

Péndulo hidráulico.—Es un péndulo al que la velocidad del agua impulsa y hace tomar una cierta inclinación hasta llegar al equilibrio. En esta posición el ángulo de la varilla con la vertical es proporcional á la velocidad y sirve para medirla graduando convenientemente el aparato.

(Continuad.)

la cuenca superior de 16.158 hectáreas, cuyo drenaje puede obtenerse normalmente por la antigua estación elevadora de Codigoro, y la cuenca inferior, de 36.370 hectáreas, en la que una nueva estación, actualmente en vías de conclusión, eleva las aguas. A esta última cuenca puede unirse la región de Salghena, de una superficie de 1.662 hectáreas, cuyo drenaje se efectúa por una subestación eléctrica especial, dependiente de la fábrica de Codigoro.

La longitud total de los canales terminados ó en vías de conclusión es de 520 kilómetros, de los cuales 65 corresponden á los canales principales, 402 á los secundarios y 53 á los de derivación. La superficie total de estos canales es de 718 hectáreas, ó sea 1,32 hectáreas por 100 hectáreas saneadas.

En 1873, cuando se emprendió la desecación mecánica de la región de Ferrara, los terrenos más bajos de la misma se encontraban á 1 metro por debajo del nivel del mar, y el nivel del punto de concentración de las aguas en Codigoro se estableció á 2,15 metros por debajo de aquél; pero á medida que la red de los canales de drenaje se extendía, este punto bajaba y era de 3 metros por debajo del mar en 1905, y es en la actualidad de 3,70

de hierro, también de 28 milímetros de diámetro, están dispuestos á través de las cañerías, á un metro de distancia en la parte central y á dos metros en las extremidades.

En Cadigoro terminan los dos canales colectores que corresponden á las dos cuencas superior é inferior; las dos estaciones antigua y moderna elevan las aguas de ambas. La reunión de estas estaciones constituye la fábrica que describimos conforme á la Memoria que acerca de estas obras publica el *Giornale del Genio civile*, de Julio, debida á M. Pietro Pasini, Ingeniero Jefe de los Ingenieros civiles, que dirige aquéllas desde 1905.

La fábrica de Codigoro, que constituye la obra principal del sistema de desecación, se compone de una serie de edificios,

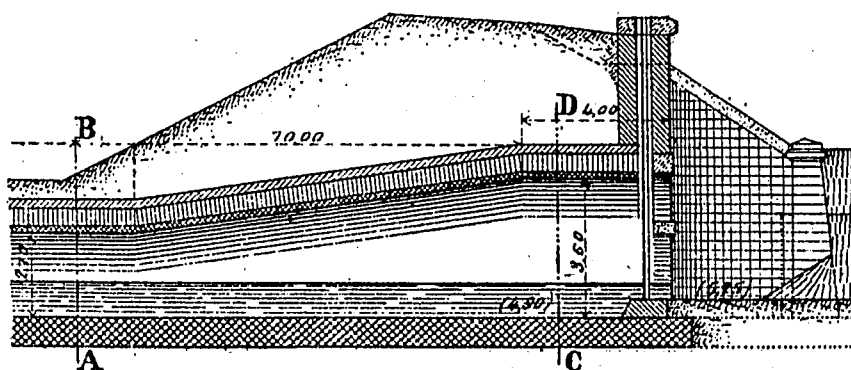


Fig. 2.ª

metros. Es probable, por otra parte, que la región entera se hunda más, puesto que en el siglo XVI se pudo efectuar una desecación, por lo menos parcial, por corriente directa hacia el mar.

El establecimiento de esta vasta red de canales ha llevado consigo la construcción de un gran número de obras de arte, principalmente 76 puentes nuevos y el alargamiento de un cierto número de los existentes, un gran sifón bajo el canal Bianco, otro de menor importancia bajo el colector de las altas aguas, varias derivaciones, diversas esclusas que hacen que se comuniquen los canales de la cuenca inferior con los de la superior, y permiten la navegación en las dos cuencas, etc.

cuya superficie es de 6.327 metros cuadrados. Las dos estaciones, distantes 50 metros, están reunidas por una parte edificada que contiene una estación central eléctrica, unos talleres de mecánica y de carpintería, despachos, etc.

Detrás de cada fábrica se encuentra un estanque en el que desembocan los canales emisarios, y delante, los de descarga, separados, que comunican con el río Volano, por donde se hace el desagüe; unas compuertas permiten cerrar los estanques de descarga. El fondo de estos estanques se encuentra á 2,10 metros por debajo del nivel del mar en la fábrica nueva, y á 1,75 en la antigua.

La antigua fábrica forma parte del sistema de desecación

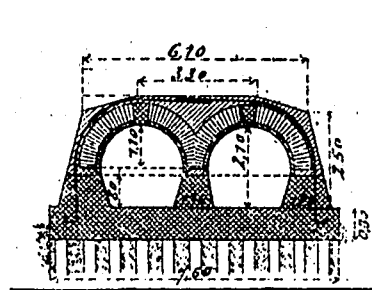


Fig. 3.ª.—Corte A B.

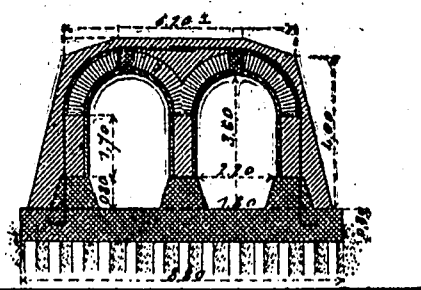


Fig. 4.ª.—Corte C D.

Una de las más importantes de estas obras es el sifón de Malcantone, bajo el canal Bianco, que hace que se comuniquen el canal de navegación Leone con el canal Andio (fig. 1.ª). Este sifón tiene una longitud total de 49 metros y de 58, comprendiendo los muros en vuelta de las dos cabezas (figs. 2.ª á 4.ª). Se compone de dos cañerías de 2,20 metros de anchura y 2,10 de altura, cuya sección total es de 7,90 metros cuadrados; el caudal máximo en las más altas aguas es de 9,60 metros cúbicos por segundo. El sifón tiene una pendiente general de 0,20 metros de una cabeza á la otra; tiene por cimentación un zampeado de cemento armado de 0,80 metro de espesor, que descansa á su vez sobre 1.540 pilotes de 5,20 metros de longitud media. Los muros laterales de las cañerías y las bóvedas son de mampostería ordinaria, revestida interiormente de un enlucido de mortero de cemento de 0,10 metro de espesor. La clave de las bóvedas es de cemento armado de tres barras de 28 milímetros. Unos tirantes

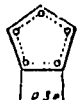
mecánica emprendida en 1873. La sala de máquinas contiene cuatro máquinas verticales Tosi, de triple expansión, de 800 caballos, y cada una de ellas gobierna dos bombas centrífugas, una de cada lado con acoplamiento elásticos.

Las bombas tienen 4,20 metros de diámetro, y comprenden dos tubos de aspiración de 1,02 metros de diámetro y un tubo de impulsión de 1,35 de diámetro.

La potencia total normal de las máquinas es de 2.950 caballos indicados ó 1.040 en agua elevada, y la potencia máxima es de 4.600 ó 1.600 caballos respectivamente. La altura de elevación media es de 3 metros, y la altura máxima de 3,80; el caudal medio de las bombas es de 25 metros cúbicos y el máximo de 30.

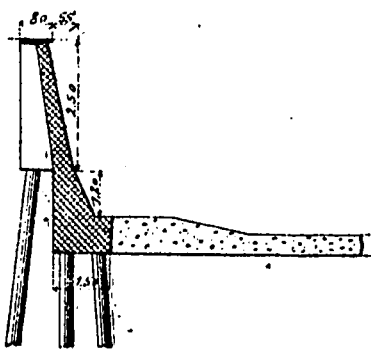
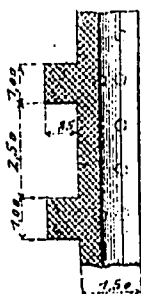
Respecto á la nueva fábrica diremos que, como no tenía el suelo en que había de asentarse la resistencia necesaria, ha sido preciso construirla, así como sus dependencias, sobre un zam-

peado de cemento armado, construido á su vez sobre pilotes, también de cemento armado. Estos pilotes, de sección pentagonal de 0,30 metros de lado, están armados de cinco hierros de 18 milímetros de diámetro colocados en la parte superior, reunidos por cables de dos hilos de 5 milímetros, dispuestos alternativamente en pentágono ó en estrella (figs. 5.^a y 6.^a) y cuya separación varía de 7 á 11 centímetros. La punta del pilote está constituida por una masa de fundición, en la cual vienen á sujetarse los hierros de la armadura. Los pilotes tienen de 10 á 15 metros de longitud; se hincaron con la ayuda de un martinete cuyo martillo pesaba 4.000 kilogramos y podía tener una caída de 2 metros, unos verticalmente, y otros, los de la periferia del zampeado, con una inclinación que podía llegar á 10 grados con relación á la vertical. Los pilotes que se juzgaban demasiado cortos en el transcurso de la hincia, se prolongaban en el mismo

Fig. 5.^aFig. 6.^a

sitio con ayuda de una caja vertical y se volvían á hincar cuando habían formado un sólo cuerpo; algunos pilotes alcanzaron así la longitud de 20 metros. Se han hincado en conjunto 1.005 pilotes, de una longitud total de 12.254 metros. La sala de máquinas descansa sobre 607 pilotes, de 15,35 metros de longitud media, dispuestos en 15 filas longitudinales, cuyas filas extremas están inclinadas 10 grados. Cada pilote soporta 17 toneladas próximamente. Una vez hincados todos los pilotes, se desprendieron del cemento los hierros de la armadura en su parte superior, en una altura de 0,80 metros, y se encorvaron de manera que penetrasen en el zampeado de hormigón para asegurar su ligazón con los pilotes. El espesor del zampeado es de 80 centímetros.

El conjunto de las mamposterías desde el zampeado hasta el suelo de la sala de máquinas, comprendiendo las cañerías de abastecimiento y de descarga de las bombas, los alojamientos de éstas y el sótano de la sala de máquinas, es de cemento armado; la parte superior de la construcción es sólo de mampostería ordinaria.

Fig. 7.^aFig. 8.^a

El departamento de las calderas está también cimentado sobre pilotes de cemento armado, pero con una rejilla de vigas, en lugar de un zampeado, así como los muros del estanque de llegada (fig. 7.^a, corte transversal, y fig. 8.^a, corte horizontal del muro), y las chimeneas. Estas tienen una altura de 54 metros; se ha construido cada una sobre una meseta de hormigón de 9,50 metros de diámetro, que se ha cargado durante seis meses con una masa de ladrillos de un peso igual á una vez y media el de la chimenea; al cabo de este tiempo, la meseta se hundió 10 centímetros próximamente, y su nivel permaneció cons-

tante; entonces se edificaron las chimeneas. Estas se componen de dos cilindros concéntricos, separados por un espacio anular y hechos solidarios por unas riostras radiales; dichos cilindros se unen solamente á los cuatros quintos de la altura de la chimenea.

El conjunto de las construcciones de cemento armado han costado 829.825 francos. El fondo del estanque de llegada está protegido por un zampeado general de cemento ligeramente armado de 40 centímetros de espesor, limitado agua arriba por un espolón de un metro de profundidad, que le protege contra las excavaciones. El fondo del depósito de descarga está construido de la misma manera, pero su espesor es sólo de 25 centímetros, y está protegido por un espolón de 1,50 metros de profundidad. Los taludes del estanque de llegada están protegidos por revestimientos de cemento armado de 8 centímetros de espesor.

La sala de las máquinas elevadoras tiene 59,20 metros de longitud y 12 de anchura, y contiene cuatro bombas principales que da cada una un caudal de 8 metros por segundo, y una bomba de menores dimensiones con un caudal de 4 metros cúbicos. La altura normal de elevación es de 4,20 metros. Las bombas centrifugas son del tipo Sulzer, de eje vertical, el rotor de las grandes bombas tiene un diámetro de 2,60 metros, y el de las pequeñas uno de 1,57.

Las grandes bombas tienen cada una tres canales de llegada de agua y tres de descarga. La bomba pequeña no tiene más que dos cañerías de aspiración y dos de descarga. Las catorce cañerías de descarga, de $3 \times 1,50$ metros, están provistas, á su desembocadura en el estanque, de compuertas automáticas de contrapesos, que se cierran cuando las bombas cesan de funcionar, y se abren cuando se las pone en marcha, bajo la influencia de la presión. Estas compuertas pueden también maniobrar-se á mano.

Las bombas se accionan por unas máquinas motrices horizontales, de triple expansión, cuyos cilindros, dispuestos radialmente á 60°, accionan directamente los ejes verticales. Las bie-las están dispuestas de manera que los cilindros actúan sobre los árboles como si estuviesen dispuestos á 120°. Los aparatos accesorios están colocados en los sótanos. La potencia total normal de las máquinas es de 3.150 caballos indicados, y la máxima, de 4.275. La potencia normal en agua elevada es de 2.010 caballos, y la máxima de 2.730.

El departamento de las calderas, de 47,70 metros de longitud y de 20,50 de anchura, contiene doce de aquéllas del tipo Cornouilles, de 92 metros cuadrados de superficie de calefacción cada una, con recalentador y economizador.

Tanto las máquinas como sus accesorios proceden de la casa Sulzer, de Winterthur (Suiza) y han costado 1.345.000 francos.

La fábrica de Codigoro, que entrará pronto en función, costará en total 3.590 francos, comprendiendo 978.000 para las diversas construcciones y 437.000 para el equipo mecánico de la antigua fábrica. El conjunto de las obras para el saneamiento de la región de Ferrara, incluyendo la mayor profundidad que ha habido que dar á los canales existentes, la construcción de los nuevos, los puentes, las indemnizaciones por expropiaciones, etc., costará 10.750.000 francos, de los que más de 9 millones se habían ya gastado en Mayo de 1911.

La altura media de las lluvias en la región de Ferrara es de 764 milímetros y la cantidad de agua que cae anualmente en la superficie sometida á la desecación es, por lo tanto, de 414 millones de metros cúbicos. La fábrica de Codigoro, que funcionará por término medio 238 días por año, elevará próximamente 132 millones de metros cúbicos de agua, con un gasto medio de 4.000 toneladas de carbón. La relación de la cantidad de agua elevada á la cantidad de agua caída será, pues, de 0,32. El precio total de las obras de desecación, incluyendo las obras antiguas utilizadas, será próximamente de 327 francos por hectárea y los gastos de funcionamiento de la instalación se elevarán á 500.000 francos anuales, ó sea 9,26 francos por hectárea.