

SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE *AKHET KHUFU*

JOSÉ MIGUEL PARRA ORTIZ

Universidad Complutense de Madrid

La construcción de los grandes complejos funerarios reales del Reino Antiguo implicaba una inmensa labor, desarrollada a todo lo largo del país, por innumerables trabajadores al servicio del rey y de su política constructiva. Ingentes cantidades de material de construcción, en forma de bloques de piedra (caliza, arenisca, alabastro y basalto) habían de ser extraídas de sus respectivas canteras, trabajadas y transportadas hacia su lugar de destino. Cientos de miles de ladrillos eran fabricados con barro del Nilo. Millares de troncos de los bosques del Líbano eran importados por los mercantes egipcios. Miles de herramientas de piedra, metal o madera eran producidas en serie en los talleres reales. Millares de servidores del faraón tenían que ser alimentados, vestidos y organizados para que pudieran llevar a cabo la labor que se les encomendaba. Todo ello convirtió a los complejos funerarios reales en la industria más importante de todas las desarrolladas durante el Reino Antiguo¹. Podríamos decir que en casi la única, dado que las demás le estaban subordinadas al ser la construcción de un complejo funerario el punto central del interés de cualquier rey egipcio del Reino Antiguo. De modo que el estudio de la estructura económica que rodea a estos edificios reflejará la estructura general del Reino Antiguo.

Pese a ello, hay que ser conscientes de que cualquier intento de aproximación al número de personas empleadas como mano de obra en la construcción de las pirámides del Reino Antiguo debe de tener en cuenta que cada uno de estos edificios posee unas características propias: dimensiones generales, tamaño de las piedras em-

¹ KEMP, B. J.: «Old Kingdom, Middle Kingdom and Second Intermediate Period c. 2686-1552 a.C.» en TRIGGER, B.G.; KEMP, B.J.; O'CONNOR, D.; LLOYD, A.B.: *Ancient Egypt. A Social History*, Cambridge: Cambridge University Press, 1983, rep. 1998, p. 86.

pleadas en la construcción y estructura interna, a las que hay que sumarles la geología, la geomorfología y la topografía de la zona en que fueron construidos², que en su momento definieron el número de obreros empleados en ellos. Así pues, siendo cada pirámide³ un caso único, habrá que elegir una en concreto para poder calcular, siquiera en cifras aproximadas, el total del personal destinado a su construcción.

Lógico sería entonces, elegir como objeto de estudio a la más grande de todas las pirámides construidas, la de Khufu, con el fin de obtener una cifra máxima de obreros. Sin embargo, este único criterio no sería demasiado afortunado, ya que la pirámide de Khaefre es apenas tres metros más baja⁴ y Esnefru construyó dos pirámides que, juntas, suman un volumen mayor⁵; por tanto en, la elección final, la pirámide de Khufu (*Akhet Khufu* «El Horizonte de Khufu»), también se ha tenido en cuenta que este edificio posee el añadido de una estructura interna que no existe en las demás pirámides del período y que obligó a los egipcios a elevar bloques de piedra de entre 40.000 y 90.000 kg hasta una altura de más de 60 metros.

El único dato que poseemos sobre la cantidad de mano de obra empleada en la construcción de la pirámide de Khufu es el que nos proporciona Heródoto⁶, quien nos dice:

«[Khufu] Primeramente cerró todos los santuarios, impidiéndoles ofrecer sacrificios, y, luego, ordenó a todos los egipcios que trabajasen para él. En este sentido, a unos se les encomendó la tarea de arrastrar bloques de piedra, desde las canteras existentes en la cordillera árabe, hasta el Nilo y a otros les ordenó hacerse cargo de los bloques, una vez transportados en embarcaciones a la otra orilla del río, y arrastrarlos hasta la cordillera llamada líbica. Trabajaban permanentemente en turnos de cien mil hombres, a razón de tres meses cada turno. Asimismo, el pueblo estuvo, por espacio de diez años, penosamente empeñado en la construcción

² LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis: The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) p. 110.

³ Como edificio más representativo del complejo funerario real, en el que se invertían más esfuerzo y recursos.

⁴ Originalmente la Gran Pirámide tuvo una altura de 146,6 metros, mientras que la altura de la Pirámide de Khaefre es de 143,5 m. Sin embargo, el volumen de la pirámide de Khufu es casi 500.000 m³ mayor que el de la pirámide de Khaefre.

⁵ La Pirámide Roja, con un volumen aproximado de 1.677.866,6 m³, y la Pirámide Romboidal, con un volumen aproximado de 1.178.528,7 m³. Esto nos da un volumen total de unos 2.856395,3 m³. mientras que el volumen de la Gran Pirámide es de aproximadamente 2.585.046,6 m³ (todos ellos son volúmenes teóricos (b · A · 1/3) en los que no se tienen en cuenta los huecos existentes dentro de los edificios ni el cambio de pendiente de la pirámide Romboidal). Por otra parte, al total de Esnefru habría que añadirle el volumen correspondiente a la transformación de la pirámide escalonada de Medum en pirámide verdadera y el volumen de la pequeña pirámide de Seila. Sobre Huni como constructor de la pirámide de Medum ver: PARRA ORTIZ, J.M.: «Houni et Snéfrou: les pyramides de Meïdoum et Dahchour» *GM* 154 (1996) pp. 77-91; PARRA ORTIZ, J. M.: «El uso político de los complejos funerarios reales en el paso de la III a la IV Dinastía: las piráides de Medum y Dashur» *BAEDE* 9 (1999) pp. 27-56; en contra ver: EDWARDS, I.E.S.: *The pyramids of Egypt*, London: Penguin (Archaeology), rev. ed., 1993, pp. 95-97 y STADELMANN, R.: «Snofru und die Pyramiden von Meïdum und Dahschur» *MDAIK* 36 (1980) pp. 437-449; STADELMANN, R.: *Die ägyptischen Pyramiden vom ziegelbau zum weltwunder*, Mainz-Rhein: Philipp von Zabern (Kulturgeschichte der antiken Welt, 30), 1991, p. 80.

⁶ HERÓDOTO: *Historia. Libros I-II* (traducción de C. Schrader), Madrid: Gredos (Biblioteca Clásica Gredos), 1977, II-124.

de la calzada por la que arrastraban los bloques de piedra, una obra que, en mi opinión, no es muy inferior a la pirámide; su longitud, en efecto, es de cinco estadios; su anchura de diez brazas y su altura, por donde la calzada alcanza su mayor elevación, de ocho brazas⁷; además, está compuesta de bloques de piedra pulimentada que tienen figuras esculpidas⁸.

Si hacemos algunos cálculos aceptando como válido el método de construcción descrito por Herodoto y admitido por destacados especialistas como Lauer⁹: una rampa perpendicular a la pirámide, y aceptamos también la teoría propuesta por Petrie de que sólo se trabajaba durante los tres meses que duraba la inundación¹⁰, podremos ver que la cifra de 100.000 obreros mencionada por el historiador griego no es en absoluto exagerada, aunque sea falsa¹¹.

Con estas premisas, para construir nuestra pirámide se necesita, en primer lugar, un grupo de obreros encargado de acarrear hasta el pie de obra el material con el que se edificará la rampa y, en segundo lugar, otro grupo de obreros dedicado a la construcción propiamente dicha de la misma. Como la longitud, la anchura y la pendiente de la rampa varían según aumenta la altura a la que hay que elevar los bloques, el volumen de estas sucesivas reconstrucciones hace necesario el empleo de unos 25.000 hombres para cada una de estas tareas¹².

La cifra normalmente aceptada de bloques que componen la Gran Pirámide es de 2.300.000¹³, si la dividimos entre un período de construcción de 20 años¹⁴, ob-

⁷ Respectivamente 887,75 m; 17,76 m y 14,20 m. (nota 445, p. 416, de la traducción de C. Schrader de la *Historia* de Heródoto).

⁸ Esta mención a la decoración esculpida y a los bloques pulimentados nos hace pensar que probablemente Heródoto se estuviera refiriendo en realidad a la calzada que unía el Templo Bajo con el Templo Alto. Para una descripción de los restos de esta calzada y de las diversas excavaciones llevadas a cabo en él ver HAWASS, Z. A.: *The Funerary Establishments of Khufu, Khafra and Menkaura During the Old Kingdom*, Ann Harbor: UIP, 1987, pp. 124-132. Sobre los bloques que formaban la decoración ver GOEDICKE, H.: *Re-Used Blocks from the Pyramid of Amenemhet I at Lisht*, New York: The Metropolitan Museum of Art (The Metropolitan Museum of Art. Egyptian Expedition, 20), 1971.

⁹ LAUER, J.-P.: *Le mystère des pyramides*, Paris: Presses de la Cité, nouv. éd. corr. et augm., 1988, pp. 197-226; LAUER, J.-P.: «Le problème de la construction de la Grande Pyramide» *RdE* 40 (1989) pp. 91-111.

¹⁰ PETRIE, W.M.F.: *The Pyramids and Temples of Gizeh*, London: Histories & Mysteries of Man, 1990 (reed. de la 2.^a ed. de 1885 con capítulo de Z. Hawass), 1990, pp. 82-83.

¹¹ Algunos autores hay, incluso, que aceptan la cifra propuesta por Diodoro: 360.000 personas (KOZINSKI, W.: *The Investment Process Organization of the Cheops Pyramid*, Warszawa: Institute for Organization and Mechanization of Building. Section for Organization of the Investment Process, 1969. Sobre este libro ver la recensión LAUER, J.-P.: «Remarques sur la planification de la construction de la Grande Pyramide. A propos de *The Investment Process Organization of the Cheops Pyramid* par Wieslaw Kozinski» *BIFAO* 73 (1973) pp. 127-142.

¹² El volumen final de una rampa con una pendiente constante de 1:10 y una anchura variable igual a la de la hilada que se estaba construyendo sería 3,3 veces superior al de la propia pirámide; de modo que cada sucesiva etapa de la construcción de la misma significaría un aumento progresivo del volumen de material empleado en la construcción de la rampa que, en su último tramo, sería igual a 14.600 m³ de material para la superficie de la rampa por la que se deslizan los bloques y 171.884 m³ para sostener los laterales de la misma (KEABLE, J.: «Ramps and Levers (Additional material by the editor)» en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built*, Warminster: Aris & Phillips, 1993, p. 129).

¹³ EDWARDS, I.E.S.: *The Pyramids of Egypt* (1993) p. 98; LAUER, J.-P.: *Le mystère des pyramides*, 1988, p. 18.

tendremos un resultado de 115.000 bloques empleados cada año. Si aceptamos una jornada laboral de 10 horas diarias durante 90 días al año tendremos que hubieron de colocarse 1.277,8 bloques cada día, a una media de 2,1 bloques por minuto. Como el recorrido de la supuesta rampa perpendicular es de 1,5 km¹⁵, y suponiendo una velocidad media de transporte de los bloques de 2,5 km/h (conseguida al reducir a la mitad la velocidad media de una persona adulta caminando)¹⁶ obtenemos una duración de 36 minutos por viaje, con lo que un mismo equipo podría hacer 16,6 viajes diarios¹⁷. Con esta media habría que emplear un total de 76,5 equipos para poder colocar el total de bloques diarios arriba mencionado. Aceptando que cada equipo encargado de acarrear las piedras estaba formado por un total de 92 hombres¹⁸, tenemos un total de 7.100 personas, cifra que hemos redondeado al añadir algunos suplentes.

Si a los 7.100 obreros encargados de arrastrar bloques de piedra les añadimos las 25.000 personas necesarias para acarrear el material utilizado en la rampa y otros tantos obreros para colocarlo en su sitio, tendremos un total de unas 57.100 personas trabajando a tiempo completo en la construcción de la Gran Pirámide. Una cifra que podríamos fácilmente duplicar si admitimos que nuestros cálculos han sido por lo bajo y que, además, deberíamos añadirle todos aquellos individuos: oficiales, jefes, capataces, aguadores, cocineros, escribas, cordeleros, médicos, etc que no han sido tenidos en cuenta y que también formaban parte del equipo constructor.

Ahora bien, como resulta que hemos de suponer que todas aquellas personas empleadas en la construcción (por lo que respecta al arrastre, acarreo y colocación

¹⁴ Se calcula que Khufu reinó 23 años (CLAYTON, P.A.: *Chronicle of the Pharaohs. The Reign-by-Reign Record of the Rulers and Dynasties of Ancient Egypt*, London: Thames & Hudson, 1994 (rep. 1995), p. 42; VERCOUTTER, J.: *L'Égypte et la vallée du Nil. Tome I. Des origines à la fin de l'Ancien Empire 12000-2000 av. J.-C.*, Paris: Presses Universitaires de France (Nouvelle Clío), 1992, p. 264, tabla X), tres de los cuales debieron de utilizarse en los preparativos de la construcción: comienzo de la extracción de los bloques de piedra, nivelado de la meseta de Guiza, desarrollo del proyecto de la pirámide, etc.

¹⁵ Con una pendiente del 10% esta sería la longitud máxima de la rampa, es decir, la necesaria para alcanzar la cima de la pirámide. Arnold acepta esta pendiente y menciona que, probablemente, era menor (ARNOLD, D.: *Building in Egypt. Pharaonic Stone Masonry*, Oxford-New York: Oxford University Press, 1991, p. 99).

¹⁶ Podemos suponer que, al tener que realizar un esfuerzo como el de arrastrar un pesado bloque de piedra, la velocidad de los obreros se reduciría a la mitad. Si tenemos en cuenta que nuestros cálculos son puramente teóricos, estamos suponiendo condiciones ideales en las que los trabajadores realizaban su cometido sin descansos, sin fatiga y sin errores (es fácil imaginar las desastrosas consecuencias que tendría para el orden y la cadencia de la construcción que un grupo de obreros se detuviera o dejara escapar su bloque por la rampa), por lo que esta velocidad media de arrastre podría ser reducida sensiblemente.

¹⁷ Hay que tener en cuenta que no se computa el tiempo de regreso del equipo hasta el lugar de origen de la rampa para cargar con un nuevo bloque de piedra. De tenerlo en cuenta cada equipo tardaría 72 minutos en arrastrar un bloque hasta su sitio e ir por el siguiente, con lo que sólo podrían hacer 8,3 viajes al día.

¹⁸ Esta cifra varía enormemente según se considere el coeficiente de rozamiento. Si tomamos éste como inexistente (igual a 0) el total sería de 27,4 obreros por bloque; mientras que si se toma un coeficiente de 0,1 obtenemos un total de 52,2 trabajadores. Igual sucede si variamos el ángulo de la pendiente. Cuanto más grande sea ésta, más fuerza se necesitará para subir los bloques y, por ende, más trabajadores serán necesarios por piedra (ver nota 45).

de los bloques de piedra) eran hombres¹⁹, ese 7% del total de la población egipcia del período²⁰ que representa la cifra de 114.200 personas se duplica hasta el 14% del total de la población egipcia masculina²¹. Se trata, sin duda, de una cifra muy elevada; sobre todo si tenemos en cuenta que un número tal de trabajadores, realizando sus funciones al mismo tiempo y en el mismo sitio, no hubieran hecho sino estorbarse unos a otros²².

De modo que si consideramos la elevación de los bloques de la Gran Pirámide mediante el empleo de una única rampa perpendicular y con un período de trabajo de sólo 90 días anuales, vemos que la cifra aceptada por Petrie puede ser válida. Sin embargo *esta cifra es por completo inaceptable*.

Efectivamente, las últimas investigaciones del Instituto Arqueológico Alemán de El Cairo en la Pirámide Norte de Dashur han sacado a la luz, en la base de la esquina suroeste y en diversos puntos de la cara este (la única que ha sido limpiada de la arena que la cubría) una serie de grafitos realizados por los canteros que extrajeron los bloques de piedra. En estas inscripciones aparece mencionado, no sólo el número del censo correspondiente, sino también el día y el mes en el que se transportó el bloque. Como resulta que en el total de los grafitos recogidos aparecen citados todos los meses del calendario egipcio, se puede afirmar que el trabajo se realizaba durante todo el año²³. Esto significa que las cifras citadas más arriba deben ser reducidas, como mínimo, a la cuarta parte.

¹⁹ En ninguno de los relieves y pinturas del Reino Antiguo que conoce el autor (SMITH, W.S.: *History of the Egyptian Sculpture and Painting in Old Kingdom*, New York: Hacker Art Books (1978); HARPUR, Y.: *Decoration in Egyptian Tombs of the Old Kingdom. Studies in Orientation and Scene Content*, Londres: KPI (Studies in Egyptology), 1987; FISCHER, H.G.: *Egyptian Women of the Old Kingdom and the Herakleopolitan Period*, New York: Metropolitan Museum of Art, 1989, pp. 9-17) aparecen mujeres realizando trabajos «físicos», excepto aquellos relacionados con las actividades típicamente femeninas; una excepción es el aventamiento de grano tras la cosecha (Fig. 1). En el rollo I de los Papiros de Gebelein aparece un grupo de personas, hombres y mujeres, reclutadas para construir un templo (POSENER-KRIÉGER, P.: «Les papyrus de Gebelein. Remarques préliminaires» *RdE* 27 (1975) p. 212); no obstante, nada se indica de la labor encomendada a cada uno de ellos, por lo que seguimos considerando que las mujeres se hacían cargo de los trabajos «auxiliares».

²⁰ Aceptando como válida la cifra de 1.600.000 habitantes en el Reino Antiguo que calcula BUTZER, K.: *Early Hydraulic Civilization in Egypt. A Study in Cultural Ecology*, Chicago: The University of Chicago Press (Prehistoric Archaeology and Ecology), 1976, p. 83, tabla 4.

²¹ De la que habría que deducir, además, a los niños demasiado pequeños y a los ancianos, incapacitados para el trabajo.

²² GOEDICKE, H.: «The Origin of the Royal Administration» en *L'Égyptologie en 1979. Axes prioritaires de recherches. Actes du Deuxième Congrès International des Égyptologues (vol. 2)*, Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique (Colloques Internationaux du CNRS, 595), 1982, p. 123.

²³ EDWARDS, I.E.S.: *The Pyramids of Egypt* (1991) pp. 96-97, 276-277; STADELMANN, R.: *Die ägyptischen Pyramiden* (1991) pp. 100-105, 224-228. Conclusión que se ve corroborada por las investigaciones de Roth sobre las «philes» del Reino Antiguo (ROTH, A.M.: *Egyptian Phyles in the Old Kingdom. The Evolution of a System of Social Organization*, Chicago: The Oriental Institute of the University of Chicago (SAOC, 48), 1991, pp. 210-211).

Hay que tener en cuenta, además, que la construcción de una rampa perpendicular a la pirámide (Fig. 3) presenta una gran cantidad de inconvenientes prácticos que harían su construcción difícilmente realizable.

Durante el Reino Antiguo, los únicos materiales que pudieron ser empleados en la construcción de una rampa semejante fueron dos: los ladrillos de adobe o la piedra²⁴. Otros materiales como la madera, la arena o los ladrillos son inviables. La madera no hubiera podido ser utilizada por la impensable cantidad que se hubiera requerido²⁵. La arena sólo puede ser utilizada si se respeta su escaso ángulo de reposo y, además, habría cubierto a la pirámide durante la construcción²⁶. En cuanto a los ladrillos cocidos, fueron un material desconocido en Egipto hasta unos 1.500 años después de que se construyera la Gran Pirámide²⁷.

Siguiendo los cálculos de Petrie²⁸, podemos admitir que la máxima altura a la que se puede construir con los típicos ladrillos egipcios de barro secado al sol es de 380 pies (114 metros), ya que por encima de ésta los ladrillos se aplastan por su propio peso. Si al peso total de la rampa le añadimos el de los bloques de piedra y el de los obreros que deben pasar por encima, este límite debe reducirse²⁹; lo cual nos obliga a renunciar al ladrillo sin cocer como material de construcción de la teórica rampa, ya que la Gran Pirámide tenía una altura de 146'6 m.

Algo similar ocurre con la piedra, puesto que una rampa perpendicular con una pendiente del 14%³⁰ y una anchura en su calzada de 10 metros³¹ construida con este material tendría un volumen 2,15 veces superior al de la propia pirámide³².

²⁴ ISLER, M.: «On Pyramid Building» *JARCE* 22 (1985) p. 130.

²⁵ Hay que recordar, además, la inexistencia en Egipto de árboles madereros, por lo que las necesidades de este tipo de material de construcción se subsanaron siempre gracias a la importación.

²⁶ KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) p. 124.

²⁷ Tradicionalmente se había venido suponiendo que el ladrillo cocido fue desconocido en Egipto hasta la conquista romana (LUCAS, A.; HARRIS, J.R.: *Ancient Egyptian Materials and Industries*, Londres: Edward Arnold, 4th ed. rev. 1962, p. 50). Sin embargo, recientes excavaciones en Karnak Este han sacado a la luz ladrillos cocidos estampillados con el nombre de «Menkheperre, Gran Sacerdote de Amón», que ejerció su cargo entre el 1020 y el 1000 a.C., inmediatamente después del final del Reino Nuevo (REDFORD, D.B.: *Akhenaten. The Heretic King*, Princeton (New Jersey): Princeton University Press, 1st paperback, 1987, p. 91).

²⁸ PETRIE, W.M.F.: «The Building of a Pyramid» *Ancient Egypt* (1930) p. 35.

²⁹ ISLER, M.: «On Pyramid Building» *JARCE* 22 (1985) p. 130.

³⁰ Ya se ha comentado que la pendiente habría de ser menor, pero esta inclinación permitiría a la teórica rampa llegar a la cima de la pirámide comenzando en la cantera de donde se extrajeron los bloques, situada a unos 600 m al sur de la Gran Pirámide. Sobre la localización de la cantera y de los demás elementos que componen la meseta de Guiza ver LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis. The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) pp. 109-143; LEHNER, M.: «A Contextual Approach to the Giza Pyramids» *AfO* 32 (1985) pp. 136-158; LEHNER, M.: «The Giza Plateau Mapping Project: Season 1984-1985» *NARCE* 131 (1986) pp. 23-57; LEHNER, M.: «The Giza Plateau Mapping Project: Season 1986» *NARCE* 135 (1986) pp. 29-48.

³¹ Anchura suficiente como para permitir el paso simultáneo de los grupos de obreros que acarrearán las piedras y el descenso de los grupos que ya habían colocado los bloques en su sitio.

³² KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) pp. 122-123.

Dado que, lógicamente, hubiera tardado más tiempo que ésta en ser construida, podemos desechar la idea de una rampa edificada con piedra.

Unos cuantos cálculos permiten apreciar la enorme masa de material que habría sido utilizada en estas rampas perpendiculares y reafirmar así la conclusión anterior. Basándonos siempre en la rampa de 10 m de anchura y un 14% de pendiente, una vez desmantelada ésta, el material empleado en su edificación, que ahora sería escombros del que hay que desembarazarse, ocuparía una superficie de 56 hectáreas y 10 m de altura, o lo que es lo mismo, once veces la planta de la pirámide³³. Pero estos restos no fueron únicos, pues hemos de considerar que las otras dos pirámides de la necrópolis de Guiza se construyeron con este mismo sistema y, por lo tanto, contaron con su propia rampa perpendicular. No cabe la menor duda de que encontrar un sitio en el que cupiera todo este material de desecho habría sido una empresa ardua, aun considerando que se pudiera haber reutilizado parte de él. Un lugar adecuado para depositarlos podría haber sido la cantera de donde se extrajeron los bloques de la pirámide, pero el volumen excavado en ella (aproximadamente 2.760.000 m³)³⁴ corresponde al necesario para construir la Gran Pirámide, y sólo el volumen de la supuesta rampa de Khufu ya es lo bastante grande como para ocupar toda la cantera. Esto sin contar que en la meseta de Guiza la arqueología no ha encontrado restos que puedan ser atribuidos a una tal procedencia³⁵.

Por todo ello creo que, definitivamente, se puede descartar el uso de rampas perpendiculares en la elevación de bloques y, con él, a las 100.000 personas trabajando a un tiempo en la meseta de Guiza.

Otro tipo de rampa que también se ha sugerido para construir las grandes pirámides del Reino Antiguo, es aquella que, cual camino de montaña, sube en zig-zag por las caras de la pirámide (Fig. 2)³⁶. Según Goyon³⁷, con este sistema de rampas de pendiente opuesta sólo se habría construido la pirámide del Horus Netjerikhet, ya que al depender la longitud de las rampas de la anchura de los sucesivos escalones de la pirámide, éstas hubieran tenido una pendiente demasiado fuerte como para arrastrar por ellas grandes pesos. Los bloques de piedra de esa pirámide, con un peso medio de unos centeaes de kilos, podrían perfectamente haber sido transportados mediante un almacén de madera en forma de camilla, semejante al encontrado en el almacén de entrada de la Tumba Sur del complejo funerario de este rey. Clarke y Engelbach³⁸, además, comentan que con esta serie de rampas hubiera sido imposible colocar los bloques del revestimiento.

³³ KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) pp. 122.

³⁴ LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis: The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) p. 121.

³⁵ LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis: The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) p. 132.

³⁶ HÖLSCHER, U.: *Das Grabdenkmal des Königs Chephren*, Leipzig: J.C. Hinrichs, 1912, pp. 230, 289.

³⁷ GOYON, G.: *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides. Khéops*, Paris: Pygmalion-Gérard Watelet (Les grandes adventures de l'archéologie), nouv. éd. rev. et corr. 1990, p. 81.

³⁸ CLARKE, S.; ENGELBACH, R.: *Ancient Egyptian Masonry*, New York: Dover Publications, Unabridged republication of the work originally published in 1930, 1990, p. 120.

Otro de los sistemas propuestos para la construcción de la Gran Pirámide es el de una rampa envolvente (Fig. 4). Este sistema de la rampa en espiral envolviendo el cuerpo de la pirámide fue sugerido por primera vez por el arqueólogo inglés N.F. Wheeler³⁹. Posteriormente, en 1951, fue puesto en práctica por T.B Pittman para, siguiendo los consejos del arqueólogo D. Dunham y del profesor del *Massachusetts Institute of Technology* W. Vose, realizar una maqueta sobre la construcción de la Pirámide de Menkaure para el *Museum of Science of Boston*⁴⁰. Más tarde fue el profesor Goyon⁴¹ quien hizo suya la propuesta que, finalmente, ha sido mejorada por M. Lehner al tener en cuenta en su reconstrucción teórica la situación topográfica de la pirámide⁴².

Con este método, el volumen de material empleado en la rampa se reduce al 10% del de la pirámide⁴³, con lo que el número de obreros empleados en su construcción se reduciría proporcionalmente.

Este otro tipo de rampa, en espiral, aun reduciendo notablemente el volumen de la misma presenta, sin embargo, otros inconvenientes. El primero de ellos es que al elevarse va envolviendo todo el cuerpo del edificio, con lo que las exactas dimensiones que tiene la Gran Pirámide no podrían haber sido conseguidas. La pirámide habría ido quedando fuera de la vista de los arquitectos egipcios y el preciso control del ángulo de la pendiente que se necesitaba habría sido casi imposible, ya que no se podían medir las esquinas⁴⁴; una pequeña variación en los ángulos habría hecho que el vértice de la pirámide no cayera exactamente sobre el centro de su base y habría debilitado el edificio, con grave riesgo de derrumbamiento para éste. Además, las piedras tendrían graves problemas para doblar las esquinas, pues el equipo de hombres necesario para subir una piedra de 2,5 tn de peso ocuparía unos 40 metros de longitud y 7 de anchura⁴⁵. En segundo lugar, se da la cir-

³⁹ WHEELER, N.F.: «Pyramids and their Purpose. II. The Pyramid of Khufu (the Great Pyramid)» *Antiquity* 9 (1935) p. 173.

⁴⁰ DUNHAM, D.: «Building an Egyptian Pyramid» *Archaeology* 9 (1956) pp. 159-165.

⁴¹ GOYON, G.: *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides. Khéops* (1990).

⁴² LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis: The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) pp. 128-132, figs. 5-7.

⁴³ KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) p. 126.

⁴⁴ Con respecto a la posibilidad de realizar las mediciones en estas condiciones ver LEHNER, M.: «Some Observations on the Layout of the Khufu and Khafre Pyramids» *JARCE* 20 (1983) pp. 7-25; LEHNER, M.: «A Contextual Approach to the Giza Pyramids» *AfO* 32 (1985) pp. 32, 136-158; LEHNER, M.: *The Complete Pyramids*, London: Thames & Hudson, 1997, pp. 212-213.

⁴⁵ Para subir un peso de 3.000 kg (2.500 kg peso de la piedra media empleada en la construcción de la Gran Pirámide, más 500 kg del trineo y el aparejo que la transportan) se necesita una fuerza de:

$$F = (P \cdot \text{Sen } \alpha) + (\mu \cdot P \cdot \text{Cos } \alpha)$$

en donde: F = fuerza necesaria; α = ángulo de la pendiente (14% = 6,3°); μ = coeficiente de rozamiento (0,25, propuesto por CROON, L.: *Lastentransport beim Bau der Pyramiden*, Hannover, 1925). Lo que nos da el siguiente resultado:

$$F = (3.000 \cdot 0,10) + (0,25 \cdot 3.000 \cdot 0,99) = 1.074,6$$

que dividido por 12 kg, que es el peso que la *Administration des Travaux Publics* de Francia adopta como media de la fuerza empleada por un hombre en el arrastre de pinazas (MINGUEZ, M.: *Les pyramides d'Égypte. Le secret de leur construction*, Paris: Tallandier, 1985, p. 80) nos da un total de:

$$1.074,6 : 12 = 89,5 \text{ personas}$$

cunstancia de que la construcción misma de una rampa en espiral, si se mantiene una pendiente constante, presenta importantes problemas en cuanto a la elevación ganada en cada vuelta⁴⁶. Lo que nos obliga ha rechazar también la teoría de la rampa en espiral.

Todo esto, sin contar con que las pruebas arqueológicas sobre la existencia de rampas empleadas para elevar los bloques de las pirámides pueden ser desechadas con facilidad, ya que ninguno de los restos localizados tiene la entidad suficiente como para haber sido una de ellas⁴⁷.

En la Pirámide Norte de Dashur, los caminos usados para transportar las piedras se detienen a menos de 137 m de la pirámide⁴⁸, en lo que era un lugar de almacenamiento de bloques al sureste del edificio (Fig. 5). Los restos similares localizados al este de la pirámide pudieron servir, tanto como para acarrear la caliza de calidad de Tura⁴⁹ como para llevarse los bloques desmantelados del monumento⁵⁰.

Igual sucede en la pirámide de Senuseret I en Lisht, en donde los restos de los caminos usados en la construcción de la misma⁵¹ finalizan tan cerca de la pirámide que sólo una rampa muy corta y con una pendiente impracticable podría haber sido usada en la elevación de los bloques⁵². Otro tanto puede decirse de la rampa de Medum⁵³, que con su ángulo de entre 9 y 10 grados sólo alcanzaría la altura del segundo escalón de la pirámide⁵⁴.

Si redondeamos la cifra y la dividimos en cuatro filas de 23 personas dejando entre ellas una separación de 1 m obtendremos una longitud de unos 40 m y una anchura de 7 m. Por supuesto que diferentes combinaciones permiten obtener un menor número de filas y, por consiguiente, de anchura; pero organizando grupos de trabajo demasiado largos y poco prácticos.

⁴⁶ KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) pp. 125-126. Lehner presenta una solución a este problema variando el grado de la pendiente según se eleva la rampa, aunque no consigue resolver los otros inconvenientes (LEHNER, M.: «The Development of the Guiza Necropolis: The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) pp. 129-132, figs. 5-7).

⁴⁷ Aquí se intenta negar el uso de las rampas como método de elevación de las piedras que forman la Gran Pirámide y no su uso en la construcción durante el Reino Antiguo, algo que es innegable con las pruebas existentes. Ver por ejemplo los restos excavados en el templo solar de Niuserre en BORCHARDT, L.: *Das Grabdenkmal des Königs Ne-User-Re*, Leipzig: J.C Hinrichs (WVDOG, 7), 1907, pp. 59-62, fig. 51 y Pl. 6. (Fig. 6).

⁴⁸ MORGAN, J. de: *Carte de la nécropole memphite*, Le Caire, 1897, pl. 3-4; ARNOLD, D.: «Überlegungen zum Problem des Pyramidenbaues» *MDAIK* 37 (1981) pp. 15-28.

⁴⁹ Como sugiere ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 81.

⁵⁰ Como comentan STADELMANN, R.; SOUROUZIAN, H.: «Die Pyramiden des Snofru in Dashur. Erster Bericht über die Ausgrabungen an der nördlichen Steinpyramide» *MDAIK* 38 (1982) pp. 384-385.

⁵¹ MACE, A.C.: «Excavations at Lisht» *BMMA* (1922) fig. 1.

⁵² ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 87; ISLER, M.: «On Pyramid Building II» *JARCE* 24 (1987) p. 96.

⁵³ PETRIE, W.M.F.; MACKAY, E.; WAINWRIGHT, G.: *Medum and Memphis III*, London: British School of Archaeology in Egypt (Egyptian Research Account, 18), 1910, pp. 6 y ss.; pl. 1-3; ROWE, A.: «Excavations of the Eckley B. Coxe Expedition at Meydum 1929-1930» *The Museum Journal (Museum of the University of Pennsylvania)* 22 (1931) pl. 12, 31-34. Estudiada en BORCHARDT, L.: *Die entstehung der Pyramide and der Baugeschichte der Pyramide bei Mejdum nachgewiesen*, Berlin, 1928, pp. 20-24.

⁵⁴ MARAGIOGLIO, V; RINALDI, C.A.: *L'architettura delle piramidi menfite. III. Il compreso di Meydum, la Piramide a Doppia Pendenza e la Pietra di Dahsciur*, Rapallo: Tipografia Canneda, 1964, p. 50. Arnold menciona

Pero además contamos con otras pruebas para negar el uso de las rampas como medio de elevación de los bloques de una pirámide. La primera es la pirámide de Djedefre, de la IV Dinastía, que vio abandonada su construcción cuando ya había alcanzado una cierta altura⁵⁵. Esto significa que de haber sido utilizadas rampas en su edificación, tendrían que haber dejado restos. Unos restos que, como lo fueron los de la propia pirámide, habrían debido de ser descubiertos. Como dicen Maragioglio y Rinaldi:

«Pensamos que hemos probado satisfactoriamente que la pirámide nunca fue terminada. Si una rampa hubiera sido usada y erigida para su construcción, con toda seguridad hubieran quedado trazas de ella, puesto que la pirámide alcanzó una cierta altura y la limpieza del complejo a la muerte del rey fue apresurada y sumaria. La topografía del terreno y los otros edificios que rodean el monumento dejan muy pocos lugares en donde pudiera haberse construido una rampa de estas características y sin embargo ningún resto que pueda ser atribuido razonablemente a esta construcción auxiliar es visible en la zona»⁵⁶.

Lo mismo se puede decir de la pirámide de Sekhemkhet, también sin terminar, en donde su excavador, Z. Goneim, vio evidencia de una rampa⁵⁷. Evidencia que, reestudiada por Maragioglio y Rinaldi⁵⁸, parece ser más bien uno de los grandes muros artesonados que sirve de transición entre dos niveles diferentes.

Del mismo modo que se han descartado las rampas, hay que olvidarse también de los demás sistemas propuestos hasta el momento para elevación de los bloques de la Gran Pirámide, ya que ninguno se ha mostrado como válido o aplicable.

El primero de ellos se los debemos a Heródoto, quien comentó que:

«Esta pirámide [la de Khufu] se construyó sobre la colina en una sucesión de gradas, que algunos denominan repisas y otros altarcillos; después de darle esta primera estructura, fueron izando los restantes sillares mediante máquinas formadas por maderos cortos, subiéndolos des-

que un rehundido de apenas unos centímetros en la cara este de la pirámide, a la altura del 5.º y 6.º escalón, habría sido resultado de la rampa, que habría alcanzado esa altura y que luego no habría permitido llevar a cabo correctamente el alisamiento del revestimiento del edificio (Fig. 7) (ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 82).

⁵⁵ Sobre los últimos descubrimientos en esta pirámide ver: GRIMAL, N.: «Travaux de l'IFAO en 1995-1996. 2. Abu Rowash» *BIFAO* 96 (1996) pp. 494-499; MARCHAND, S.; BAUD, M.: «La céramique miniature d'Abou-Rowash. Un dépôt à l'entrée du enclos oriental» *BIFAO* 96 (1996) pp. 255-288; GRIMAL, N.: «Travaux de l'I.F.A.O. en 1996-1997. 2. Abou Rawash» *BIFAO* 97 (1997) pp. 317-326; GRIMAL, N.: «Travaux de l'IFAO en 1997-1998. 2. Abou Rawash» *BIFAO* 98 (1998) pp. 499-505.

⁵⁶ MARAGIOGLIO, V.; RINALDI, C.A.: *L'architettura delle piramidi menfite. V. Le Piramidi di Zedefra e di Chefren*, Rapallo: Tipografia Cannesa, 1966, p. 32.

⁵⁷ GONEIM, Z.: *The Lost Pyramid*, New York (1956) 84, fig. 25. Ver también LAUER, J.-P.: *Histoire monumentale des pyramides d'Egypte, I. Les pyramides à degrés, IIIe Dynastie*, Le Caire: IFAO (BdE, 39), 1962, pp. 187-188.

⁵⁸ MARAGIOGLIO, V.; RINALDI, C.M.: *L'architettura delle piramidi menfite. II: La piramide de Sechemkhet, La Layer Pyramide di Zauiet el-Aryan, e le minori piramide attribuite alla III dinastia*, Turin: Tipografia Cannesa, 1963, p. 32.

de el suelo hasta la primera hilada de gradas; y, una vez izado el sillar al primer rellano, lo colocaban en otra máquina; pues el caso es que había tantas máquinas como hiladas de gradas, a no ser que trasladasen la misma máquina «que, en ese caso, sería una sola y fácilmente transportable» a cada hilada una vez descargado el sillar; pues, tal y como se cuenta, debemos indicar la operación en sus dos posibilidades. Sea como fuere, lo primero que se terminó fue la zona superior de la pirámides, luego ultimaron las partes inmediatamente inferiores y, finalmente remataron las contiguas al suelo, es decir, las más bajas»⁵⁹.

No hay que olvidar que Heródoto estuvo en Egipto 2.000 años después de que se construyeran las pirámides de Guiza, que era tremendamente crédulo en cuanto a las historias que le contaban sus guías y que éstos tenían casi tan pocos conocimientos como él sobre lo que le estaban enseñando, por lo que su sistema puede descartarse por completo. No obstante, su descripción ha servido para que muchos otros autores se rompieran la cabeza intentando reconstruir el aspecto de las máquinas que mencionó⁶⁰.

G. Legrain encontró utilidad para un curioso objeto (Fig. 9) que aparecía con asiduidad en los depósitos de fundación de las tumbas tebanas⁶¹. Se trataba de un trineo en miniatura con los esquíes en forma curva, como si fueran las patas de una mecedora. Según este autor⁶², tras colocar un bloque encima del trineo y sujetarlo fuertemente, bastaría con hacerlo oscilar hacia un lado para calzarlo, repetir el balanceo hacia el lado contrario, volver a calzar y subir así algunos centímetros. El problema principal que presenta este sistema es que, una vez calzado la primera vez, el trineo no se volvería a desplazar fácilmente, con lo que el proceso quedaría viciado desde el principio.

Mientras excavaba el templo bajo de Khaefre, Hölscher observó, cerca de las cajas para estatuas del patio, unos agujeros redondos de unos 25 cm de diámetro espaciados más o menos regularmente y distribuidos en dos o tres hiladas (Fig. 11)⁶³. Basándose en la presencia de estos agujeros y en las rozas visibles en las paredes del templo, supuso que todos ellos habían servido para encajar las piezas de

⁵⁹ HERÓDOTO: *Historia*, II-125 (traducción de C. Schrader).

⁶⁰ Por ejemplo: RIEDEL, O. M.: *Der Pyramidenbau und seine Transportprobleme. Die Maschine des Herodots*, Wienn, 1985. Numerosos autores han propuesto su propia solución al problema: BADAWI, A.: «The Periodic System of Building a Pyramid» *JEA* 63 (1977) pp. 52-58; BRINKS, J.: «Einiges zum Bau der Pyramiden des Alten Reiches» *GM* 78 (1984) 33-48; FORMICONE, P.F.: «Das Gerät für die Konstruktion der Pyramide» *GM* pp. 153 (1996) 33-43; HANSEN, B.H.: «The Construction of the Cheops Pyramid by Means of a Rope» en SCHOSKE, S. (ed.): *Akten des vierten Internationalen Ägyptologen-Kongresses (München 1985)*, vol. 2, Hamburg: Helmut Buske, 1989, pp. 45-52; HARRIS, J.E.G.: «A Suggestion Regarding the Construction of the Pyramids» *JEA* 30 (1944) p. 74; LALLY, M.T.: «Engineering a Pyramid» *JARCE* 26 (1989) pp. 201-218; LAUER, J.-P.: «Comment furent construites les pyramides» *Historia* 86 (1954) 57-66; LAUER, J.-P.: «Sur le choix de l'angle de pente dans les pyramides d'Égypte» *BIE* 37 (1956) pp. 57-66; RINALDI, C.: *Le piramidi. Un'indagine sulle tecniche costruttive*, Milano: Electa (Sagi & Documenti) (1983).

⁶¹ Naville encontró 36 de ellos en los depósitos de fundación del templo de Hatshepsut en Deir el Bahari (NAVILLE, E.: *The Temple of Deir el Bahari VI*, London, 1908, pl. 68).

⁶² LEGRAIN, G.: «Le logement et transport des barques sacrées et des statues des dieux dans quelques temples égyptiens» *BIFAO* 13 (1917) pp. 1-76.

⁶³ HÖLSCHER, U.: *Das Grabdenkmal des Königs Chephren* (1912) pp. 76-77, figs. 68-69.

un andamio. Mediante este andamio, y por medio de una especie de grúa de pinza (Fig. 8), se habrían colocado en su lugar los bloques que componen el templo. El gran inconveniente de su idea es que supone el empleo de poleas, grúas de pinzas y de otros mecanismos desconocidos por los egipcios⁶⁴. De modo que su utilidad queda descartada, tanto para construir templos como para elevar bloques durante la construcción de una pirámide; si bien ya se ha comentado que el propio Hölscher propone un sistema de rampas para este menester.

L. Croon propuso por su parte un sistema basado en el *shaduf*⁶⁵, máquina que todavía hoy se utiliza en Egipto para trasvasar agua desde el río hasta los canales o acequias adecuados. El *shaduf* (Fig. 13) es un instrumento compuesto por una larga pértiga sujeta a un punto de apoyo de unos dos metros de altura. En un extremo hay un contrapeso de arcilla, mientras que en el opuesto hay un recipiente que se introduce en el agua. Cuando se llena el recipiente, el contrapeso lo levanta sin demasiado esfuerzo hasta el canalón o canal que conducirá el agua al terreno deseado. Según Croon, una máquina similar, pero de mayores dimensiones, habría sido utilizada para alzar un bloque desde una hilada hasta la siguiente, donde sería depositado en una base de maderos desde la cual se deslizaría hasta su posición (Fig. 14). El gran problema es que el *shaduf* sólo comenzó a utilizarse en Egipto a partir de la XVIII Dinastía, siglos después del reinado de Khufu..

Aún sabiendo que H. Strub-Roessler menciona poleas y cabestrantes, lo que anula por completo la posibilidad de que un sistema similar al suyo hubiera sido empleado, vamos a comentar su hipótesis. Este autor⁶⁶ piensa que la máquina usada por los egipcios era una grúa oscilante de madera, formada por dos palos verticales con un travesaño horizontal en su parte superior. El bloque de piedra sería izado desde el suelo hasta el travesaño superior y luego la grúa, mediante cuerdas maniobradas con cabrestantes, se vería impulsada lentamente hacia la pirámide para depositar el bloque en la hilada deseada. Una sucesión de varias de estas grúas permitiría alcanzar cualquier altura deseada (Fig. 16).

A. Mínguez, un ingeniero civil francés, propone un muy ingenioso sistema para elevar los bloques⁶⁷. En él utiliza el principio de Arquímedes y un número indeterminado de esclusas, con las cuales se vencería tanto el desnivel Nilo-Guiza, como la altura de la Gran Pirámide (Fig. 17). Desgraciadamente, parte de una premisa falsa: que los bloques de la pirámide provenían de Tura y por lo tanto eran transportados por el Nilo. Se sabe, sin embargo, que los bloques provinieron de la cantera situada al sur de Guiza, lo significa que de haberse utilizado su sistema

⁶⁴ Se conocen algunos objetos (Figs. 10 y 15) (HASSAN, S.: *Excavations at Guiza IV*, 1932-1933, Cairo, 1943, p. 44, pl. 18-A-B); REISNER, G.A.: *Mycerinus. The Temple of the Third Pyramid at Giza*, Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1931, p. 272, pl. A) que pueden haber tenido una función de punto de apoyo para cambiar la dirección de la tracción de una cuerda, pero no son aplicables al modelo de Hölscher, aunque quizá sí para hacer que las piedras giraran las esquinas con más facilidad.

⁶⁵ CROON, L.: *Lastentransport beim Bau der Pyramide*, Wienn, 1925.

⁶⁶ STRUB-ROESSLER, G.: «Vom Kraftwesen der Pyramiden» *Technische Rundschau* 42-43 (1952).

⁶⁷ MÍNGUEZ, M.: *Les pyramides d'Égypte. Le secret de leur construction* (1985).

habría que haber realizado un gran canal para llevar agua hasta la cantera o bien que los bloques eran transportados primero hasta el Nilo y desde allí izados hasta su posición final mediante las esclusas, un trabajo doble que no parece muy lógico. Para terminar, se da la circunstancia de que ignoramos por completo si los egipcios conocían el principio de las esclusas.

Arnold⁶⁸ propone un sistema de construcción para las pirámides que utiliza una rampa perpendicular (Fig. 18). Como en Dashur los restos de las rampas terminan muy cerca de la pirámide, Arnold considera que se hubiera podido emplear una rampa que, comenzando en la mitad de una de las caras de la pirámide, se prolongaría en su interior dejando un hueco dentro de éste (Fig. 18.A). Según aumentara el número de hiladas, se iría aumentando la altura de la rampa hasta casi alcanzar la cara contraria. En este momento se rellenaría el hueco y se construiría, fuera de la pirámide, una nueva rampa que alcanzaría hasta el punto en el que acaban las rampas que vienen de la cantera (Fig. 18.B). De nuevo la altura de la rampa iría aumentando poco a poco hasta alcanzar una pendiente máxima de 10°. Se construirían entonces, a cada lado de la rampa principal, dos nuevas rampas con pendiente opuesta a ésta y con las cuales se terminaría de subir el 80% del total del material (Fig. 18.C). Sería el momento de terminar de rellenar el hueco del núcleo de la pirámide y de construir, sobre la rampa exterior al edificio, una escalera que alcanzaría el punto más alto de la pirámide, suficiente como para subir el 20% restante de material (Fig. 18.D). El último paso sería un andamiaje, mediante el cual se pulirían las caras exteriores de la pirámide de arriba abajo.

Aunque con esta teoría se necesita mucho menos volumen de material para las rampas y se ajusta perfectamente a los restos arqueológicos de Dashur, presenta algunos inconvenientes que nos permiten rechazarla. En primer lugar, la dificultad que hubieran tenidos los equipos que arrastran las piedras para girar en ángulo recto al final de la rampa principal y, en segundo lugar, la dificultad que entraña el pretender construir un edificio comenzando por el tejado. Sin mencionar que, con un procedimiento tal, la estructura interna del edificio quedaría muy debilitada, puesto que el núcleo del edificio quedaría construido en secciones independientes, lo que le quitaría mucha cohesión a las hiladas.

Hay, sin embargo, un método de elevación de bloques que no recurre a estos supuestos conocimientos técnicos y que, además de utilizar la tecnología que se sabe los egipcios de la época empleaban⁶⁹, tiene la ventaja de reducir enormemente

⁶⁸ ARNOLD, D.: «Überlegungen zum Problem des Pyramidenbaues» *MDAIK* 37 (1981) pp. 22-23.

⁶⁹ Uno de los métodos más curiosos de entre todos los que se ha sugerido para la construcción del revestimiento de la Gran Pirámide es el de la «piedra blanda». El aspecto esencial de esta técnica sería un compuesto químico que permitiría crear artificialmente piedra caliza de calidad casi idéntica a la de las canteras egipcias. Siendo así, las pirámides de piedra no serían más que edificios construidos mediante diferentes series de encofrados (DAVIDOVITS, J.: «X-Ray Analysis and X-Ray Diffraction of Casing Stones from the Pyramids of Egypt, and the Limestone of the Associated Quarries» en DAVID, A.R. (ed.): *Science in Egyptology. Proceedings of the Science in Egyptology Symposia, 1979 and 1984*, Manchester: Manchester University Press, 1986, pp. 511-520).

el número de trabajadores empleados. Este sistema, propuesto por P. Hodges⁷⁰, no es otro que el uso de palancas. Un sistema bastante habitual en el antiguo Egipto⁷¹.

Con la más simple de las herramientas conocidas por el hombre, un bloque de piedra de 2.500 kg de peso⁷² puede ser izado por únicamente cuatro personas que, manteniendo una fuerza de 36 kg durante unos segundos, podrían elevar el bloque 10 cm sobre el suelo⁷³. Esta altura sería suficiente para permitir colocar dos topes bajo el bloque de piedra y, tras realizar la misma operación bajo el punto de apoyo de las palancas, repetir el movimiento cuantas veces fueran necesarias hasta alcanzar la altura deseada.

Las pruebas llevadas a cabo⁷⁴ dan una media de 30 sg para cada maniobra de elevación de 10 cm; estando ocupada la mayor parte del tiempo en colocar los topes⁷⁵. Con esta cadencia de trabajo, un bloque de piedra puede ser elevada hasta 146,6 m de altura en 1,2 días de trabajo⁷⁶. Este sistema también puede ser utilizado para el desplazamiento horizontal de los bloques si, después de elevarlos con las palancas, éstas se hacen girar en la dirección adecuada. El resultado de esta maniobra en las citadas pruebas fue de un desplazamiento de 19 cm cada 20 sg; lo que implica una velocidad teórica de 34 m por hora, con la que un bloque podría recorrer los 230 m de lado de la pirámide en unas 7 horas.

El máximo inconveniente que presenta este método es el de colocar los bloques en su sitio, ya que es difícil manejar con soltura las palancas (y por tanto controlar el movimiento) cuando los únicos lados libres para poder emplearlas hacen ángulo recto⁷⁷. Este es un problema que en los sistemas anteriores alcanza proporciones

Además de la inexistencia de pruebas (las que presenta el autor son de todo menos concluyentes y se prestan a varias interpretaciones), hay que mencionar varios aspectos que permiten rechazar esta original propuesta. En primer lugar, que los restos físicos existentes en las canteras demuestran que el método de extracción era el «clásico», es decir, mediante excavación. En segundo lugar está el tamaño irregular de los bloques de piedra empleados en las pirámides; de haberse utilizado moldes, lo lógico hubiera sido hacerlos todos del mismo tamaño, pues el trabajo sería infinitamente más sencillo y rápido, que era precisamente lo que se hacía con los ladrillos, lo que no sucede en *Akhet Khufu*, donde todas las piedras son de tamaño diferente.

⁷⁰ HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993).

⁷¹ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 270. Ver por ejemplo DAVIES, N. de G.: *The Tomb of Rekhmire at Thebes*, New York: Publications of the Metropolitan Museum of Art (Egyptian Expedition, 11), pl. 58.

⁷² Este es el peso del bloque medio de los que forman la Gran Pirámide, que está formado por un metro cúbico de caliza, que tiene un peso específico de 2,5.

⁷³ Esta altura variaría según fuera de alto el punto de apoyo de la palanca y según fuera el extremo de la palanca insertado bajo el bloque (liso, terminado en ángulo...).

⁷⁴ KEABLE, J. en HODGES, P.: *How the Pyramids Were Built* (1993) pp. 133-141.

⁷⁵ Mohen levantó sin demasiados problemas un bloque de 32 tn de peso con sólo tres palancas (MOHEN, J.-P.: «Aux prises avec des pierres de plusieurs dizaines de tonnes» *Les dossiers d'archéologie* 46 (1980) p. 66).

⁷⁶ Hay que tener en cuenta que la estructura interna de la pirámide (visible actualmente tras el desmantelamiento de los bloques del revestimiento durante la Edad Media) es escalonada. Esto quiere decir que los bloques debían de ser izados únicamente 0,69 cm, la altura media de las hiladas (GOYON, G.: «Les rangs d'assises de la Grande Pyramide» *BIFAO* 78 (1978) pp. 405-413), antes de ser desplazados horizontalmente.

⁷⁷ ARNOLD, D.: «Maneuvering Casing Blocks of Pyramids» en BAINES, J.; JAMES, T.G.H.; LEAHY, A.; SHORE, A.F. (eds.): *Pyramid Studies and Other Essays Presented to I.E.S. Edwards*, London: The Egypt Exploration Society (Occasional Publications, 7), 1988, pp. 54-56; LEHNER, M.: *The Complete Pyramids* (1997) p. 209.

mayores, ya que la piedra, además, debe ser bajada del trineo y colocada en su lugar. Otro gran inconveniente es la dificultad que entraña el formar puntos de apoyo estables para las palancas a base de añadir suplementos al punto inicial. Todo ello sin contar con que el espacio libre para realizar la maniobra de situar los últimos bloques de un escalón de la pirámide sería muy escaso, pues sólo en la base del edificio los bloques miden más de 50 cm de profundidad⁷⁸; a 130 m de altura, en uno de los escalones superiores del edificio, la maniobra entrañaría una dificultad y un riesgo evidentes⁷⁹.

Como demuestran los bloques del revestimiento de la pirámide Romboidal, estas piedras eran situadas desde un lateral (Fig. 19), sumándose a los ya colocados. El último bloque, que cerraba el escalón, no tenía más remedio que ser colocado desde el frente y, en algunos casos, como en la pirámide de Amenemhat III en Dashur, desde arriba (Fig. 21)⁸⁰. Podemos entonces imaginar que los dos o tres bloques que forman el perímetro final de un escalón, es decir, el bloque del revestimiento, el bloque situado inmediatamente detrás (*backing stone*) y el ocasional bloque de relleno que comunicaba este último con el resto del escalón (*packing stone*), se dejaron sin colocar en todas las hiladas hasta haber terminado por completo el edificio. Quedó entonces una estructura escalonada, con la huella de los escalones lo bastante ancha como para poder manejar las palancas sin peligro y servir así de «quitamiedos» a los obreros que trabajaban en el escalón inmediatamente superior. Los bloques finales se terminaron de colocar de arriba a abajo. Para colocar el último bloque desde el frente se puede suponer algún tipo de suplemento en forma de plataforma que, afirmada sobre los dos o tres escalones inferiores, permitiera realizar la maniobra sin peligro.

Los grandes bloques que forman el techo de las cámaras interiores de la Gran Pirámide, especialmente de la Cámara del Rey, se habrían ido subiendo poco a poco desde el primer escalón. Una vez terminado aquel, los bloques serían izados con las palancas hasta situarlos encima, cerca del borde. Cuando, comenzando desde el centro de la pirámide, se hubieran colocado suficientes bloques del segundo escalón, los grandes bloques volverían a ser elevados de igual manera sobre éste. La operación se iría repitiendo hasta alcanzar la altura que les correspondía. Seguramente, mientras estaban almacenados sobre un escalón, hubo que moverlos en un par de ocasiones para no interferir con la construcción del escalón siguiente, pero eso no constituía demasiado problema. Para estos bloques, Arnold supone, en consonancia con el sistema de construcción que propone, que dejaron un hueco interior en el macizo de la pirámide desde la entrada; hueco que sirvió, no sólo para izarlos, sino también como rampa interior durante la construcción de la pirámide⁸¹.

⁷⁸ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 272.

⁷⁹ El experimento realizado por Lehner para un documental de la cadena NOVA de televisión, en el que intentó construir con este sistema una pequeña pirámide de 9 metros cuadrados de base, resultaron fallidos (LEHNER, M.: *The Complete Pyramids* (1997) pp. 208-209.

⁸⁰ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) pp. 117-118.

⁸¹ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 182, fig. 4.113.

Con el sistema propuesto de elevación, mediante palancas, tendríamos dos equipos de trabajadores para cada bloque: el primero para subirlo a la altura deseada y el segundo para colocarlo en su sitio dentro del escalón. Si calculamos que eran necesarias cuatro palancas por cada bloque, cada una manejada por un sólo obrero, y dos personas más por piedra encargadas de colocar los suplementos que mantenían la elevación conseguida y alzaban el punto de apoyo de las palancas, tenemos un total de 12 personas por bloque. Multiplicando esta cifra por 319,5, que es el número de bloques diarios colocados en la pirámide⁸², obtenemos un total de 3.833,3 personas levantando y colocando en su sitio las piedras. Un número de trabajadores perfectamente aceptable. No obstante, no eran los únicos, ya que los bloques de piedra habían de ser trasladados hasta el pie de obra para poder ser utilizados.

Es más que posible que el sistema utilizado para el acarreo de los bloques hasta el pie de la pirámide no fuera el de las palancas, sino el arrastre. Una de las pocas pruebas que tenemos sobre el movimiento de grandes pesos en el Reino Antiguo nos la proporciona la mastaba de Ti⁸³, de la V Dinastía, en donde se ve un relieve (Fig. 12) en el que una estatua es desplazada mediante arrastre⁸⁴. De modo que este sistema también pudo ser tilizado en la construcción de las diferentes pirámides. Tampoco es posible descartar del todo el empleo de bueyes como animales de carga en el transporte de los bloques, ya que en un relieve de la VI Dinastía (Fig. 22) encontrado en la capilla de la mastaba de Idu⁸⁵ se puede ver cómo un grupo de seis personas precedidas por dos bueyes arrastran un trineo en el que va situado un sarcófago.

Por otra parte, durante la excavación del templo funerario de Montuhotep en Deir el-Bahari, se localizaron los restos de cuatro grandes toros, aparentemente muertos de cansancio durante la construcción⁸⁶. Además, bueyes arrastrando un arado se pueden ver, entre otras: en la mastaba de Nefermaat⁸⁷, que data del reinado de Esnefru; en la mastaba de Rahotep⁸⁸ (Fig. 20), fechada a comienzos de la IV Dinastía; o en la de Niankhknum⁸⁹ (Fig. 23), de la V Dinastía.

⁸² 115.000 bloques anuales entre 360 días; suponemos que, como mínimo, los cinco días epagómenos eran de fiesta.

⁸³ EPRON, L; WILD, H.: *Le tombeau de Ti*, Le Caire: Institut Français d'Archéologie Orientale (MIFAO, 65), 1939-1966; STEINDORFF, G.: *Des Grab des Ti. (veröff. der E. von Sieglin Expedition in Ägypten, 2)*, Leipzig, 1913.

⁸⁴ Un sistema mediante el cual H. Chevrier (entonces director de trabajos en Karnak) demostró que un peso de 5,5 tn podía ser desplazado fácilmente por 6 personas sobre una pista horizontal lubricada con barro húmedo (CHEVRIER, H.: «Technique de la construction dans l'ancienne Égypte. Problèmes posés par les obelisques» *RdE* 22 (1970) pp. 15-39).

⁸⁵ FISCHER, H.G.: «Notes on Two Tomb Chapels at Giza» *JEA* 67 (1981) p. 166, fig. 1; SIMPSON, W.K.: *The Mastabas of Qar and Idu*, Boston: (Guiza Mastabas II), 1976, pl. 18, fig. 35.

⁸⁶ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 280, fig. 3.7; ARNOLD, D.: *The Temple of Mentuhotep at Deir el-Bahari: From the Notes of Herbert Winlock*, New York: Publications of the Metropolitan Museum of Art (Egyptian Expedition, 21), 1979, p. 62, pl. 37.

⁸⁷ PETRIE, W.M.F.: *Medum*, London: Nutt, 1892, pl. XX.

⁸⁸ PETRIE, W.M.F.: *Medum* (1892) pl. XII.

⁸⁹ MOUSSA, A.; ALTERNMÜLLER, H.: *Das Grab des Niankhnum und Chunnhotep*, Mainz: Philipp von Zabern, 1977, pl. 58.

Si aceptamos que el traslado de los bloques desde la cantera hasta la pirámide se realizaba mediante arrastre, podemos incluir entonces a otras 122,8 personas⁹⁰ más, dedicadas esta vez al acarreo de las piedras por la meseta de Guiza desde la cantera cercana; cantidad que sumada a la anterior hace un total de 3.956,1 obreros, cifra que podemos elevar hasta 5.000 si tenemos en cuenta la ya citada necesidad de otros trabajadores y que nuestros cálculos son por lo bajo⁹¹.

Pero estas no eran las únicas personas que trabajaban en la construcción de la pirámide del faraón; también hay que tener en cuenta a todos aquellos que se encargaban de conseguir los materiales utilizados en la obra que, posteriormente, había que transportar hasta Guiza o la necrópolis que fuera.

Las principales materias primas empleadas en la construcción de los complejos funerarios reales durante el Reino Antiguo no fueron muchas (Fig. 24); de hecho, sólo se utilizaron piedras de diferentes tipos y pocos materiales más.

El material más utilizado fue la piedra caliza de calidad normal que, en el caso de la pirámide de Khufu, supone las 5/6 partes del empleado en el edificio⁹². En otras pirámides la proporción es similar. Siguen en importancia: la piedra caliza de calidad superior, que formaba el recubrimiento exterior de la misma, y el granito, empleado en puntos concretos del edificio, como los rastrillos obturadores, las cámaras funerarias, los sarcófagos y, ocasionalmente, también para el revestimiento exterior. La madera de construcción, que fue utilizada en la construcción de trineos para las piedras, palancas y andamiajes diversos, tuvo un papel destacado. Menos relevancia tuvieron otro tipo de piedras como el basalto (empleado fundamentalmente en enlosados y ciertos sarcófagos), la diorita de algunas estatuas y la dolerita y otras piedras, con las que se fabricaban herramientas. En cuanto a metales, el único mencionable es el cobre, empleado en la manufactura de ciertos utensilios destinados al trabajo de los bloques de piedra y de la madera. También se empleó el ladrillo para ciertos menesteres, especialmente completar los templos funerarios de aquellos reyes muertos antes de la compleción de sus complejos funerarios⁹³. Veamos ahora con algún detalle de dónde provenían esos materiales.

Piedra caliza de calidad normal: Siendo las montañas que flanquean el valle del Nilo grandes afloramientos calizos en su mayor parte, no es de extrañar que éste fuera el material lítico empleado durante el Reino Antiguo; no sólo por la facilidad de su extracción, pues no es una piedra especialmente dura, sino también por los

⁹⁰ El recorrido de los bloques desde la cantera hasta el pie de la pirámide sería de 600 m sobre una rampa de pendiente ínfima, pues no tenía que salvar demasiada altura. Utilizando el desplazamiento por trineos, a una velocidad media de 2,5 km/h, se invertiría un tiempo de 28,8 minutos en el recorrido de ida y vuelta. De este modo un mismo equipo podría hacer 20,8 viajes diarios. Para mantener el ritmo necesario para la construcción se necesitarían 15,4 equipos de trabajo. Es decir, suponiendo 8 personas por equipo (un grupo de seis para cargar y descargar, con palancas, las piedras en los trineos y un par de boyeros para dirigir el tiro animal), tenemos un total de 122,8 personas.

⁹¹ Lehner calcula dos grupos de 2.000 personas para este menester (LEHNER, M.: *The Complete Pyramids* (1997) p. 225).

⁹² LAUER, J.-P.: «Le problème de la construction de la Grande Pyramide» *RdE* 40 (1989) p. 93.

⁹³ Como por ejemplo el Templo Bajo de Menkaure, que fue terminado por Shepseskaf.

escasos problemas existentes en cuanto al aprovisionamiento. Las canteras se abrían en las cercanías del emplazamiento elegido para contruir el complejo funerario y hay muchas de ellas repartidas por todo Egipto, desde Menfis hasta Esna⁹⁴. Como ejemplo del uso de estos materiales seguiremos con nuestro edificio modelo, la Gran Pirámide de Khufu, en la cual la piedra caliza que forma el núcleo central del edificio fue extraída de la cantera situada en la meseta de Guiza, entre 300 y 600 m al sur del propio edificio⁹⁵. Como ya se ha mencionado, el volumen de piedra extraído se corresponde con el utilizado para construir la tumba de Khufu.

Piedra caliza de calidad superior. Para el recubrimiento del núcleo de las diferentes pirámides del Reino Antiguo, ya fueran macizas como las de la IV Dinastía o meras acumulaciones de pedruscos y cascotes como las de la VI Dinastía, los egipcios utilizaron caliza de gran calidad. La homogeneidad de la piedra y su blanquecino color la convertían en un material muy indicado para dar una capa de «limpieza» y brillo a las pirámides y demás edificios importantes. La cantera principal de este tipo de caliza se encuentra en Tura, en la orilla este del Nilo⁹⁶, a pocos kilómetros al sur de El Cairo, aunque había otras como Masara, Ayan y Gebelein⁹⁷.

Granito: Localizado en la cordillera Árábica, en la península del Sinaí y en los afloramientos que forman las diversas cataratas del Nilo, su explotación se realizaba preferentemente en la primera catarata, cerca de Asuan, en donde la proximidad del río facilitaba enormemente el transporte⁹⁸. Su dureza y la dificultad de su extracción explican que se trate de una piedra utilizada con mesura. Únicamente fue utilizado con largueza en el revestimiento de una pirámide, la de Djedefre, y no es seguro que fuera revestida por completo con él. También se utilizó con cierta profusión en la pirámide de Menkaure, cuyas primeras dieciséis hiladas son de granito sin desbastar. En otras pirámides, el revestimiento de granito se limita a la primera hilada del edificio: Khaefre, Shepseskaf, Neferirkare y GIIIa (una de las pirámides subsidiarias de Menkaure)⁹⁹. La misma cualidad que relegó a este material como elemento de revestimiento, fue el motivo de que los arquitectos egipcios la utilizaran en aquellas zonas de sus construcciones que los ingenieros egipcios creían más débiles o que necesitaban una especial protección: obstáculos para ladrones, cámaras funerarias y sarcófagos.

Basalto: Esta piedra fue empleada con cierta profusión únicamente durante el Reino Antiguo y sólo como enlosado de los patios de algunos templos altos en la

⁹⁴ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) pp. 159, 162; tabla 2.3.

⁹⁵ LEHNER, M.: «The Development of the Giza Necropolis. The Khufu Project» *MDAIK* 41 (1985) p. 121.

⁹⁶ Las canteras de caliza de calidad normal se sitúan por lo general en la orilla opuesta, que es donde se construyeron todos los complejos funerarios reales.

⁹⁷ LUCAS, A.; HARRIS, J. R.: *Ancient Egyptian Material and Industries* (1962) pp. 52-53.

⁹⁸ LUCAS, A.; HARRIS, J. R.: *Ancient Egyptian Materials and Industries* (1962) p. 58; VERCOUTTER, J.: *L'Égypte et la vallée du Nil. Tome I* (1992) p. 56.

⁹⁹ Sobre estas pirámides ver: EDWARDS, I.E.S.: *The Pyramids of Egypt* (1993); STADELMANN, R.: *Die ägyptischen Pyramiden* (1991); PARRA ORTIZ, J. M.: *Historia de las pirámides de Egipto*, Madrid: Editorial Complutense, 1997.

necrópolis real de Menfis¹⁰⁰ y en unos pocos sarcófagos¹⁰¹, debido, según sugiere Hoffmeier, a que con su color negro el basalto simbolizaba la tierra del valle del Nilo y al dios Geb¹⁰². La única fuente de basalto durante el Reino Antiguo fue la cantera de Gebel el Quatrani, a unos kilómetros al noroeste del lago Fayum¹⁰³.

Cobre: Durante mucho tiempo fue, junto al oro, el plomo y la plata, el único metal explotado por los egipcios (el hierro no llegaría hasta el Imperio Nuevo). Numerosos yacimientos de este metal se encuentran en Egipto, tanto en el desierto oriental como en la península del Sinaí¹⁰⁴ y Nubia (alrededor de la Segunda Catarata). Todos ellos fueron explotados desde fecha temprana y estos últimos desde el Reino Antiguo¹⁰⁵. Ejemplos de herramientas de este metal se conocen desde la I Dinastía¹⁰⁶, y su número aumenta notablemente a partir de la III Dinastía, cuando comenzó la construcción del complejo funerario del Horus Netjerikhet, en cuyo recinto se han encontrado numerosos ejemplares¹⁰⁷.

Madera: Careciendo Egipto de árboles madereros, desde muy temprano se proveyó de ellos en el extranjero¹⁰⁸, tanto en Nubia como en el Líbano¹⁰⁹. Durante el Reino Antiguo, parece que el principal centro de aprovisionamiento debió de ser la ciudad de Biblos, en la franja costera del actual Líbano (Fig. 24)¹¹⁰, en donde se

¹⁰⁰ En el patio de los templos altos de Khufu, Userkaf, Sahure, Neferirkare y Niuserre principalmente.

¹⁰¹ Como por ejemplo el de Menkaure.

¹⁰² HOFFMEIER, J.K.: «The Use of Basalt in Floors of Old Kingdom Pyramid Temples» *JARCE* 30 (1993) pp. 117-123.

¹⁰³ HARRELL, J.A.; BOWN, T.M.: «An Old Kingdom Basalt Quarry at Widan el-Faras and the Quarry Road to Lake Moeris» *JARCE* 32 (1995) pp. 71-91.

¹⁰⁴ CHARTIER-RAYMOND, M.; GRATIEN, B.; TRAUNECKER, C.; VINÇON, J.-M.: «Les sites miniers pharaoniques du Sud-Sinaï. Quelques notes et observations du terrain» *CRIPPEL* 16 (1994) pp. 31-77; GIVEN, R.: «Investigations in the Egyptian Mining Centres in Sinai: Preliminary Report» *Tel Aviv* 2 (1975) pp. 45-54.

¹⁰⁵ LUCAS, A.; HARRIS, J.R.: *Ancient Egyptian Materials and Industries* (1962) pp. 202-205.

¹⁰⁶ PETRIE, W.M.F.: *The Royal Tombs of the Earliest Dynasties, Part II*, London: Egypt Exploration fund (Memoir of the EEF, 21), 1902, pp. 24, 28; pl. 6, 9A, 38(94) y 41.

¹⁰⁷ FIRTH, C.M.; QUIBELL, J.E.; LAUER, J.-P.: *The Step Pyramid*, Cairo: Imprimerie de l'Institut Français d'Archéologie Orientale - Service des Antiquités de l'Égypte, 1935-1936, pp. 124-125, fig. 11(6,7 y 8), pl. 93(3); 233-233, fig. 234; pl. 96(3).

¹⁰⁸ A este respecto, es reveladora la entrada  «madera extranjera» que aparece en los Papiros de Abusir entre los materiales inventariados en los almacenes (POSENER-KRIEGER, P.: *Les archives du temple funéraire de Néferirkare-Kakaï. Traduction et commentaire* (2 vols.), Le Caire: IFAO (BdE 65/1 y 65/2), 1976, p. 166.

¹⁰⁹ LUCAS, A.; HARRIS, J.R.: *Ancient Egyptian Materials and Industries* (1962) pp. 429-434.

¹¹⁰ En contra de la existencia de Biblos como centro productor y exportador de madera ver la abundante producción de Nibbi sobre la cuestión, los trabajos más modernos son: NIBBI, A.: «Some Remarks on the Cedar of Libanon» *DE* 28 (1994) 35-52; NIBBI, A.: «The Byblos Question Again» *DE* 30 (1994) 115-141. No obstante, sus suposiciones sólo han encontrado eco en VANDERSLEYEN, C.: *L'Égypte et la vallée du Nil. Tome 2. De la fin de l'Ancien Empire à la fin du Nouvel Empire*, Paris: PUF (Nouvelle Clío. L'Histoire et ses problèmes), 1995, pp. 26-27. La mayoría de los investigadores están en contra de su opinión, como por ejemplo LORTON, D.: «Where Was Ancient Egypt's *kpn(y)?*» *DE* 6 (1986) pp. 89-99. Otros autores como SERPICO, M.; WHITE, R.: «A Report on the Analysis of the Content of a Cache of Jars from the Tomb of Djer» en SPENCER, J. (ed.): *Aspects of Early Egypt*, London: British Museum Publication, 1996, pp. 136-138, fig. 2, dan por sentado este comercio. AUBET, M.^a E.: *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Barcelona: Bellaterra, 1987, p. 18

han encontrado numerosos restos que atestiguan el temprano comercio egipcio-cananita¹¹¹. Pese a que considero más que probadas las relaciones comerciales entre Egipto y las poblaciones de la costa de Canaán, entra en lo posible que, como ha sugerido Nibbi, en las partes más externas del Delta pudiera haber habido presencia de pinos utilizables en la construcción, lo que facilitaría su aprovisionamiento por parte de los egipcios.

La consecución de estos materiales llevaba implícita el empleo y la organización de un determinado número de trabajadores cuyo número intentaremos cuantificar en los párrafos siguientes. De todo este segundo grupo de obreros, adscritos a la erección de un complejo funerario, pero no directamente encargados de edificarlo, la mayor parte estaría dedicada al trabajo en las canteras.

La labor de extracción en una mina al aire libre comenzaba con la limpieza de la capa de arena y demás detritos que cubría el estrato rocoso que se deseaba excavar. A continuación se marcaba en el suelo una rejilla que marcaba el tamaño deseado para los bloques de piedra, cada uno de ellos separado del siguiente por una pequeña trinchera de anchura suficiente como para permitir el trabajo de un hombre (Figs. 25 y 26). En aquellas canteras en las que se habían agotado los estratos superficiales, o que nunca los tuvieron, como es el caso de Tura, el trabajo se realizaba en galerías, en las que se dejaban con regularidad macizos pilares de sustentación. Se comenzaba desde arriba, en la cara expuesta de la piedra, después se excavaba la parte trasera y se separaba el conjunto de la cantera (Fig. 27). El uso de cuñas de madera, incrustadas en la roca y posteriormente empapadas en agua para que la presión terminara por separar los bloques de piedra¹¹², debe de ser descartado; pues se ha demostrado que su uso fue desconocido por los canteros egipcios hasta el período tolemaico¹¹³. Según Goyon¹¹⁴, el trabajo en las canteras de Guiza se vería facilitado en cierta manera por la peculiar característica geológica del te-

sostienen que esta ciudad fue casi una colonia egipcia durante gran parte del Reino Antiguo. En cualquier caso, no cabe duda de la importancia de la relación entre Egipto y Biblos, que llevó a que, ya en el Reino Antiguo, la ciudad cananita apareciera en el mito de Horus (SETHE, K. *ZÄS* 49 (1910) pp. 71 y ss., citado por REDFORD, D.B.: «The Acquisition of Foreign Goods and Services in the Old Kingdom» *Scripta Mediterranea* 2 (1981) p. 14 nota 38).

¹¹¹ BONGRANI, L.: «I rapporti fra l'Egitto, la Siria e il Sinai durante l'Antico Regno» *OrAnt* 2 (1963) pp. 173-186 y REDFORD, D.: «Egypt and Western Asia in the Old Kingdom» *JARCE* 23 (1986) pp. 125-143. El comercio, o cuando menos las relaciones por medio de obsequios personales (REDFORD, D.B.: «The Acquisition of Foreign Goods and Services in the Old Kingdom» *Scripta Mediterranea* 2 (1981) p. 8), con esta parte del Mediterráneo fue sin duda fluido, pues en Ebla se han encontrado algunos objetos egipcios del Reino Antiguo (MATTHIAE, P.: «Recherches archéologiques à Ebla, 1977: Le quartier administratif du Palais Royal G» *CRAIBL* (1978) pp. 230-236; SCANDONE-MATHIAE, G.: «Vasi scritti di Chefren e Pepi I dal palazzo reale G di Ebla» *Studi Eblaiti* 1 (1979) pp. 33-43; SCANDONE-MATTHIAE, G.: «Inscriptions royales égyptiennes de l'Ancien Empire à Ebla» en NISSEN, H.; RENGIER, J. (eds.): *Comptes rendues de la Rencontre Assyriologique Internationale (Berlin 1978)*, Berlin: D. Reimer, 1982, pp. 125-131).

¹¹² Mencionado por primera vez en REISNER, G.A.: *Mycerinus* (1931) p. 70.

¹¹³ RÖDER, J.: «Zur Steinbruchgeschichte des Rosengranit von Assuan» *Archäologischer Anzeiger* 3 (1965) p. 523.

¹¹⁴ GOYON, G.: *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides. Khéops* (1990) pp. 105-108.

reno, que intercala los estratos de caliza y los estratos de arcilla. De modo que, al alcanzar la excavación la profundidad adecuada, la capa arcillosa permitía extraer los bloques sin demasiada dificultad.

El trabajo de tallado y extracción se realizaba con picos o hachas picudos de piedra, pues recientes estudios han permitido comprobar que sólo las piedras calizas más blandas podrían haber sido trabajadas con las herramientas de metal egipcias¹¹⁵. Goyon ha supuesto que la extracción de granito se realiza mediante el empleo del calor en la roca y el brusco enfriamiento de la misma para producir fracturas que luego podían ser trabajadas mediante los sistemas tradicionales¹¹⁶.

Este mismo autor realiza el siguiente cálculo del personal empleado en la cantera de Guiza. Suponiendo que el ritmo de trabajo de un obreo fuera excavar una trinchera de 1 m de longitud por 0'25 m de profundidad diariamente¹¹⁷, cada piedra, que él considera con un volumen medio de un metro cúbico¹¹⁸, necesita de 16 trabajadores por día o de 16 días de trabajo para ser extraída de la cantera. Multiplicando esta cifra por el volumen diario de piedra que según este mismo autor necesita la pirámide (355 m³)¹¹⁹ para poder ser construida en los plazos calculados, obtenemos la cifra de 5.680 canteros trabajando en la obtención de los bloques de piedra de los que consta el mayor edificio del complejo funerario¹²⁰. En las canteras de Tura el número de canteros fue menor, unos 944; suficientes para poder conseguir los 59 m³ diarios de caliza de calidad necesarios para el revestimiento de la pirámide. Ya se ha mencionado que este revestimiento es la sexta parte, unos 431.000 m³, del volumen total del edificio. Desconociendo el volumen total de material calizo empleado en la construcción de la calzada de acceso, del templo bajo y del templo alto del complejo funerario de Khufu, no podemos ofrecer una cifra aproximada de los canteros dedicados a ese menester; pero la cifra de un millar más de trabajadores parece razonable. El total de ellos sería entonces de unos 7.624 obreros.

La posibilidad de que parte de estos trabajadores fueran extranjeros es bastante real, pero siempre serían cantidades casi anecdóticas. La cifra citada por Esnefru, 1.000 nubios¹²¹, o los 17.000 nubios mencionados en un grafito de Korosko¹²², algo

¹¹⁵ STOCKS, D.: «Egyptian Technology IV. Tools of the Ancient Craftsmen» *Popular Archaeology* July (1986) pp. 25-29; ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) pp. 33, 41-42.

¹¹⁶ GOYON, G.: «Un procédé de travail du granit par l'action thermique chez les anciens égyptiens» *RdE* 28 (1976) pp. 76-86; GOYON, G.: *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides. Khéops* (1990) pp. 112-114.

¹¹⁷ Lehner comenta que, tras cinco horas de trabajo, él sólo consiguió excavar un cuadrado de 30 x 30 cm y 2'5 cm de profundidad (LEHNER, M.: *The Complete Pyramids* (1997) p. 207).

¹¹⁸ GOYON, G.: *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides. Khéops* (1990) p. 291.

¹¹⁹ Perfectamente aceptable para nuestra cifra de bloques diarios, 319,4. Lehner calcula 322 m³ diarios (LEHNER, M.: *The Complete pyramids* (1997) p. 206).

¹²⁰ Lehner calcula 1.212 hombres para esta labor (LEHNER, M.: *The Complete Pyramids* (1997) p. 207).

¹²¹ Piedra de Palermo (ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien*, Paris: Du Cerf (LAPO, 11), 1982, p. 39 § 9).

¹²² LÓPEZ, J.: *Inscripciones rupestres faraónicas entre Korosko y Kasr Ibrim*, 1966, pp. 25 y ss.; HELCK, W.: «Die bedeutung der Felsinschriften J. López, Inscriptioes rupestres NR. 27 und 28» *SAK* 1 (1974) pp. 215-225.

posterior, pero también de la IV Dinastía, son, casi con total certeza, mera propaganda. La Piedra de Palermo menciona a 70 extranjeros en la construcción del templo funerario de Userkaf¹²³, cifra que considero mucho más ajustada a la realidad que las anteriores.

Estos son los, digamos, obreros fijos adscritos a la construcción de la Gran Pirámide. Hemos de incluir ahora aquellos encargados de conseguir dos materiales también empleados en el complejo funerario: el granito de Asuán y el basalto de Gebel el Quatrani.

El total de metros cúbicos de granito empleados es de muy difícil cálculo, pero podemos proponer un cifra aproximada. Partiendo de la dimensiones de la Cámara del Rey¹²⁴, toda ella construida con este material, y sumándole los 38 pilares, también de granito, que formaban parte del templo alto de Khufu (Fig. 28), tenemos $384,1^{125} + 209,5^{126} = 593,6 \text{ m}^3$ de granito entre la pirámide y el templo alto. Como no sabemos si las paredes de este último (Fig. 28) estaban forradas también de granito (como sucede en el templo de Khaefre) y no hemos incluido los bloques cinturón, los bloques obturadores del corredor ascendente ni los bloques que componen la cámara de los rastrillos de la Gran Pirámide (todos ellos de granito) podemos fácilmente duplicar la cifra y redondearla hasta un total de unos 1.200 m^3 , que sería el granito total empleado en la construcción del complejo funerario de Khufu.

Suponiendo que los canteros de Asuán podían mantener el mismo ritmo de trabajo que el calculado por Goyon para los extractores de caliza, y teniendo en cuenta que el granito es el doble de duro que aquella¹²⁷, tenemos que para poder conseguir un metro cúbico de granito se necesitan 32 obreros. Si ahora multiplicamos esta cifra por 60, que son los metros cúbicos anuales que habían de extraerse de granito¹²⁸, tenemos un total de 1.920 obreros en Asuán para alcanzar la producción necesaria. Debido a su uso en puntos concretos del complejo funerario, la producción de granito no estaba sometida a la presión de un mínimo diario, por lo que la cifra se pudo completar en varias expediciones.

Otro material utilizado en los complejos funerarios reales es el basalto. Un buen ejemplo de esto es el templo alto de Khufu, que era un gran patio rectangular de

¹²³ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 43 § 21.

¹²⁴ 10,47 m de largo por 5,24 de ancho y 5,82 de alto. Sus paredes tienen un grosor de 1,5 m y su techo y suelo de 1 m (DORMION, G.; GOIDIN, J.-P.: *Khéops. Nouvelle enquête. Propositions préliminaires*, Paris: Recherches sur les Civilisations, 1986, p. 45).

¹²⁵ Los laterales largos dan un total de $10,47 \times 5,82 = 60,9 \text{ m}^2$ (x2) = $121,9 \text{ m}^2$; si el grosor de los bloques es de 1,5 m, el total es de $182,8 \text{ m}^3$. Los laterales cortos dan un total de $5,24 \times 5,82 = 30,5 \text{ m}^2$ (x2) = 61 m^2 ; si el grosor de los bloques es de 1,5 m, el total es de $91,5 \text{ m}^3$. Techo y suelo dan un total de $10,47 \times 5,24 = 54,9 \text{ m}^2$ (x2) = $109,8 \text{ m}^2$; si el grosor de los bloques es de 1 m, el total es de $109,8 \text{ m}^3$. Por lo tanto, la Cámara del Rey tiene un cubicaje total de $384,1 \text{ m}^3$ de granito.

¹²⁶ Los pilares miden 1,05 m de lado y tuvieron una altura mínima de 5 m. Es decir $(1,05 \times 1,05) \times 5 = 5,5 \text{ m}^3$ (x38) = $209,5 \text{ m}^3$.

¹²⁷ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 28, tabla 2.1.

¹²⁸ 1.200 m^3 totales entre 20 años que duró la construcción.

unos 40 m de profundidad por 52'4 m de anchura, todo él enlosado con basalto¹²⁹. Tenemos entonces una superficie de 2.096 m² y, suponiendo medio codo de grueso a cada losa (0,26 m), un total de 545 metros cúbicos de basalto. El basalto es tan duro como el granito¹³⁰, por lo que para poder extraer los 27'2 m³ anuales de basalto se necesitarían 871,9 obreros. En su estudio de la cantera de Gebel el Quatrani¹³¹, Harrel habla de que en el campamento de los canteros podían haberse alojado unos centenares de obreros¹³², con lo que la cifra que proponemos puede ser adecuada, aunque quizá algo elevada. No obstante, si consideramos que también refleja el número de jornadas de trabajo necesarias para la extracción del material deseado, podemos ver que casa perfectamente; ya que un centenar de trabajadores podría conseguir el volumen adecuado de material en sólo una semana egipcia de trabajo.

Con respecto a las expediciones (pues al tratarse de localidades fuera del «límite de seguridad» del valle del Nilo sólo así pueden llamarse) para conseguir otros materiales, las cifras de expedicionarios varían, pero se sitúan como media entre uno y varios centenares de obreros como máximo, pese a lo que mencionan algunas inscripciones.

En Hatnub, la cantera de alabastro situada en el desierto oriental, a unos 17 km al sureste de el Amarna¹³³, una inscripción menciona que, en tiempos del rey Pepi II, una expedición fue enviada para extraer 2.000 bloques de piedra¹³⁴; pero la cifra es de dudosa lectura y no menciona cuantos obreros formaban parte de la expedición. Otras inscripciones mencionan cifras algo menores: 803 y 700 bloques¹³⁵, 300 bloques¹³⁶, e incluso sólo cuatro mesas de ofrendas¹³⁷. En cuanto al número de obreros, aparecen mencionadas las siguientes cifras: 80¹³⁸, 100¹³⁹, 300¹⁴⁰ y dos expediciones de 1.600 hombres¹⁴¹. En el wadi Hammamat las inscripciones¹⁴² men-

¹²⁹ LAUER, J.-P.: «Le temple funéraire de Khéops à la Grande Pyramide de Guizeh» *ASAE* 46 (1947) pp. 245-259 y LAUER, J.-P.: «Note complémentaire sur le temple funéraire de Khéops» *ASAE* 49 (1949) pp. 111-123.

¹³⁰ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) p. 28, tabla 2.1.

¹³¹ De donde proviene el basalto del templo alto de Khufu (LUCAS, A.; HARRIS, J.R.: *Ancient Egyptian Materials and Industries* (1962) pp. 204-205.

¹³² HARRELL, J.A.; BOWN, T.M.: «An Old Kingdom Basalt Quarry at Widan el-Faras and the Quarry Road to Lake Moeris» *JARCE* 32 (1995) pp. 77-78.

¹³³ SHAW, I.M.E.: «Pharaonic Quarrying and Minig: Settlement and Procurement in Egypt's Marginal Regions» *Antiquity* 68 (1994) p. 112. Para un estudio detallado ver SHAW, I.M.E.: «A Survey of Hatnub» en KEMP, B.J.: *Amarna Reports III*, London, 1986, pp. 189-212. Sobre el descubrimiento moderno de esta cantera ver JAMES, T.G.H.: «The Discovery and Identification of the Basalt Quarries of Hatnub» *CRIPEL* 13 (1991) pp. 79-84.

¹³⁴ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 252 § 249.

¹³⁵ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 253 § 251.

¹³⁶ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 252 § 248.

¹³⁷ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 251 § 245..

¹³⁸ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 251 § 246.

¹³⁹ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 251 § 247.

¹⁴⁰ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 249 § 241.

¹⁴¹ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 252 § 248 y p. 253 § 251.

¹⁴² Recogidas en COUYAT, J.; MONTET, P.: *Les inscriptions hiéroglyphiques et hiératiques du Ouâdi Hammâmat*, Le Caire: IFAO (MIFAO, 34), 1912-1913, y GOYON, G.: *Nouvelles inscriptions rupestres du Wadi Ham-*

cionan grupos de 400 hombres¹⁴³ y de hasta 2.350 personas¹⁴⁴. Las cifras de algunas inscripciones del Reino Medio, como una que menciona el envío por parte de Senuseret I de 17.000 hombres¹⁴⁵, son indudablemente fantásticas. Puede que todas las cifras mencionadas en realidad se estuvieran refiriendo al número total de raciones que formaban la intendencia de la expedición, y no al número de expedicionarios, puesto que a nadie se le escapan las dificultades de abastecimiento que conllevaría alimentar y dar de beber en una zona desértica a semejante número de obreros. Si es así, las exageradas cifras de trabajadores mencionadas en algunas inscripciones podrían reducirse a cantidades más lógicas¹⁴⁶. No obstante, hay que tener en cuenta que esa misma reducción habría que aplicársela a aquellas inscripciones que mencionan cifras mucho más prudentes de trabajadores, que quedarían entonces reducidas a casi meras excursiones. Una solución a este problema sería sugerir que sólo a partir de una determinada categoría de expedición, con más de X miembros, se mencionaba el número de raciones en vez del número de trabajadores implicados. No obstante, es más simple suponer que el argumento decisivo para elegir una de las dos opciones, ya sea el número real de trabajadores, ya el número total de raciones transportadas, dependía única y exclusivamente de la vanidad del jefe expedicionario; prefiriendo los más pagados de sí mismos mencionar las raciones antes que los obreros por ser aquella cifra mucho mayor y, lógicamente, más vistosa en una inscripción.

Expediciones a lugares más alejados, como el wadi Maghara o el wadi el Hudi¹⁴⁷, en la península del Sinaí y en Nubia respectivamente, eran acontecimientos de mayor envergadura, pues se trataba de expediciones a territorios que, aunque bajo influencia egipcia, eran «hostiles» y, por lo tanto, potencialmente peligrosos para los enviados del rey. A este respecto destacan las inscripciones del Sinaí durante el Reino Antiguo, que representan la figura del faraón masacrando a sus enemigos. Como comenta Roccati, no es que se trate de expediciones militares, sino que es una forma de reflejar la presencia de la escolta que acompañaba a la expedición para protegerla de los ataques beduinos¹⁴⁸. Sin embargo, no parecen que estuvieran compuestas por muchos más hombres que las de Hatnub, pues Goyon menciona 300 personas para una expedición a la península del Sinaí¹⁴⁹ y, aun-

mamat, Paris, 1957. Ver también DRIOTON, E.: «Une liste de rois de la IVe Dynastie dans l'Ouadi Hammamat» *BSFE* 16 (1954) pp. 41-47.

¹⁴³ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 258 § 256.

¹⁴⁴ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 258 § 257.

¹⁴⁵ GOYON, G.: *Nouvelles inscriptions rupestres du Wadi Hammamat* (1957) p. 61; GOYON, G.: «Les inscriptions des carrières et des mines» en SAUNERON, S. (ed.): *Textes et langages de l'Égypte pharaonique. Cent cinquante ans de recherches (1822-1972). Hommage à J.-P. Champollion*, Le Caire: IFAO (BdE, 64), 1972, p. 195.

¹⁴⁶ Si consideramos que la cifra real de obreros implicados en la expedición es en realidad el 10% de la cifra total mencionada en las inscripciones, obtenemos unas cantidades bastante verosímiles, aunque la elección del porcentaje no se basa en ningún cálculo.

¹⁴⁷ FAKHRY, A.: *The Inscriptions of the Amethyst Quarries at Wadi el Hudi*, Cairo: Government Press, 1952.

¹⁴⁸ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 329.

¹⁴⁹ GOYON, G.: «Les inscriptions des carrières et des mines» en SAUNERON, S. (ed.): *Textes et langages de l'Égypte pharaonique* (1972) p. 198.

que se trata de una mención del Reino Nuevo, puede ser una cifra media perfectamente válida¹⁵⁰.

El traslado hasta Guiza de estos materiales, se realizaba, es indudable, por medio de transporte fluvial. Las pruebas de que esto era así son numerosas¹⁵¹, empezando por los relieves de la calzada de acceso del complejo funerario de Unas, de la V Dinastía, en donde aparecen representados barcos que transportan columnas de granito para el templo alto de este faraón (Figs. 29 y 30)¹⁵². Como se han conservado algunas de estas columnas¹⁵³, es fácil calcular la capacidad de transporte de los navíos egipcios. Las columnas miden 6'40 m de alto y tienen una base de un metro cuadrado aproximadamente; siendo la densidad aparente del granito entre 2'6 y 3'¹⁵⁴, cada una de ellas pesa al rededor de 16.640 kg. Como cada barco transporta dos de ellas, el peso máximo que podían transportar era de unas 34 tn. Estas cifras concuerdan con las proporcionadas por algunos ostraca, aparentemente provenientes de la construcción del Rameseum¹⁵⁵, en donde aparece un registro de barcos con su carga¹⁵⁶. Gracias a ellos, sabemos que la carga media era de entre 5 y 7 bloques de piedra con un peso total de entre 15 y 20 toneladas; aunque por otras referencias sabemos que hay barcos que sólo transportaban 2 ó 3 bloques¹⁵⁷. Con este dato y conociendo las cifras de piedra que había que transportar (150 tn de granito y 68 tn de basalto al año más 147 tn diarias de caliza de calidad) serían necesarios un total de 9,8 barcos de 15 tn para la caliza, 10 barcos para el granito y 4,5 barcos para el basalto. Es decir, un total de 24,3 navíos, con un número de tripulantes (mínimo 5 por embarcación)¹⁵⁸ de 121,7 personas.

¹⁵⁰ En la inscripción n.º 19, del Reino Antiguo, aparece la cifra 1.400 (ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 244 § 235) pero fuera de contexto, por lo que no se puede saber si se trata del contingente enviado a las minas. Podría ser, pues es una cantidad semejante a las mencionadas en Hatnub.

¹⁵¹ GOYON, G.: «Les ports des pyramides et le Grand Canal de Memphis» *RdE* 23 (1971) 137-153; HAWASS, Z.A.: *The Funerary Establishments of Khufu, Khafra and Menkaura during the Old Kingdom* (1987) pp. 405-415; HAWASS, Z.; LEHNER, M.: «Builders of the Pyramids» *Archaeology* 50 (1997) pp. 35-38.

¹⁵² GOYON, G.: «Les navires de transport de la chaussée monumentale d'Ounas» *BIFAO* 69 (1971) pp. 11-41.

¹⁵³ Una se expone en el Museo del Louvre E 10959 y otras dos son visibles todavía en su emplazamiento original, el templo bajo de Unas (LABROUSSE, A.; MOUSSA, M.: *Le temple d'accueil du complexe funéraire du roi Ounas*, Le Caire: IFAO (BdE, 111), 1996).

¹⁵⁴ ORÚS ASSO, F.: *Materiales de construcción*, Madrid: Dossat 4.ª ed., 1958, p. 21.

¹⁵⁵ SPIEGELBERG, W.: *Hieratic Ostraca and Papyri Found by J.E. Quibell at the Ramesseum, 1895-6*, London, 1898 pp. 134-137, pl. 17, 18.

¹⁵⁶ Ver KITCHEN K.A.: «Building the Ramesseum» *CRIPPEL* 13 (1991) pp. 85-93.

¹⁵⁷ ARNOLD, D.: *Building in Egypt* (1991) pp. 65-66 y nota 28.

¹⁵⁸ La pequeña barca que transportaba dirariamente los productos necesarios para las ofrendas hasta el templo funerario de Neferirkare constaba de dos, máximo tres, tripulantes (POSENER-KRIEGER, P.: «Les papyrus d'Abousir et l'économie des temples funéraires de l'Ancien Empire» en LIPINSKI, E. (ed.): *State and temple economy in the ancient Near East. Proceedings of the International Conference Organized by the Katholieke Universiteit Leuven from the 10th to the 14th of April 1978*, Leuven: Department Oriëntalistick (OLA, 5 y 6), 1979, p. 139). De modo que podemos proponer la cifra, bastante ajustada, de cinco tripulantes para nuestros barcos de transporte de piedra. Siendo probable que fuera bastante mayor.

El traslado del basalto de Gebel el Quatrani también se realizaba por vía acuática, pero no antes de haber recorrido los cerca de 12 km de longitud de la calzada de piedra que une la cantera con la orilla del lago Fayum¹⁵⁹. Allí, un muelle permitía la carga de los bloques y, en temporada seca, su traslado vía Bar Yussuf hasta el Nilo. En la época de la crecida, el nivel del lago y el del Nilo se igualaban y el traslado se podía hacer directamente de uno a otro por vía fluvial¹⁶⁰.

En cuanto a la madera, es imposible calcular, siquiera aproximadamente, cuanta fue necesaria, ya que no sabemos dónde ni cómo fue utilizada. La única mención que poseemos sobre su comercio aparece en los anales de Esnefru, en donde se menciona la llegada de 40 barcos cargados de madera de pino¹⁶¹. Si cada uno de estos barcos era capaz de transportar 34 toneladas de madera, tenemos un total de 1.360 tn en una expedición, lo que viene a suponer un número aproximado de 400 tripulantes¹⁶². Debido a lo fragmentario del documento, no podemos saber si hubo más expediciones (es de suponer que sí) y cuán grandes fueron. Con los demás reyes del Reino Antiguo sucede exactamente lo mismo.

Desconocemos el origen de los trabajadores empleados en estos menesteres. En principio se podría suponer que, siendo la construcción del complejo funerario el fin prioritario de todos los faraones del Reino Antiguo, y, dado que la labor realizada no requería una gran especialización, se procedería a una conscripción por todo el país. Sin embargo, la reiteración en una maniobra o labor conduce inevitablemente a la reducción del tiempo empleado en ella y, por lo tanto, a la mejora del rendimiento. Por eso, parece más probable la existencia de diferentes grupos de obreros, especializados en un trabajo, que serían reclutados para esa labor concreta cada vez que fuera necesaria. Sería el caso de los encargados de trabajar en la cantera de alabastro de Gebel el Quatrani, que, según Harrel¹⁶³, vendrían de las aldeas cercanas al Nilo y realizarían un viaje de 65 km de longitud y dos días de duración desde sus poblados hasta la zona de trabajo. Esta «especialización» en el desempeño de una labor aparece claramente reflejada en las inscripciones de las minas de la península del Sinaí, donde algunos de los encargados de las expediciones en tiempos de Pepi I y Pepi II se repiten, poniendo en evidencia que, en la medida de lo posible, se procuraba que las personas con alguna experiencia anterior realizaran el trabajo¹⁶⁴, conocedoras como eran de las dificultades inherentes a la misión encomendada y de las soluciones adoptadas en otras ocasiones.

¹⁵⁹ Una calzada similar, de 13 km de largo, existe en la cantera de alabastro de Hatnub (SHAW, I.M.E.: «A Survey of Hatnub» en KEMP, B. J.: *Amarna Reports III* (1986) pp. 189-212).

¹⁶⁰ HARRELL, J.A.; BOWN, T.M.: «An Old Kingdom Basalt Quarry at Widan el-Faras and the Quarry Road to Lake Moeris» *JARCE* 32 (1995) pp. 71-91.

¹⁶¹ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 39 § 9.

¹⁶² La navegación por el Mediterráneo, aunque sea costeanado, es mucho más compleja que la navegación fluvial por el Nilo; de ahí que hayamos duplicado el número de tripulantes por embarcación.

¹⁶³ HARRELL, J.A.; BOWN, T.M.: «An Old Kingdom Basalt Quarry at Widan el-Faras and the Quarry Road to Lake Moeris» *JARCE* 32 (1995) pp. 77-78.

¹⁶⁴ ROCCATI, A.: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 239 e inscripciones n.º 16 (p. 245 § 238) y n.º 17 (p. 246 § 239).

En el caso de los obreros empleados en la construcción del complejo funerario, muchos de ellos serían obreros descendientes de aquellos primeros trabajadores reales reunidos mediante la primera recluta general llevada a cabo por el Horus Netjerikhet durante un «Seguimiento de Horus»¹⁶⁵ y que eran completados y renovados periódicamente mediante una conscripción que tenía lugar, como sugiere Lauer¹⁶⁶, en un radio de entre 50 y 100 km alrededor de Menfis.

Sin embargo, una de las principales misiones de los complejos funerarios reales era la propagandística, es decir, dejar constancia del poder del faraón. Si el trabajo se realizaba recurriendo exclusivamente a los trabajadores de la zona de Menfis, serían muy pocos los habitantes del valle del Nilo que tuvieran la ocasión de ver el monumento (la movilidad del común no era demasiada en el caso de las grandes distancias), con lo que éste perdería gran parte de su efecto ideológico «visible». Por eso considero que, periódicamente, o quizá sólo durante la época de la crecida, los enviados del faraón recorrían el país reclutando a una o dos personas por poblado para formar un grupo de trabajadores que era conducido al complejo funerario del faraón para trabajar en él. Pasado algún tiempo, no más de unos meses, el grupo, empapado ya del poder del faraón y conociendo de primera mano la existencia de su grandiosa tumba, era devuelto a su lugar de origen, donde sus vivencias y relatos continuarían la labor propagandística. Como la misión de esos grupos era la de dispersar por todo el país la existencia de la pirámide real, las aldeas donde tenía lugar la recluta variaban con cada una de ellas y, caso de repetir, se elegiría a personas diferentes¹⁶⁷.

En cuanto a los marineros, es fácil suponer que allí donde hubiera algún puerto de importancia, ya fuera en el propio Nilo ya en la costa mediterránea de Egipto, habría también una tradición marinera que inclinaría a las gentes del lugar hacia ese trabajo y de la cual se nutrirían las expediciones reales.

Recapitulando, el número total aproximado de personas que, en un momento dado, trabajaron al mismo tiempo y por todo el país en la construcción del complejo funerario de Khufu, puede situarse en torno a las 17.000, que sería el resultado de sumar a los 5.000 obreros y demás personal directamente enfrascado en la construcción del complejo funerario del hijo de Esnefru¹⁶⁸, los 7.624 canteros de piedra

¹⁶⁵ PARRA ORTIZ, J. M.: *Los complejos funerarios reales del Reino Antiguo: un punto de vista socio-económico*, Tesis Doctoral de la Universidad Complutense (inédita), p. 93-94.

¹⁶⁶ LAUER, J.-P.: «Remarques sur la planification de la construction de la Grande Pyramide. A propos de *The Investment Process Organization of the Cheops Pyramid* par Wieslaw Kozinski» *BIFAO* 73 (1973) pp. 129-130.

¹⁶⁷ Ver también PARRA ORTIZ, J. M.: *Los complejos funerario reales del Reino Antiguo*, 1997 (inédita) pp. 327-330.

¹⁶⁸ El reciente descubrimiento del cementerio de los trabajadores de las pirámides en Guiza sin duda nos aportará valiosa información sobre estas personas; en relación a este tema ver: HAWASS, Z.: «The Workmen's Community at Giza» en BIETAK, M. (ed.): *Haus und Palast*, Wienn: Österreiche Akademie der Wissenschaften, 1996, pp. 53-67; HAWASS, Z.; LEHNER, M.: «Builders of the Pyramids» *Archaeology* 50 (1997) pp. 31-38; HAWASS, Z.: «Tombs of the Pyramid Builders» *Archaeology* 50 (1997) pp. 39-43; HAWASS, Z.: «The Pyramid Builders»: A Group of Unique statues Discovered at Giza IV. The Statue of an Overseer of

caliza, los 1.920 canteros de granito y los dos millares de otros trabajadores que formaban parte de las expediciones enviadas para conseguir, principalmente, piedras especiales y madera.

Sin duda se trata de una cifra que parece mucho más creíble que la citada por Herodoto o la calculada por Petrie y que, sin embargo, no es sino un pálido reflejo del total de la población egipcia que dependía de la política constructiva del faraón. Tampoco hay que olvidar que la pirámide de Khufu sólo fue uno de los numerosos proyectos que se debieron de llevar a cabo durante su reinado¹⁶⁹, aunque sin duda el más importante.

the Craftmen and his Wife» en *L'art de l'Ancien Empire égyptien*, Paris: La documentation française (Conférences et colloques du Louvre), 1999, pp. 79-98.

¹⁶⁹ Desgraciadamente, no conocemos casi ninguno de ellos, ya que la arqueología no ha tenido demasiada fortuna en este aspecto y la Piedra de Palermo sólo conserva, fragmentadamente, cuatro años de su reinado, del que únicamente sabemos: la altura de una de las crecidas del Nilo, que se erigió una estatua real de 7 m de altura (un coloso para el que se necesitaron numerosos trabajadores) y que se realizó la ceremonia de apertura de la boca de una estatua de oro representando al faraón (ROCCATI, A: *La littérature historique sous l'Ancien Empire égyptien* (1982) p. 41 §§ 15-18). De hecho, hasta hace relativamente poco tiempo, de Khufu sólo conservábamos una minúscula estatua de marfil de 9 cm de altura, hoy en el Museo del Cairo y de la que se ha sugerido, incluso, que no es del Reino Antiguo (HAWASS, Z.A.: «The Khufu Statuette: Is it an Old Kingdom Sculpture?» en *Mélanges Gamal Eddin Mokhtar I* (1985) pp. 379-394). Afortunadamente, últimamente se han identificado como suyas un par de cabezas de estatuas (STADELMANN, R.: «Tumbas reales de la era de las pirámides» en SCCHULZ, R.; SEIDEL, M. (ed.): *Egipto. El mundo de los faraones*, Colonia: Könemann, 1997, p. 76, con excelentes fotografías.



Fig. 1.- Aventamiento del grano.
Mastaba de Mehu (Según Harpur).

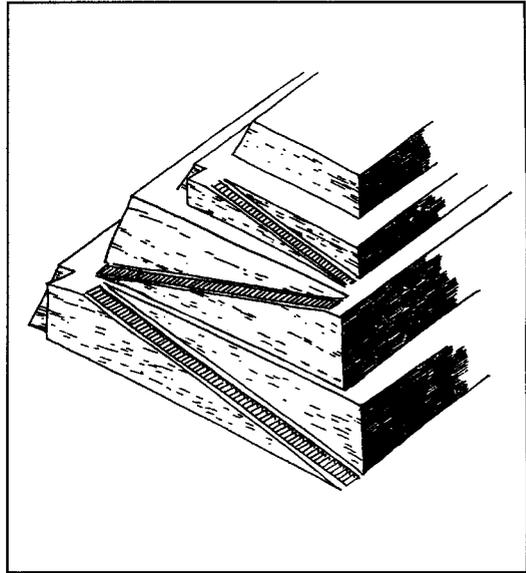


Fig. 2.- Sistema de rampa en zig-zag propuesto
por Hölscher (Según Goyon).

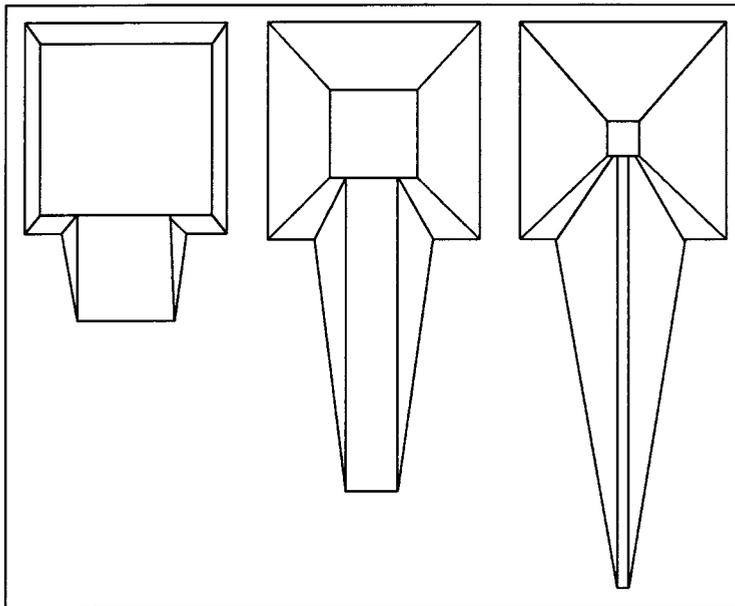


Fig. 3.- Sistema de rampa frontal perpendicular propuesta por J.-P.
Lauer (Dibujo del autor).

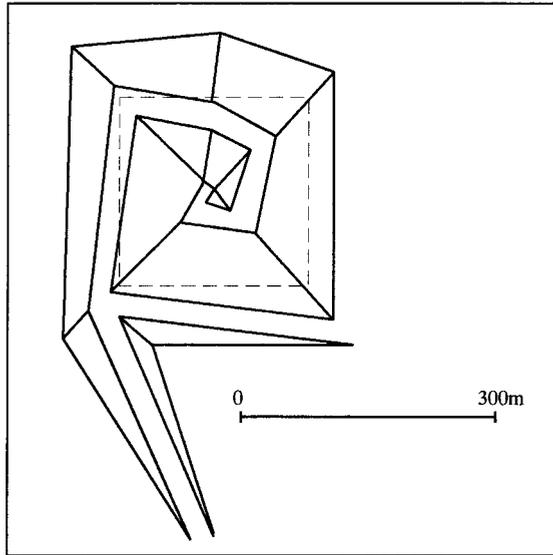


Fig. 4.- Sistema de rampa en espiral propuesto por M. Lehner (Dibujo del autor).

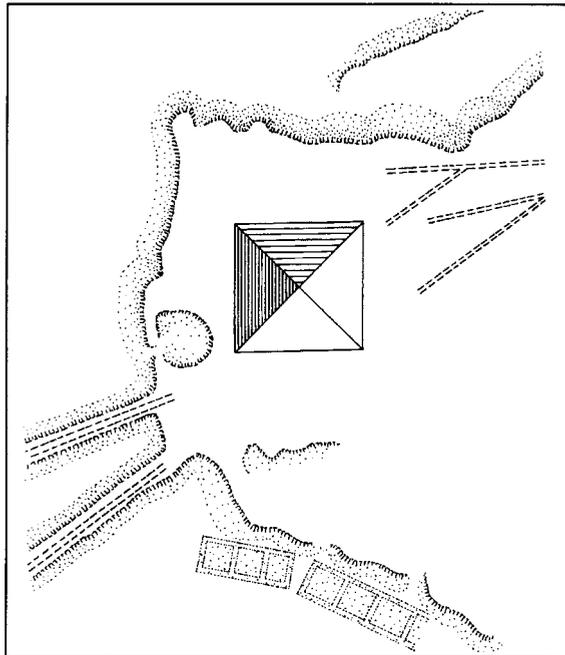


Fig. 5.- Rampas en los alrededores de la pirámide norte de Dashur (Según Arnold).

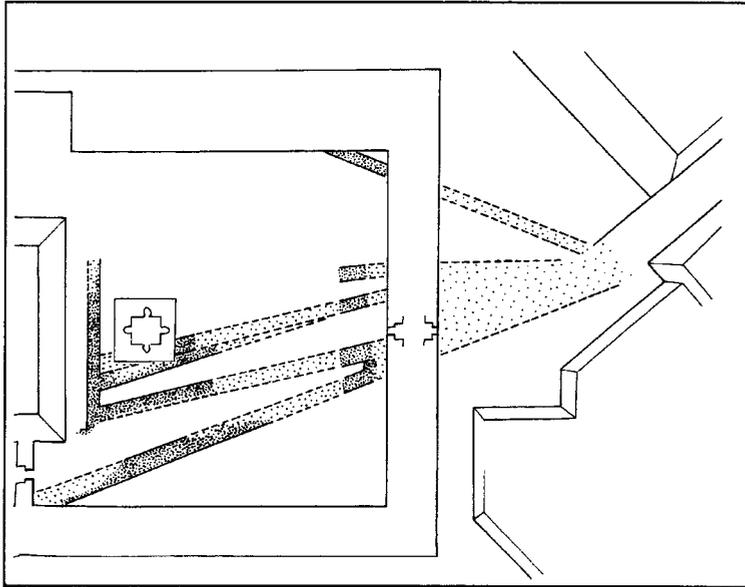


Fig. 6.- Rampas bajo el enlosado del templo solar de Niuserre (Según Arnold).

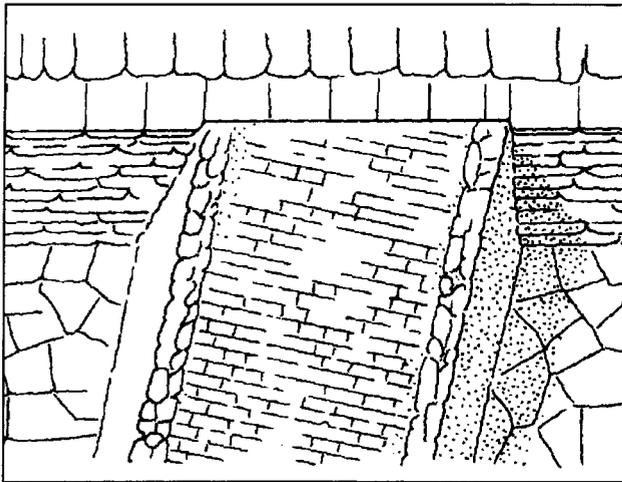


Fig. 7.- Detalle de la supuesta rampa de la pirámide de Medum (Según Arnold).

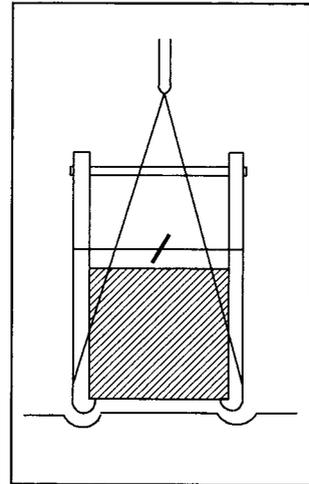


Fig. 8.- Grúa de pinzas para la elevación de bloques propuesta por U. Hölscher (Según Lauer).

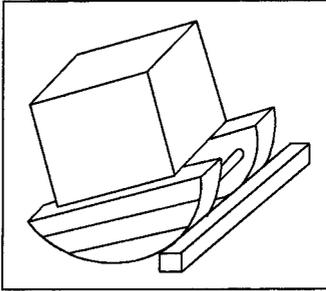


Fig. 9.- Trineo oscilante para la elevación de bloques propuesto por Legrain y Choisy (Dibujo del autor).

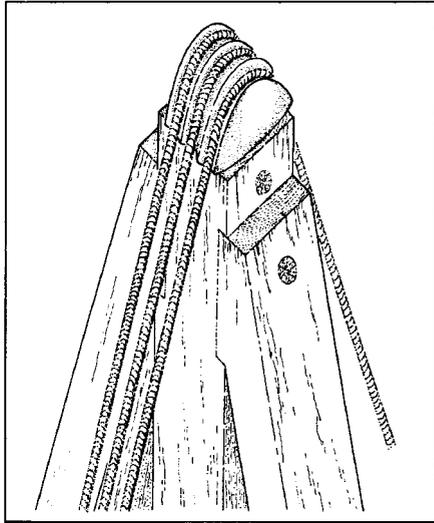


Fig. 10.- Uso práctico de los instrumentos para cambiar el ángulo de tracción de una cuerda (Según Arnold).

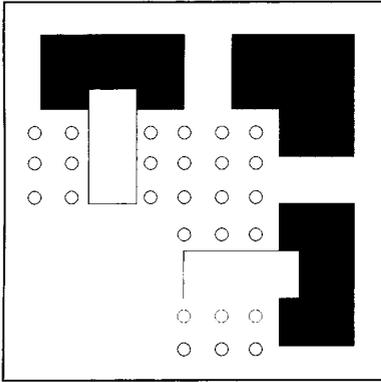


Fig. 11.- Agujeros en el suelo del templo alto de Khaefre (Dibujo del autor).

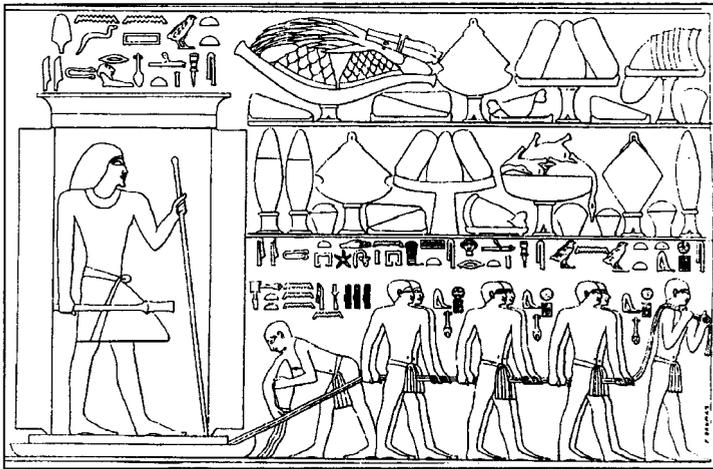


Fig. 12.- Fragmento de la decoración de la mastaba de Ti. V Dinastía (Según Lauer).

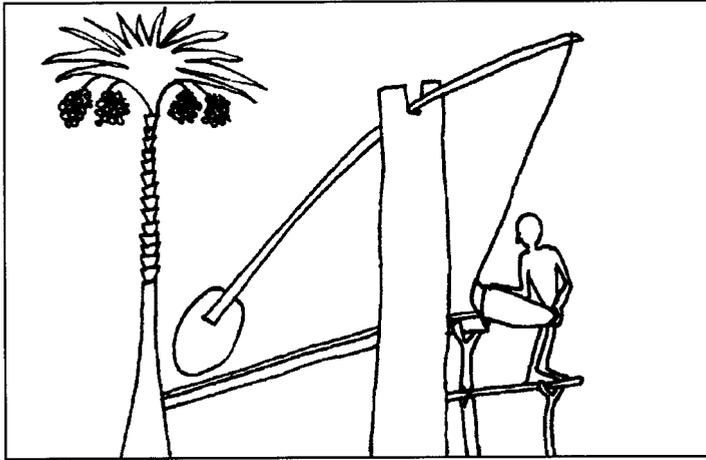


Fig. 13.- Shaduf de la época de el-Amarna (Dibujo del autor).

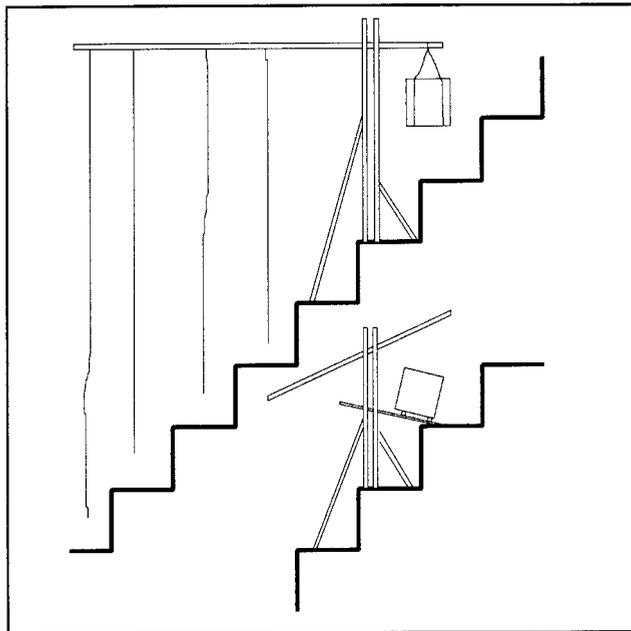


Fig. 14.- Sistema de elevación de bloques propuesto por L. Croon (Dibujo del autor).

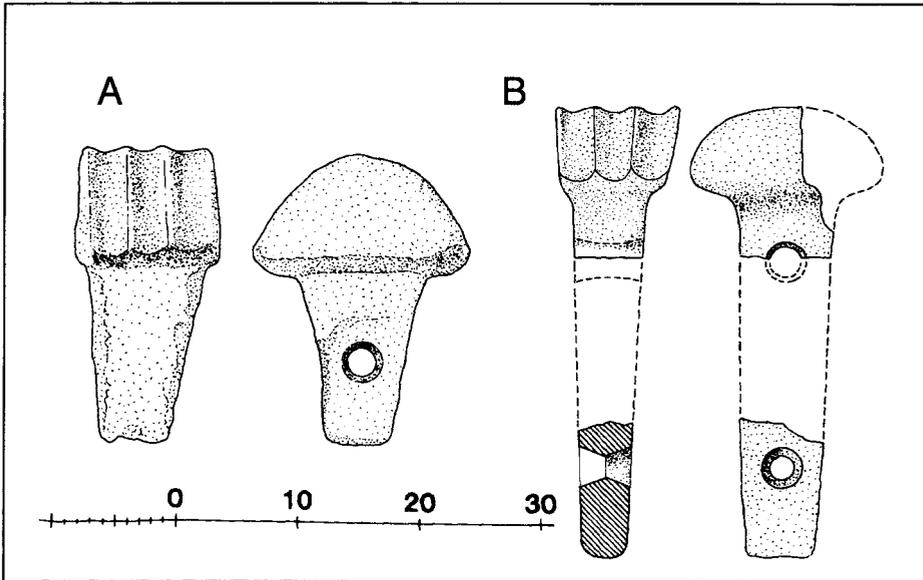


Fig. 15.- Instrumentos para cambiar el ángulo de tracción de una cuerda (Según Arnold).

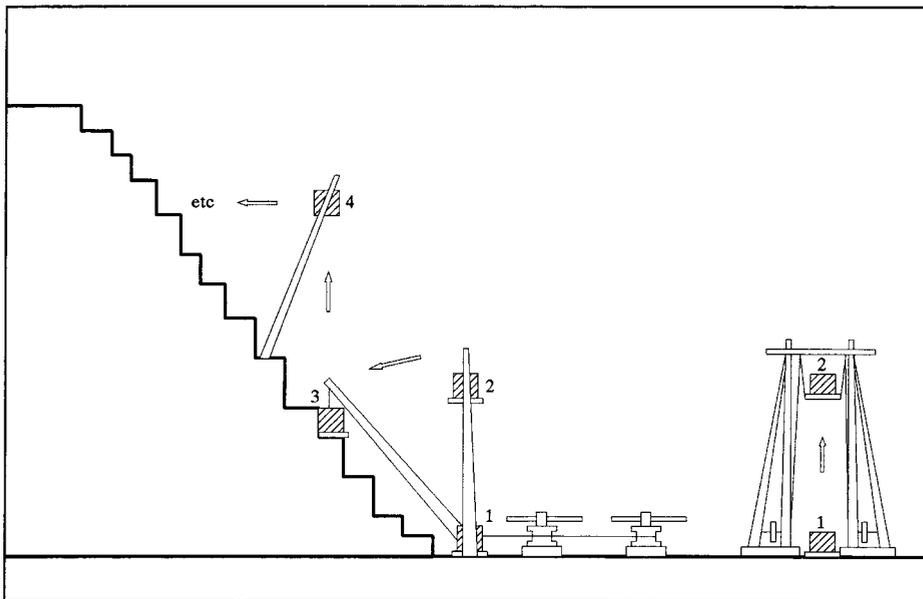


Fig. 16.- Sistema de elevación de bloques propuesto por H. Strub-Roessler (Dibujo del autor).

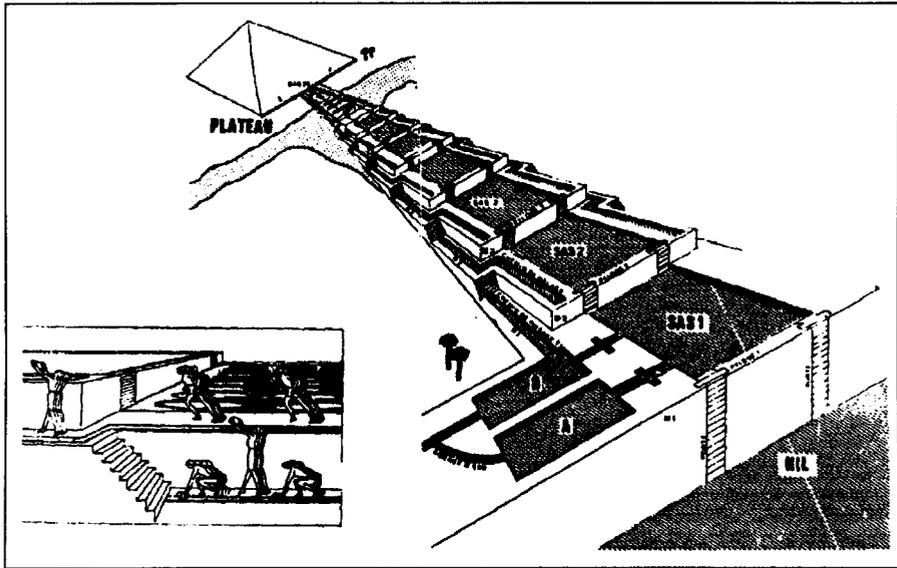


Fig. 17.- Sistema de elevación de bloques propuesto por M. Mínguez (Según Mínguez).

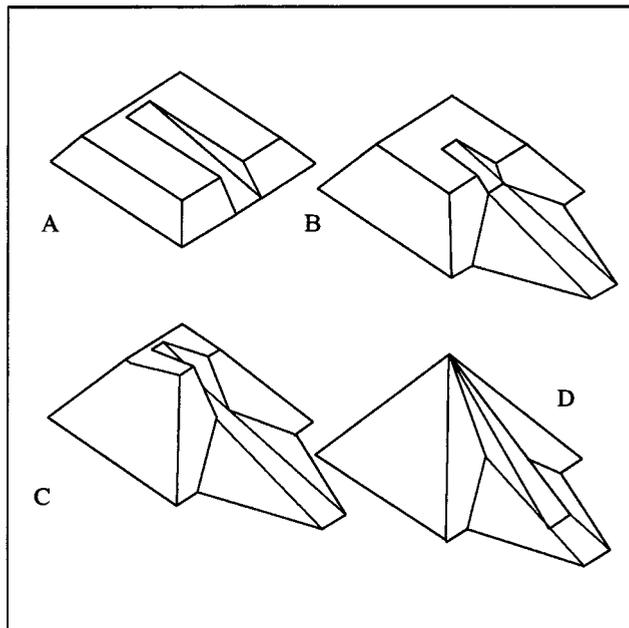


Fig. 18.- Sistema de rampa «interna» propuesta por D. Arnold (Dibujo del autor).

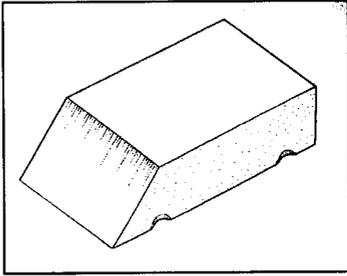


Fig. 19.- Bloque del revestimiento de la pirámide Romboidal (Según Arnold).

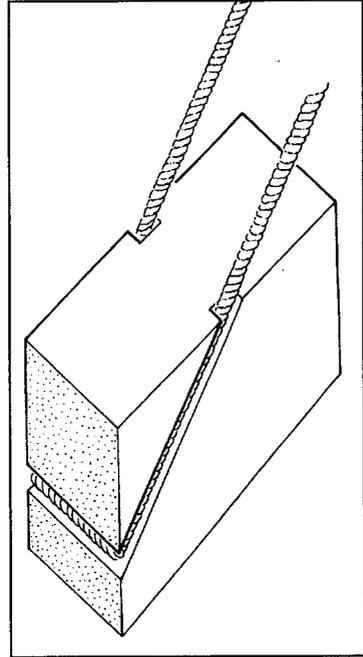


Fig. 21.- Sistema de descenso de un bloque del revestimiento (Según Arnold).

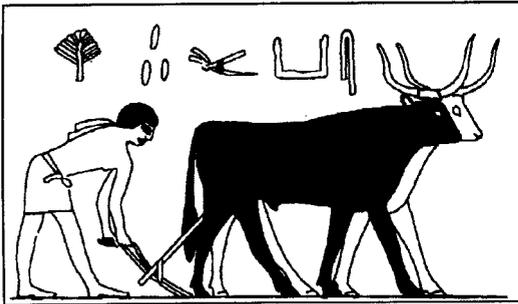


Fig. 20.- Bueyes arando. Mastaba de Rahotep. IV Dinastía (Según Harpur).

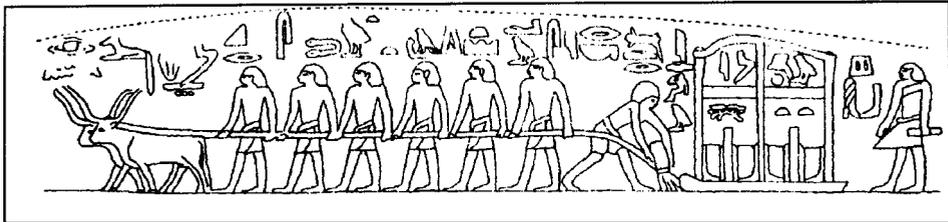


Fig. 22.- Relieve del dintel de la entrada de la mastaba de Idu. VI Dinastía (según Fischer).

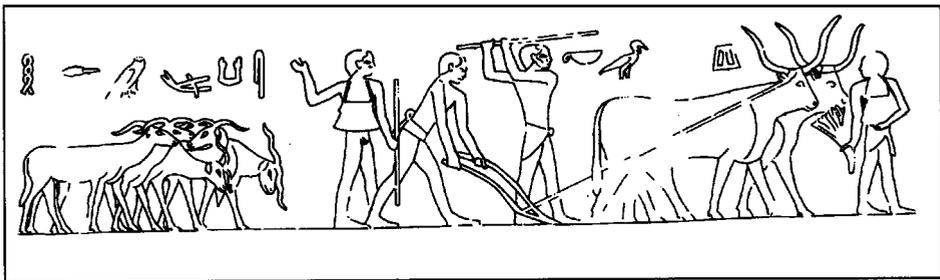


Fig. 23.- Arado y siembra de un terreno. Mastaba de Niankhkhnun. V Dinastía (Según Harpur).

SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE AKHET KHUFU

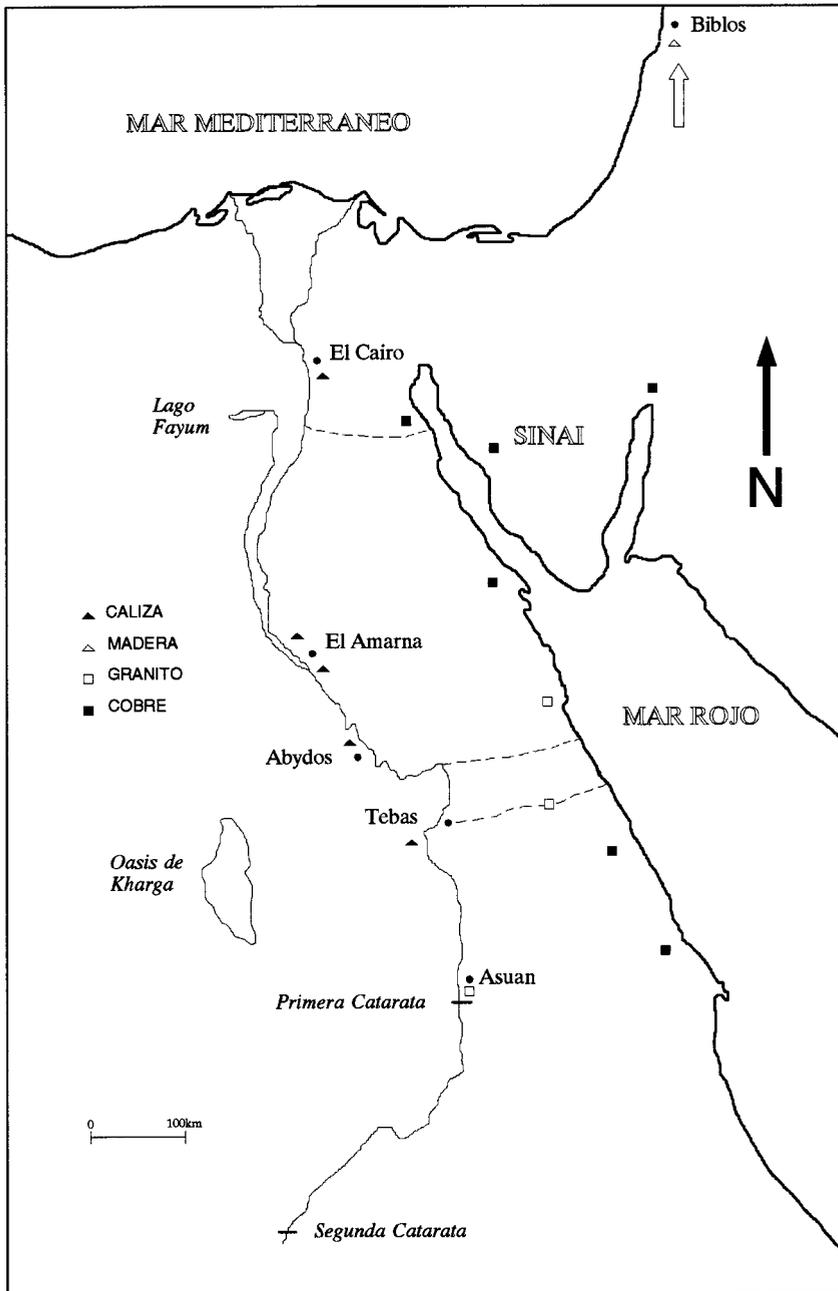


Fig. 24. Yacimientos de piedra calcárea, cobre, granito y madera durante el Egipto faraónico (Dibujo del autor).

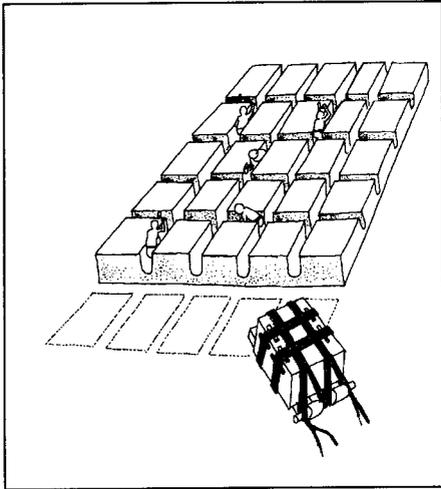


Fig. 25.- Método de extracción de piedra caliza a cielo abierto (Según Goyon).

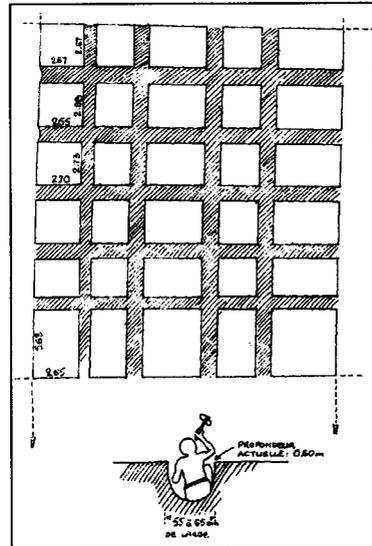


Fig. 26.- Método de extracción de caliza a cielo abierto (Según Goyon).

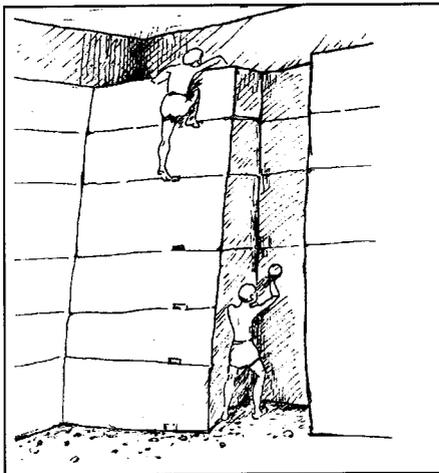


Fig. 27.- Método de extracción de piedra caliza mediante galerías en las canteras de Tura (Según Goyon).

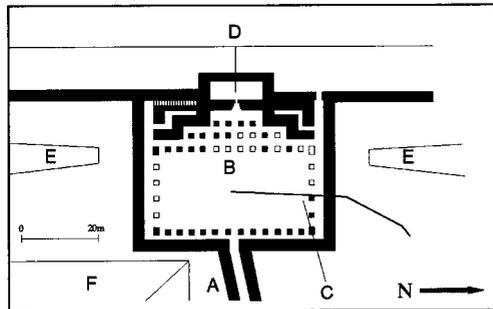


Fig. 28.- Planta del templo alto de la Gran Pirámide (Dibujo del autor).

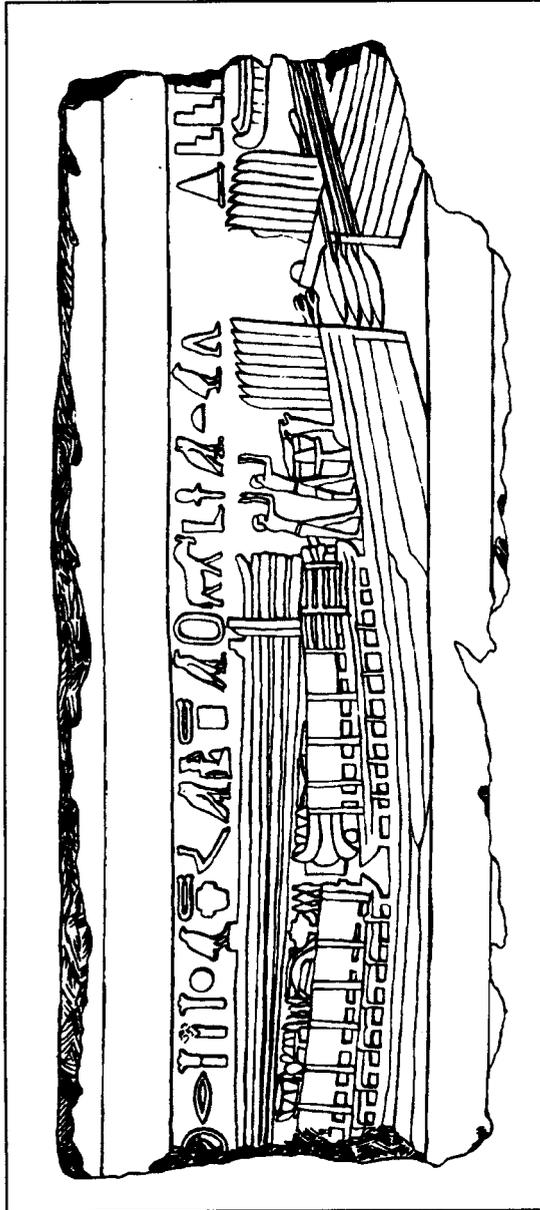


Fig. 29.- Barcos de transporte para las columnas de granito. Bajorrelieve de la calzada de acceso de la pirámide de Unas (Según Lauer).

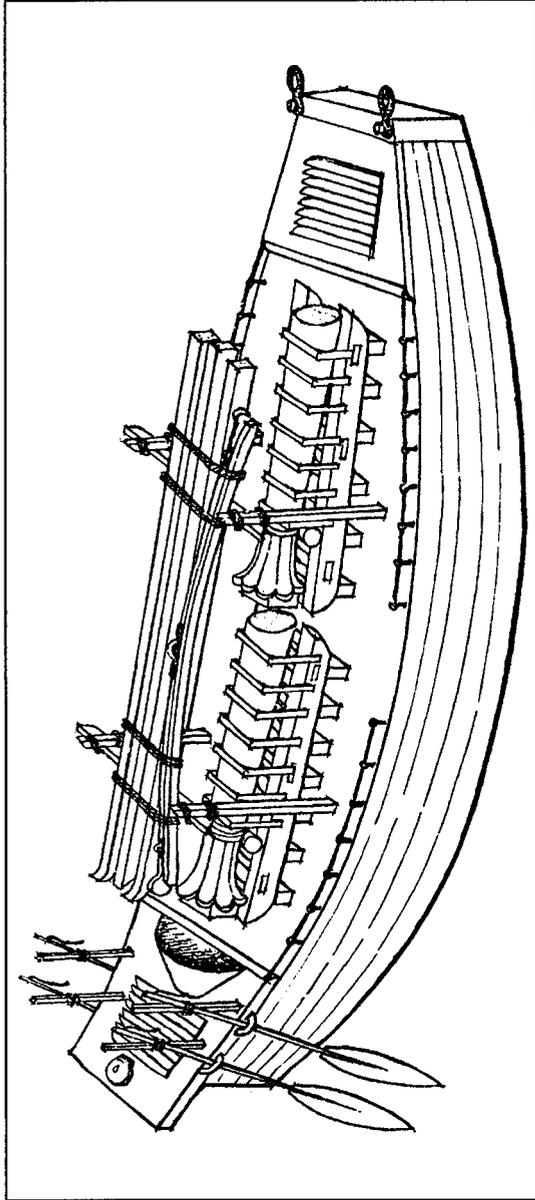


Fig. 30.- Reconstrucción de los barcos de transporte que aparecen en la decoración de la calzada de acceso de la pirámide de Unas (Según Goyon).