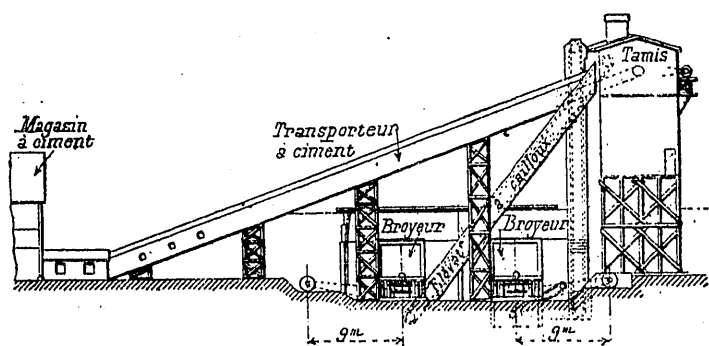


agua bajo la presa ó las filtraciones á través de su estructura. Estas precauciones consistían en la ejecución de inyecciones de cemento en una serie de agujeros de sonda espaciados 3 metros, próximamente, y descendidos unos 15 metros por debajo del fondo de la trinchera. Estos agujeros se taladraron en el suelo de fundación á través de las primeras capas de hormigón ya colocadas, de modo que su profundidad total variaba de 30 á 45 metros; la presión con que se inyectaba el cemento en las fundaciones era, pues, considerable, puesto que á la presión del aire comprimido se añadía la de una columna de hormigón de esta altura.

Para recoger las filtraciones se han dispuesto, en el interior de la presa, unas cañerías de drenaje. Estas cañerías verticales,

Fig. 8.^a

de 30 centímetros de diámetro, se han dispuesto de una manera análoga á la seguida en los agujeros de inyección del cemento, reduciéndose á 15 centímetros el diámetro en la base y elevándose en toda la altura de la obra. Se comunican con una galería transversal de drenaje (figuras 2.^a y 3.^a) que sirve al mismo tiempo para la inspección, gracias á un piso elevado dispuesto en toda su longitud, y á una distribución eléctrica que permitía su alumbrado. La galería desemboca, por sus dos extremos, en el paramento de agua abajo de la presa y se continúa por canalones para que corra el agua. El zampeado de esta galería está colocado á 1,20 metros por lo menos sobre el lecho primitivo del río y se encontrará siempre sobre el nivel de agua abajo. La galería sube por sus extremos siguiendo la pendiente de la orilla.

Para reducir la permeabilidad de la presa se ha construido la parte de agua arriba con un hormigón más rico que la parte de agua abajo; agua arriba de las cañerías de drenaje, es decir, en un espesor que varía de 1,50 á 5 metros; la dosificación del hormigón es de 1 de cemento por 6 de arena y de guijarros, mientras que en el resto de la estructura es de 1 por 9. Además, para aumentar la impermeabilidad del paramento de agua arriba, se la ha revestido de mortero de cemento portland á la dosificación de 1 de cemento por 2 de arena, colocado con un aparato especial.

Termina el artículo que extractamos enumerando todos los aparatos del taller. Éste, como ya hemos dicho, se unió á la red del ferrocarril de Santa Fe por un ramal especial, á cuyo término se encontraba un haz de vías de servicio, de cochera y de depósito que comprendía, próximamente, 4.000 metros de vía.

Además de la instalación para la preparación del hormigón, que hemos descrito, el taller comprendía como máquinas principales tres transportadores funiculares Lidgerwood, dispuestos paralelamente con una separación de 18 metros, próximamente. Estos transportadores tenían, próximamente, 425 metros de longitud total; sus pilares 20 metros de altura poco más ó menos y se establecieron á un nivel ligeramente superior á la coronación de la presa, de modo que los cables se encontraban á más de 100 metros del fondo de la excavación. La fuerza de estos transportadores era de 15 toneladas, moviéndose cada uno por un motor de 300 caballos, y siendo la velocidad de halado de 240 metros,

próximamente, por minuto, y la de elevación de 60 metros por minuto.

Por otra parte, para la colocación de las grandes piedras; el traslado de los moldes, etc., se han empleado una decena de grúas derricks, que se desmontaban y trasladaban á medida que se elevaba la construcción.

Se suministraba la energía por una estación central de vapor que contaba con tres turboalternadores de 500 kilovatios cada uno y dos excitatrices de 15 kilovatios; se producía el vapor en cuatro calderas, abastecidas por cargadores mecánicos. La corriente se producía á la tensión de 2.200 voltios y se transformaba á 440, 220 y 10 voltios. Todos los aparatos, excepto las locomotoras, se movían eléctricamente.

El agua necesaria para la alimentación del taller se extraía con bombas del río y después de filtrada se almacenaba en dos depósitos que tenían, respectivamente, 1.200 y 350 metros cúbicos de capacidad. El aire comprimido necesario á las herramientas neumáticas se suministraba por dos compresores con una capacidad aproximada cada uno de 17 metros cúbicos de aire por minuto (medidos á la presión atmosférica), comprimidos á la presión de 7 kilogramos por centímetro cuadrado. Sobre cada uno de ellos actuaba un motor de 100 caballos.

La utilización del Nilo

POR

JEAN OTT

Ingeniero de Puentes y Calzadas.

(CONCLUSIÓN) (1)

En 1908 se nombró una Comisión especial con objeto de examinar las causas de la disminución del rendimiento. Además de la causa señalada consideró otras varias, todas reales: cambio de las condiciones climatológicas, peor calidad de las semillas, empobrecimiento de la tierra, multiplicación de los insectos y riegos mal combinados. Ahora bien, á los expertos pareció que la Comisión no supo clasificar todas estas causas según su importancia, y, por consiguiente, no sacar en conclusión la aplicación de un remedio para evitar la causa principal.

Las numerosas observaciones y experimentos que en resumen se publicaron en los informes de la Comisión de los Dominios (2),

(1) Véase el número anterior.

(2) La Comisión de los Dominios se creó en 1878, bajo la inspección internacional, para dar valor á los bienes cedidos al Estado egipcio por el Kedive Ismaíl, en garantía del empréstito hipotecario de 8.500.000 libras esterlinas (llamado empréstito Rothschild), que tuvo que contratar para liquidar sus deudas. A pesar de las dificultades con que tropezó la Comisión (en apariencia al principio sin solución), consiguió extinguir la deuda en 1913, antes de expirar el plazo fijado, y entregando al Estado un dominio de un valor considerable, gracias á su buena gestión, que servirá como modelo, y gracias también á la competencia técnica de sus Ingenieros. Estuvo colocada bajo la alta autoridad de tres administradores: un francés, un inglés y un indígena. Los administradores franceses fueron sucesivamente: Bouteron (1879-1900), Muller (1900-1913); los ingleses: Rowsell (1879-1885), Gibson (1885-1909), Birch Pachá (1909-1912); los indígenas: Roastem Pachá (1879-1884), Mohammed Chekib Pachá (1884-1906), Ali Pachá Helmi (1906-1910), Mustafa Pachá Mabey (1910-1913). Las Memorias presentadas á la Comisión por Audebeau-Bey (el Ingeniero-Jefe), correspondientes á los años 1909, 10, 11 y 12, son de grandísima importancia, tanto por los documentos de primer orden que facilitan como por los problemas que plantean y que resuelven. De ellas hemos tomado muchos datos para redactar lo que sigue.

nos parece que no dejan lugar á ninguna duda respecto á la necesidad de rebajar las plantas de agua. Tienen el mérito de dar una explicación racional de las contradicciones señaladas.

Si la acción de las filtraciones no ha sido igual en todo el recorrido de los canales, es porque la tierra cultivable del Egipto es un terreno de aluvión y sin trabazón alguna, no presentando capas horizontales regulares, sino cantidad de «dilonos» de distinta naturaleza, resultado del cambio incesante de lecho de las ramificaciones del Nilo ó de las antiguas cuencas de inundación. Cuando el agua del río variaba de cauce, el antiguo se convertía en un brazo muerto, por decirlo así, sin velocidad, y en el que se depositaban, por consecuencia, las partículas en suspensión más ligeras, como son las partes arcillosas. Igualmente en las cuencas de inundación, cerca de la brecha que daba acceso al agua, se depositaban primeramente las partes más pesadas, como son las arenosas, mientras que las arcillosas se depositaban más allá.

Como tanto las sinuosidades del río, como los diques de las cuencas, no han hecho más que variar en el transcurso de los tiempos, la situación en un mismo punto ha tenido que pasar por situaciones inversas, siendo unas veces arcilla lo que recibía y otras arena.

Por esta razón se halla en Egipto, y principalmente en el Delta, todas las combinaciones posibles de tierra y de subsuelo, ocupando cada una superficies muy restringidas.

Ahora bien. Audebeau-Bey ha demostrado que el efecto de las filtraciones solamente es nefasto cuando el subsuelo (en el que se ha construido el fondo del canal) es impermeable, mientras que las paredes del mismo (á la altura donde se hallan las raíces) es permeable; en efecto, en este caso las aguas se filtran lateralmente al no poder hacerlo por el fondo y constituyen á una cierta altura una capa de agua artificial, que resulta muy perjudicial para las raíces del algodón; por otra parte, el agua de los riegos se une á la de las filtraciones para elevar la planta del agua de la capa artificial.

Si el suelo y el subsuelo son impermeables, la tierra es mala por sí misma, puesto que el agua de los riegos penetrará difícilmente y los canales no añadirán más que muy poca; esta naturaleza de terreno exige riegos especiales.

Si el suelo y subsuelo son permeables, por lo menos á partir de poca profundidad, la filtración no desempeña papel alguno y las tierras continúan siendo excelentes.

Si el suelo es permeable en una profundidad bastante grande y el subsuelo también permeable, la filtración no desempeñará un mal papel, mas que en el caso de que la permeabilidad del subsuelo sea de poco espesor y repose á su vez sobre una capa impermeable.

Esta teoría, unida á la de la naturaleza de poca coesión de la tierra, desde el punto de vista de las filtraciones, explica perfectamente las diferencias presentadas por varias tierras contiguas.

En la actualidad conocemos el mal; se trata de buscar el remedio. El problema que se plantea para la agricultura egipcia es el de *volver á dar valor á las tierras que han sufrido por las filtraciones*.

Sabemos que estas tierras tienen todas su subsuelo impermeable y que su deterioro proviene, en su mayor parte, de las filtraciones de los canales de interés general.

Suprimiendo la causa de las filtraciones, es decir, rebajando la planta de agua demasiado elevada de estos canales, se contiene el deterioro (1), pero es preciso también desembarazarlas de las sa-

les que contienen. Algunos opinan que estas sales han subido á la superficie por capilaridad y se manifiestan bajo la forma de eflorescencias blancas; otros, que las sales no se elevan y que su presencia en el interior de la tierra cultivable se descubre por el desarrollo de vegetaciones débiles que dejan espacios vacíos.

La desaparición de las sales solamente se consigue por medio de *lavados sucesivos*; lo mejor parece ser dejar reposar sobre los campos una capa de agua, produciendo una especie de «tiro» por medio de una red de drenaje lo suficientemente profunda.

Podemos intercalar aquí otro asunto que debe ser tratado paralelamente. Existen en Egipto tierras malas por sí mismas; son, como ya lo hemos dicho antes, las de suelo y subsuelo impermeables ó por lo menos á partir de una pequeña profundidad. Los riegos que pueden hacerse en estas tierras producirían una capa de agua estancada, que bañando las raíces de las plantas, impediría completamente su desarrollo y en las que únicamente podrían crecer vegetaciones acuáticas (cañaverales, etc.). Estas tierras nunca podrán ser excelentes, pero rebajando la capa de agua artificial por medio de una red de drenaje, se llegará á conseguir cosechas bastante importantes. Por consiguiente, en esto el remedio es el drenaje profundo. El Gobierno del Kedive se ha preocupado de este asunto y especialmente en los alrededores de Biela, continuando la mejora de las tierras, antes incultivables, que distribuye luego por lotes á los cultivadores, cuyo papel se reduce á sostener esta mejora.

Por lo demás, y de un modo general puede decirse, que este es el caso de todas las tierras del Norte del Delta, llamadas «Bararis» y situadas á orillas de los lagos del litoral; presentan, en efecto, una ancha capa de arcilla muy impermeable, bajo la cual la capa de agua del río mayor se desliza en conducción forzada hasta el mar.

Si esta capa impermeable no existiese, sería absolutamente imposible convertir estas tierras en cultivables, porque entonces el agua del río mayor tomaría su nivel, y como se halla en comunicación con el mar, el agua sería salada por consiguiente, y ninguna planta podría desarrollarse á una distancia, por lo menos, de unos 60 kilómetros del mar.

Por fortuna la capa impermeable existe; además es muy compacta, lo cual, según Víctor Mosseri, es debido á la manera de formarse dentro del seno de las aguas marinas. Resulta de ello que estas tierras al abrigo del mar por una parte por las dunas del litoral y por otra por el suelo y el subsuelo impermeables, son susceptibles de ser cultivadas, á condición de ser primeramente desaladas y que se mantenga el drenaje intenso de modo que impida la formación de una capa de agua artificial á demasiada altura.

Hagamos observar que no es únicamente la profundidad de la capa, sino, principalmente, la constancia de esta profundidad lo que permite á estas raíces desarrollarse; se ha observado que en las tierras en que la capa artificial es poco profunda, pero de altura consiante, las raíces del algodón, por ejemplo, á partir de cierta profundidad, se ramifican horizontalmente. Ahora bien, únicamente el drenaje intenso permite alcanzar esta constancia de nivel que se desea.

En la época del régimen de las cuencas de inundación, las condiciones necesarias para poner en valor las «Bararis», se llenaban por sí mismas.

El agua de inundación impregnaba la tierra durante una larga temporada y disolvía las sales que luego arrastraba en la evacuación; después, al desarrollarse las plantas, la tierra se secaba progresivamente, y tanto menos se manifestaban los inconvenientes de los riegos. Es una de las ventajas del antiguo régimen de aguas que ya antes hemos considerado.

(1) Se han previsto otros remedios, especialmente suprimir las filtraciones estableciendo revestimientos arcillosos en la cuneta de los canales, pero estos revestimientos se deterioran, se desprenden fácilmente y la experiencia ha demostrado que el beneficio dura muy poco tiempo.

Siempre se comprueba, en efecto, en el Norte del Delta, la existencia de numerosos poblados del tiempo de los Faraones en los territorios hoy incultos y aun en los anegados (1). El abandono de las antiguas tradiciones, y también el cambio del régimen general, han hecho, pues, perder hasta la actualidad amplias zonas de cultivo; puede decirse también, sin embargo, que la Naturaleza ha influido algo en ello. Por consecuencia de un movimiento general de la capa terrestre, parece en efecto innegable que la tierra del Egipto Norte, desde hace algunos siglos se rebaja en dirección del mar; bajo el régimen de cuencas de inundación, después de cada crecida, el país se recubría de una película de tierra que compensaba un poco este fenómeno (2), pero la diferencia era á favor de la rebaja, calculándose haber sido de 2,30 metros desde el siglo II después de Jesucristo; se aceleró un poco con el régimen de riego perenne puesto que ya no se deposita el limo. Sin embargo, la naturaleza no es la única responsable de esta situación; el caso del kom el-Chagafa, donde el cauce del río mayor se halla á poca profundidad, es, en efecto, excepcional en el Norte del Delta, y gracias á la espesa capa impermeable de que ya hemos hablado, pueden reconquistarse para la agricultura todos los Bararis, á condición de sostener una red de drenaje bien estudiada; puede esperarse que sucedería lo mismo con el fondo de los lagos litorales si se procediese previamente á su desecación; son poco profundos.

Por razón del poco relieve del suelo en relación con el nivel del mar (en algunos sitios llega aun á estar por debajo), las aguas de drenaje más profundas todavía no podrán, por lo demás, correr por la gravedad; será preciso evacuarlas por medio de máquinas elevadoras en los drenajes principales. En esto es en lo que en la actualidad se ocupa el Gobierno del Kedive en las tierras bajas ó *sayahs*, de que ya antes hemos hablado, creando grandes arterias de drenaje (en árabe *masrafs umuns*), que desembocan en los lagos del litoral.

La situación de estos *masrafs* en cierto modo la indica la Naturaleza; el Delta no es, en efecto, una tierra llana más que en apariencia; bien que el relieve relativo de los distintos puntos sea en realidad muy pequeño, el Delta se presenta como una «palma» cuyos nervios salientes llevan en el vértice los canales naturales ó antiguos brazos del Nilo (3); todos los ríos con crecidas turbulentas se hallan en el vértice de un verdadero «lomo de

asno», resultando de esto que cuando se desbordan, los depósitos se forman primeramente en los bordes. En las vaguadas comprendidas entre estos «lomos de asno», es donde deben, naturalmente, establecerse los *masrafs umuns*.

Acabamos de ver cómo el drenaje profundo puede, á la vez, servir de remedio contra el deterioro de las tierras por las filtraciones y como medio de mejorar las tierras malas por sí mismas. Nos parece ahora necesario dar algunas explicaciones sobre el método todo racional de hacer un proyecto de drenaje.

Según las observaciones hechas, la zona que ha de sancarse para poder cultivar en excelentes condiciones debe ser de 1,25 metros, pero prácticamente para obtener un buen «desalado» después de una serie de lavados repetidos suficientemente, basta partir de una profundidad de 0,80 metros en el origen de los drenajes más pequeños. Para proceder á sanear se divide el terreno en rectángulos (de mayor ó menor superficie, según la naturaleza de la tierra), de los que todos los lados en una misma dirección son pequeñas zanjas de desagüe, que lo efectúan en las continuas formadas por los otros lados; estas últimas continuas desagüan, á su vez, en una zanja principal, que se extiende á lo largo del terreno y que conduce las aguas á la máquina elevadora destinada á arrojarla á la *masraf umun*.

Para evitar la pérdida de demasiado terreno, es de mucha importancia dar á las zanjas más pequeñas una sección muy restringida de paredes todo lo rígidas posible (un metro en la entrada, 25 centímetros en la parte alta, con una profundidad de 80 centímetros, por ejemplo, en el origen); pero, por el contrario, es preciso darlas (teniendo en cuenta que la cantidad á evacuar debe ser bastante) una pendiente longitudinal bastante fuerte, por ejemplo, de 360 centímetros por kilómetro; las pequeñas zanjas deben ser cortas, de 50 á 80 metros; ésta debe ser la longitud de uno de los lados de los rectángulos antes mencionados. Las zanjas continuas que constituyen los otros lados de los rectángulos pueden tener una pendiente más pequeña, 40 á 50 centímetros por kilómetro. Si se recuerda lo que antes hemos dicho sobre la posición de los *masrafs umuns* en las vaguadas del Delta, se ve que el agua de drenaje situada en el origen á 0,60 metros, aproximadamente, bajo el nivel del suelo, en el *masraf umun* se hallará á 1,60 metros (1); esta será, pues, la altura á que habrá que elevarla.

Estas observaciones sobre el drenaje dan fin á nuestro estudio. En el conjunto hemos intentado demostrar que los grandes cambios de sistema, por racionales que sean, llevan siempre consigo numerosas repercusiones y en amplia medida imprevistas. Sin embargo, los ejemplos existentes de cambios análogos serán siempre las mejores guías á consultar en casos parecidos. Creemos que las consideraciones generales que pueden deducirse de la historia de Egipto serán siempre de gran utilidad para Francia el día en que pueda poner en valor, desde el punto de vista agrícola, su vasto dominio colonial y aun ciertas regiones de la madre patria, descuidadas hasta el presente.

H.

(1) Se les reconoce por la existencia de «koms» (en árabe, cerros), especie de eminencias artificiales formadas por ladrillos de los poblados que se han ido sucesivamente formando unos encima de otros y que en esta forma se hallaban así al abrigo de las inundaciones; se encuentran cantidades enormes de cacharros de barro rotos. Desde que se aplicó en el Delta el sistema de riego perenne, los poblados han podido descender al llano, y los koms, ricos en potasa y en salitre se emplean como abono; también se explotan para la busca de antigüedades. No tardarán, pues, mucho en desaparecer. Ahora bien, en el Norte del Delta, en el mismo lago Borollos, se hallan kom Dechina, kom Guez el Kadra. En los alrededores, kom el-Khazirich, kom el-Tin, kom el-Bondok, kom-Amra. En las orillas del lago Menzaleh, en un país inculto, Tanis, que fué la capital de la XXI dinastía.

(2) El pie de los koms se halla, en efecto, mucho más bajo (de cuatro á cinco metros por lo menos) que las tierras cultivadas de los alrededores. El cálculo del rebaje resulta de las observaciones hechas en los hipogeos subterráneos de kom el-Chagafa, en Alejandría, que evidentemente han sido construidos en terreno seco y cuyo estiaje inferior está ahora continuamente bañado por las aguas, que se ha demostrado son las del río mayor.

(3) Según Audebeau-Bey, la pendiente es uniformemente de unos seis centímetros por kilómetro, en la dirección perpendicular á los antiguos brazos, convertidos casi todos en canales de riego.

(1) Tomando de los valores medios la pendiente total á lo largo de las zanjas más pequeñas, es de $0,0035 \times 60$, por ejemplo; á lo largo de los primeros colectores, de $0,004 \times 500$; á lo largo de los grandes colectores, de $0,0003 \times 5.000$, en total de 1,91 metros. Ahora bien, el suelo general del valle se inclina hacia la vaguada en 0,06 por kilómetro, ó sea por 5 kilómetros en 0,30, aproximadamente, á deducir del resultado precedente.

