

to común con la primera. El primero de ellos, que sigue *la base* de las operaciones, se llama *perfil longitudinal*, y los segundos reciben el nombre de *perfiles transversales*. Por lo general estos son normales al perfil longitudinal, y en todo caso las trazas de todos los perfiles se relacionan entre sí por los procedimientos explicados en la Planimetría.

517. **Determinación de los perfiles transversales y su referencia al plano general de comparación.**—Los perfiles transversales se consideran divididos, á partir del punto de intersección de su traza con la del perfil longitudinal, en dos partes llamadas *de la derecha* y *de la izquierda*. El *punto del eje*, que con este nombre se conoce en la práctica el de intersección á que acabamos de referirnos, es el origen de que parten las operaciones para cada una de las dos secciones en que hemos considerado dividido el perfil; y por lo tanto las distancias se considerarán referidas al mismo punto para cada una de ellas, de la manera que hemos dicho (483). Calculando igualmente las cotas (482), á partir también de la que corresponde al eje con respecto al plano de comparación elegido para el perfil longitudinal, resultarán referidas al mismo plano las correspondientes á los puntos que determinan el perfil transversal.

518. El registro de los perfiles transversales se dispone con el mismo encasillado que el del longitudinal, con sólo la variación de que la casilla núm. 1 se destina á la numeración de los perfiles, señalando en ella cada uno de éstos con el número ó la letra del eje. El resto del registro se repite á uno y otro lado de una columna central, que encierra la cota del eje de cada perfil en el mismo renglón que el número ó letra que le designa. La repetición que acabamos de indicar tiene por objeto anotar á distinto lado de las cotas del eje la porción del perfil de la izquierda y de la derecha en cada uno de ellos. Se construyen también como el perfil longitudinal (515), y á partir del eje, origen común de ambas secciones del perfil transversal.

519. **Problemas que pueden resolverse con los perfiles construidos.**—Construido un perfil y anotadas en él las cotas y las distancias al origen, la distancia horizontal entre dos puntos dados del perfil es la diferencia entre las distancias al origen que les corresponden, y el desnivel la que existe entre las cotas. Con los perfiles puede hallarse además (Acots., 23) la cota de un punto situado entre dos de los que determinan el perfil; la

proyección de un punto situado entre otros dos, y cuya cota es dada (Acots., 24); la distancia entre dos puntos dados del perfil (Acots., 22), y la pendiente de la recta que los une (Acots., 25).

520. **Determinación de las proyecciones horizontales de los puntos del perfil, que tienen cota entera.**—

Se resuelve este problema tirando paralelas á la recta que representa el plano de comparación equidistantes un metro en la escala de las verticales, y proyectando sobre la misma línea los puntos en que encuentra á la del perfil (Acots., 127.)

521. **Sondeos.**—La línea de un perfil puede atravesar corrientes de agua, y es necesario muchas veces determinar la sección de la corriente. El perímetro de esta sección se determina por lo general en la época de aguas bajas, sin descuidar la apreciación de los puntos que corresponden á las altas aguas ordinarias y á las de grandes avenidas. Para obtener el perímetro de bajas aguas, se halla el desnivel de los puntos extremos de la porción de línea del perfil comprendida por la superficie del agua, refiriendo á esta línea la *sonda* ó distancia vertical de cada uno de varios puntos determinados del fondo. Los perímetros de altas aguas ordinarias y extraordinarias, se obtienen marcando los puntos á que en una y otra orilla han llegado las aguas en las épocas mencionadas. Para fijar estos puntos sirven de guía en muchas ocasiones señales más ó menos duraderas que quedan en las orillas, ó bien las marcas hechas por los propietarios de las inmediaciones en las cercas y paredes de sus heredades. Si no existen estas señales, y en todo caso como medio de comprobación, se recurre á las noticias que pueden suministrar los habitantes de la ribera.

Las *sondas* pueden observarse con el nivel cuando la corriente es pequeña y el arroyo poco profundo, hallando las alturas de mira correspondientes, que dan los reglones, y restando de cada una de ellas la altura de mira observada en la orilla; pero ordinariamente se observan por un peón inteligente las alturas marcadas en los reglones por la superficie del agua, anotando también las distancias de reglón á reglón, para lo que puede hacerse uso de una cuerda dividida por medio de cintas de colores vivos para distinguirlas con facilidad, las cuales se anudan á distancias de 2 á 2, de 3 á 3 metros ó á equidistancias mayores, según las circunstancias de los perfiles y el grado de exactitud que se desea obtener.

Cuando la profundidad y la corriente son mayores que en el

caso que hemos considerado, puede hacerse uso de balsas ó bar-nices, á las que se hace recorrer la alineación, colocando una persona desde ellas los reglones en los puntos convenientes y obser-vando otra las alturas; ó bien se emplea la *sonda marina*, que no viene á ser otra cosa que una plomada cuyo cordón está dividido, y que termina en su parte inferior por un peso algo mayor que en las ordinarias.

522. **Operaciones de sondeo en los ríos, lagos y puertos.**—Estos sondeos pueden tener por objeto no tan sólo conocer las formas y accidentes que presenta el terreno cubier-to constante ó alternativamente por las aguas, sino también los cambios que puede experimentar por el efecto de los movi-mientos de las aguas y los arrastres de arena y piedras que oca-siona el oleaje, ó bien la corriente ordinaria ó las extraordinarias de avenidas.

Cuando se trata del sondeo de un río, ó de una ría que en las horas de la marea baja presenta un cauce no muy ancho y poco profundo ó se divide en varios ramales, se empieza por trazar en el terreno libre de avenidas una *base de operaciones* cuyos vértices se señalan generalmente con las letras del alfabeto. Las situacio-nes relativas de estas estacas entre sí se determinan por los pro-cedimientos generales de la Planimetría, orientando el plano de esta base para lograr la posición absoluta de los puntos que la constituyen; y para obtener las cotas de estos mismos puntos se ejecuta una nivelación detallada y cuidadosa, que sirve además para la formación del perfil longitudinal.

En cada vértice se determina la traza de un perfil transversal, constituido por una sola alineación determinada por la condición de ser normal á uno de los elementos de la base, ó bisectriz del ángulo formado por los elementos contiguos en el vértice de que se trata; ó bien en una dirección propia para cortar á la corriente en el sentido que parezca convenir más al objeto de la operación, y que se determina por el rumbo que la corresponde ó por el ángu-lo que forma con uno de los elementos de la base. Otras veces el perfil transversal sigue también una línea quebrada, cuyo plano se levanta como hemos indicado para el longitudinal, con el cual debe relacionarse.

523. Los perfiles transversales se señalan también por medio de estacas colocadas en los puntos cuyas cotas han de influir al parecer en la forma del perfil, y se miden y anotan cuidadosa-

mente las distancias que median entre ellas, á fin de volver á en-contrar los puntos en caso de que las estacas desaparezcan. Estas se señalan con la letra que tiene la del eje de cada perfil transver-sal, y con un número de orden, que las determina en él comple-tamente.

Los perfiles transversales se obtienen como hemos indicado (517), aplicando los procedimientos expuestos (521) para la parte cubier-ta por las aguas. Además de los determinados por las estacas en los perfiles transversales, es necesario acortar los puntos de mayor profundidad en cada uno de ellos, así como otros que no hayan podido ser estacados. Estos últimos no pueden determinarse en ge-neral por los métodos explicados, y es necesario en muchos casos enfilar la barca desde tierra, por las señales que hace un observa-dor situado con un instrumento en la alineación que se sondea.

524. *Lagos, lagunas y pantanos.*—Se determina un punto de sonda *m* (fig. 251, lám. 13), disponiendo jalones *a, b*, alineados con él y los puntos fijos respectivos A y B. Para determinar el punto de sonda *n* se colocarán los *a'* y *b'*.

En los registros deben anotarse los números de orden de las sondas, á fin de evitar la indeterminación de los diferentes puntos de sonda y los errores consiguientes. La sonda *m* se anotará con el número 1, así como los jalones *a* y *b*, los que llevarán además la indicación del punto á que se han enfilado. Los puntos *n, a', b'* se marcarán con el número 2, y así sucesivamente. Los *a, a'... b, b'...* se dejarán marcados con estacas previamente numeradas y seña-ladas, de que deben ir provistos los observadores. Este método se aplica solamente á lagunas ó pantanos de corta extensión.

525. También pueden determinarse las proyecciones de los puntos de sonda eligiendo una base ABC (fig. 252, lám. 13) recti-línea, ó formando un ángulo obtuso, alineando con A, B y C y con el punto *m* los jalones *a, b, c*, estacando estos puntos y poniéndoles la marca del número 1 correspondiente á la primera sonda, procediendo del mismo modo para las sondas sucesivas, que se designarán por su número de orden respectivo.

526. *Puertos.—Costas.*—Las operaciones del sondeo se ejecu-tan desde un bote, que debe estar dispuesto para anclar en los pun-tos en que conviene observar la profundidad de las aguas, y á ve-ces también la naturaleza del fondo; para lo que se puede cubrir de una capa de grasa ó de otra sustancia conveniente el peso en que termina la plomada de sondear, al cual se adhieren entonces las

arenas, el cascajo... si existen en el fondo. Cuando se quiere conocer mejor su naturaleza, se emplea la *barrena ó tintera-aguja*, cuyo ástil está compuesto de piezas de hierro, que se atornillan las unas á las otras, con objeto de darle la longitud necesaria para alcanzar al fondo, en el cual se introduce la barrena haciéndola girar por su extremo superior por medio de una palanca: elevándola después, las materias que se han introducido en la rosca de la barrena dan á conocer la naturaleza de las distintas capas que ha atravesado.

Las proyecciones de los puntos de sonda se pueden determinar desde el bote como hemos dicho (525), ó desde la costa midiendo desde los vértices de una base poligonal los ángulos formados con sus elementos por las visuales tiradas al bote en el momento de izar en él una bandera al arrojar la sonda.

**527. Trazado de las curvas horizontales. — Generalidades.**—Las *curvas horizontales*, llamadas impropriamente por algunos *curvas de nivel*, determinan la forma del terreno por las secciones que resultarían (Acots., 106) de cortarlas por un cierto número de planos horizontales, equidistantes en sentido vertical; método debido á Felipe Buache, geógrafo francés. Pasemos á ocuparnos de la aplicación que se hace de los niveles al trazado directo de estas curvas en el terreno, y á la determinación de sus proyecciones sobre un solo plano.

**528. Trazado directo de las curvas horizontales.**—Partiendo de un punto dado A (fig. 242, lám. 12) en el terreno que se trata de representar, se traza (494) la curva horizontal proyectada en *abc....*; y determinando á continuación otro punto (491) cuyo desnivel con uno cualquiera de los de la curva trazada sea igual á la equidistancia adoptada para los planos secantes, se podrá trazar la curva horizontal que le corresponde, continuando del mismo modo hasta haber trazado todas las curvas que encierra la porción de terreno considerada. Cuando dentro de este límite las curvas cierran, sirve de comprobación el volver con el trazado al punto de partida de cada una de ellas; pero si hay una diferencia de algunos centímetros ó más, conviene rectificar la posición de los últimamente hallados hasta llegar á uno en que coincidan ambos trazados. Tratándose de una ladera continuada en la que las curvas no cierran, pueden determinarse varios perfiles, partiendo de distintos puntos de una curva horizontal determinada cuidadosamente en toda la extensión de la ladera. Estos perfiles se trazan á distancias algo grandes, haciendo uso del pro-

blema (491) y tomando por tipo del desnivel la equidistancia de los planos secantes. De esta manera las curvas trazadas después, encuentran muchos puntos de comprobación.

529. Los puntos hallados para las distintas curvas, se señalan con estacas marcadas por una letra común á todas las de una misma curva, y además por el número de orden que en ella les corresponde; con lo que quedan perfectamente determinadas.

**530. Dificultades que puede presentar el trazado de una curva horizontal.**—Cuando al trazar una curva horizontal se encuentra un obstáculo, como una casa, un escarpado de rocas, un corte vertical, ú otro cualquiera que impida la aplicación del método general que hemos dado á conocer en los párrafos precedentes, se continúa trazando la curva hasta llegar á un punto lo más inmediato que sea posible al obstáculo que se trata de salvar, y desde él se sigue nivelando por un camino cualquiera hasta salvarle: hallando entonces por el procedimiento que hemos dado á conocer (491) un nuevo punto, cuyo desnivel con el determinado por la operación auxiliar sea igual al de este último con el de la curva, pero en sentido contrario, se tendrá el punto desde el cual puede continuar el trazado.

Cuando el obstáculo ha de interrumpir el trazado de varias de las curvas, pueden irse determinando al mismo tiempo dos puntos de cada una de ellas; uno en la nivelación auxiliar de subida, y otro en la de bajada.

**531. Observaciones generales acerca del trazado directo de las curvas.**—En la resolución de este problema pueden emplearse los niveles explicados en este capítulo, incluso los instrumentos de Planimetría usados como niveles, así como las miras de las tres clases explicadas también. Las miras parlantes se usan anotando la altura de mira correspondiente á la primera de cada estación, y buscando en las posiciones sucesivas de la mira durante la estación del nivel en un mismo punto, las que dan la misma lectura. En la mira de tabla se fija esta á la altura del primer punto en cada estación, y se conserva invariable hasta tanto que haya necesidad de variar el punto de estación del nivel.

**532. Levantamiento del plano de las curvas trazadas.**—El levantamiento del plano tiene por objeto determinar las posiciones relativas de las proyecciones correspondientes á los puntos estacados, y se ejecuta con los instrumentos descritos en