

cieron allí mucho tiempo, sin experimentar grandes balanceos.

La anterior relación de los sucesos ha repetido la prueba de que con fuerte temporal de Levante y viento rëcio del NE. y del ENE. pueden entrar los buques que lleguen en demanda del puerto de Barcelona, como lo hicieron los ya indicados, y como lo practicaron también los que entraron los días 24 y 25 de Enero con mar muy gruesa del E. y viento del NE. al ENE.

También enseña que á pesar de la agitación de la mar toda la extensión del puerto y de su boca permaneció tranquila, y que la colocación de la entrada no impide maniobras semejantes á las que ejecutó el capitán de *La Providencia*.

Basta lo dicho fundado en los datos que hemos reunido, para confirmar cuanto se ha dicho ya en varios periódicos respecto á las buenas condiciones que reúne el puerto de Barcelona, aunque sea fácil, indudablemente, presentar á la consideración pública un defecto ú otro de un puerto; todos tienen alguno, con respecto á un determinado punto de vista; y se engañaría quien quisiera corregirlos completamente todos, cuando son tan contrarias las circunstancias que hay que equilibrar.

G. S.

VOLADURA DE ROCAS SUBMARINAS.

Algunas publicaciones, tanto nacionales como extranjeras, han hecho mención recientemente de la gran voladura que va á efectuarse el 4 de Julio próximo en el puerto de Nueva-York, en una roca que entorpece la navegación. Los importantes trabajos que para el efecto se han llevado á cabo son dignos de darlos á conocer á los lectores de la REVISTA; pero creemos que debe preceder á su descripción la de otros llevados á cabo anteriormente en el puerto de San Francisco de California por la importancia que tienen y por la analogía de los métodos empleados. (1)

Al Norte de la ciudad de San Francisco, á distancia de kilómetro y medio y en el canal comprendido entre las islas Alcatraz y Yerba-buena, nombres que, como otros muchos del estado de California, recuerdan que allí ondeó nuestra gloriosa bandera, se halla una roca aislada, llamada

(1) Los datos relativos al puerto de San Francisco están tomados de la conocida obra de Malesieux.

Blossom-Rock muy peligrosa para los navegantes ántes que se ejecutáran los trabajos de que vamos á ocuparnos, pues se halla en la dirección que siguen los barcos que entran y salen en el puerto. Su coronación se hallaba á 1^m,50 debajo del nivel medio de las bajas mareas, presentando en ella una superficie de 10^m,57 de longitud y una anchura de 6^m,71 cuyas dimensiones aumentaban respectivamente á 59^m,47 y 52 metros en la curva de nivel situada á 7^m,52 debajo de aquel á cuya profundidad debía quedar la roca después de la ejecución de los trabajos, resultando de la cubicación que había que extraer un volumen de 5.750 metros cúbicos. La roca es arenisca, de carácter metamórfico y dureza variable, habiendo partes comparables á la del granito y otras que pueden atacarse sin necesidad de la pólvora.

Se pensó en un principio que podría ejecutarse la operación empleando el sistema de voladuras de cargas superficiales, colocando al efecto como ensayo 12 barriles de pólvora á profundidades de 4^m,50 á 5^m,50, cuya explosión sólo arrancó 40 metros cúbicos, resultando el valor de esta unidad á 425 pesetas. Se observó además que el efecto útil disminuía con la profundidad, lo que hacía perder mucho tiempo, pues había que aguardar á verificar las voladuras á que la marca estuviese alta. Como resultado final de las experiencias se dedujo que para la completa realización de la obra habría que invertir 1.500.000 pesetas.

Luégo se propuso ejecutarla por el sistema de barrenos, instalando al efecto sobre la roca una plataforma y en ella una máquina de vapor para poner en movimiento las perforadoras. En los barrenos practicados por éstas se habían de colocar cartuchos de mina dándoles fuego con una batería eléctrica, quitando ántes la plataforma, que podía salir flotando. De este modo se pensaba profundizar hasta 5^m,50, ejecutando la obra restante con minas superficiales, habiéndose apreciado el importe de toda ella en unas 280.000 pesetas.

A pesar de tan bajo presupuesto no se aceptó el pensamiento, proponiendo poco después en 1868 el general Alexander un sistema completamente nuevo, el cual se reducía á establecer en la cúspide de la roca una ataguía rectangular, agotar su interior y perforar en la roca un pozo de 11 metros de profundidad debajo del nivel medio de las bajas mareas; á partir de dicha profundidad y en el sentido de la mayor longitud de la roca había que perforar una galería horizontal de 1^m,57

de altura, y perpendicularmente á ella en uno y otro sentido otras seis, en todas las cuales se proyectaba colocar 55 cargas de pólvora arregladas á la resistencia que cada una tenia que vencer, teniendo un peso total de 25.400 kilogramos de pólvora que habia de inflamarse simultáneamente. El autor del pensamiento apreciaba en 222.500 pesetas el importe de la obra, sin comprender el trabajo de extraccion de los productos de la voladura hasta la profundidad de 7^m,52 prefijada.

Un hábil empresario, Mr. A. W. Von Schmidt, propuso al mismo tiempo un pensamiento análogo, diferenciándose de aquél en que proyectaba excavar, en vez de las indicadas galerías, toda la masa de la roca, no dejando más que una costra superficial de 1^m,85 de espesor, necesaria para asegurar la impermeabilidad de los trabajos, la cual habia de sostenerse con pilares que de trecho en trecho habian de dejarse en la excavacion, substituyéndose luego con piés derechos de madera.

El plano inferior de la excavacion habia de estar á una profundidad tal que despues de verificada la voladura de la costra los productos de ésta, en su mayor parte al ménos, quedasen por debajo de la profundidad definitiva de 7^m,52 á que habia de quedar la coronacion de la roca, de modo que apénas fuera luego necesario extraer los trozos de la roca volada. El citado empresario ofrecia ejecutar el trabajo en 18 meses por la cantidad de 575.000 pesetas, sin recibir nada absolutamente hasta la completa realizacion de la obra, proposicion que no pudo ser aceptada desde luego por ser de rigor en los Estados Unidos, á no mediar especial autorizacion del Congreso, la realizacion de las obras en pública subasta. Verificada ésta en Febrero de 1869 sin que se presentára más que un licitador, cuya proposicion no se consideró admisible, se recurrió á la propuesta de Von Schmidt, que fué aceptada.

Empezóse la obra en Octubre de 1869 estableciendo á 6^m sobre la roca una plataforma apoyada en pilotes cuyos azúches de acero penetraban en ella, sujetándola ademas con tirantes afirmados en la roca y otros medios para asegurar su estabilidad bajo la accion de las marejadas. En ella se dispuso á un lado un pequeño abrigo para albergue de los operarios y en su centro se dejó una cavidad cuadrada, á cuyas paredes se adosó una ataguía de 0^m,60 de espesor formada con paredes de tabloncillos y rellena de arcilla que descansaba sobre la roca, asegurando la impermeabi-

lidad de su parte inferior con cemento hidráulico (1). Cuando ésta hubo fraguado se colocó en el interior de la ataguía un cilindro de palastro de 1^m,85 de diámetro y 4^m,27 de altura, rellinando el intervalo entre él y la ataguía con mortero de cemento, con lo cual se obtuvo una ataguía más resistente y que podia soportar los temporales.

Se agotó su interior y se procedió á perforar en la roca un pozo vertical, y como al llegar éste á la profundidad de 5 metros hubiera muchas filtraciones por sus paredes, se introdujo un segundo tubo de diámetro menor rellinando el espacio entre él y la roca con cemento, con lo cual pudo continuarse la operacion 1^m,42 más, viéndose obligados á introducir al llegar á esta profundidad otro tercer cilindro cuyo diámetro era 1^m,58, rellinándose de igual modo con cemento el intervalo entre él y la roca. Sin más se pudo continuar la perforacion hasta la profundidad de 9^m,60 debajo del nivel medio del mar, habiendo cesado las filtraciones casi por completo.

A partir de dicha profundidad se abrieron galerías horizontales en direccion de los ejes máximo y mínimo de la roca, empleándose grúas de vapor para la extraccion de los productos de las excavaciones, y luego perpendicularmente á ellas se abrieron otras varias, dejando pilares en las intersecciones para sostener la bóveda, siendo el espesor medio de esta 4^m,42. Dichos pilares fueron substituyéndose por puntales de madera de 0,20 á 0,25 de escuadria, excepto los cuatro inmediatos al pozo, que para mayor seguridad se dejaron, y las pocas filtraciones que habia se agotaban con una pequeña máquina de vapor. Trabajaban 16 hombres en la excavacion, que se verificaba con picos aceros, sin recurrir á la pólvora, extrayendo al dia unos 56 metros cúbicos.

La excavacion se dió por terminada en 20 de Abril de 1870, á los seis meses de empezados los trabajos, quedando aquélla con 42^m,70 de longitud, 18^m,50 de anchura y una altura máxima de 5^m,66.

Se procedió en seguida á establecer las cargas para la voladura, empleando en ellas 20.000 kilogramos de pólvora fabricada con nitrato de sosa para mayor economia.

La pólvora se colocó en 58 barriles de una capacidad media de 228 litros y en 7 cubas de palas-

(1) Hay que advertir que en el puerto de que tratamos la oscilacion máxima de las mareas es de 1^m,30, no siendo más que de 0,81 en mareas muertas.

tro, las cuales se distribuyeron á intervalos de 2^m,44, asegurándolas con piezas de madera para impedir que el agua que habia de inundar la excavacion ántes de verificar la voladura moviese las cargas. En cada barril se introdujo horizontalmente un tubo de hierro de 0^m,90 de longitud y 57 milímetros de diámetro, cerrado en su extremidad pero perforado lateralmente con orificios de 5 milímetros de diámetro y distantes entre si 0^m,15, cuyos tubos se llenaban de pólvora, y en los que se introdujeron dos conductores eléctricos. Todos los conductores de las diversas cargas se reunian á dos hilos generales introducidos en tubos de goma elástica que subian por el pozo hasta la plataforma inferior, introduciéndose uno de los conductores en el agua y prolongando el otro hasta 244 metros de distancia, donde se puso en comunicacion con la máquina eléctrica.

La explosion se verificó instantáneamente, levantándose una columna de agua de 60 metros de diámetro y mayor altura. Seguidamente se verificaron sondeos, resultando una profundidad mínima de 4^m,27, que era mucho ménos de lo que se esperaba, procediendo el contratista en consecuencia, á construir unos poderosos rastrillos suspendidos de una balsa que se remolcaba atras y adelante sobre el emplazamiento de la roca, con lo que se consiguió, no sin gran trabajo y tardando mucho tiempo, arrastrar las rocas sueltas al fondo del mar, quedando terminada la obra en Diciembre de 1870. Si la profundidad de la excavacion hubiera sido algo mayor y si la costra superior pudiera haberse reducido á 1^m,85 de espesor, como se pensó en un principio, los productos de la explosion hubieran quedado en general á una profundidad mínima de 7^m,52 debajo del nivel de la bajamar, de modo que se hubieran evitado la mayor parte de los costosos trabajos de rastrear, cuyo importe excedió al de excavacion y explosion, pero el temor de las filtraciones hizo que se dejara á la bóveda el espesor ántes indicado de 4^m,42, lo cual fué causa principal que no saliera el trabajo con la economía que se presupuso.

Pasemos ahora á los trabajos del puerto de Nueva-York.

La entrada principal de este puerto está comprendida entre las islas llamadas Long-Island y Staten-Island, que quedan respectivamente al Este y Oeste del canal, ó más bien boquete de entrada llamado *The Narrows* (Los Estrechos) que tiene unos 2 kilómetros de longitud y 1.800 metros de

anchura. Su direccion es de Sur á Norte próximamente y da acceso á una extensa bahia muy abrigada de unos 15 kilómetros de longitud y 9 de anchura máxima. En su extremidad Norte desemboca el caudaloso rio Hudson, que tiene una anchura de 1.600 metros, formando la ribera Oeste de la ciudad y en cuyas aguas hay extenso acomodo para estacionarse los buques y esperar el turno para la carga y descarga que se verifica en los numerosos muelles situados á todo lo largo de dicha ribera. Formando la ribera del Este de la ciudad y cubierta de muelles como la otra, corre casi paralelo al Hudson un brazo de mar llamado East-River (rio del Este), cuya anchura varia entre 1.500 y 500 metros, y que separa Nueva York de Brooklyn, situada ésta en la citada isla de Long-Island.

Esta isla, que tiene cerca de 200 kilómetros de longitud y una anchura máxima de 52, se extiende en direccion ENE. en la misma próximamente que la costa del continente correspondiente al Estado de Connecticut y una pequeña parte del de Nueva-York, quedando entre dichas costas y la isla un canal por donde entran al puerto de Nueva-York muchos buques de poco calado, y especialmente los de cabotaje, cuyo canal se enlaza con el denominado East-River por el paso llamado Hell-Gate (Puerta del Infierno), muy peligroso para los navegantes por las rocas que en él existen, que no tan sólo disminuyen el ancho y profundidad del canal, sino que con el flujo y reflujo del mar se producen remolinos y unas corrientes violentas que á veces alcanzan una velocidad de 15 kilómetros por hora. A quitar dichos obstáculos á la navegacion, aumentando con ello la anchura navegable y profundidad del canal, para hacerlo asequible á los de mayor calado, y reducir al propio tiempo las corrientes á una máxima velocidad de 6 kilómetros por hora, se dirigen las obras de cuya descripcion nos vamos á ocupar. Debe advertirse que viniendo de Europa ó de la parte de América al Norte de Nueva-York se acorta el viaje, dirigiéndose por el canal entre Long-Island y el continente, no sólo porque la distancia en sí es menor, sino porque durante sus 200 kilómetros de longitud se navega en un mar tranquilo.

Ya de 1849 á 1852 y en 1855 se ejecutaron algunos trabajos, quitando las partes mas salientes de varias rocas aisladas por medio de barrenos superficiales, obteniendo sobre ellas un calado de 6^m,40 en bajas aguas, pero quedaba por vencer el obs-

táculo principal, consistente en una restinga de roca que avanzaba unos 120 metros hacia el canal desde el promontorio llamado *Hallet's Point*, y cuya área, según la curva de nivel situada á 52 pies ingleses (9^m,76) bajo el nivel de las bajamares, ocupa una superficie de 22 $\frac{1}{2}$ acres, ó sea algo más de 9 hectáreas, que, según se ve, es muy superior á la de la roca del puerto de San Francisco de que nos hemos ocupado, si bien no estando aislada como allí se han facilitado las operaciones. El método seguido es análogo al que hemos descrito, teniendo por objeto enrasar la roca á un plano 9^m,76 inferior á las bajamares, para cuyo objeto se empezó á construir una gran ataguia apoyada por sus dos extremos en el promontorio y formada de dos fuertes paredes de madera distantes 1^m,20 entre sí, y relleno de arcilla su intervalo. Como la roca se descubre en bajar y las mareas alcanzan 1^m,64 como máxima amplitud, la ataguia sólo tiene 1^m,60 de altura sobre las rocas. Al abrigo de ella se abrió una excavación de unos 50 metros de longitud por 50 de anchura máxima y una profundidad de 9^m,76 respecto á las bajamares, á partir de la cual y radiando de ella se perforaron 10 galerías con la inclinación en la cara superior que la roca presenta en la superficie, á fin de conservar un espesor de bóveda uniforme, llegando con ellas hasta bajo la curva de nivel 9^m,76 inferior á las bajamares.

Estas galerías se enlazaron con otras concéntricas en forma próximamente de arcos de círculo, resultando de la intersección de ambos órdenes, los pilares dejados para sostenimiento de la costra ó bóveda; y como á medida que las galerías radiales se separaban estos pilares resultaban naturalmente mayores, se han abierto otras galerías secundarias para dividirlos. La total longitud de las galerías es de 2.415 metros, cuya anchura está comprendida entre 5^m,60 y 5^m,90, mientras que la altura varía entre 6^m,60 y 2^m,44. Estas diferencias en la altura deben provenir de la inclinación que se da á la cara superior de las galerías radiales, paralelamente á la superficie de la roca.

La clase de roca que se ha encontrado es *gneis* estratificado con algunas lájas de cuarzo y otras de mica descompuesta, por donde habia considerables filtraciones; pero en general la roca se presentaba con gran dureza, ofreciendo serias dificultades para su perforación. Esta se ha efectuado con máquinas perforadoras movidas por aire comprimido que se conducía desde tierra por medio de

tubos, empleándose en general las del sistema Burleigh, resultando con ellas el metro lineal de perforación á unas seis pesetas y media, pudiéndose perforar por hora algo más de un metro. Una vez hechos los barrenos se volaban con nitroglicerina, empleándose también una composición formada de 70 partes de pólvora y 30 de aquella sustancia, habiéndose gastado en los trabajos una cantidad de sustancias explosivas equivalente á 100.000 libras de nitroglicerina. Se calcula en unas 40.000 libras la cantidad de ésta que será necesaria para la gran voladura final que tendrá lugar el 4 de Julio próximo.

Las galerías se abrían primeramente con las dimensiones estrictamente indispensables para trabajar un minero con su máquina, marchando á unos 12 metros detras otra máquina con los mineros correspondientes para aumentar aquéllas.

Para efectuar el trabajo con toda seguridad era preciso tener conocimiento exacto de la forma que la roca presentaba en la superficie, para no dar lugar á que la costra que se dejara sin excavar le faltara resistencia para soportar la carga de agua y ocurriera una inundación en las obras. Por este motivo se efectuó un sondeo minucioso, á distancia las sondas de 0^m,50 unas de otras, siendo 22.000 el número de sondas tomadas. El espesor de la costra superficial que se ha dejado es de 5 metros próximamente.

Todos los trabajos se han ejecutado bajo la hábil dirección del Mayor General John Newton, los que se hallaban terminados en el otoño último, ocupándose ahora en preparar los barrenos y cargas para la gran voladura que ha de efectuarse en 4 de Julio. A este efecto todos los pilares dejados en la excavación para sostener la bóveda se han perforado con 10 á 15 barrenos de 5 á 7 $\frac{1}{2}$ centímetros de diámetro, abriéndose asimismo en la bóveda á intervalos de 1^m,5. Cada uno de estos barrenos se llenará con 8 á 10 libras de nitroglicerina, reuniéndose todos ellos con tubos de los empleados para el gas rellenos también de aquella sustancia.

Estas operaciones se están llevando á cabo sin gran peligro, aprovechando los frios del invierno.

Antes de dar fuego á las minas se quitarán las ataguías á fin de que el agua invada las galerías y sirva de atacador, después de lo cual, por medio de una chispa eléctrica se inflamarán simultáneamente. No hay temor de que la operación deje de tener buen resultado, habiéndose calculado

que la mitad de la carga bastaría para volar todo el fondo del canal.

Estos trabajos empezaron en 1869 y han experimentado muchos retrasos por las dificultades que presentaba el Congreso para conceder los fondos necesarios.

Además de los indicados trabajos, se han emprendido allí mismo, y bajo igual sistema, otros para volar la llamada Flood Rock donde las excavaciones serán aún mayores que en Hallet's Point. Se ha llegado ya con ellas a una profundidad de 16 metros, no pudiendo precisarse por ahora cuando estarán terminadas.

CH.

Se trata de llevar á cabo en Montreal un puente para cruzar el San Lorenzo, á poca distancia agua abajo del famoso *Puente Victoria*, y que se llamará *Real Alberto*, cuyo objeto será, no sólo el paso de una vía férrea, sino también el de carruajes ordinarios, peatones y un tranvía. Su total longitud será 4.727 metros, distribuidos del modo siguiente: un tramo marineró, que tendrá de luz 180 metros y 40 de altura sobre altas mares, construido en la canal navegable; 5 tramos de 91^m,5 de luz cada uno é igual altura, 4 tramos de 73^m,20 cada uno, y 51 tramos de 61 metros de luz cada uno. A estas longitudes parciales, que suman 4.041^m,30, hay que agregar el espesor de las 60 pilas, el de los estribos y los claros de las avenidas para obtener la total longitud citada. Se halla presupuesto en 800.000 libras esterlinas, que equivalen próximamente á 80 millones de reales, debiéndose empezar las obras en la primavera próxima.

El túnel de San Gotardo. Al final de Noviembre último este gran túnel se hallaba perforado por ambas bocas en una total longitud de 5.422 metros, quedando por perforar 9.791 metros.

De la estadística de los ferro-carriles de los Estados-Unidos correspondiente á 1875 extractamos los siguientes resultados generales:

La longitud total de ferro-carriles en explotación á fines de dicho año era de 71.875 millas, ó sea 115.646 kilómetros, longitud superior á los de toda Europa, que teniendo en cuenta que la población era de 42.229.000 habitantes, y que la extensión superficial de la nación es 2.492.324 millas cuadradas, resulta que á cada milla de vía férrea corresponden 581 habitantes y 34,4 millas cuadradas de superficie.

La totalidad del capital empleado en la red de ferro-carriles era 4.222.026.594 dollars, que da por término medio del coste por cada milla 60.132 dollars, variando dicho coste desde 18.496, que han

costado por término medio los ferro-carriles del Estado de Florida, hasta 101.460, que es el promedio en el Estado de New-Jersey.

El número total de locomotoras en toda la red era 14.522, los carruajes de viajeros ascendían á 12.689, y el número de wagones de mercancías á 351.253.

La recaudación total por el movimiento de viajeros fué de 140.999.058 dollars; por el tráfico de mercancías, 347.013.674 dollars, y por otros conceptos, 30.960.299 dollars, formando un total general de 518.973.031 dollars. Esta suma, dividida por el número de millas en explotación, da una recaudación media por milla de 7.344 dollars, la cual varía entre 18.413 correspondientes al Estado de New-York y 1.486 correspondientes á Florida.

Los gastos de explotación ascendieron á dollars 329.225.274, que representan el 36,6 por 100 de la recaudación, y el beneficio líquido fué 189.747.757 dollars, que es el 36,4 por 100 de aquélla. El promedio del dividendo para los accionistas fué 3,37 por 100 del capital, variando notablemente en los ferro-carriles de los diversos Estados, pues mientras en los de Massachussets, New-Jersey y Pensilvania son respectivamente 7,87, 7,20 y 8,01 por 100, hay Estado cuyos ferro-carriles no producen más que el 0,11 por 100.

Para la mejor inteligencia de estos datos y reducirlos á nuestro sistema métrico, advertiremos que la milla de que se trata tiene 1.609 metros de longitud, la milla cuadrada equivale á 2,59 kilómetros cuadrados, y que la unidad monetaria *dollar* es próximamente igual á nuestro peso fuerte.

NOTICIAS VARIAS.

PERSONAL.

Ingenieros.

Se concede licencia para pasar al servicio de la Empresa del ferro-carril de Madrid á Malpartida de Plasencia al Ingeniero Jefe de 2.ª clase D. Miguel Martínez Campos.

Ayudantes.

Al ayudante primero, D. Pablo Ruiz, dado de alta en servicio activo y destinado á la provincia de Lugo, se le traslada á la de Orense.

Al id. con licencia ilimitada, D. Francisco Vargas, se le da de alta y se le declara en expectación de destino hasta que ocurra vacante de su clase.

REDACCION Y ADMINISTRACION,

CALLE DE ALCALÁ, NÚMERO 56, CUARTO PRINCIPAL.

MADRID.—1876.

IMPRENTA Y ESTEREOTIPIA DE ARIBAU Y C.ª

(SUCESESORES DE RIVADENEYRA).

IMPRESORES DE CÁMARA DE S. M.,
calle del Duque de Osuna, número 3.