

MADRID, 15 DE OCTUBRE DE 1879.

TOMO XXVII.

NÚM. 20.

### SUMARIO.

Fallecimiento del Ingeniero primero D. Toribio Gomez Pereda.—Preservativos para las piedras y ladrillos, por D. Pedro C. Espinosa (conclusion).—Memoria sobre el progreso y adelanto de las obras del puerto de Barcelona (conclusion).—Parte oficial.—Direccion general de Obras públicas.—Subastas.—Noticias varias. Personal.—Suelto.—Rectificacion.

El Sr. D. Toribio Gomez de Pereda, Ingeniero primero del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos, ha fallecido en Madrid el dia 7 del presente mes.

La REVISTA, en nombre de todos nuestros compañeros, se asocia al dolor producido por tan sensible desgracia.

### APUNTES

RELATIVOS Á LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

(Conclusion.)

PRESERVATIVOS PARA LAS PIEDRAS Y LADRILLOS.

Las rocas que por su dureza y cohesion resisten bien á las influencias atmosféricas, en las construcciones, no necesitan preservativo alguno para su conservacion. En este caso se encuentran los granitos empleados en Madrid y en otras localidades; la caliza silicea de Colmenar; algunas clases de areniscas, y otras rocas empleadas en varias provincias; pero hay algunas que se descomponen ó deterioran con los hielos, las lluvias, y tambien por la influencia de los vientos de las costas. En Francia é Inglaterra existen varias clases de piedras sujetas á estos desperfectos, que son de uso frecuente para las construcciones, y esto ha motivado el que se estudien los medios de obtener mayor resistencia, pues hay casos, como sucede en Burdeos, en que se han tenido que revocar las fachadas de sillería. Se han hecho muchos

experimentos, inútiles algunos y otros con excelente éxito.

Las fachadas construidas con la clase de piedras indicada se suelen ennegrecer, y cuando se limpian, vuelven otra vez á oscurecerse.

Los químicos Thenar y Arcet aconsejaron hace muchos años, para dar mayor consistencia á las piedras tiernas y al yeso, se hiciese penetrar en estos materiales, por medio de un calor suave, una disolucion de dos partes de resina en una de aceite comun, cuya composicion hace impermeable la superficie, preservándola de los efectos de la humedad; pero este medio, así como otros que se citarán despues, excepto la silicatizacion, no son de gran eficacia, porque no endurecen la piedra y por estar sujetos á desaparecer por las influencias atmosféricas, si no se renueva.

Tambien se emplea la composicion de aceite de colza mezclado en partes iguales con resina caliente; se dan dos manos y despues otra, cuando aquéllas están secas, con una mezcla de dos partes de aceite comun con algo de litargirio, dos de resina blanca purificada y una de tierra blanca, en polvo fino.

En Inglaterra se empleaba ántes de 1857, para los efectos indicados, el azufre mezclado con aceite de linaza, ú otro líquido que no atacase el material. En las piedras porosas, se aplica ántes una disolucion de sulfato de zinc, ó de alumbre, ó cualquiera otra materia inorgánica para neutralizar los efectos de la eflorescencia alcalina; para usarlo se disuelve una parte en peso de azufre sublimado, en ocho partes de aceite de linaza, ó de otra clase, en una vasija de barro, calentándolo en baño de arena, hasta 266 á 278 grados *Fahrenheit*, y se aplica despues de enfriado. Esta composicion se ensayó en los paramentos del palacio de *Westminster*, limpiándolos ántes, y se obtuvo un resultado bastante satisfactorio.

La disolucion de *bifosfato* de cal, llamada *miel de fósforo*, propuesta por *Coiquet*, aunque endurece la caliza, tiene el inconveniente de producir vegetación microscópica, que mancha los paramentos.

Como enlucido hidrófugo se suele emplear tam-

bien la mezcla de aceite de lino, 15 partes con una de litargirio y polvo de ladrillo, formando pasta.

Otra receta para este objeto es de 100 partes de aceite de lino con polvo de arcilla cocida, 10 por 100 polvo de loza, una de arena fina de cuarzo y uno de litargirio.

El procedimiento más general que se ha usado para dar la apariencia del mármol á los objetos de yeso moldeado es el siguiente: En tres litros de agua se disuelven seis gramos de alumbre, calentando la mezcla hasta disolver éste, y el objeto de yeso, bien seco, se sumerge en este líquido durante 15 á 30 minutos; después se le cuelga para que escurra, y cuando se ha enfriado, se moja con la disolución con esponja ó lienzo, repitiendo hasta que forme costra cristalizada, y secado después, se bruñe con papel de cristal, frotándola luego con un paño húmedo.

Veamos ahora cuál es el procedimiento más acreditado conocido por silicatización.

Habiéndose observado que las vetas silíceas de las piedras no sufrían alteración por los agentes atmosféricos, se pensó en el uso de preservativos silíceos, como uno de los medios que podrían tener mayor aplicación. En 1825, *Fiish*, químico de Baviera, inventó un enlucido, que se aplicó á los frescos del Museo de *Munich*, cuya base era el vidrio soluble, ó sea silicato de sosa ó de potasa; pero no se sabe que por entonces se aplicase á la conservación de las piedras.

En 1841, el químico *Kuhlmann* escribió una Memoria sobre las aplicaciones que pudiera tener dicho silicato á los materiales de los edificios. En 1832 se hicieron en Francia algunas aplicaciones, y en 1837 se nombró una comisión de Ingenieros para que informasen respecto al uso de este procedimiento.

Las aplicaciones del silicato de potasa, que es el que se emplea actualmente, se hacen disolviéndole en una cantidad de agua hirviendo, próximamente seis veces mayor que la del silicato; se da con brochas blandas dos ó tres manos, y para las grandes fachadas se han empleado jeringas ó bombas de regadera. Debe tenerse presente que el silicato no es soluble en agua fría.

En las piedras calizas tiernas, á que se aplica el silicato, se forma un silico-carbonato de cal por la descomposición del carbonato de la caliza por la influencia del ácido carbónico del aire, que es lo que constituye el preservativo, formando una

costra dura; para evitar el resudamiento del carbonato de potasa en las superficies de las piedras á que se aplica este sistema de preparación, se lavan después con ácido hidro-fluosilícico, que forma un compuesto de potasa insoluble y aumenta los buenos efectos.

Si se quiere conseguir al mismo tiempo el blanquear la piedra caliza, se mezcla sulfato de barita con el silicato, y por el contrario, cuando se quiere oscurecer, se echa silicato de magnesia. Antes de aplicarse el sulfato deben lavarse y limpiar las superficies que le reciben.

El silicato de potasa es preferible al de sosa, pues aunque este último produce el mismo efecto en cuanto al endurecimiento, forma eflorescencias blanquecinas en la superficie del material. La disolución del silicato á 55° del areómetro de *Beaume*, que se vende en el comercio, se disuelve mejor que en agua pura cuando está algo cargada de silicato; se verifica en vasija de hierro, en agua hirviendo; para facilitar la operación debe estar reducido á polvo el silicato. Cuando la disolución es clara, exige mayor número de capas ó manos el enlucido; cuando está muy concentrada no penetra bien, por lo que se considera la densidad indicada á 55° del areómetro, como la mejor. Cuando haya de limpiarse la piedra de construcciones antiguas no debe emplearse agua acidulada.

Los objetos pequeños se sumergen repetidas veces en la disolución durante algunas horas.

Cuando se usa en fachadas, deben cubrirse los cristales y vidrieras, pues es difícil de quitar en ellos las manchas del silicato.

De una mano á la siguiente debe dejarse pasar al menos una noche; tres manos son suficientes generalmente; mayor número producirían costra vidriosa. Cuando hiela debe suspenderse la operación.

Las piedras calizas de mediana porosidad exigen un kilogramo de silicato por metro cuadrado.

*Ransone* aplicó la silicatización á las piedras que no eran calizas, suministrando á éstas la cal necesaria para que produjese buen resultado, con el *cloruro de sódio*; con este objeto se dan varias manos con una lechada de cal ó de barita, en la proporción de 500 gramos de hidrato de ésta en 10 litros de agua; cuando es posible verificarlo, se sumerge en esta disolución la piedra, y después se saca y aplica el silicato; puede mezclarse el de sosa con el de potasa, á una densidad próximamente de 1,20; pero que varía con la naturaleza

porosa de la piedra en que se aplique; lo mismo se hace respecto á la disolucion de la *barita*.

Tambien proponia *Ransone* la disolucion de fosfato y ácido de cal á 1,06 de densidad, aplicada ántes ó despues de la de *barita*.

Lo que se ha dicho de las aplicaciones del silicato á las piedras lo es tambien á los ladrillos.

Se indicó ántes haberse empleado la silicizacion para las pinturas al fresco, y *Kuhlmann* lo confirma por sus experimentos, tanto sobre tapias con enlucidos, como sobre papel, telas, madera, etc.; de lo que se dieron explicaciones extensas por la Comision de Ingenieros de 1857, ya mencionada, la cual conceptuó la silicizacion de ventajosas aplicaciones industriales.

El modo de usar este sistema en la pintura al fresco, con el objeto de obtener que sea permanente, es el siguiente:

Cuando se ha pintado ya por el método comun la pared al fresco, se riega ésta con el silicato, por medio de una jeringa de regadera, de modo que produzca una lluvia muy fina, por cuyo medio se trasforma la cal grasa, sobre la cual se ha pintado, en cal hidráulica artificial. Para pintar sobre cristal se deslien los colores en una disolucion concentrada del silicato, usando aquellos que no sean atacados por los álcalis; el color se endurece pronto y resulta trasparente; aplicado el color de este modo en las porcelanas, evita el tener que cocerlas en el horno despues de pintadas, como se hace con el sistema empleado hasta aqui.

Para sustituir el silicato en la pintura al temple ó al óleo, despues de ablandar en agua los colores, se muelen con una disolucion concentrada del silicato de potasa.

*Kuhlmann* sustituia tambien el sulfato de *barita* artificial al albayalde ó al blanco de zinc, para la pintura, dando varias manos mezcladas con la cola para la pintura al temple, ó con mezcla de almidon y de silicato de potasa para sustituir la pintura al óleo. Este sistema es más barato, no se altera por las emanaciones del hidrógeno sulfurado del gas que ennegrece el albayalde, y el color es más blanco y lustroso. Tambien, bajo el punto de vista higiénico, es conveniente, por los perjuicios que produce á la salud de los obreros la fabricacion del albayalde y el blanco de zinc, y el olor de la pintura al óleo en las habitaciones.

En Lóndres hay una Compañía (*Indestructible paint Company limited*) que explota la pintura llamada permanente, la cual, ademas de emplearse

en el hierro y madera, la que se designa en los programas *solucion de esmalte*, la aplica para preservar la piedra ó el cemento de los efectos de la humedad, suciedad ó gases nocivos; es trasparente, y se considera como eficaz, en vista de las observaciones de sus resultados obtenidos en el edificio del Parlamento y Catedral de San Pablo de Lóndres. El prospecto, con los precios, se ha circulado en la Exposicion de Madrid de 1875, siendo el Agente en España, para verificar los pedidos, D. Cándido Perez, calle de Toledo, número 40, en Madrid. Se vende á 7,80 pesetas el galon, ó sean 4,55 litros.

Dice el proyecto que evita el crecimiento de musgo, líquen y toda clase de vegetales en las superficies, siendo eficaz tambien para el ladrillo, tejas, estuco y madera.

Terminaremos este artículo dando á conocer el medio usado con buen resultado para preservar de la humedad las paredes, que consiste en dar una mano de agua de jabon, y á las veinte y cuatro horas, otra de sulfato de alúmina, y despues de seca ésta, otra ó más manos.

## METALES.

### PRESERVATIVOS DE LA OXIDACION.

Por el mucho uso que del hierro se hace en las construcciones y en la industria, es importante el conocer los medios de preservarle de las influencias de la humedad, sobre todo en los puertos, y tambien de las emanaciones que le atacan cuando se emplea en las armaduras, columnas, máquinas, etc., de las fábricas.

Los efectos de la oxidacion son tan notables en algunos casos, que forma escamas y costras, que se desprenden, llegando á destruir el metal ó á comprometer la estabilidad de las construcciones. Los árboles de las máquinas se oxidan más cuando están paradas que cuando están en movimiento, porque el rozamiento y las vibraciones las preservan, y lo mismo sucede en las barras de los ferro-carriles.

El agua del mar destruye los objetos de hierro de un modo muy notable. En el faro de hierro Bell-Rock se observó á los sesenta años de empleado este metal haber cavidades de 12 milímetros de profundidad en las piezas. Cuando el hierro está en contacto con otro metal ó con el acero, ó con el hierro fundido ó dulce, sufre tambien más ó ménos los efectos de la oxidacion, lo

cual se atribuye á la electricidad que se desarrolla por el contacto.

La oxidacion del hierro tiene la propiedad de unir entre sí las piezas de este metal, y para conseguirlo se ponen limaduras en las juntas de las chapas de los buques, las cuales se oxidan pronto.

El hierro fundido pardo parece ser más propenso á la oxidacion que la fundicion blanca, ó el hierro forjado. Los gases amoniacales y ácido-sulfurosos oxidan mucho el hierro, y tambien, aunque no tanto, el sulfato de cal. Si el hierro está expuesto á la intemperie en sitios en donde el aire se renueva con dificultad y se mantenga con cierto grado la sequedad, se cubre con una capa de óxido que preserva la superficie. Si está sumergido en agua que contenga sales terrosas, se verificará lentamente la oxidacion si las piezas son gruesas; pero, si son delgadas, como sucede con los alambres, se destruyen pronto. El gas ácido carbónico del aire húmedo oxida fácilmente el hierro, y por esta causa se conserva mejor cuando está empotrado en mampostería, en la cal ó en hormigones. *Payel* observó que alguna pequeña cantidad de subcarbonato de potasa, ó de sosa disuelta con agua pura, lo mismo que las demas disoluciones alcalinas, evitan la oxidacion, y por el contrario, el cloruro de sosa oxida con gran facilidad.

La humedad del aire no perjudica al zinc, ni tampoco las lluvias, formándose, por el contrario, un óxido preservador; pero cuando hay vapores sulfurosos en la atmósfera, ó hidroc্লóricos, como sucede en Lóndres, le perjudica. Las gruperas del puente colgado de Dueñas, que habian estado en contacto con el mortero de cal durante veinte y nueve años, se encontraron en mal estado al repararle.

En el cobre tambien se forma una capa de óxido como en el zinc; y el bronce, aleacion de cobre y de zinc, resiste mejor que el cobre solo en el agua del mar.

El plomo es poco alterable por la accion atmosférica, pero le alteran las sales de cal.

Hace algun tiempo se promovió la cuestion de si las tuberías de plomo de las conducciones de aguas potables eran atacadas por éstas, produciendo efectos perniciosos para la salud, sobre lo cual el Ingeniero frances *Laval* llamó la atencion de la Academia de Ciencias, emprendiendo experimentos.

*Belgrand*, ingeniero director de las aguas de

París, no opina del mismo modo, y para probar que la tubería resiste sin que las aguas la ataquen, remitió á dicha Academia un pedazo de tubo extraido de un acueducto romano construido en el año 442 de la fundacion de Roma, perfectamente conservado; menciona la observacion hecha en las tuberías de París de que el contacto del agua dura poco tiempo, y no puede atacar al metal, pues suele cubrirse la pared interior del tubo con una costra delgada de carbonato de cal y lodo que evita el contacto del agua; ademias, los análisis no indican tengan las aguas ninguna cantidad de plomo.

Pero el químico *Dumas* ha deducido de sus experimentos hechos con agua destilada, agua de lluvia, agua del Sena, de L'Ourcq y de pozo, que el agua destilada era la que atacaba al plomo, y por lo tanto podrá suceder que las aguas de las fuentes que más se aproximan á ser puras, sin contener sales de cal, podrán formar alguna cantidad de sales de plomo. El farmacéutico *Fordos* opinó que hay exageracion en las ideas sobre perjuicios á la salud, porque analizando 40 litros de líquido de las aguas que abastecen el Hospital de la Caridad de París, sólo ha encontrado trazas de plomo; por experimentos hechos con perdigones ha visto que, sumergidos en el agua, produce un poco de carbonato de plomo, permaneciendo alguna parte de esta sal adherente á la pared del vaso. Este depósito se disuelve cuando se introduce agua acidulada con ácido azótico; el vaso y el líquido se ponen entónces trasparentes, y la disolucion contiene sal de plomo. Tambien ha visto que las botellas revestidas de plomo para guardar alimentos ó medicinas producian en los vinos y vinagres alguna cantidad de este metal.

El Ingeniero frances *Vicat* se ocupó en 1855 de los medios para preservar el hierro empleado en las construcciones de la oxidacion que le destruye cuando está al aire ó en el agua, pero que no se verifica si el aire es seco, ó cuando el agua puede estar privada de aire, ni aún en el caso de estar en oxígeno seco á la temperatura ordinaria.

Mencionaba los medios ensayados por *Mallet*, en Inglaterra, para evitar dicha oxidacion, tanto en agua corriente como estancada y en el agua de mar; éstos eran el barniz de cautchouc ó de copal, el asfalto ó mastic, el de trementina, el alquitran sueco, el de gas, el aceite secante, la cera mezclada con cebo y otros, y ninguna resistió bien; sobre todo, estaban en este caso los que tienen por

base el albayalde, pues se convierten en sulfuro de plomo. La preparacion más ventajosa para el hierro sumergido en agua fresca era de alquitran del gas, aplicado sobre el hierro caliente; el barniz de cautchouc es el mejor para cuando el agua está caliente; pero ambos tienen una duracion limitada.

En Calcuta se hicieron por *Princeps* experimentos análogos con idénticos resultados.

Por las observaciones hechas en hierros empleados en las mamposterías que cita Vicat de ciempientos de puentes, al demoler éstas se ha visto hallarse en buen estado, á pesar de los muchos años transcurridos, cuando estaban completamente embudidos en los morteros. Al aire libre suelen cubrirse los hierros de un óxido que los preserva, cuando son de mucho grueso; pero si no sucede esto, le destruye el óxido. Cuando no puede fácilmente renovarse el aire, se destruyen los hierros más rápidamente, siendo el efecto más notable en sitios bajos y húmedos, en los cuales circula mal el aire, contribuyendo á ello eficazmente el ácido carbónico. Cita Vicat un ejemplo notable de oxidacion en las cadenas de los pozos de amarra del puente colgado sobre el *Drac*, las cuales habian perdido un tercio de su resistencia al cabo de veinte y tres años.

De todas las observaciones mencionadas por Vicat deduce dos medios de preservar indefinidamente los hierros de la oxidacion en los pozos de los puentes colgantes; el uno es el sumergirlos en mortero de cal grasa, que pudiera mantenerse fresca, privada del aire; otro, de más fácil aplicacion, es el de emplear buen mortero hidráulico ó cemento con arena.

El Ingeniero *Minard* confirmaba en 1854 las observaciones anteriores, citando la que habia observado al derribar un edificio construido en 1680 en el puerto de Rochefort, en el cual se encontraron cajones de mampostería con mortero de cal grasa, tan tierno como si se acabase de hacer, y en el cual se habian conservado perfectamente los pasadores de hierro de las maderas, y tambien éstas, que eran de encina.

El mortero descubierto endureció al aire libre.

El medio más comun de preservar el hierro de los efectos de la intemperie y humedad, es darle con varias capas de aceite de lino con minio; generalmente bastan dos manos, y despues la pintura al óleo del color que se quiera.

El sumergir las piezas de hierro caliente en el

aceite de lino dejándolo despues secar para dar encima la pintura, se ha conceptuado como un buen medio preservador. Se usó con buen éxito en el faro de *Eddyston*, en Inglaterra.

En 1875 se insertó en algun periódico científico el medio de conservar el hierro con un barniz que se aplicaba á los tubos de conduccion de aguas; consiste en dar una ligera capa de sulfuro de plomo, para lo cual basta poner el hierro en una disolucion alcalina, hirviendo, con exceso de azufre.

Se ha recomendado una pintura compuesta de diez partes de resina blanca ó breá fundida lentamente, y cuando ésta ha cesado de aumentar de volumen y queda trasparente, se añaden poco á poco, revolviendo bien, 18 á 20 partes de aceite comun, pasando la mezcla por cedazo ántes que se enfrie.

Otra receta es el disolver, sometido al baño-maria, 60 gramos de sandaraca y 2 de alcanfor en medio litro de espíritu de vino y una cuarta parte de esencia de trementina; en esta mezcla se echa negro de humo, y se da una capa con éste; pero despues que se den y sequen otras dos sin el negro referido.

Otra es el sumergir el hierro caldeado en sebo, y despues de enfriado, en aceite de lino.

En Inglaterra se ha empleado con éxito, segun parece, aunque no tenemos noticias recientes, una pintura llamada *indianita* para preservar los metales de la accion destructora del agua del mar, y tambien para la madera en los cascos de buques; su base es el cautchouc vulcanizado aplicado en frio, y que seca pronto y es más barato que las pinturas usadas hasta aquí con minio y blanco de zinc; contiene veneno, que impide se adhieran los moluscos, y la corporacion de la marina mercante la empleaba ya en 1868 para los cascos de sus barcos. Tambien se empleaba para las boyas, tubería de gas, hilos telegráficos, etc.

El empleo del azufre para asegurar los hierros en la sillería suele emplearse con frecuencia; pero segun observaciones que se citan en los *Anales de Puentes y Calzadas* de Francia, de 1856, cuando está expuesto á la accion del aire, del calor del sol y de la humedad, produce un sulfuro de hierro que va destruyéndole, y la piedra suele agrietarse por el aumento de volumen que el primero experimenta por su combinacion con el azufre. Para remediarlo, cuando se ha producido este efecto, se aconseja rellenar el hueco que resulte con cemento, y si éste no lo llena bien, con lima-

dura de hierro caliente hasta el rojo, echando encima plomo derretido.

Para preservar de la oxidacion el hierro, y tambien para conservar maderas y para enlucidos, proponia Machabée, presentándose ejemplares de sus efectos en la Exposicion de 1855, un barniz compuesto de 60 partes de resina, 2 de betun natural, 19 de cera, 4 de sebo de Rusia, 5 de cal hidráulica y 5 de cemento romano.

El glúten, compuesto de aceite de brea y óxido de zinc, se emplea como enlucido hidrófugo; para pegar en frio se añade goma laca y cautchouc; se ha empleado para pintar puertas de esclusa.

La Compañía inglesa mencionada, al tratar de la preservacion de las piedras, expende una pintura que denomina *pintura permanente*. Segun dice el prospecto, resiste á la humedad y á las sustancias corrosivas y ácidos fuertes, habiéndose usado en los arsenales de Inglaterra; se considera tambien como sustancia desinfectante por su naturaleza carbonosa, siendo, segun asegura el prospecto, duradera, y no está expuesta á agrietarse; preserva el hierro y resiste al calor en las marmittas, máquinas, etc.

Tambien expende la Compañía la que denomina pintura de esmalte.

Otra Compañía de Nueva-York, que se titula *Glass lined pipe ad tube Company*, fabrica tubos metálicos, vidriados por su interior, para que los líquidos no estén en contacto con el metal, y conseguir que, habiendo ménos rozamiento, se eleven más las aguas de abastecimiento con la misma presion.

El químico inglés *Barff* presentó hácia el año 1877 á la Real Academia de Lóndres una Memoria sobre el que llamaba óxido magnético para la preservacion del hierro, y el cual se forma por la accion del oxígeno sobre el hierro candente. En el núm. 5 de esta REVISTA, perteneciente á 1877, se dió á conocer esta Memoria, indicando lo expuesto por dicho químico sobre este particular.

Despues ha hecho aplicaciones prácticas en Inglaterra *Bower*, para aprovechar el oxígeno contenido en la atmósfera, con el objeto de obtener el óxido magnético indicado. Para ello se colocan en un depósito ó recipiente de hierro ó de ladrillo refractario las piezas de hierro que se han de oxidar, provistos de dos tubos para dar entrada al aire; despues de introducido éste se cierra herméticamente el depósito y se eleva la temperatura al

grado que sea necesario, que varía desde el rojo oscuro al rojo blanco; el aire se renueva cada hora, y se continúa la operacion hasta que se juzgue tiene el espesor suficiente la capa del óxido.

En 1824, el químico inglés *Humphry-Davy* hizo observaciones sobre el modo de evitar los efectos destructores del agua del mar en el hierro y en el cobre, descubriendo el principio de que se preserva de toda alteracion un metal electro-positivo cuando se le puede hacer electro-negativo por adiccion de otro metal protector, y propuso el poner chapitas de zinc, de hierro dulce ó fundido en contacto con el forro de cobre de los barcos; pero aplicado, favorecia la formacion de cuerpos marinos en la superficie por efecto del estado electro-negativo del cobre.

*Becquerel* estudió esta cuestion determinando exactamente la fuerza electro-motriz del zinc, del hierro, del cobre y del plomo, y las mezclas de estos metales sumergidas en el agua del mar, determinando despues el estado eléctrico de todas las partes del metal protegido, sumergiendo una chapa de cobre de 5 metros de longitud y 6 centímetros de ancho, la cual tenia en un extremo una chapa de zinc de un centímetro cuadrado. Observó que el estado eléctrico de la chapa de cobre disminuía á partir del zinc, pero sin anularse, lo que hacia ver que la proteccion podria extenderse á una distancia indefinida, y que si se quiere preservar una superficie de cobre de modo que evite los depósitos electro-químicos, es necesario armarla de un protector metálico que tenga una fuerza electro-motriz igual á la del punto en que los depósitos empiezan á ser insensibles, evitándose así los depósitos de conchas. Las chapas de cobre se protegen por el hierro, y las de hierro por el zinc, siendo muy poca la cantidad necesaria para proteger un buque blindado.

*Becquerel* verificó en gran escala, con éxito, su procedimiento, en buques de la marina y puerto de Tolon; tambien hizo experimentos en agua dulce, tanto con hierro forjado como con hierro fundido, deduciendo que podrian preservarse casi indefinidamente de la oxidacion los proyectiles de hierro fundido apilándolos en fosos llenos de agua con nivel constante, no exigiendo 9.587 balas de 12 centímetros de diámetro sino chapas de zinc, ó de una aleacion conveniente de una superficie total de 2 metros cuadrados, la cual debia mantenerse limpia.

En 1858 *Calvet* y *Johson* habian hecho experi-

mentos aplicando sobre chapas de hierro otras pequeñas de zinc, que cubrian de  $\frac{1}{20}$  á  $\frac{1}{100}$  de la superficie de las primeras, y sumergidas en agua dulce, y tambien en agua de mar, se retiraron á los tres meses, observando que habia ejercido el zinc sensible influencia preservatriz. El hierro galvanizado en chapas de 20 centímetros cuadrados, unidos á pedazos de encina de la misma superficie, y otros cuya chapa era de hierro sin galvanizar, y al cabo de seis meses, tanto los sumergidos en agua dulce como salada, dieron á conocer la ventajosa influencia del zinc en las galvanizadas.

La llamada galvanizacion del hierro, ó sea la capa de zinc fundido en la superficie, se ha considerado el medio más eficaz para preservarle de los efectos de la humedad evitando su oxidacion, y se hacen chapas y hierros preparados así para su empleo en edificios ú otros usos. Tambien se aplica el cobre como el zinc.

La galvanizacion desfigura algo los contornos de las piezas pequeñas de hierro.

El farmacéutico frances *Thivault* ideó en 1860 un medio aplicable á dichas piezas pequeñas, que consiste en cubrirlas con óxido ferroso-férrico, y para trasformar así la superficie empezaba por formar en la superficie del hierro ó acero una capa adherente de peróxido, trasformándola luégo, por la influencia del agua á elevada temperatura, en óxido negro; renovando su accion reviste luégo la superficie de un sulfuro alcalino, y despues con aceite comun.

Se ha empleado con éxito este sistema en las fábricas de armas, tanto en los fusiles como en vainas de sables, no pasando de 40 céntimos de franco el costo por cada fusil.

Posteriormente á las observaciones mencionadas, se ha tratado de estudiar el efecto del contacto, deduciendo lo siguiente: que si dos metales están en contacto y hay humedad, se desarrolla la accion galvánica que produce en ciertos casos la pronta destruccion oxidándolos, como sucede con las barras de hierro empotradas en plomo, siendo estós efectos más eficaces quanto de mejor calidad y más maleable es el hierro; lo mismo sucede cuando el cobre ó hierro están en contacto con el agua de mar; pero pueden combinarse de modo que se protejan.

Se han hecho experimentos de los cuales se ha deducido que el zinc, el hierro y el estaño protegen al cobre cuando está sumergido; el zinc protege al hierro y al estaño laminado, pero no es tan

eficaz para el hierro sumergido en agua del mar; el hierro estañado se corroe tambien en el mar, oxidándose el hierro y no el estaño. La corrosion del cobre puede retardarse mucho poniendo en varios puntos de éste piezas de hierro fundido ó forjado, ó de zinc cuando ha de estar en sitios que se desprenda el hidrógeno sulfurado.

Cuando el agua está cargada de bicarbonato de cal, depositará en el cobre, si se halla éste en contacto con el zinc, y cuando corren aguas de esta clase por tubos de plomo, el carbonato se deposita en las soldaduras de estaño y plomo, sobre las llaves de bronce y sobre el hierro; la obstruccion que esto produce podrá evitarse poniendo tubos laterales con llaves de un metal que haga depositar con más facilidad la sustancia caliza.

Segun observaciones recientes de Napier, en Inglaterra, respecto al hierro galvanizado, resulta que el zinc que le recubre se disuelve por el agua, como resultó en un caldéro de uso doméstico, el cual, al cabo de un año de servicio, estaba atacado ya el hierro.

Era dudoso si consistiria en la composicion del agua usada del lago de Katrine, que surte de aguas á Glasgow, ó por efecto de corrientes eléctricas.

P. C. E.

## MEMORIA

SOBRE EL PROGRESO Y ADELANTO

DE LAS

### OBRAS DEL PUERTO DE BARCELONA

durante el año económico de 1878 á 1879.

(Conclusion.)

Continuando la reseña de los efectos producidos en el puerto de Barcelona por los temporales y marejadas que han reinado en aquella Costa, ha de consignarse que el 8 de Enero reinó gruesa mar de Levante; la rompiente de las olas saltó con fuerza sobre el dique del Este; los buques atracados de costado al muelle de la Muralla hicieron sus descargas. Sólo en el muelle de San Beltran se suspendieron á mediodia las operaciones, y en el muelle Nuevo la descarga de barcazas.

El dia 11 de Febrero el viento muy recio del SO. molestó á los barcos durante el dia, levantando marejada, que impidió el trabajo de descarga en el muelle Viejo y en el de la Muralla, trabajándose, sin embargo, en el de San Beltran y en el Nuevo.