroeste de Asia, donde también comienza a desarrollarse la era cristiana. La pregunta que nos hacemos sobre las condiciones climáticas para la época, sería la siguiente: ¿Las condiciones climáticas actuales fueron iguales en el pasado durante el desarrollo de las civilizaciones? Para poder responder la pregunta, fuera de las evidencias arqueológicas, existen principios básicos para el desarrollo de una civilización como es el agua, por lo cual las comunidades se debieron ubicar cercanas a la fuente de suministro, así mismo el alimento tendría que estar cerca, ya sea mediante los cultivos, la caza o la pesca. Las viviendas deberían comenzar su construcción con la madera proveniente de bosques cercanos y posteriormente de la explotación de la piedra.

Adicionalmente a lo antes descrito, el paisaje actual debió contrastar con el pasado, donde seguramente las condiciones ambientales debieron tener otro aspecto, con amplias áreas cubiertas de vegetación, abundancia de drenaje, una amplia fauna salvaje y condiciones climáticas donde se combinan periodos de lluvia, calor y frío. La civilización del antiguo Egipto, se remonta 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.

El cambio climático, tema actual de gran polémica, debió controlar en el pasado el desarrollo y extensión de las distintas civilizaciones, las cuales se fueron adaptando con el paso de los siglos a los eventos climáticos, abandonando los sitios originales y desarrollándose en otras ciudades con mejores condiciones ambientales.

También son importantes los eventos de lluvias intensas con grandes aportes de sedimentos asociadas a deslaves, originando modificaciones del relieve, que cubrieron áreas pobladas, que obligaron a expandirse a áreas más seguras. Posteriormente dichas áreas cubiertas por sedimentos, de relieve plano o suave, fueron nuevamente pobladas, desde las cuales se realizan en la actualidad las excavaciones arqueológicas y el descubrimiento de ciudades ocultas, R. García R y E. García R. [3].

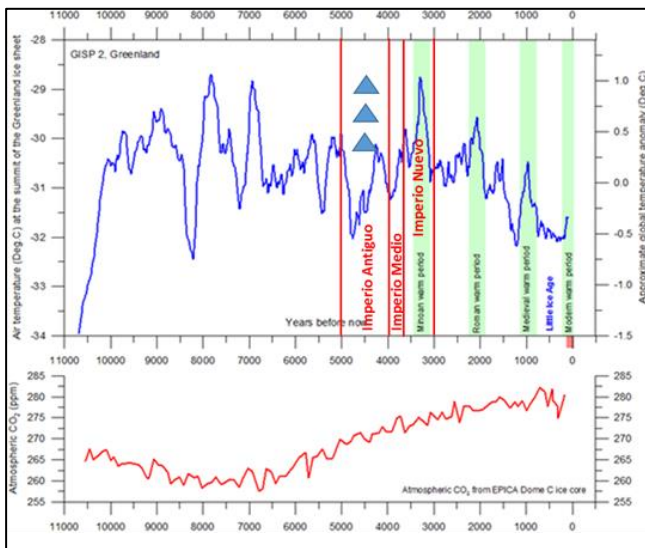
La construcción de los grandes monumentos antiguos, requirió condiciones climáticas particulares, que favoreciera el aspecto físico de la fuerza humana en el trabajo, para tener la máxima eficiencia. Igualmente los grandes monumentos debieron contar con un proyecto, que involucraban profesiones de arquitectura, ingeniería, matemática y la astrología. Así mismo toda la planificación del personal requerido, tanto técnico como obreros, áreas habitacionales, convivencia social y la generación de alimentos, fueron la base para la terminación de las grandes obras medidas en tiempo de décadas y abarcando generaciones.

### III. EL CLIMA DESDE HACE 5000 AÑOS AL PRESENTE

El actual cambio climático, de tanta polémica a nivel mundial, son eventos que afectaron igualmente en el pasado cercano el desarrollo de las civilizaciones, donde se combinaron periodos de calor y frío, así como lluvias prolongadas. Dichas lluvias originaron los deslaves, a los cuales les debemos el ocultamiento de monumentos arqueológicos. Los resultados de las investigaciones realizadas por Richard Alley [4] donde a partir de la investigación de 2 millas de núcleos de hielo extraídos de glaciales de Groenlandia analiza la variación climática de hace 10.700 años hasta nuestros días. El trabajo está basado en la desviación isotópica de oxígeno en núcleos de hielo cuyos resultados se resumen en la Figura N°2. Se destacan que las altas temperatura que coincide con el periodo medieval, romano y cretense, así mismo retrocediendo en tiempo se observan periodos de baja y alta temperatura.

En el gráfico de Alley se encuentran destacados los periodos: cálido medioeval (MCP), cálido romano (RWP), cálido minoan (MWP), donde también se ha delimitado para la presente investigación, el antiguo periodo egipcio (EAP), entre 4000 y 5000 años antes del presente. En el periodo EAP, la temperatura presenta una estabilidad media, con condiciones climáticas estables durante el desarrollo de la civilización antigua de Egipto, debiendo estar relacionada con la construcción de grandes pirámides con un clima fresco, muy distintos a las condiciones áridas que se observan en las visitas turísticas.

En el amplio panorama desértico que se observa en la actualidad, donde se desarrollaron las civilizaciones de Egipto, Mesopotamia y Grecia, así como la era cristiana, debió contar con condiciones climáticas muy distintas a las actuales, nadie puede pensar que con el actual clima existente se pueden construir monumentos como las



**Figura 2:** Reconstrucción de Temperatura de 10700 años antes del presente, según el Glaciar GISP2, en Groenlandia. Se encuentra delimitado el Imperio Egipcio. **Fuente:** Richard Alley



pirámides o tallar la esfinge. Así mismo, la presencia de monumentos construidos con rocas graníticas cuya explotación se encuentra a cientos de kilómetros, debieron existir condiciones de navegabilidad con alta tecnología en muelles para el desembarco y el transporte de los grandes bloques de roca.

#### IV. CONDICIONES AMBIENTALES HACE 5000 AÑOS

Observando la imagen de Google Earth del área de Egipto, tanto al este como al oeste del río Nilo, se destaca un gran tono amarillo-arena, abarcando el área norte del continente africano hasta el suroeste de Asia, cubierto por arenas, véase Figura 3.



**Figura 3:** Imagen donde se muestra la amplia zona del desierto de Sahara, que ocupa Norte de África y Suroeste de Asia. **Fuente:** Google Earth

El amplio desierto del Sahara, debió ser en tiempo geológico una combinación de condiciones climáticas de lluvias torrenciales con grandes aportes de sedimentos provenientes de las montañas de la parte central del continente africano. Posteriormente, el cambio a condiciones climáticas áridas asociadas al transporte de los materiales por el viento, debió ir extendiendo el área desértica. Durante el desarrollo de la civilización egipcia las condiciones climáticas debieron ser muy distintas a las actuales, donde lo que hoy son paisajes desérticos, debieron estar cubiertos por una frondosa vegetación, cruzada por quebradas y ríos de caudal permanente. La abundancia de vegetación en la cuenca del río Nilo, debió regular caudales mayores que los actuales, manteniendo niveles altos y constantes durante el año, obligando al desarrollo de cotas más altas, descendiendo las ciudades hacia el valle del río a medida que las condiciones ambientales avanzaban la desertización de las áreas.

El desarrollo de la civilización de Egipto Antiguo, ha sido asociado como Menfis con sus necrópolis y los campos de pirámides, Guiza, Abusir, Saqqara y Dahshur, ocupando una amplia meseta, conocida con el nombre de Guisa, que se eleva desde el actual nivel del río Nilo a unos 60 metros de altura. La necrópolis de Guiza, localizada al norte de la meseta, debió alcanzar su esplendor en la dinastía VI, I.E.S. Edwards [5], 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). En el área se encuentran una serie de construcciones que abarcaron pirámides de menor tamaño, así como templos funerarios, destacándose también la Gran Esfinge de Guiza. Más al sur se encuentra Saqqara, a unos 17 kilómetros de Guiza, una amplia necrópolis donde se destaca la gran pirámide escalonada.

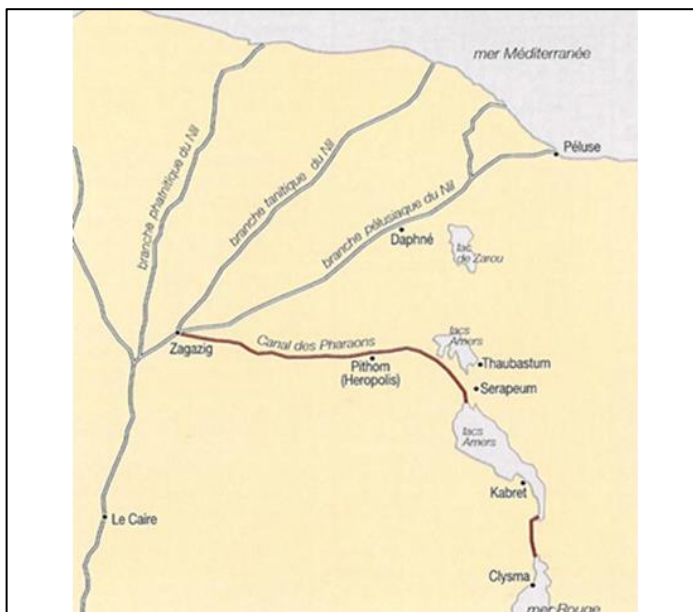
La meseta de Guisa se extiende hacia el sur, paralela al río Nilo, cuyas cotas se elevan progresivamente y descienden hacia el sector de El Fayum, a unos 130 kilómetros al sur del Cairo, área que constituye un inmenso oasis en el desierto de Egipto, con una extensión de unos 1200 km<sup>2</sup> y limitado al este por el valle del río Nilo [6].



**Figura 4:** Ubicación del canal de José, en la margen izquierda del río Nilo, que alimenta el Oasis de Fayum. **Fuente:** Google Earth

En su extremo oeste del oasis de El Fayum, a unos 30 kilómetros al este del río Nilo, se encuentra el lago Karun o Birket Qarun, de forma alargada, con un área de unos

230 km<sup>2</sup> y cotas por debajo del nivel del mar, actualmente de agua salada, pero constituyó una gran extensión de agua dulce en la antigüedad. Las obras hidráulicas para el desarrollo de El Fayum se realizaron en la Dinastía XII, J.A.Solis [7], principalmente con los faraones Sesostri II y Amenemhet III (1842-1797 AC) este último concluyó el sistema de riego, que incluyó el canal que proviene del Nilo, el Bahr Yussef "Canal de José", que discurre durante cientos de kilómetros casi paralelo al río y pasa por una depresión en la margen oeste del río Nilo, hasta el lago de Karun, véase Figura N<sup>o</sup>4. Solis menciona para la época el clima de El Fayum tipo mediterráneo. El canal fue restaurado en el siglo XIII AC, por el sultán Saladino.



**Figura 5:** Canal de los Faraones hacia el mar Rojo. **Fuente:** Wikipedia

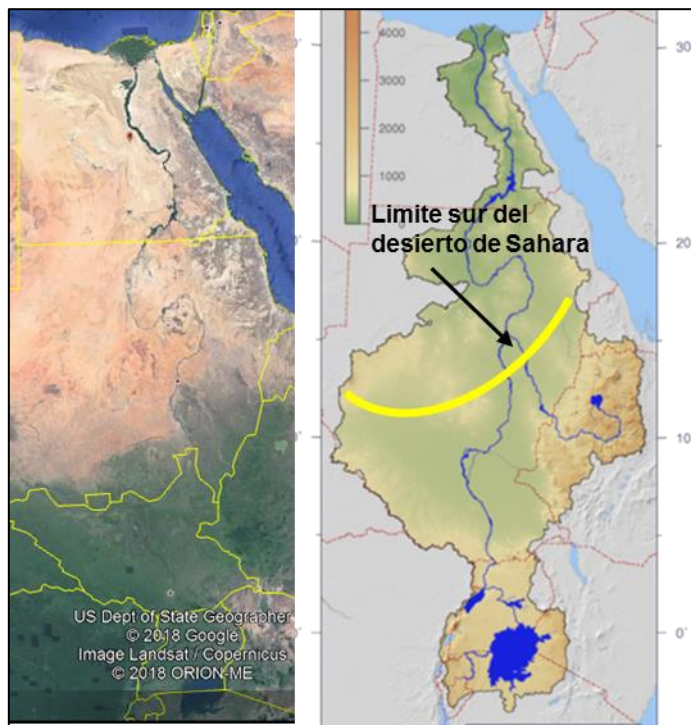
Condición similar existía al este con los lagos salados, antigua extensión del mar Rojo, donde la conexión con el río Nilo se realizaba por un ramal el cual se fue obstruyendo por el descenso del río. Topográficamente el canal existía, por el cual drenaban las aguas del río Nilo, hacia el gran lago Salado, drenando dicho desborde hacia el golfo de Suez. Véase Figura 5. Es importante destacar que el canal constituía una forma de conducir el agua dulce hacia la zona, posiblemente relacionado con amplios cultivos. El canal fue construido, de acuerdo con Solis [7] en tiempos de Sesostri I (1962-1928 AC) denominado canal de Los Faraones, forma de conectar el Mar Mediterráneo con el Mar Rojo, actualmente conectado por el canal de Suez. De acuerdo con la historia, Pierre [8], el canal presentó obstrucciones debido a proceso de sedimentación, el cual en varias ocasiones fue re-excavado, cerrado en el año 775 por el segundo califa abasí, Al-Mansur debido a razones estratégico-militares. Las obras anteriores fueron construidas cuando las condiciones climáticas

cambiaron, con modificación de la hidrología del río Nilo, posiblemente con caudales menores, que disminuyó la cota del nivel de agua normal, dejando de irrigar tanto el área de El Fayum, como los aportes hacia los lagos salados. Por lo anterior se considera que en el Antiguo Egipto, el nivel de agua normal del río Nilo debió estar a mayor altura que el nivel actual, con mayor caudal medio, de acuerdo con las condiciones ambientales de la cuenca.

#### V. CAUDAL MEDIO POR KM<sup>2</sup> DE CUENCA.

El caudal medio de una cuenca depende de su condición ambiental, relacionada con su posición geográfica en el planeta. Las cuencas en las zonas tropicales con dos estaciones climáticas deben tener mayor rendimiento de agua que las cuencas en las zonas subtropicales, con cuatro estaciones. Las condiciones climáticas y de lluvias en una cuenca están relacionadas con el caudal medio y el área de la cuenca, lo cual depende de las condiciones ambientales, obteniendo el área requerida en km<sup>2</sup> para un (1) m<sup>3</sup> de caudal medio. La regulación del caudal medio depende de la cubierta vegetal, obteniendo mayor caudal medio con la cuenca totalmente cubierta por vegetación.

En la actualidad la parte media a baja de la cuenca del río Nilo, se caracteriza por un paisaje desértico que contrasta con la parte media a alta de la cuenca con abundante vegetación.



**Figura 6:** Condiciones de vegetación de la cuenca del río Nilo. **Fuente:** Google Earth



De la información existente de los ríos Nilo y Amazonas, con respecto a la cuenca y caudal medio, [9] [10], se destaca que el río Nilo posee la mitad de la cuenca del río Amazonas, con un caudal medio 100 veces menor.

La relación entre el área de las cuencas y el caudal medio se muestra en la Tabla I:

Tabla I

	Área cuenca Km2	Longitud km	Caudal Medio m <sup>3</sup> /s	Relación Qm / A m <sup>3</sup> /área (km <sup>2</sup> )
Río El Nilo	3.254.555	6853	2830	1/1.150
Río Amazona	7.050.000	7062	225.000	1/31

En la actualidad el río Amazonas situado en la zona tropical proporciona 1 m<sup>3</sup> por cada 31 km<sup>2</sup>, destacándose que el río Nilo ubicado en la zona subtropical para 1 m<sup>3</sup> se requiere de 1.150 km<sup>2</sup>.

En la actualidad la cuenca media a baja del río Nilo, presenta condiciones desérticas. Si consideramos que dichas áreas para la época del desarrollo del Antiguo Egipto, estaban cubiertas por vegetación, tendrían mayor precipitación y la relación entre el caudal medio y el área de la cuenca, disminuye. Lo anterior aumentaría en forma asintótica el volumen de agua, inundando el amplio valle aluvial del río, la cual estaría sumergida hace 5000 años la mayor parte de lo que en la actualidad ocupa la ciudad del Cairo.

La gran cantidad de monumentos arqueológicos en la meseta de Guiza, desde El Cairo hasta unos 130 kilómetros al sur, donde se encuentra el oasis de El Fayum, debieron contar con un paisaje muy distinto al actual, comenzando por un clima de menor agresividad, así como condiciones de habitabilidad que permitiera en lo social y técnico el gran desarrollo del antiguo Egipto.

#### VI. EL PAISAJE DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PIRÁMIDES

Construir grandes obras como las pirámides en la amplia meseta de Guiza, limitada por el este con el ancho valle aluvial del río Nilo, desde aproximadamente El Cairo, capital actual de Egipto hasta el oasis de El Fayum, requirió condiciones ambientales muy distintas a las actuales. El paisaje debió estar limitado hacia el oeste de la meseta de Guiza por áreas boscosas de mayor cota, cortada por un patrón de drenaje con agua permanente. Dichas áreas boscosas debieron estar delimitadas hacia el occidente por el avance del desierto del Sahara, el cual se extendía desde la costa oeste del continente africano.

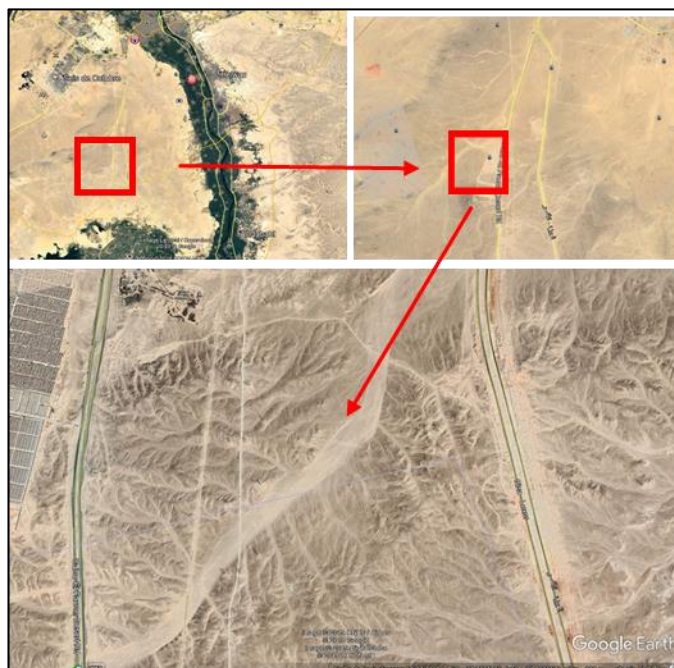


Figura 7: Detalle en la lámina inferior de un patrón de drenaje que se convierte en láminas superiores a mayor escala, en una superficie uniforme arenosa. Fuente: Google Earth

En la Figura 2, Alley [4], se observa que la temperatura se encuentra estabilizada en el período entre 4500 a 2000 AC, lo que debió favorecer un clima muy distinto al actual, posiblemente relacionado con abundante vegetación, donde la cuenca del río Nilo debió aportar mayor caudal regulado. Así, el río mantenía cotas altas del nivel de agua, que permitía el paso por la depresión de El Fayum hacia el lago de Karun o Birket Qarun, así como la alimentación de los lagos salados. El amplio valle aluvial del río Nilo, donde actualmente se encuentra desarrollada el área del Cairo, capital de Egipto, debió estar cubierta en su mayor extensión de agua, limitando el desarrollo agrícola y habitacional.

La civilización del antiguo Egipto se debió contar en la terraza de Guiza, con amplias áreas habitacionales donde el agua provenía de los cauces de las laderas, debiendo existir un clima con equilibrio de veranos e inviernos, manteniendo una temperatura media muy inferior a la actual, tal como lo indica J.A.Solis [7] posiblemente en un ambiente mediterráneo. En la imagen de Google Earth de la meseta de Guiza, destaca en el amplio panorama del desierto, un color amarillo arena, que con acercamiento a mayor escala se destacan un sistema de alineamiento de colores más claros que aparentan cursos de drenaje. Con acercamiento de la distancia al suelo se observa mayor detalle en la imagen, véase Figura 7, los cursos de agua se convierten en un patrón de drenaje irregular, hacia cauces principales, que pueden representar el reflejo del relieve rocoso, por debajo del actual manto arenoso. El

efecto puede ser explicado por concentración de humedad en los cauces y el cambio de color en la arena seca.

La madera se debió obtener de bosques cercanos, tanto para la construcción de viviendas como para combustible en las labores diarias, lo cual representó amplias deforestaciones con el paso de los siglos. Aunque en la actualidad es un misterio la movilidad y el ascenso a más de 140 metros de altura de los grandes bloques que forman las grandes pirámides, debieron utilizar elementos construidos con madera, requiriendo de un gran volumen de árboles.

Durante el Egipto Antiguo, la amplia conservación forestal de la cuenca del río Nilo, permitió la regulación de mayor caudal, lo que facilitó la navegación así como la construcción de muelles que debieron existir en las laderas escarpadas que limitan la meseta de Guiza. Las cotas de nivel de agua del río debieron ser de mayor altura que las actuales que se encuentran cercanos al nivel del mar, posteriormente a partir del siglo 20 AC, el nivel del agua desciende progresivamente coincidiendo con los historiadores al llamado Egipto Medio, dejando áreas de terrazas aluviales que fueron desarrollándose urbanísticamente en los siglos siguientes.

## VII. DESLAVES

En la amplia información visual de imágenes de las excavaciones arqueológicas, tal como las mostradas en la Figura 8, observamos la remoción de alturas importantes de materiales para llegar a los niveles de desarrollo urbanísticos. Similares situaciones se presentan en las excavaciones de los monumentos del Egipto Antiguo en la meseta de Guiza, donde se destaca por debajo de las arenas eólicas la presencia de suelos de origen coluvial, constituido por mezclas heterogéneas y la presencia de gravas gruesa. Los depósitos de origen coluvial, deben estar relacionados al final del desarrollo del Egipto Antiguo, con un periodo de grandes aportes de sedimentos provenientes de inestabilidad en las laderas, por efectos de lluvias torrenciales con saturación de los materiales superficiales y problemas de deslaves que afecto las áreas boscosas, eliminando vegetación. Las fechas de dichos eventos se pueden ubicar después de construidos los monumentos y previo a la construcción del canal de Yusef y del Canal del Faraón hacia el mar Rojo, unos 2000 años antes del nacimiento de Cristo (AC). El tiempo de dichos efectos, tal como lo menciona R. García R. y E. García Romero [3], se mide en días o semanas, tiempo muy corto comparado con el tiempo de vida y fácil de olvidar. De acuerdo a la historia sagrada el tiempo más largo de lluvia continua fue el Diluvio Universal con 40 días [11].

El geólogo R.M. Schoch [12] [13] autor de numerosas investigaciones y publicaciones sobre el tema, aunque difiere de la edad asignada a La Esfinge, describe un interesante proceso de surcos de erosión en las excavaciones que limitan el monumento, asociados con efectos de lluvias intensas, muy distintas a las condiciones climáticas actuales. Lluvias torrenciales

pueden causar en muy corto tiempo, efectos acentuados de erosión como los descritos en las paredes de las excavaciones que limitan La Esfinge.



Tumba 14 del yacimiento de Oxirrinco. Fuente: <http://www.egiptologia.cat/>



Excavaciones arqueológicas en Luxor, Egipto.  
Foto: zamoraprotohistorica.blogspot.com

**Figura N°8.** Excavaciones arqueológicas Egipto.  
Google Imágenes.

**Figura 8:** Excavaciones arqueológicas Egipto. Fuente: Google Imágenes

En general los deslaves debieron destruir áreas pobladas y ocultar monumentos, facilitando el avance de la desertificación, ampliando el área desierta de Sahara. Así mismo la amplia cuenca del río Nilo debió estar afectada por lluvias de similar magnitud, con grandes aportes de sedimentos, que debieron ser depositados en el amplio valle aluvial del río y posteriormente el



descenso del nivel de agua formaron amplias terrazas, que dieron lugar a partir del año 2000 AC, al desarrollo del llamado imperio medio y nuevo de Egipto.

De las numerosas ciudades establecidas por los egipcios, podemos mencionar Amarna fundada por Akenatón decimo faraón de la dinastía XVIII, que con su esposa Nefertiti, reinaron de 1353-1336 AC, perteneciente al periodo Imperio Nuevo de Egipto. Se localiza a unos 300 kilómetros al sur de El Cairo, presentando en la actualidad un paisaje desértico, donde las ruinas de encuentran ocultas, siendo objeto de investigación mediante excavaciones arqueológicas. [14] [15].

En la Figura 9, se observa que el desarrollo de Amarna, se encuentra a cota aproximada de 60 metros, a unos 15 metros por encima del actual cauce del rio Nilo y limitada al Este por un relieve en forma de meseta con cotas superiores a los 150 metros, cortado por cauces principales profundos. El paisaje evidencia un antiguo drenaje irregular, con cauces profundos, resultado de condiciones climáticas asociadas con lluvias y paisajes de bosques.

En la ladera de la terraza oriental se destacan surcos de drenaje, efectos de erosión por lluvias y aparentemente relacionados con los materiales transportados por el agua en forma de coluvios, que ocultan las ruinas arqueológicas.



**Figura 9:** Ciudad de Amarna, fundada por Aketaton, décimo emperador de la dinastía XVIII (1353-1336 AC). Pasaje árido actual. **Fuente:** Google Earth

A 200 kilómetros al sur de Amarna y aproximadamente a unos 500 kilómetros al sur del Cairo, se encuentran los

monumentos arqueológicos de la ciudad de Deir-al Medineh (convento de La Ciudad) que de acuerdo a [16] y [17], es un poblado fundado en el periodo de Egipto Moderno, por Tutmosis I, faraón de la dinastía XVIII, 1550 AC, teniendo su mayor desarrollo durante la dinastía XIX y XX, 1189-1077 AC. Localizado a la entrada del Valle de las Reinas y cerca del valle de los Reyes, siendo considerado el poblado más próspero de obreros y artesanos. El amplio poblado fue excavado por investigadores arqueológicos, oculto por materiales producto de fuertes procesos de erosión en las laderas, asociados a deslaves, tal como se evidencia en la Figura 10. En el área debió predominar un clima templado, muy distinto al actual, con laderas cubiertas por vegetación, así como conducciones de agua, de forma tal de permitir y desarrollar el progreso del poblado por más de 500 años.

La desertización pudo avanzar con el paso de los siglos de norte a sur, afectando la meseta de Guiza después del siglo XX AC, existiendo importante cubierta vegetal durante la fundación de Amarna en el siglo XIII AC, con similares condiciones durante la fundación de la ciudad de Deir-al Medineh en el siglo XII. De acuerdo con la historia [17] esta última ciudad permaneció durante 500 años, pudiendo desaparecer comenzando el siglo X AC.

De las observaciones en las imágenes existentes en Google Earth, tanto en el sector de Amarna como en Deir-al Medineh, se evidencian fuertes procesos de erosión en el relieve montañoso, que evidencian el resultado de fuertes lluvias, con problemas de estabilidad en las laderas, transporte de material por deslaves, ocultando los poblados. Los deslaves ocultaron las ciudades y monumentos, pudiendo ubicarse al comienzo del año 1000 AC, coincidiendo con un alto de temperatura. Lo anterior debió estar relacionado con pérdida de la capa vegetal, facilitando la extensión del desierto.

De acuerdo con R. Alley [4], posteriormente se presentan altos de temperatura al comienzo de la era cristiana y en el año 1000. Dichos aumentos de temperatura originan condiciones climáticas de lluvias de mayor intensidad y duración, R.G.R y E. G.R [18], posiblemente relacionados con el ocultamiento de monumentos romanos, así como el enterramiento de los moáis en la isla de Pascua.

El proceso de desertificación debió avanzar con el paso de los siglos, abarcando mayor extensión de norte a sur, y un proceso más lento de oeste a este, con afectación del mar Rojo. Posiblemente las condiciones actuales del amplio desierto de Sahara abarcando hasta el suroeste de Asia, se relaciona con el comienzo del último milenio, después de altas temperaturas del año 1000. Tan importante es el estudio arqueológico de los monumentos enterrados como los materiales que ocultaron, principalmente origen y edad.

El sector montañoso entre el rio Nilo y el mar Rojo, el Imperio Egipto Nuevo a partir del año 1500 AC, debió conservar un habitat particular con abundante



vegetación y un clima con condiciones de temperaturas bajas en comparación con el actual paisaje árido y cubierto por arenas. Las condiciones indicadas tienen mejor relación con el desarrollo de la historia sagrada, cuando Moisés con más de 600.000 personas, huye de Egipto para buscar de la tierra prometida, Éxodo [19] [20], divagando por 40 años en un área donde con las actuales condiciones climáticas, no podrían sobrevivir.

“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 menos severo, ocurrió entre 6.700 y 5.500 del presente y el segundo, fue brutal, duró de 4,000 a 3,600 años atrás. Las temperaturas de verano aumentaron bruscamente y la precipitación disminuyó, según la datación por carbono-14, devastando las civilizaciones antiguas y sus sistemas socio económico. El modelo utilizado para la investigación sugiere que las prácticas de uso de la tierra de los humanos que vivieron y cultivaron el Sahara no fueron causas significativas de la desertificación. Los investigadores dicen que es necesario seguir investigando para determinar con mayor precisión los efectos específicos de la latitud y la retroalimentación oceánica, en comparación con la retroalimentación biosférica, en el momento del evento. Recientemente los investigadores Claussen y otros [22], indican que debido a la heterogeneidad espacial del paisaje africano y la circulación del monzón africano, pueden ocurrir cambios abruptos en varias, pero no en todas, las regiones en diferentes momentos durante la transición del clima húmedo del medio Holoceno al clima actual más árido. El sistema monzónico africano parece ser propenso a cambios rápidos y potencialmente abruptos, que comprender y predecir sigue siendo uno de los grandes retos de la ciencia climática africana

Las investigaciones más amplias de la evolución del desierto de Sahara, ha sido realizada por el geólogo Stefan Kröpelin [23], 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, contrariamente indica que mediante investigación de muestras de sedimentos en el Lago Yoa el Sahara cambió repentinamente de un clima húmedo a seco hace 5.000 años, y sugiere que la transición tomó más tiempo, unos 3.000 años, de 5,600 a 2,700 AC.

Comparando las fechas anteriores con el desarrollo del Imperio Antiguo Egipto, 3000 a 2000 AC, de acuerdo a Kröpelin el área de desarrollo de la meseta de Guiza debió encontrarse en el límite de la transición húmedo a seco, hace 2700 AC. De acuerdo con Claussen el cambio brutal a la desertificación fue entre 1600 y 2000 AC, el cual abarca el Imperio Medio cuando se construyeron las grandes obras como el canal de Yosef y el canal de Los Faraones.



**Figura 10:** Paisaje árido del Pueblo de Deir-al Medineh.  
**Fuente:** Google Imágenes

#### VIII. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESIERTO DE SAHARA.

Son numerosos los artículos relacionados con el cambio climático y el desierto de Sahara, destacándose el título de la publicación de la Unión Geofísica Americana [21],

#### IX. LA SOCIEDAD DURANTE LAS PIRÁMIDES

Las grandes obras de ingeniería del Egipto Antiguo, construidas en la meseta de Guiza, debieron formar parte de un emporio urbanístico, que se desarrolló en una amplia extensión hasta el oasis de Fayum, a lo largo

de más de cinco (5) siglos. Cada una de las grandes pirámides y las obras anexas, debió ser planificada para un tiempo de construcción, con progresos en tiempo, similares a los avances alcanzados en la evolución humana, con los 500 años desde el descubrimiento del continente americano hasta nuestros días.

El número de habitantes para el año 2500 AC, cuando comenzó el desarrollo de Menfis podría ser de 500.000 o más, debieron ocupar áreas sin problemas de inundación, donde las grandes pirámides debieron constituir la base del progreso de la civilización, asociándose planificadores, ingenieros, mineros, técnicos, obreros especializados, todo lo cual requerirán un volumen importantes de alimentos, a base de siembras y ganado. Así mismo el gran río Nilo, con un caudal mayor al actual, inundaba la mayor parte del valle aluvial, contribuyendo al desarrollo marino, tanto de transporte como la pesca. El transporte de rocas graníticas que se encuentra a más de 800 kilómetros aguas arriba, base para gran número de monumentos que son expuestos en la actualidad en museos, requirió de un desarrollo náutico de embarcaciones adecuadas, así como muelles para su desembarco y transporte.

La construcción de las pirámides debió requerir generaciones, que debieron ser un medio de vida como fuente de empleo, generando pago y vacaciones, adquisición de vivienda, vida en matrimonio e hijos, los cuales no dejan de ser similares a las condiciones de vida actuales. El uso de esclavos en estas grandes obras, de largos tiempos de construcción, no forma parte de la logística en la meta que deben ser alcanzadas con el tiempo de vida de un faraón.

La mayor parte del desarrollo agrícola y pecuario debió contar con alta tecnología hidráulica, debiendo existir una clase social de agricultores y ganaderos. La meseta de Guiza debió contar con un sistema de riego, relacionado principalmente con aporte de los ríos al oeste de dicha meseta, debiendo contar con captación y canales de riego para la distribución, todos los cuales desaparecieron debido a la falta de agua, así destruidos por los efectos de cambio climático, lluvias torrenciales con deslaves y avance de la desertificación hacia la meseta.

#### X. CONSIDERACIONES FINALES

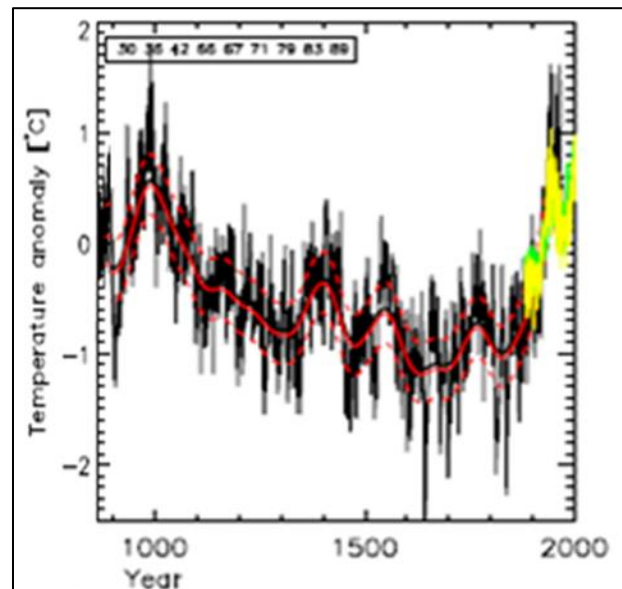
Las distintas civilizaciones en el pasado se desarrollaron en condiciones climáticas que tienen que diferir de las actuales, que facilitaron su evolución. Una vez establecidos, debido al cambio de las condiciones climáticas originales por el paso de los siglos, se fueron adaptando o emigrando. Plantear un tema como el desarrollo del Imperio del Antiguo Egipto, donde la construcción de las grandes pirámides sigue siendo un misterio, requiere de condiciones ambientales muy distintas al amplio desierto actual con predominio de severas temperaturas.

En el desarrollo de las distintas civilizaciones, debieron contar con condiciones ambientales favorables, las cuales se fueron modificando con el cambio climático,

que ha actuado a lo largo de la historia geológica, ya sea con periodos de baja o altas temperaturas, con influencia en las condiciones de lluvias o sequías. El análisis realizado para Egipto Antiguo en la meseta de Guiza, entre 4000 a 5000 años desde el presente, constituye una aproximación, la cual puede ser aplicada en el desarrollo y adaptación de distintas civilizaciones en cualquier parte de nuestro planeta.

El período que abarcó el desarrollo del Antiguo Imperio Egipcio en la meseta de Guiza, donde se construyeron las grandes pirámides, debió tener un ambiente de vegetación, controlado por una temperatura media, la cual fue ascendiendo al final del periodo, originando escasez de agua. El efecto de altas temperaturas, se asocia con lluvias torrenciales con destrucción de la vegetación y grandes aportes de materiales, obligando al desarrollo hacia el amplio valle aluvial del río Nilo, donde en la actualidad se encuentra El Cairo, capital del Egipto moderno.

El amplio valle aluvial del río Nilo, actualmente alberga amplias áreas pobladas, que aprovechan un relieve en forma de terrazas, las cuales se formaron por descenso del nivel del agua. Las terrazas están asociadas en el pasado cercano a grandes aportes de sedimentos y altos caudales que permitían el drenaje hacia la depresión de El Fayum, así mismo el drenaje hacia los lagos salados. La disminución del caudal, debido al cambio climático, origina un descenso del nivel del agua, dejando amplias terrazas aluviales que fueron desarrollándose con los siglos.



**Figura 11:** Variación de la temperatura en el último milenio.  
**Fuente:** B. Christiansen y L. Jungqvist (2012)

Es importante tener en cuenta que el ocultamiento de los monumentos arqueológicos, son el resultado de inestabilidad en las cuencas o deslaves, con el aporte de importantes volúmenes de materiales transportados por



el agua, bajo condiciones climáticas de lluvias continuas e intensas, en periodos muy cortos de tiempo, medidos en días o semanas [7]. Dichos periodos de deslaves han pasado en los últimos milenios, tal como lo evidencian las excavaciones arqueológicas, principalmente en Europa con el ocultamiento de gran número de monumentos romanos, así mismo en América el ocultamiento de monumentos en el amplio imperio Inca, así como el ocultamiento de los Moais en la Isla de Pascua, tal como lo describe R. García R., E. García. R, [3]. En todos estos casos relacionados con un alto de temperatura en el año 1000.

El cambio climático, no es algo nuevo en la historia geológica del planeta Tierra, constituyendo eventos que han afectado la superficie terrestre y que han acompañado a las civilizaciones recientes en su desarrollo. El mejor ejemplo de cambio climático está respaldado por la alta tecnología en los últimos 60 años, pero existe información global en los últimos 10.000 años que permite delimitar periodos de altas y bajas temperaturas que debieron contribuir al desarrollo de la humanidad. De los resultados de la investigación de B. Christiansen y L. Jungqvist [24], se muestra la Figura N° 11, donde se han seleccionados los últimos 1000 años, se puede destacar la variación de temperatura de acuerdo a una parábola con tendencia alta en el año 1000 y en el comienzo de siglo XXI, donde los efectos de lluvias torrenciales y continuas constituyen eventos actuales que serán más frecuentes e intensos a corto plazo

#### REFERENCIAS

- [1]. B. Adams & K. Cialowicz, (1987), Protodynastic Egypt, University College London. 2000; Shire Publications. [https://es.wikipedia.org/wiki/Periodo\\_predinástico\\_de\\_Egipto](https://es.wikipedia.org/wiki/Periodo_predinástico_de_Egipto)
- [2]. 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. [https://es.wikipedia.org/wiki/Periodo\\_predinástico\\_de\\_Egipto](https://es.wikipedia.org/wiki/Periodo_predinástico_de_Egipto)
- [3]. R. García R, E. GARCIA R.(2018) "EL CLIMA HACIA EL 2030. LA GEOMORFOLOGÍA COMO PROXY EN EL CAMBIO CLIMÁTICO". Revista Tekhné Vol. 21. Número 3, Facultad de Ingeniería, UCAB.
- [4]. Alley Richard B. (2000). "The Two-Mile Time Machine: Ice Cores, Abrupt Climate Change, And Our Future". Princeton University Press. 229 P.
- [5]. I. E. S. Edwards (1947) Las pirámides de Egipto. Edición 1993. Traducida. Crítica. Barcelona. España.
- [6]. [https://es.wikipedia.org/wiki/Gobernacion\\_de\\_Fayum](https://es.wikipedia.org/wiki/Gobernacion_de_Fayum)
- [7]. Jose A. Solis (2009) Lo que las arenas ocultan. El Arca de Papel Editores.
- [8]. Montet, Pierre (1993). La vida cotidiana en Egipto en tiempos de los Ramses. Editorial Temas de Hoy.
- [9]. Kenneth C. Davis (2006) Que Se Yo de Geografía: Todo lo que Necesitas Saber Acerca del Mundo.. Editor HarperCollins.
- [10]. <https://www.geoenciclopedia.com/rio-nilo/>
- [11]. LIBRO DEL GÉNESIS. CAPÍTULO 6. EL DILUVIO
- [12]. [www.vicariadepastoral.org.mx/sagrada\\_escritura/biblia/antiguo/01\\_genesis\\_02.htm](http://www.vicariadepastoral.org.mx/sagrada_escritura/biblia/antiguo/01_genesis_02.htm)
- [13]. R.M. Schoch y R.Bauval (1992) Origins of the Shminx. Editorial EDAF
- [14]. R.M.Shoch (2008) El Misterio de las Piramides de Keops. Editorial EDAF. Traducción en español por Isabel Perez.
- [15]. Rick Gore (2001). "Faraones del Sol". National Geographic en Español. Abril 2001.
- [16]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Amarna>
- [17]. A.. Diego Espinel (2002), CIUDADES Y URBANISMO EN EL EGIPTO ANTIGUO( 3000-1069 A.C.). Towns and Urbanism in Ancient Egypt. Instituto de Filología (CSIC) Biblid [0213-2052, 15-38]
- [18]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Akenatón>
- [19]. R. García R., E. García. R (2017) Cambio Climático Actual, Lluvias Torrenciales Y Deslaves Previo A La Evolución Del Imperio Inca Y La Civilización En La Isla De Pascua, Efectos Similares Hacia El 2030. Revista Tekhné 20(3), Facultad de Ingeniería, UCAB.
- [20]. Sagrada Biblia (1974), EXODO. Biblioteca de Autores Cristianos de la Editorial Católica S.A, Madrid. España
- [21]. <https://www.lids.org> › Las Escrituras › Antiguo Testamento
- [22]. 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.
- [23]. <[www.sciencedaily.com/releases/1999/07/990712080500.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/1999/07/990712080500.htm)>
- [24]. Martin Claussen, Anne Dallmeyer, and Jürgen Bader (2017). Theory and Modeling of the African Humid Period and the Green Sahara. [oxfordre.com/climate-science/.../acrefore-9780190228620-e-532](http://oxfordre.com/climate-science/.../acrefore-9780190228620-e-532). Subject: Future Climate Change Scenarios, Climate of Africa. Online Publication Date: Mar 2017
- [25]. 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](https://en.wikipedia.org/wiki/Stefan_Kröpelin)
- [26]. B. Christiansen and Fc Ljungqvist (2012) "The Extra-Tropical Northern Hemisphere Temperature In The Last Two Millennia: Reconstructions Of Low-Frequency Variability" Climate Of The Past.