

ben ser colocados, donde se desenrollan como una alfombra. Estos rollos pueden quedar abandonados á sí mismos durante cierto tiempo, para destruir las malas yerbas que resisten esta privación de aire y de humedad ménos tiempo que las buenas.

La abertura de las regueras es operacion que se presenta con mucha frecuencia en los trabajos de riego. Se ejecuta enteramente este trabajo con palas ordinarias, ó bien se empieza con el arado y se termina á mano. Se construyen igualmente, para abrir las regueras, pequeños arados de reja cóncava, provistos de una vertedera que echa la tierra á un lado. Estos instrumentos, conocidos con el nombre de *arados para hacer regueras*, han recibido formas bastante variadas, que creemos inútil describir, porque hasta ahora se ha extendido poco su uso y los resultados que ofrecen son poco satisfactorios.

Las obras de terraplenes generales para la nivelacion del suelo se ejecutan con pala y zapapico, ó con una pala á propósito, y los trasportes se hacen en carretillas ó en carro cuando las distancias son considerables. Pero en terrenos á propósito, un estudio detenido puede evitar casi siempre el empleo de este último medio, que aumenta considerablemente los gastos de establecimiento de las obras.

La pala de caballo es un instrumento que nunca se recomendará bastante para los trabajos de regularizacion de la superficie que necesiten los riegos. Consiste en una caja de hierro de fondo plano que lleva una lámina cortante, la cual quita la tierra saliente y la mete en la caja, vaciándose luégo ésta no bien se ha llenado: es tirada por un hombre ó por un caballo.

Los arriates se hacen generalmente con la pala, cavando un poco el intervalo entre las alas y echando el producto de esta escavacion en lo alto de las capas. Este trabajo preparatorio, en terrenos bastante regulares, puede hacerse en gran parte con el arado, manejado como se hace para formar los camellones bombeados ordinarios. Las regueras de las capas y el arreglo y la conclusion de los terraplenes se hace muy bien con la pala.

Indicados ya someramente los principales sistemas de riegos, así como los medios de realizarlos, que se completarán en el capítulo que dedicaremos á los canales, conviene indicar ahora otros medios sencillos, pero eficaces, de emplear el agua de lluvia en mejores condiciones que las naturales.

RIEGO POR LLUVIAS. Las lluvias que caen sobre los terrenos en pendiente, tan pronto como el suelo superficial se ha saturado de humedad, encuentran cierta dificultad para penetrar verticalmente en las capas, y corren segun los planos inclinados que les presenta la configuracion de las montañas y de las colinas. Pero este curso no se verifica en una capa continua; los obstáculos que encuentra el agua en su camino están repartidos desigualmente, se forman hilos, se reúnen y engendran torrentes en los repliegues del terreno. Se producen corrientes impetuosas y en el sentido mismo de la mayor pendiente se forman hoyos donde se arremolinan cataratas que arrastran en su furiosa carrera hácia las llanuras todo el suelo vegetal de las partes altas, desagregado por la accion lenta de los metéoros. No queda en las montañas más que la roca pelada. La devastacion progresa de alto á abajo. El agua llega pronto al mar destruyendo, en lugar de marchar lentamente fecundizando. Cumple al hombre cambiar esta escena, encerrar los torrentes, encargar al agua el mantenimiento, en lugar de vastas pendientes desoladas de donde las plantas han sido arrancadas y en las que ningun sér viviente puede poner el pié, de una vejetacion lujuriosa, protectora y rica en productos útiles. Ante todo es preciso detener el agua á medida que cae, antes que por la aglomeracion haya adquirido una masa cuya caída presente una potencia á la que nada po-

dria resistir. Fosos horizontales, abiertos de distancia en distancia en la direccion de las líneas de nivel, perpendicularmente á la pendiente en cuyo sentido se forman los torrentes, son bastantes para resolver el problema. Además, el agua que retienen se filtra en el suelo y conserva una humedad útil, no corre sino lentamente en fuentes y en tranquilos arroyos, con un régimen casi constante que mantiene á los rios en su curso de nivel más aproximado al medio, á la vez conveniente para las fábricas, los riegos y la navegacion.

Los terrenos en los que es ventajoso este sistema de humedecimiento por las aguas pluviales son aquellos en que la pendiente es por lo ménos de 0^m.25 por metro si son impermeables, y solamente 0^m.10 lo más si son permeables. Se da en general á las regueras 1 metro de ancho y 0^m.50 de profundidad; de este modo pueden contener medio metro cúbico por metro corriente. Es muy raro que en 24 horas caigan lluvias que produzcan una altura de 0^m.1. Admitiendo que se debe buscar ponerse en guardia contra accidentes tan extremos, se colocarán los grandes fosos á solos 5 metros de distancia. No se citan nunca como ejemplos sino fosos distante 15 metros. Se concibe que nada absoluto puede fijarse á este respecto. Polonceau, que ha recomendado mucho el empleo de este procedimiento contra las inundaciones, da 66 metros como distancia media, y ha adoptado las dimensiones que acabamos de indicar. Pareto dice que 25 á 30 metros le parecen una distancia conveniente en los más de los casos, y da á los fosos una profundidad de 0^m.40, un ancho de 0^m.50 en lo alto, con un ligero reborde en la parte baja.

Los pozos deben estar rigurosamente á nivel por los procedimientos que hemos indicado para los riegos por acequias de nivel. Se deben abrir escurrideros, espaciándolos á grandes distancias y manteniéndolos cerrados con cesped. Chevandier, que ha hecho muchos de estos fosos en los Vosgos, los ha establecido á nivel perfecto y sin ninguna salida; costaron 5 céntimos el metro corriente, y distribuyen uniformemente el agua que retienen.

Los fosos de nivel abiertos en las montañas tienen además de lo que acabamos de decir, la doble ventaja de regularizar el curso de las aguas pluviales y emplear estas aguas en riegos obrando principalmente por filtracion.

EJEMPLOS. Los habitantes de Cévennes han reconocido desde hace mucho tiempo el partido que se puede obtener de este sistema. En las montañas de Cévennes, plantadas de castaños, se cavan zanjas de distancia en distancia para recibir las aguas del cielo y dirigirlas hácia los barrancos. Despues de algunos instantes de lluvia, estas zanjas, llenas con la que cae en los intervalos que las separan, hacen correr el agua, unas á la derecha y otras á la izquierda en las cimas de las montañas, y formarían en todas las gargantas torrentes impetuosos si el habitante de dicho territorio no supiese hacer ménos rápida su carrera. Despues de haber impedido al agua formar surcos profundos, recibíendola en las zanjas que se tiene cuidado de conservar limpias, se las retiene por medio de escollera en los barrancos en que depositan la tierra que arrastran, y forman pisos llanos que riegan, en vez de precipitarse de lo alto de la montaña y descarnarla hasta llegar á la roca, como sucedería sin estas precauciones.

Polonceau ha descrito un notable riego por infiltracion, hecho con aguas de torrentes cerca de Orsay por Mr. Hauducœur. Este habia comprado un terreno de 6 hectáreas, de pendiente muy rápida y en erial, que no daba más que un pasto muy inferior. No se labraba, porque era demasiado costoso; no se abonaba, porque el terreno estaba considerado como muy malo y porque, á causa de la rapidez de la pendiente, las aguas fluviales arrastraban con mucha facilidad los abonos.

Este terreno, á la vez rápido y accidentado, está bombeado en su centro; tiene la forma general de un tronco de cono ó de un pilon de azucar partido; está orillado por dos torrentes con pendientes fuertes y cascadas, uno á la derecha y otro á la izquierda. Estos torrentes están formados por la corriente de las aguas pluviales que descienden de una gran meseta cultivada, situada sobre un terreno que se llama *la cuesta*. Las aguas, llegando á éste en abundancia y con gran celeridad despues de las lluvias, corroian mucho las orillas y eran perjudiciales. Mr. Hauducœur ha atajado con poco gasto las degradaciones que causaban estos torrentes y los ha hecho útiles y fertilizadores. Ha dividido el lecho de los torrentes en muchas secciones, casi iguales entre sí. En el origen de cada una de estas secciones ha formado un atrancamiento de dos ó tres filas solamente de gruesas piedras. Al pié de cada uno de estos atrancamientos ha puesto otras para formar un suelo de roca, romper la caída é impedir los socavos. En el borde de cada uno de los pequeños estanques formados por los remansos del torrente de la derecha, hizo sobre su terreno una zanja más baja que lo alto del pequeño dique del remanso, y á continuacion de esta zanja abrió una reguera de pendiente muy suave, que atraviesa horizontalmente todo su terreno hasta el torrente de la izquierda. Estableció asimismo cuatro regueras números 1, 3, 5 y 7 derivadas del torrente de la derecha, y otras tres semejantes derivadas del torrente de la izquierda. Despues de las crecidas, las aguas que llegan á los primeros depósitos entran naturalmente desde el primer estanque del torrente de la derecha en la reguera número 1 y del primero del de la izquierda en la reguera número 2. Cuando están llenas estas primeras regueras, las aguas, pasando sobre los dos pequeños atrancos, llegan á los dos segundos y llenan las regueras números 3 y 4, y así sucesivamente. Cuando sucede que uno de los dos torrentes da más agua que el otro, se hace descender las salidas hechas para cuando el agua pasa de cierta altura, de las regueras que se derivan del uno á las que pertenecen al otro torrente por pequeñas y rápidas regueras de comunicacion entre los extremos de las unas al comienzo de las otras, y están entonces, aún en este caso, igualmente llenas todas. Por este medio el terreno, aunque penetrado por filtracion, se ha hecho muy productivo; además, el légamo y los abonos, arrastrados desde la meseta superior por las aguas pluviales, que se perdian anteriormente, se depositan en las regueras, dan un buen abono que se reparte sin gasto de transporte, echándolo con una pala en las zonas intermedias entre las regueras, cuya operacion verifica la limpieza para dar lugar á nuevos depósitos.

Despues de estos trabajos, este terreno, ántes inculto, en el que habia que limitarse á sembrar heno, se ha hecho una excelente pradera dedicada tambien á esta planta, pero que dá excelentes cosechas. Cuando no hay necesidad de agua, basta tapar con césped las entradas de las regueras. Cuando hay exceso y la estacion es favorable, se ejecutan gastos parciales por medio de pequeñas sangrías hechas en los bordes de las regueras, sobre las zonas intermedias, y se reúne de esta suerte en todo tiempo y á voluntad del labrador la clase de riego que hemos llamado de inclinacion, con la que suele llamarse de filtracion.

LOS MONTES Y LA VEGETACION. Además de los ejemplos anteriores, vamos á indicar otros casos de riego por filtracion, que pueden emplearse en las laderas de los terrenos plantados de árboles, no sólo para aumentar la frondosidad de éstos, sino tambien para impedir el arrastre de la tierra vegetal y arreglar el gasto tranquilo de las aguas desde los torrentes originarios de los rios.

• Mucho se ha hablado en España de la influencia de los montes en la vegetacion, y cier-

tamente que es asunto de gran interés y en que luchan por un lado la codicia de los propietarios y por otro las exigencias permanentes de la vegetacion del país. Las montañas sin vegetacion dejan correr en forma torrencial el agua de las lluvias, lo cual produce inundaciones en los rios, dañosas siempre para sus ribereños. Por el contrario, cuando las laderas y aún las crestas de los montes están cultivadas, el agua de lluvia se filtra lentamente por el suelo y alimenta de un modo casi continuo las vias fluviales, dando origen á los manantiales y á los arroyos tranquilos.

Sin negar ésto, y atendiendo á que no es el asunto principal que ahora nos ocupa, diremos que los medios hace un instante expuestos, practicados en grande escala, son mucho más eficaces aún que la existencia de bosques, pues en éstos, cuando no ayudan las obras de arte, suele llegar á endurecerse la capa del suelo y á dejar correr libremente el agua, si no con el desenfreno que ocurre en los montes pelados, al ménos con mayor libertad que lo sucedido cuando se abren zanjas, se ejecutan albercas y los demas medios ántes encomiados.

Pueden combinarse ambos medios; es á saber: la vegetacion arbórea y el empleo de obras sencillas, pero eficaces, que aseguren el descenso tranquilo de las aguas á las cuencas de los rios, aprovechándolas al propio tiempo. Más aún: los árboles que con dificultad prosperarian en algunas montañas, pueden vivir cómodamente en ellas á poco que se ayude á la naturaleza.

Supongamos una ladera casi árida y abrasada por el sol, como muchas de las que hay en nuestras montañas. Debe comenzarse por la regeneracion de su capa vegetal, abriendo en dichas laderas zanjas horizontales, ó sea en la direccion de las curvas de nivel. Estas zanjas, colocadas unas sobre otras, detienen el agua de lluvia y permiten depositar los resultados de la descomposicion de las rocas por efecto de las influencias atmosféricas, pudiendo plantarse luego los árboles. Si éstos existen ya, pueden tambien hacerse zanjas en igual direccion que las anteriores, no tan sólo para impedir que el suelo se descarné, sino tambien para contener las aguas que operan un riego, parte por inclinacion y parte por filtracion.

La ejecucion de estas regueras horizontales no consiste más que en terraplenes sencillos y fáciles de ejecutar, sin exigir nunca ningun trabajo de arte, porque si cuando al abrirlas se encontrase un arroyo, un torrente, un camino ó una arista de roca, se limitará á interrumpirlas para continuarlas por el lado opuesto del obstáculo.

GARGANTAS DE LAS MONTAÑAS. En los fondos de las gargantas y de los valles montuosos no conviene usar zanjas, sino caballetes ó caballeros hechos con césped ó con tierra apisonada, en direccion tambien de las líneas de nivel. Estos caballetes desvian las aguas torrenciales, disminuyen su velocidad y las aprovechan en gran parte para humedecer perfectamente el terreno.

No puede emplearse este medio en las laderas de gran pendiente, aunque teóricamente es preferible á las zanjas, pues el agua los arrastraria muy pronto. Un caballete de éstos debe estar dispuesto de modo que su parte superior quede á dos ó tres decímetros sobre las aguas, por lo cual habrá caños ó lechos naturales para dar salida á éstas. Conviene hacer de modo que estos caballetes se cubran de vegetacion, aunque sea de zarzas, á fin de que se hagan consistentes. Es preciso tambien reforzar la parte por donde el agua cae á su lecho, para que ésta no mine ó arrastre por aquel sitio el caballete.

Las piedras arrastradas por el agua se emplean en recalzar los caballetes, y basta un

hombre cuidadoso, que despues de cada tempestad retoque los deterioros que pudiera haber en estas obras, para que éstas duren muchos años, si están dispuestas en buenas condiciones.

Pueden tambien alternarse en las laderas no muy pendientes las partes cultivadas con fajas en sentido horizontal que se dejan incultas ó con yerba, pues las tierras de la parte cultivada arrastradas por el agua se detienen en las partes herbáceas y concluyen por formar taludes, como se ha visto en la práctica. Estas partes no cultivadas pueden ser de un ancho mucho menor que las otras, y basta á veces un sendero para producir el efecto que se desea.

Siempre que un torrente presente saltos conviene, segun ántes hemos indicado, empedrar el fondo de las cascadas ó arrojar allí piedras sueltas de algun tamaño, á fin de evitar los socavos, grandemente perjudiciales, porque obligan á desprenderse toda la tierra vegetal que hay en las inmediaciones de dicha cascada, y gracias á la diferencia de nivel se opera un descuaje en una gran extension de terreno.

En los torrentes de Andalucía se hacen unas regueras hasta el canal del torrente, que se llaman *boqueras*, las cuales llevan luego el agua y légamo á los terrenos inmediatos, légamo que es su único abono para los cereales, que generalmente se cultivan en dichos terrenos. Hay en cada localidad reglas para el establecimiento de estas boqueras, teniendo derecho á usarlas, no sólo los colindantes inmediatos con el terreno, sino tambien á veces los de los terrenos un pozo mas alejados.

PRÁCTICA DE LOS RIEGOS. La manera de emplear el agua en las tierras regadas varía de un cultivo á otro, y tambien, para cada cultivo, de uno á otro país, segun hemos dicho.

Solamente diremos que en ciertas condiciones el cultivo de legumbres se hace por medio del riego. En el mediodía de Francia, por ejemplo, el terreno se divide en bancales de 1^m.75 á 4^m.80 de anchura, entre los que se hacen pasar regueras de 0^m.28 de ancho. Los riegos tienen lugar cada cinco días durante la estacion, que es de doscientos días. Estos cuarenta riegos consumen por lo ménos cada uno 1.000 metros cúbicos por hectárea, lo que hace 40.000 metros cúbicos por estacion ó un gasto de 2½ litros por segundo. Cuando la capilaridad del suelo no basta para humedecer lo suficiente las plantas, se las riega proyectando sobre ellas el agua de las regueras con una especie de achicadores muy planos.

Las praderas son las mayores superficies regadas en Francia. Nos limitaremos á indicar los medios y precauciones empleados comunmente para formar el césped de las praderas y la capa vegetal cuando se trata, como sucede algunas veces, de suelos estériles. La formacion de las praderas puede tener lugar por semillas ó por plantaciones de césped. Cuando se siembra grano de avena en la primavera ó en otoño, en lo posible en tiempo húmedo, es necesario dar el agua con mucho régimen; si ésta llegase con demasiada velocidad, arrastraria el grano y destruiria la vegetacion naciente: es preciso limitarse á mantener la frescura del suelo. Se puede, con sólo la ayuda de agua, formar praderas en suelos áridos, pero es conveniente, en general, recurrir al empleo de materias fertilizantes que aceleran singularmente, sobre todo en las tierras medianas, la formacion del césped. Muchos experimentos importantes han sido hechos con este objeto en los campos regados de la Bélgica. Uno de los medios más empleados consiste sencillamente en extender, por hectárea, y mezclar con la grada un compuesto formado de 50 metros cúbicos de césped de brezo y 20 metros cúbicos de cal. El barro de las calles, el negro animal, las cenizas, el cieno de las zanjas, se emplean igualmente para mejorar los suelos pobres destinados á nuevas praderas.

La formacion de los prados por medio de plantaciones de césped, consiste sencillamente en aplicar á la superficie de los arriates, ó planos inclinados, capas de césped arrancadas de las orillas de los caminos ó de los prados naturales. Los céspedes tienen, por lo general, 0^m.15 á 0^m.30 de lado. Están dispuestos ordinariamente en líneas paralelas, espaciadas á 0^m.40 ó bien separadas unas de otras, en todos sentidos, por una distancia doble de su anchura. La trasplacion de los céspedes en circunstancias favorables cuesta de 30 á 50 pesetas por hectárea. Se los golpea para aplicarlos al suelo y favorecer el desarrollo de los tallos de la yerba. Despues se riega no bien se han colocado los céspedes. Comunmente la superficie se cubre de yerba en ménos de un año. Este método da, en general, un resultado, que parece inferior á los que proporcionan las semillas. No insistiremos más, sin embargo, sobre esta cuestion ni sobre los cuidados de entretenimiento de los prados regados; estas cuestiones tendrán lugar en otro tratado de esta obra.

ACCION DEL ESTADO EN LAS PRADERAS BELGAS. Para terminar lo que tenemos que decir aqu acerca de los riegos, nos quedan por citar algunas operaciones de esta naturaleza, á fin de mostrar su importancia, bajo el punto de vista del interés general y la posibilidad de asociar los intereses particulares para llegar á la ejecucion de las empresas más vastas.

Los trabajos llevados á cabo por el gobierno belga, en la Campine, merecen citarse en primera línea. Este es el ejemplo mejor para animar á los gobiernos á que se ocupen de estas útiles empresas.

La Campine forma parte hoy de las provincias de Ambéres y Limburgo; comprendida entre el Mosa y el Escalda, en uno de los puntos en que se acerean más estos dos rios— está limitada al Norte por la frontera holandesa y al Sur por el Dyle y el Demer. Este vasto territorio, apenas poblado hace algunos años, comprende 150 á 200.000 hectáreas de terrenos casi improductivos. El gobierno belga no ha temido emprender el mejoramiento de todo este país, y los más felices resultados han coronado sus esfuerzos. Un éxito completo ha venido á dar el más solemne mentís á las objeciones hechas al principio contra esta granciosa operacion.

Un gran canal, que sirve á la vez para la navegacion y para el riego, lleva las aguas del Mosa á una parte del país. Este canal, las acequias principales de alimentacion y los caminos de explotacion han sido hechos por el Estado, los cuales constituyen lo que se llaman trabajos preparatorios. Las obras auxiliares, las regueras secundarias y el cultivo se dejaron á los particulares, bajo la direccion y vigilancia de agentes de gobierno. Se aprecia que los beneficios del riego podrán extenderse á cerca de 25.000 hectáreas, y ya casi todas están en pleno cultivo. Los datos suministrados por tan vasto experimento, pueden considerarse como perfectamente establecidos y servir de base para los cálculos más positivos.

El gasto de establecimiento de los trabajos preparatorios de riego, se eleva por término medio á 130 pesetas por hectárea. Los trabajos de preparacion para el cultivo, convenientemente dirigidos, ascienden lo más á 6 ó 700 pesetas por hectárea, y algunas veces mucho ménos, de suerte que el precio de costo de una hectárea de prado, comprendida en él la compra del terreno, no excede de 1.000 á 1.200 pesetas. El producto neto de la hectárea de pradera regada en las peores condiciones no se eleva ménos, á contar desde el segundo año que se elevó á 130 ó 150 pesetas. Los capitales colocados en las operaciones agrícolas de la Campine producen, por consiguiente, de 10 á 15 por 100 de beneficio por año. Las evaluaciones precedentes son más bien pequeñas que exageradas.