

dera, y por la falta de operarios expertos en esta clase de trabajos.

Desde la fecha expresada, á la vez que se profundizaban ya algunas lumbreras, se establecian las bombas y bobinas que deberian ser movidas por las máquinas de vapor, locomóviles, en las lumbreras números VII, XVII, XXI y XXIII; cabrestantes de caballos (malacates), sistema semejante al aleman, en las números VII, XV y XVI, y tornos movidos por hombres en las demas en trabajo. Todas estas máquinas estaban establecidas á principios de Agosto de 1868.

En los costos que á continuacion paso á expresar para cada ramo, no se ha comprendido una parte de lo relativo á desagüe, extraccion de tierras é introduccion de materiales, por referirse mas directamente á máquinas de vapor, que tienen una seccion separada.

En lo relativo á lumbreras, como en lo demas, ha habido cambios originados por el aumento ó disminucion de recursos. Ademas, conforme á la disposicion de ese Ministerio, fecha 12 de Agosto de 1868, se ha reducido á la mitad el número de lumbreras, á cuyos trabajos debe atenderse de preferencia.

AVANCE.

La excavacion en las lumbreras se ha hecho en terreno de diferente dureza, desde la de la toba dura, casi chispeante, hasta la de la marga suave.

La suma de los metros avanzados en todas las lumbreras está marcada en la siguiente lista, así como el costo por cada mes, de los comprendidos en este informe: los números que representan lo que se ha profundizado parecen cortos, si se miran de un modo absoluto; pero si se consideran los recursos con que se ha contado, y las dificultades que han presentado el agua y el terreno, no aparecerán tan pequeños.

| MESES. | SUMA DE AVANCE O CUELE. | COSTO. |
|--------------------|----------------------------|-------------|
| Mayo de 1868..... | 6. ^m 00 | \$ 206 15 |
| Junio idem..... | 14. ^m 65 | 415 79 |
| Julio idem..... | 37. ^m 99 | 851 81 |
| Agosto idem..... | 31. ^m 85 | 879 78 |
| Setiembre idem.... | 27. ^m 09 | 744 00 |
| Octubre idem..... | 20. ^m 50 | 638 23 |
| Noviembre idem.... | 14. ^m 27 | 498 87 |
| Diciembre idem.... | 15. ^m 20 | 394 66 |
| Enero de 1869..... | 16. ^m 95 | 555 02 |
| Febrero idem..... | 11. ^m 09 | 465 66 |
| Marzo idem..... | 1. ^m 59 | 107 54 |
| Abril idem..... | 12. ^m 21 | 416 93 |
| Mayo idem..... | " " | " " |
| Junio 27 idem..... | 6. ^m 86 | 261 46 |
| Sumas..... | 216. ^m 25 | \$ 6,435 90 |

En el perfil que tengo el honor de acompañar á vd. con el número 1, se ha marcado en cada lumbrera con tinta roja la cifra que expresa el punto y la profundidad á que se hallaba, al proseguir los trabajos en Mayo de 1868, y con tinta negra las cifras de las profundidades á fines de Junio del presente año.

La suma de las profundidades dada por los números rojos, es de 695.^m05 y representa el estado en que se encontraban en Mayo de 1868; las de los números negros da 911.^m30 para el total avance hasta Junio de 1869; la diferencia en estas dos sumas, que es 216.^m25—representa lo avanzado en la época de este informe.

Como se ve, el costo de avance está representado por \$6,435,90; de donde resulta que el costo de 1.^m metro de avance á la profundidad media de 18 en una roca semidura, agua de 40 litros por minuto, el término medio, ha sido \$29,15, como la seccion de las lumbreras es de 2^m X 3^m, resulta para costo de un metro cúbico de excavacion en circunstancias idénticas,

dera, y por la falta de operarios expertos en esta clase de trabajos.

Desde la fecha expresada, á la vez que se profundizaban ya algunas lumbreras, se establecian las bombas y bobinas que deberian ser movidas por las máquinas de vapor, locomóviles, en las lumbreras números VII, XVII, XXI y XXIII; cabrestantes de caballos (malacates), sistema semejante al aleman, en las números VII, XV y XVI, y tornos movidos por hombres en las demas en trabajo. Todas estas máquinas estaban establecidas á principios de Agosto de 1868.

En los costos que á continuacion paso á expresar para cada ramo, no se ha comprendido una parte de lo relativo á desagüe, extraccion de tierras é introduccion de materiales, por referirse mas directamente á máquinas de vapor, que tienen una seccion separada.

En lo relativo á lumbreras, como en lo demas, ha habido cambios originados por el aumento ó disminucion de recursos. Ademas, conforme á la disposicion de ese Ministerio, fecha 12 de Agosto de 1868, se ha reducido á la mitad el número de lumbreras, á cuyos trabajos debe atenderse de preferencia.

AVANCE.

La excavacion en las lumbreras se ha hecho en terreno de muy diferente dureza, desde la de la toba dura, casi chispeante, hasta la de la marga suave.

La suma de los metros avanzados en todas las lumbreras está marcada en la siguiente lista, así como el costo por cada mes, de los comprendidos en este informe: los números que representan lo que se ha profundizado parecen cortos, si se miran de un modo absoluto; pero si se consideran los recursos con que se ha contado, y las dificultades que han presentado el agua y el terreno, no aparecerán tan pequeños.

| MESES. | SUMA DE AVANCE O CUELE. | COSTO. |
|---------------------|----------------------------|-------------|
| Mayo de 1868..... | 6. ^m 00 | \$ 206 15 |
| Junio idem..... | 14. ^m 65 | 415 79 |
| Julio idem..... | 37. ^m 99 | 851 81 |
| Agosto idem..... | 31. ^m 85 | 879 78 |
| Setiembre idem..... | 27. ^m 09 | 744 00 |
| Octubre idem..... | 20. ^m 50 | 638 23 |
| Noviembre idem.... | 14. ^m 27 | 498 87 |
| Diciembre idem..... | 15. ^m 20 | 394 66 |
| Enero de 1869..... | 16. ^m 95 | 555 02 |
| Febrero idem..... | 11. ^m 09 | 465 66 |
| Marzo idem..... | 1. ^m 59 | 107 54 |
| Abril idem..... | 12. ^m 21 | 416 93 |
| Mayo idem..... | " " | " " |
| Junio 27 idem..... | 6. ^m 86 | 261 46 |
| Sumas..... | 216. ^m 25 | \$ 6,435 90 |

En el perfil que tengo el honor de acompañar á vd. con el número 1, se ha marcado en cada lumbrera con tinta roja la cifra que expresa el punto y la profundidad á que se hallaba, al proseguir los trabajos en Mayo de 1868, y con tinta negra las cifras de las profundidades á fines de Junio del presente año.

La suma de las profundidades dada por los números rojos, es de 695.^m05 y representa el estado en que se encontraban en Mayo de 1868; las de los números negros da 911.^m30 para el total avance hasta Junio de 1869; la diferencia en estas dos sumas, que es 216.^m25—representa lo avanzado en la época de este informe.

Como se ve, el costo de avance está representado por \$6,435,90; de donde resulta que el costo medio del metro de avance á la profundidad media de 2.^m18 en una roca semidura, con una afluencia de agua de 40 litros por minuto, el término medio, ha sido \$29,761, y como la seccion de las lumbreras es de 2^m × 3^m, resulta para costo de un metro cúbico de excavacion en circunstancias idénticas,

\$4,960, trasportando el producto de la excavacion á 38,^m18 de altura media, y á 24^m de distancia horizontal en el exterior.

Como se ve en el perfil de que he hablado arriba, se han terminado las cuatro lumbreras siguientes:

La número VII, con 60^m de profundidad, se terminó en Noviembre de 1868.

La número IX, con 65^m de profundidad, se terminó en Enero de 1869.

La número XXIII, con 36^m3 de profundidad, se terminó en Abril de 1869, y

La número XXIV, con 31^m7 de profundidad, se terminó en Junio de 1869.

En cada una de estas lumbreras se ha comprendido en la profundidad el aumento hecho en ella para formar una caja ó depósito de agua, con el fin de no tener inundadas con frecuencia las frentes de la galería.

La extraccion de las tierras se ha verificado en tenates, como vasos de extraccion, por medio de malacates de vapor, malacates de caballos y tornos de hombres.

FORTIFICACION CON MAMPOSTERIA.

Se ha ejecutado esta en las lumbreras números I, II, IV, IX, XI, XIII, XIV, XX, XXI y XXIII; en todas se ha seguido el mismo sistema; la seccion libre que deja es de 2.^m × 3.^m

La mampostería en las lumbreras consiste en muros verticales, curvos en el sentido trasversal, con los que se revisten los respaldos.

Descansa esta mampostería, unas veces en el terreno directamente, cuando este presta la suficiente resistencia, y las mas veces en arcos circulares de cantería ó laja de caliza, de radios desde 1,^m25 hasta 5,^m30, y segun la firmeza del terreno, se ponen á alturas variables otros arcos, con el objeto de dividir el peso de la mampostería.

A continuacion manifiesto la obra ejecutada cada mes, el costo

de la mano de obra, el del material y el total; comprendiéndose tambien el costo de rebajes para hacer la excavacion, ó el campo para la mampostería.

FORTIFICACION CON MAMPOSTERIA.

Estado de la obra ejecutada y de su costo.

| MESES. | Metros cúbicos construidos. | Mano de obra. | Material. | TOTAL. |
|----------------------|--------------------------------|---------------|------------|------------|
| Julio de 1868 . . . | 63,77 | \$ 270 43 | \$ 137 50 | \$ 407 93 |
| Agosto idem. . . . | 6,51 | 40 53 | 14 68 | 55 21 |
| Setiembre idem . . . | „ 126 dovelas y rebajes. | 89 26 | 126 00 | 215 26 |
| Octubre idem. . . . | 12,00 | 207 87 | 245 90 | 453 77 |
| Noviembre idem . . . | 50,75 | 254 26 | 138 59 | 392 85 |
| Diciembre idem . . . | 104,00 | 467 46 | 410 39 | 877 85 |
| Enero de 1869. . . . | 113,66 | 392 38 | 322 90 | 715 28 |
| Febrero idem | 79,46 | 469 61 | 181 92 | 651 53 |
| Marzo idem. | 111,83 | 518 63 | 288 34 | 806 97 |
| Abril idem | 159,85 | 731 74 | 389 70 | 1121 44 |
| Mayo idem | 60,44 | 481 10 | 128 90 | 610 00 |
| Junio idem | 111,90 | 668 02 | 266 97 | 934 99 |
| Sumas | 880,17 | \$ 4591 29 | \$ 2651 79 | \$ 7243 08 |

Se han construido 880,17 metros cúbicos de mampostería, cuyo importe por mano de obra es de 4591,29.

En la seccion de obras exteriores figurará otra parte de la obra semejante á la de que trato, que se refiere principalmente á broqueles de lumbreras.

La fortificacion con mampostería es lo que mas dificultades y peligros ha presentado, especialmente en la lumbrera número XXI, en la que el terreno no presentaba cohesion, sobre todo en los planos de estratificacion, que son casi horizontales. Las presiones del terreno se hacian sentir con fuerza en todas direcciones, por lo que las operaciones para cavarlo, ademarlarlo nuevamente y construir la mampostería, presentaban serios inconvenientes, que con felicidad fueron vencidos. Esto se verificó principalmente en el primer tramo que se fortificó. Las dificultades fueron mayores aquí, por el tiempo que permaneció sin este revestimiento durante la paralización general de la obra. Difícil

siempre menores, se presentaron en las lumbreras números xx y xvi; en la primera se puso mampostería en sustitucion de un ademe colgante que existia allí, por no poder soportarlo el terreno interior, que era casi deleznable; y en la segunda, con el objeto de evitar el fuerte gasto que importan las continuas reposiciones de los ademes.

Por economía se ha usado ya en la construccion de los arcos en lugar de la piedra labrada, la caliza en lajas que proviene de las excavaciones del tajo de Tequisquiac. Ademas, y con el mismo fin de disminuir los gastos, los pequeños fragmentos de la referida caliza se dan á los caleros, que cuando obtienen combustible con comodidad, queman la cal y el producto lo venden á la obra á la mitad del precio de plaza.

Hasta ahora no hemos podido conseguir excelentes morteros hidráulicos; el que mejores resultados ha dado, ha sido el compuesto (en proporciones variables) de cal y marga arcillosa.

De la obra ejecutada y sus costos, podemos deducir el precio medio de unidad, en las condiciones expresadas; así obtenemos:

| | |
|---|-----------------|
| <i>Costo medio de la mano de obra de 1 metro cúbico de mampostería interior</i> | \$ 5,216 |
| <i>Costo medio del material empleado en la misma cantidad de obra</i> | 3,012 |
| <i>Costo medio de 1 metro cúbico de mampostería interior.</i> | <u>\$ 8,228</u> |

FORTIFICACION CON MADERA Ó ADEMACION.

Desde la total paralización de la obra y durante ella, no dejaron de gastarse semanariamente en este ramo cantidades variables para conservar las lumbreras, como juzgaria vd. por las memorias semanarias que se remitian á ese Ministerio. A esta clase pertenecen los trabajos que á continuacion manifiesto, correspondientes á los meses de Mayo y Junio, pues hasta el mes de Julio fué cuando se emprendieron trabajos mas formales en este ramo.

Como he manifestado desde mis primeros informes, los ademes que hemos ejecutado, consisten generalmente en el revestimiento de los respaldos de los pozos, con cuarterones de encino sostenidos con marcos de la misma madera, que son á su vez sostenidos por las cosas que se hacen en el terreno, adonde se empotran sus extremidades, cuando este es firme; otras veces los ademes son suspendidos con barras de fierro ó apoyados en botadores, cuando el terreno es débil; en este caso, desde un marco superior que se pone en la boca de la lumbrera ó es colocado en terreno firme se suspenden las barras de fierro ó bien se apoyan los puntales ó botadores en un marco inferior firme.

Los huecos que quedan entre el ademe y el terreno, se retacan ó llenan con coacuña (pedazos de madera ó tepetate). Cuando el terreno ha presentado mediana resistencia, se apoya el ademe en retrancas, ó soportes empotrados en los ángulos de la lumbrera, á 45° de inclinacion, y colocados en los planos verticales que pasan por las diagonales de ella.

Las operaciones ejecutadas por los ademadores al quitar un ademe para sustituirlo con mampostería, son muy variadas, colocacion de puntales en muchas direcciones, estacadas, contracielos, &c. Este cambio de fortificacion es lo mas difícil de los trabajos de ademacion que hemos ejecutado, principalmente en las lumbreras números XXI, XX y XVI como he dicho; esta clase de ademe es tambien mas difícil, por tener que quitar la madera que se puso provisionalmente entre el terreno y la mampostería.

En la lumbrera número XVIII, á causa de los grandes huecos que se formaron, y de los inconvenientes del retaque en esos casos, se construyó en el espacio que debia retacarse otro ademe secundario: así se sostiene el terreno con doble ademe y se evita el grande paso del retaque.

Se ha considerado tambien, como perteneciente á la fortificacion con madera el establecimiento y conservacion de los caminos interiores, los que consisten en descansos ó tapextles colocados en el respaldo S., á 5 metros uno de otro en el sentido de la profundidad: sobre estos se colocan las escaleras.

En general, se comprende en este ramo la colocacion de madera en el interior, cualquiera que sea la causa que lo exija, y el objeto á que se destine, como el establecimiento de planchas para sostener provisionalmente las mamposterías, el establecimiento de traves para apoyo de bombas, columnas elevatorias, guías, varillas, partidos, camas, &c.

La especificacion de trabajos de ademacion consta en los estados mensuales de mis informes anteriores: no los especifico aquí, por ser muchas y muy variadas las operaciones que se han ejecutado; solo manifiesto que se han colocado mas de cuatrocientos marcos, incluyendo los puestos provisionalmente; estos han sido sostenidos unas veces en el terreno, otras suspendidos con barras de fierro ó cadenas de madera, otras apoyados con intermedio de botadores, en marcos asegurados en el fondo en el terreno firme ó en soportes inclinados. Entre los marcos y el terreno, se han puesto los corrales ó tupidos correspondientes; se han colocado ciento sesenta tapexbles ó descansos para recibir las escaleras de los caminos interiores; en la mayor parte se han puesto solo pasamanos, y en algunos tramos partido completo; se han establecido todas las traves para apoyar las piezas de maquinaria interior; se han colocado las camas para el trabajo de los alarifes ó albañiles del interior: cuando los ademes se han debilitado, se han reforzado y asegurado; se han ejecutado todas las obras para abrir en terreno flojo campo para la mampostería, asegurando lo restante, y otras muchas obras que seria difuso enumerar.

A continuacion se expresan los costos mensuales de este ramo de fortificacion.

ADEMACION.—ESTADO DE COSTOS.

| MESES. | Material. | Mano de obra. | Totales. |
|--------------------|-----------|---------------|-------------|
| Abril de 1868..... | \$ 43 47 | \$ 44 30 | \$ 87 77 |
| Mayo de idem..... | 427 13 | 206 31 | 633 44 |
| Junio de idem..... | 475 98 | 242 88 | 718 86 |
| Al frente..... | \$ 946 58 | \$ 493 49 | \$ 1,440 07 |

| | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Del frente..... | \$ 946 58 | \$ 493 49 | \$ 1,440 07 |
| Julio de 1868 | 1,242 49 | 759 75 | 2,002 24 |
| Agosto de idem..... | 1,035 86 | 455 13 | 1,490 99 |
| Setiembre de idem..... | 380 35 | 283 82 | 664 17 |
| Octubre de idem..... | 845 25 | 698 70 | 1,543 95 |
| Noviembre de idem..... | 627 88 | 649 08 | 1,276 96 |
| Diciembre de idem..... | 599 50 | 582 00 | 1,181 50 |
| Enero de 1869..... | 518 87 | 556 60 | 1,075 47 |
| Febrero de idem..... | 451 39 | 448 21 | 899 60 |
| Marzo de idem..... | 552 28 | 571 55 | 1,123 83 |
| Abril de idem..... | 291 11 | 429 74 | 720 85 |
| Mayo de idem..... | 319 56 | 340 28 | 659 84 |
| Junio de idem..... | 322 74 | 249 82 | 572 56 |
| Sumas..... | <u>8,133 86</u> | <u>6,518 17</u> | <u>14,652 03</u> |

Como se ve, el costo por obra de mano

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| de fortificacion, ha sido..... | \$ 6,518 17 |
| El del material empleado..... | 8,133 86 |
| Total..... | <u>\$ 14,652 03</u> |

El guarismo que indica este costo es fuerte, y hace ver que, ó debe procederse con la mayor violencia en las excavaciones interiores que es necesario ademar, miéntras se terminan ciertos trabajos, ó sustituir con mampostería todos los ademes; pues dos reposiciones de estos ya representan mayor valor que la mampostería, sin tener la estabilidad y la seguridad de esta.

El menor tiempo que nos ha durado la madera de encino en lumbreras húmedas, con poco movimiento de aire, ha sido catorce meses.

DESAGÜE.

La presencia del agua en las obras interiores ha sido (como en todas las de su género), el principal inconveniente que se ha presentado para el avance de las excavaciones, aumenta considera-