

Fotoelasticimetría¹

El Laboratorio del Instituto de Óptica de París²

Este Laboratorio acaba de instalarse por el Instituto de Óptica, fundación particular que recibe ayuda del Estado, con el fin de utilizarlo, al mismo tiempo

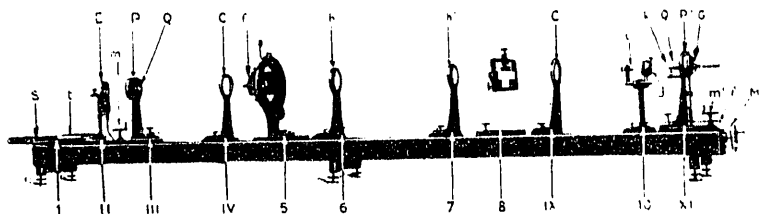


Fig. 1. Vista de conjunto de la instalación

po que en problemas de investigación teórica, para la resolución comercial de problemas prácticos. Por este motivo, para su financiación, ha obtenido la ayuda de todos los organismos interesados: Ministerio de Marina, Casas constructoras de calderas, Empresas de construcciones, etc.

Esta orientación comercial de los laboratorios de fotoelasticimetría, prueba evidente de su eficacia, se refleja en todas las instalaciones actuales; así, el Laboratorio de la Escuela de Ponts et Chaussées, que hemos vuelto a visitar, está resolviendo actualmente, entre otros problemas de investigación, los siguientes, por encargo especial: estudio de presas de gravedad triangulares, para la Comisión francesa de grandes presas; estudio de la placa con múltiples orificios circulares, para varias Casas constructoras de calderas; estudio del modo de trabajar los cordones de soldadura; estudio de un modelo de puente en arco, proyectado en Praga, considerado como arco-tablero.

Los distintos elementos de la instalación (figura 1), que podemos agrupar en: fuente luminosa, polarizador y analizador, lentes auxiliares, portamodelos y portacompensadores, se encuentran reunidos sobre una bancada de fundición de 4 m de longitud, a lo largo de la cual deslizan, pudiendo fijarse en cualquier posición mediante tornillos de presión, y definiéndose sus posiciones relativas, ya que la bancada está graduada en centímetros y cada patín de deslizamiento lleva un índice.

La fuente de iluminación normal es una lámpara de filamento de tungsteno montada sobre el patín 4 (figuras 1 y 2), pudiendo moverse también vertical

y transversalmente. Funciona con un voltaje de 6 voltios y con una corriente de unos 20 amperios.

También puede utilizarse luz de una lámpara de mercurio o arco eléctrico, montados sobre el patín 1 (figura 1), para lo cual existe un prisma diagonal que permite realizar el intercambio.

Montado también sobre el patín II existe un objetivo de proyección, que proyecta la imagen de la fuente luminosa sobre el diafragma, situado delante del polarizador.

Los elementos polarizador y analizador, P y P', sobre los patines III y XI, son idénticos. Están constituidos por prismas de Glazebrook, montados en el eje de un tambor, que lleva en una de sus caras un círculo, graduado en grados centesimales, en el que se hacen las lecturas por índice fijo. Cuando en los dos se lee 0 se obtiene polarización rectilínea en plano vertical. El eje de cada uno de los tambores tiene dos pequeñas prolongaciones cilíndricas; en las correspondientes interiores Q y Q' se alo-

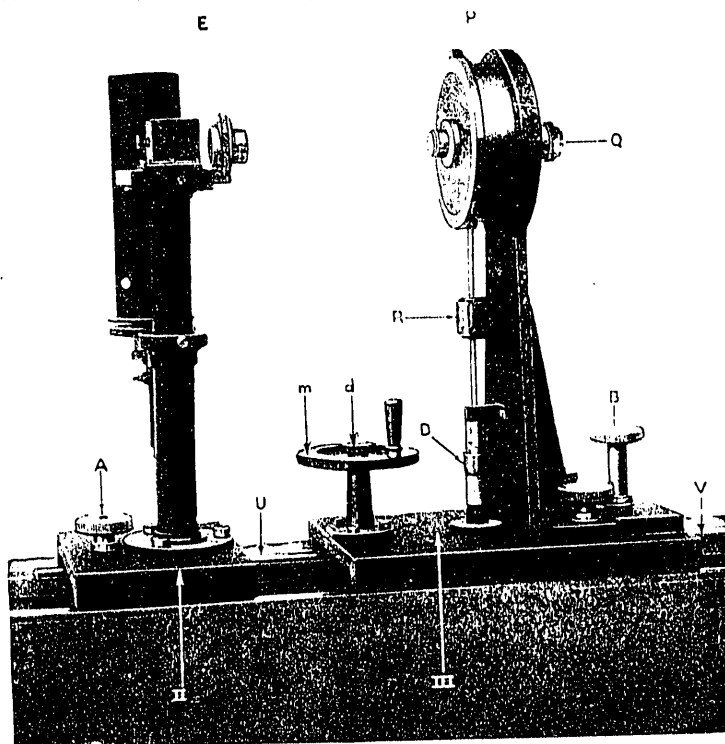


Fig. 2. Fuente luminosa y polarizador

jan dos láminas de mica en cuarto de onda, intercambiables a voluntad, para producir luz polarizada circularmente. En las otras dos prolongaciones van los diafragmas de formación de imagen, pudiendo ajustarse en la correspondiente al polarizador una caperuza de vidrio verde que filtre luz monocromática, y en la correspondiente al analizador, un ante-ojo para la observación directa.

La rotación de los juegos de nicóles puede hacerse solidaria o independientemente. Lo primero, que es lo normal, se consigue mediante un árbol roscado si-

¹ Véase el número de 15 de abril, pág. 185.

² Hemos tenido ocasión de visitar este Laboratorio durante nuestra última estancia en París, mes de mayo pasado, con motivo del Congreso de Puentes y Estructuras. Nos acompañó en la visita el ingeniero Sr. Tardy, de la Casa Jobin & Ibon, constructora de la instalación. Esta Casa nos ha completado la información y nos ha proporcionado las fotos que la avaloran.

tuado en el interior de la bancada, que gira accionado por la manivela *M*, situada en el extremo de aquella, y del que reciben movimiento los tambores de los nicoles por una varilla vertical, que se engrana-

bragues *D* estén cerrados y se ponga en circuito la manivela oprimiendo el botón *d*.

Cada uno de los patines *III* o *XI* lleva dos tornillos de presión, uno que los hace solidarios de la bancada, y el otro, *B*, de unas barras, *U-V*, desplazable a lo largo de aquella, y a la que pueden enlazarse también la lente colimadora y la fuente luminosa en la correspondiente al polarizador, y la lente colectora en la del analizador.

Las lentes colimadora y colectora, *C* y *C'*, sobre patines *IV* y *IX* (fig. 1), tienen por objeto formar un haz de rayos paralelos, dentro del cual se coloque transversalmente el modelo a estudiar. Son idénticas, con un diámetro de 2 cm y distancia focal de 60 cm, aproximadamente.

Están montadas sobre patines, que se inmovilizan sobre la bancada o sobre las barras *U-V*, antes mencionadas. Este último enclavamiento es con el fin de conservar las distancias a los diafragmas de los juegos de nicoles, pues las lentes han de tener su foco en el plano de aquéllos.

Para la obtención de las líneas isoclinas existen dispositivos para fotografía y para dibujo. Estos van montados en un patín extremo (no representado en las fotografías), con deslizadoras transversales,

por las que se desplaza, bien una cámara fotográfica para placas de 13 x 18 cm, bien un cuadro de vidrio de 30 x 30 cm. El haz luminoso se envía hacia éstos mediante un sistema de proyección acodado, que contiene un objetivo y un prisma de reflexión total, que se coloca en el analizador, sustituyendo al anteojo de observación directa.

La medida de la birrefringencia puede llevarse a cabo por tres métodos distintos: empleo de compensador de Babinet, ídem de Bravais y método de Tardy. Conocemos los dos primeros por la descripción de la instalación de Mesnager (ver REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS 1.º febrero 1932, páginas 58 y siguientes); el de Babinet va sobre el patín *V* (figuras 1 y 4), y mediante montaje sobre una corona dentada con deslizaderas en dos direcciones perpendiculares, puede situarse y orientarse en la posición correspondiente; sobre los mismos apoyos *u* y *v* puede montarse otro compensador cualquiera, de compresión, a tracción o a flexión. El compensador de Bravais va sobre el patín *X* (figuras 1 y 3), necesitando para su empleo la introducción de las dos lentes *i* y *k*, que hacen de colimadora y colectora, respectivamente, con objeto de que la luz que atraviese el compensador sea un haz paralelo; el patín correspondiente puede hacerse solidario del correspondiente al analizador mediante la varilla *l*, para efectuar el reglaje de las lentes, cuyos focos han de coincidir

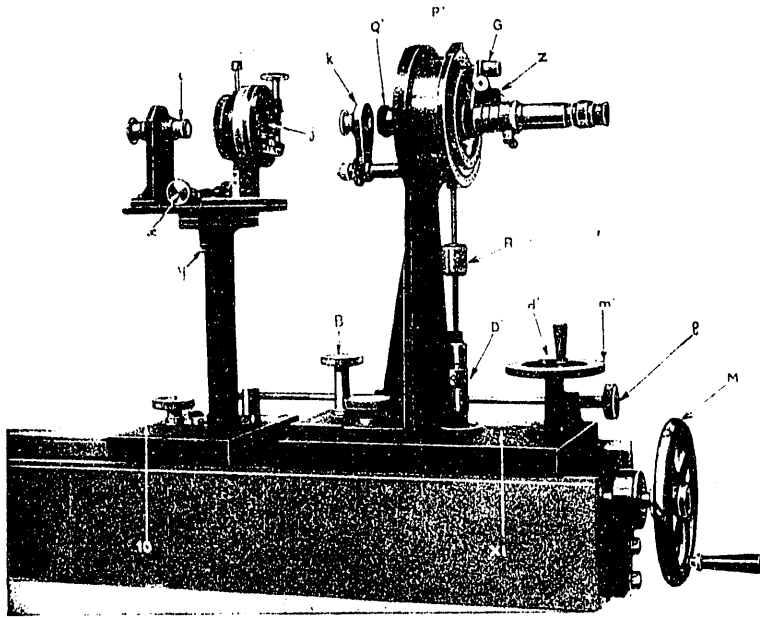


Fig. 3. Compensador y analizador

na mediante par cónico. Estas varillas llevan un embrague *D* y un manguito *R*, con los que se hace independiente la varilla y se le proporciona movimien-

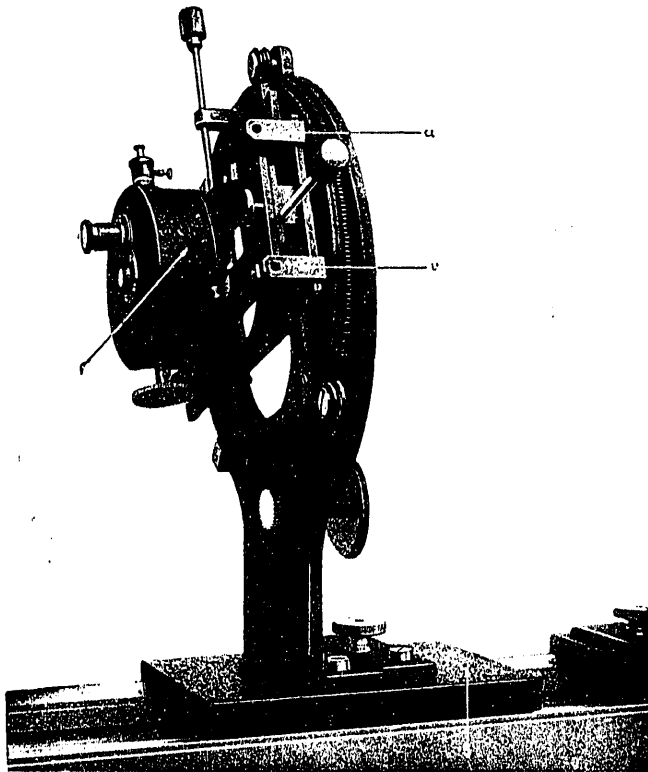


Fig. 4. Compensador de Babinet

to de rotación, respectivamente, consiguiéndose el giro aislado del juego de nicoles correspondiente. También se realiza el movimiento solidario mediante cada una de las manivelas *m*, siempre que los em-

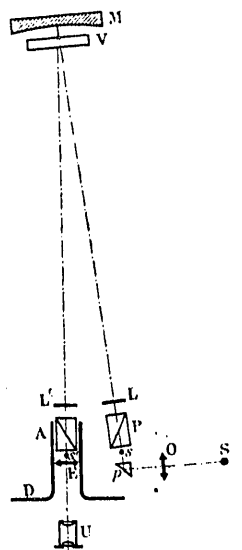


Fig. 5. Esquema del auto-colimador Tardy

con el de la lente colectora *C* y el plano del diafragma del analizador, respectivamente.

El método Tardy se funda en propiedades de la luz polarizada circularmente cuando no existe coincidencia entre los planos del analizador y el polarizador; para su demostración véase "Méthode pratique d'examen et de mesure de la birrefringence des verres d'optique", por L. Tardy, en la *Revue Théorique et Instrumentale* de agosto 1929. Su aplicación es muy sencilla, pues para obtener la birrefringencia en un punto basta hacer girar independientemente al analizador hasta obtener la extinción; este ángulo, traducido a longitud de onda, nos da una fracción que, sumada con el número entero de éstas que co-

siguiente, la birrefringencia se encuentra duplicada. El inconveniente reside en los dos pasos por el mo-

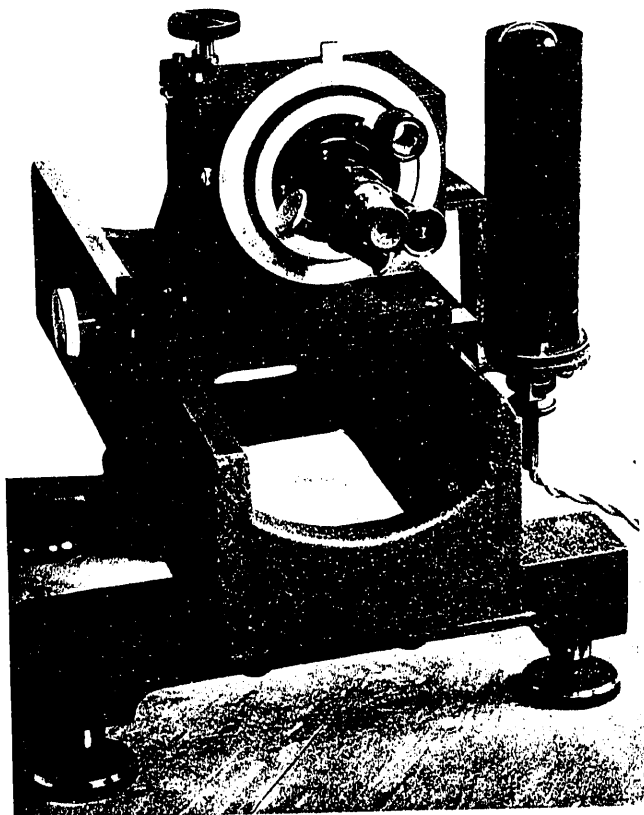


Fig. 6. Autocollimador Tardy: Vista posterior

respondan, según el número de isocromáticas, desde un punto inicial, iguala a la birrefringencia relativa entre ambos puntos. Para deducir la absoluta se determina la del punto inicial por cualquier otro procedimiento: colorimetría, compensación, etc.

El giro individual del analizador se consigue mediante el botón *G*; la lectura se obtiene mediante un índice que se desplaza ante una graduación fija que da la birrefringencia, evaluada en centésimas de la longitud de onda del rayo polarizado. Como se opera en luz monocromática, ésta corresponde a la luz verde filtrada por la caperuza de vidrio precitada, y vale 0,546 μ .

Para la observación rápida de modelos de no gran tamaño ha ideado Tardy un aparato, que denomina autocollimador, en el que los dos juegos de nicoles se encuentran inmediatos; el rayo se refleja en un espejo *M*, atravesando dos veces el modelo; por con-



Fig. 7. Autocollimador Tardy: Vista anterior

delo: no se verifican exactamente por el mismo punto. El manejo es sencillo y rápido, por lo que puede

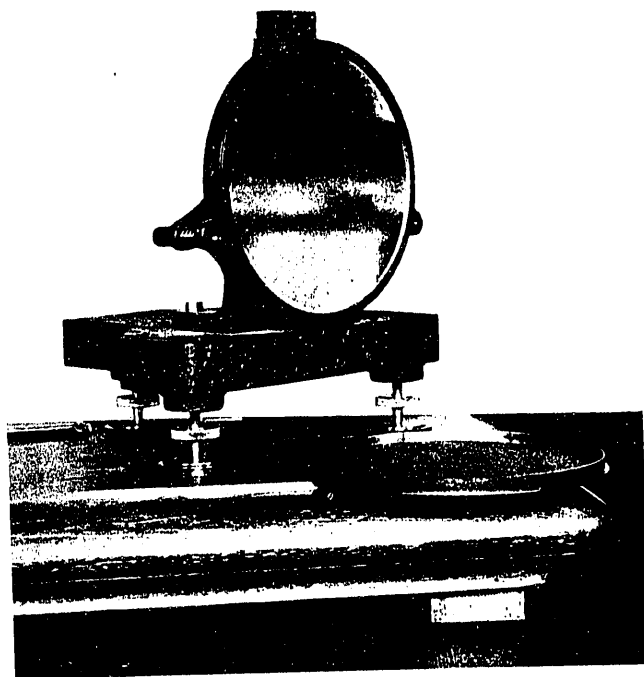


Fig. 8. Autocollimador Tardy: Espejo de reflexión

ser un precioso auxiliar para examen preliminar de modelos.

Carlos FERNANDEZ CASADO
Ingeniero de C., C. Y P.