

mensiones y disposiciones del arriate varian, dentro de ciertos límites, de un país á otro. Dos ejemplos bastarán para hacer comprender claramente este género de obras.

La *fig. 13* hará comprender las disposiciones más generalmente adoptadas para el establecimiento de los arriates en Bélgica, en donde esta cuestion ha sido objeto de muy detenido estudio por parte de los ingenieros. El terreno está dividido ordinariamente en trozos de 68^m,30 de ancho y de una longitud que varia con la distancia de las acéquias de riego y de escurrimiento. En medio de cada compartimento, y en el sentido de su longitud, se halla establecida la acéquia de distribución *aC*, destinada á alimentar las regueras *d* y los escorrederos *b*. La figura representa tan sólo poco más de la mitad, pues *aC* cae entre dos acéquias escorrederas *C*.

La acéquia de distribución *aC* se enlaza con una de las regueras: la acéquia de escurrimiento sigue el declive del lado de su cara delantera; recibe las aguas recogidas por los pequeños escorrederos *d*, practicados en la interseccion de las alas *i*, que forman el declive.

La acéquia *a* comunica con la acéquia de alimentación *eD* por medio de un tubo *g* de seccion cuadrado, de madera, de 0^m,50 de lado. La parte superior de la zanja *a* presenta una pendiente de 0^m,002 por metro, su ancho es de 0^m,70, tiene 0^m,20 de altura en su origen. Los taludes están inclinados á 3 de base por 2 de altura. Cuando la pendiente natural del terreno excede á la que ha sido asignada á la acéquia de distribución *a*, se compensa la diferencia de estas dos pendientes dividiendo la longitud de esta zanja en zigzags más ó ménos largos, separados por pequeños saltos.

Los arriates tienen 25 metros de longitud sobre 5 metros de ancho; se forman con la reunion de dos planos inclinados en sentido contrario, presentando una altura de 0^m,20, repartida sobre un ancho de 2^m,50.

Los escorrederos *b* son, en cuanto sea posible, perpendiculares á la acéquia de distribución *a*. El ancho de *b* en su origen es de 0^m,25. Su alto es horizontal ó inclinado 0^m,0005 por metro; está establecido á 0^m,40 por encima de la cresta de la acéquia *a*; su profundidad es de 0^m,05.

Los escorredores *d* son paralelos á las regueras; sus crestas son horizontales y á 0^m,20 hácia abajo de las crestas de las regueras *b*. El ancho de los escorredores es de 0^m,15 en su origen y 0^m,30 en su punto de encuentro con la acéquia de evacuación *C* (la de la izquierda del dibujo); su profundidad en este último punto es de 0^m,25, y se reduce á 0^m,40 en el otro extremo.

Los escorredores *C* tienen una pendiente de 0^m,003 por lo ménos; su ancho en lo alto es de 0^m,60, y su profundidad 0^m,40.

Los caminos de explotacion tienen 4 metros de ancho y una pendiente total de un lado á otro de 0^m,25; se riegan con una reguera de 0^m,30 de ancho y 0^m,40 de profundidad, comunicando con la acéquia de alimentación por un tubo *h* de 0^m,40 de abertura.

Los diques tienen 1^m,50 de ancho y 0^m,30 de altura sobre la parte superior del camino regado. Estos contrafuertes reciben plantaciones de chopos ú otros árboles que sirven de cercado entre las diferentes séries de declive, y forman, por su proximidad, un sistema de abrigo llamado á desempeñar un papel de los más importantes en el mejoramiento agrícola de Bélgica. En *A* van las plantaciones de árboles para el abrigo; *B* es el camino para la explotacion.

• Las disposiciones que acabamos de indicar para el establecimiento de los declives son

as más generalmente adoptadas, y sin embargo no tienen nada de absoluto. Así, pues, algunos agrónomos distinguidos de Bélgica dan á las alas de los declives un ancho de 15 á 20 metros y llevan su longitud á 100 y hasta 125 metros. Pero el elemento más variable en los trabajos de esta naturaleza es la inclinacion de las superficies regadas. Casi nunca excede la pendiente de 0^m,08 por metro, adoptada en la figura de que hemos dado la descripción, pero algunas veces se la reduce mucho. Existen declives cuyas alas no presentan sino una pendiente de 0^m,02 á 0^m,03 por metro.

El sistema de regueras y de declives que se acaba de describir se ejecuta de la manera siguiente:

La primera operacion que debe hacerse para disponer un terreno para el riego consiste en fijar á los trabajadores, en plano y en altura, la posicion de los puntos principales de las regueras; éstos las ejecutan trazando su perfil por medio de terrones de césped de brezos que tengan 0^m,45 de lado por 0^m,4 de espesor. Terminado este primer trabajo se procede al desfonde que debe extenderse hasta 0^m,60 de profundidad al ménos, y al mismo tiempo se da al terreno el relieve necesario. Se deja generalmente en la superficie del suelo desfondado la capa de tierra que se hallaba ántes.

En algunas localidades en que la naturaleza del sub-suelo le hacen á propósito para el cultivo, se le extiende sobre la superficie del campo. Estos desfondes se ejecutan casi siempre con la pala; se sabe que es fácil con este instrumento llevar el sub-suelo á la superficie ó dejarlo en su posicion natural. Algunos cultivadores, guiados por un sentimiento de economía mal entendida han hecho los desfondes ménos profundos, y, como hemos indicado, los resultados obtenidos no han sido satisfactorios. Parece que en Bélgica es preciso más bien tratar de aumentar la profundidad á que se remueven las tierras que deben regarse.

El coste total para las partes del terreno trabajadas como se acaba de indicar se eleva á 394,82 pesetas por hectárea, distribuidas de la manera siguiente:

| | |
|--|---------------|
| Terraplenado para la formacion del arriate..... | 160 |
| Arreglo de los terraplenes..... | 18 |
| Empleo y hechura de 50 metros cúbicos de césped..... | 65 |
| Plantaciones que sirven de abrigo..... | 17 |
| Tubos de madera..... | 18 |
| Compra de simientes..... | 72,67 |
| Gastos de la siembra..... | 11,55 |
| Carretillas y tableros..... | 5,40 |
| Jornales de obreros para mantener el agua en las regueras durante las sequías..... | 27,50 |
| Total..... | <u>394,82</u> |

ARRIATES EN LOS VOSGOS. Los empleados más comunmente en los Vosgos difieren algo de los anteriores; son en general más cortos, las alas no tienen á veces más de 6 metros de largo y más generalmente sólo 4 metros, y un ancho igual á un múltiplo de 2 metros, porque en los Vosgos la hoz corta la yerba sobre este ancho á la vez. Las regueras de la parte alta del arriate tienen 0^m,30 de ancho y 0^m,15 de profundidad en su extremo. Su pendiente es casi nula. La pendiente de las alas es de 0^m,01 por metro por lo ménos. Las regueras principales y los escorrederos, el levantamiento del césped y su colocacion en su sitio despues de la formacion del arriate, se pagan á 0,02 pesetas el metro cuadrado en los prados ordinarios y 0,03 en los pantanosos.

Acabamos de indicar, con dos ejemplos, las disposiciones principales de los declives; es preciso, para terminar, examinar los motivos que pueden determinar las formas y dimensiones que deben adoptarse y la disposición relativa de las series de las mismas.

La longitud de los bancales no debe pasar, en general, de 35 á 40 metros, para que llegue el agua y se extienda convenientemente hasta su extremidad. La pendiente general del terreno fija, por lo demás, la longitud que conviene señalarles bajo este límite para que los terraplenes necesarios para el establecimiento del nivel de sus crestas sean lo más débiles posible. Se puede, además, cuando la pendiente del terreno lo haga necesario, dividir el arriate en secciones horizontales más ó ménos largas, establecidas á diferentes alturas y separadas por pequeños saltos iguales, en altura, á la diferencia de nivel de las dos partes de la reguera de imbibición.

El ancho de las alas de los arriates debe ser un múltiplo de la extensión de acción de la hoz en los países en que se establecen, para que la cosecha de los henos se haga con más facilidad. Este ancho, por lo demás, no debe ser demasiado grande para que el agua no llegue á la parte baja del ala, despojada de sus principios de fertilidad. En igualdad de circunstancias, se pueden hacer alas tanto más anchas cuanto mayor sea la abundancia del agua y mejor su calidad, y cuanto mayor sea la inclinación adoptada. En circunstancias normales, una ala de 6 á 7 metros de ancho parece el máximo y 2 el mínimo. El cubo de los terraplenes necesario para el establecimiento de los arriates sobre un terreno dado, es, por otra parte, tanto ménos considerable cuanto su ancho es menor.

Pero la economía que resulta de esta circunstancia puede hallarse compensada por el aumento de sujeción, de entretenimiento y de cuidado, resultado del aumento de las acéquias.

La pendiente de las alas depende de una porción de circunstancias en general; cuanto más poroso es el terreno debe ser ésta más considerable, pero hasta ahora no se han hecho experimentos bastante positivos para formular una regla general. Diremos solamente que no debe ser menor de 0^m.01, ni mayor de 0^m.08 por metro.

La posición más conveniente para los arriates es de Norte á Sur, á fin de que las dos alas reciban sucesivamente la acción de las influencias atmosféricas.

La disposición general del conjunto de un sistema de arriates depende necesariamente de la forma del terreno de que se dispone. Se ha supuesto, en todo lo que antecede, que se operaba sobre un terreno regular en que las acéquias principales de riego y de desecamiento eran rectilíneas y paralelas y en que por consiguiente los arriates afectaban formas rectangulares. No sucede siempre así, pero es necesario aproximarse en lo posible á estas formas y sacrificar más bien por completo la regularidad de algunas capas para dar á las demás la mejor disposición. Sería imposible dar, respecto á ésta, noticias algo completas sin multiplicar desmedidamente los ejemplos de planos de riegos. Señalaremos solamente aquí dos casos elementales á los que pueden referirse la mayor parte de los que se encuentran en la práctica. Cuando la acéquia de alimentación presenta una curva brusca se disponen las regueras de los arriates en forma de abanico; cuando, por el contrario, la curva de la acéquia principal es muy poco pronunciada, deberemos limitarnos á dar á los declives una forma trapezoidal fácil de determinar en cada caso particular.

RIEGOS MIXTOS. Se acaban de indicar las tres formas principales del empleo de agua para los riegos, pero sucede muchas veces que la forma del suelo y los hábitos locales obligan á adoptar disposiciones algo distintas de las que hemos tomado por tipo en lo que hemos di-

cho anteriormente. Algunos ejemplos bastarán para hacer comprender las modificaciones de los métodos generales de riegos.

RIEGOS POR BANCALES INCLINADOS. Se ha tratado de obtener en los terrenos de poca pendiente las ventajas del riego por inclinación. Se consigue fácilmente disponiendo el suelo en capas que presenten una inclinación de 0^m.04 á 0^m.08 por metro y separadas por saltos bruscos. Se coloca un escurredero en la parte baja de cada capa y una reguera en la parte alta, según muestra la figura 14. La longitud de las capas está limitada por la de las regueras, que no deben tener más de 40 á 50 metros desde su entronque con la acéquia de alimentación hasta su extremidad. Una longitud de 20 á 25 metros es preferible por lo general. El ancho de las capas varía según la pendiente.

Las regueras y los escurrederos no difieren por otra parte de las que hemos descrito hablando de los arriates, porque las capas no son en realidad sino semi-arriates, que permiten algunas veces aprovechar con ménos gastos el relieve natural del terreno.

RIEGOS POR ACÉQUIAS IRREGULARES. Se emplea algunas veces este método de riego en las praderas poco inclinadas cuando se quiere verificar algún cambio en la superficie del suelo. A este efecto se traza una especie de regueras, dispuestas de manera que conduzcan el agua á todos los puntos relativamente elevados del terreno, y otra serie de escurrederos para agotar todos los puntos bajos.

Estas diversas zanjas están en líneas más ó ménos curvas, trazadas conforme lo permita el suelo, y forman en realidad un sistema de líneas de conducción y de curso de las aguas. Se comprende que con compuertas colocadas á la salida de los escurrederos y otras compuertas colocadas á la entrada de las regueras, se puede regar el prado por derrame continuo, como con los arriates, ó dejarlo inundado por más ó ménos tiempo como en los riegos por sumersión. Esta forma de riego presenta algunas ventajas, pero el entretenimiento y ejecución de las regueras exigen un cuidado y una inteligencia extremados; por lo tanto, es muy raro encontrar prados de esta especie, completamente desprovistos de plantas acuáticas ó de partes demasiado secas.

Las regueras de formas irregulares en apariencia, trazadas en los prados, funcionan algunas veces de una manera diferente de la que acabamos de indicar. Sirven, sobre todo, para dirigir el agua y embeber todas las partes del prado, cuando se hacen desbordar las aguas de la reguera principal de conducción, cerrando una compuerta aguas abajo; cuando se abre la compuerta, se retiran las aguas por las mismas regueras y vienen á volver á caer en la reguera principal, vuelta á su primitivo nivel.

Las razones anteriores se aplican mejor aún á esta forma de riego que se emplea con bastante frecuencia en los países en que el agua escasea y el clima es cálido.

RIEGOS DIVERSOS. En el cultivo en grande de las legumbres hay que limitarse muchas veces á introducir el agua entre las capas elevadas y bombeadas que sostienen las plantas y á dejarlas penetrar el suelo y refrescar las raíces.

Este es también el sistema de riegos generalmente empleado para la grama; se pone el agua en los senderos cavados entre las capas para obtener la tierra necesaria al recalentamiento de las plantas. Se le llama riego por *filtración*.

El trigo se riega también de la misma manera, colocando el agua en la raya que separa los surcos. Pero siempre que la tierra no esté sujeta á empastarse por los riegos, es preferible, como se hace en España, cultivar el trigo en llano, y proceder por sumersiones regulares y moderadas.

Los riegos por filtracion no siendo sino una forma particular del empleo del agua, se le pueden aplicar todas las disposiciones de que hemos hablado anteriormente. Cuando las aguas son poco abundantes y en algunas otras condiciones, hay que limitarse á tener las regueras llenas de agua sin hacerlas desbordar.

El agua penetra por imbibicion y humedece poco á poco la tierra.

Los olivos, los naranjos y otros árboles se riegan de un modo especial. Se da una hincada al pié del árbol, y se establece un montoncillo de tierra formando círculo al rededor del árbol. El agua es arrastrada á esta especie de cubeta y absorbida por el suelo.

Desde hace algunos años se ha propuesto varias veces, en Francia y Alemania, un sistema de riegos combinado con el drenaje del suelo. Hé aquí cómo se ejecutan estos trabajos.

Las líneas de tubos principales se colocan segun las líneas de mayor pendiente del suelo. Estas líneas de tubos están interrumpidas por miras ó registros verticales, en los que se puede detener á voluntad el gasto de agua para obligarla á refluir á la superficie. Unas regueras horizontales de derrame, trazadas en la superficie del suelo, parten de cada una de las miras. Se comprende que con una maniobra conveniente de los taponos de los registros se puede llevar el agua á todas las fajas de tierra comprendidas entre las regueras horizontales de derrame.

En este sistema de riegos los tubos principales desempeñan las funciones de regueras de conduccion y escurrideros, se disminuyen los trabajos de superficie y se pueden obtener en ciertos suelos muy buenos resultados. La explicacion completa de esta forma de riegos, las precauciones que exige, la apreciacion de las condiciones en que puede ser ventajosa, exigirá cierto número de figuras y un espacio que no podemos desgraciadamente dedicarle aquí.

Diremos tambien que cuando las regueras del método por inclinacion no son horizontales, sino por el contrario, en sentido de la máxima pendiente, habiendo otras menores que arrancando de aquéllas con un cierto ángulo afectan la forma general de las barbas de ura pluma, se le llama riegos por *espiga*. Estas regueras radiales disminuyen sucesivamente de seccion hasta su extremo.

RIEGOS POR REPETICION. En lo que antecede se ha supuesto que el agua no pasaba más que una vez sobre el suelo y la que no era absorbida volvía inmediatamente á los canales de agotamiento. En los métodos de riego por derrame se ha visto, sin embargo, que el agua sobrante podía descender de una capa á otra, pero siempre más ó menos mezclada con el agua venida directamente de las regueras de alimentacion.

Cuando el agua es muy poco abundante, es preciso emplearla con mucha economía y hacer volver á pasar sobre el suelo la que no ha sido absorbida inmediatamente. Esto es lo que se llama riegos por repeticion de agua. Este método puede aplicarse á los sistemas de planos inclinados y de arriates. En los dos casos la disposicion de las obras varía con la inclinacion del suelo.

Nos limitaremos aquí á un ejemplo, puesto que no podemos entrar en los numerosos detalles que necesitaria el exámen completo de la cuestion.

Supongamos que se trata de series de arriates (*fig. 15*). Conforme indica la figura, las dos primeras series reciben directamente el agua del canal de alimentacion por *AA* y por *Aaa*. El agua escurrida de la primera serie riega la tercera por *BBCC*; la de la segunda es conducida sobre la cuarta por *DDE* y así sucesivamente. Es preciso, para que

esta disposicion sea admisible, que el producto de la pendiente por metro de terreno, multiplicada por la longitud de una serie de arriates, sea igual, ó aun superior, á la diferencia de nivel de las regueras de alimentacion y de escurrimiento de cada serie. Si la pendiente del terreno fuese menor sería necesario que las aguas escurridas de una serie de arriates, fuesen conducidas á una serie más distante que la segunda despues de ella. Se citan riegos por repeticion de agua en que los escurrideros están conducidos á la sexta serie de arriates despues de aquella en que son recogidos. Este caso se presenta en un terreno cuya pendiente no es más que de 0^m.001 por metro.

El agua abandona pronto sus principios fertilizantes; pasando por el suelo, no los recobra sino despues de una larga exposicion al aire y un largo recorrido en la superficie del suelo; las partes del terreno que no reciben las aguas sino despues de su paso repetido por las capas y arriates, quedan peor repartidas que las que reciben directamente; sin embargo, en los países en que las aguas son natural ó artificialmente ricas en principios fertilizantes que no abandonan sino muy dificilmente los riegos por repeticion de aguas, pueden prestar grandes servicios, y serán tanto más importantes cuanto la práctica de los riegos se extienda y se perfeccione más.

EJECUCION DE LAS OBRAS PARA RIEGOS. Sea el que quiera el sistema de riego adoptado, la manera de ejecutar los trabajos y los estudios preliminares que éstos necesitan son casi siempre los mismos. No obstante que una gran costumbre dé á ciertos operarios un golpe de vista de una seguridad notable para apreciar las pendientes de un terreno y las alturas de sus diferentes puntos, conviene siempre hacer preceder á toda empresa de riegos, aunque sea de poca importancia, una nivelacion por curvas horizontales de la superficie que ha de regarse, referida á un plano fijo y levantado como se ha indicado al hablar de los planos de drenaje (cap. V). Este plano topográfico permite trazar de la manera más conveniente las regueras de alimentacion y determinar con certeza las disposiciones de la superficie que necesiten ménos terraplenes. La nivelacion sobre el terreno, la comprobacion de la pendiente de las regueras, etc., pueden hacerse con el nivel de agua ó con el de albañil.

Los instrumentos necesarios para los terraplenes de riegos son muy sencillos, y se parecen mucho á los que se emplean en los trabajos rurales; vamos á indicar los principales.

Se emplea, para trazar las regueras en los suelos cubiertos de yerba y para cortar el césped, un hacha cuya hoja tiene la forma de un semicírculo. Este instrumento es preferible, para este uso, á la pala que se emplea algunas veces. Ha sido propuesto con el mismo objeto un instrumento formado por una ruedecilla de palastro aguzada en su circunferencia y colocada en un mango. No parece que este instrumento se haya de generalizar mucho. Se emplea tambien una especie de cuchillo tirado por un hombre, por medio de una cuerda pasada por un anillo, mientras que otro obrero sostiene y dirige el mango.

Las palas para levantar el césped son planas, muy inclinadas en direccion del mango, y presentan algunas veces un trinchante en forma de ángulo obtuso; muchas veces son palas ordinarias. Estas levantan el musgo en capas muy regulares cuando ha sido cortado ántes con esmero. En Francia se levanta por capas rectangulares de 0^m.15 á 0^m.20 de ancho por 0^m.30 á 0^m.40 de longitud. En otros países, y particularmente en Alemania, se le separa á veces del suelo por fajas más ó ménos largas, y se arrojan estas fajas, que tienen hasta 20 metros, con la yerba hácia adentro, en palos bastante largos para que dos hombres puedan asir sus extremidades y llevar estos rollos de cesped á los puntos en que de-