

la solución de colocar la locomotora en cola, solución que opinó no es solamente recomendable en caso extremo.

Como resumen de lo que á pendientes se refiere, si bien es verdad que éstas tienen una influencia menos perjudicial con tracción eléctrica, como siempre hay que reducir el peso de los trenes, el consumo de energía y coste de instalaciones eléctricas aumenta, y la velocidad no puede aumentarse mucho en las rampas, á no ser á costa de un mal aprovechamiento de la locomotora en los tramos horizontales, estimo que no deben exagerarse las pendientes, aun con tracción eléctrica, en un ferrocarril de rápido y fácil tráfico como aquí se pretende. Soy enemigo de señalar cifras, pero si se marca el límite de 15 milésimas para tracción de vapor, ¿no resulta exagerado el de 30 milésimas para tracción eléctrica? Creo que hubiera sido preferible no marcar ninguno, pero esto no pasa de ser una opinión particular, humilísima por ser mía.

Pero ya que hemos visto lo que con las pendientes acontece, veamos qué pasa con las curvas, y busquemos una explicación al hecho de que los radios mínimos de 400 metros asignados á la tracción de vapor se conviertan en 500 metros para la tracción eléctrica. Las curvas claro es que contribuyen á aumentar algo la resistencia á la marcha (2,7 kilogramos por tonelada las de 300 metros de radio, según la fórmula de Röckl, que escasamente influye con pendientes un poco fuertes), é imprimen su sello en la disposición de ejes del material móvil, pero su influencia más perjudicial es la de la forzada disminución de velocidad, por la consideración de los peraltes. Para citar números diremos que las mencionadas Ordenanzas Alemanas fijan en 65, 75 y 80 kilómetros por hora las velocidades máximas en curvas de 300, 400 y 500 metros de radio, respectivamente.

¿Se explica fácilmente que un trazado de 300 kilómetros, con una curva de 300 metros de radio, situada en pendiente de 30 milésimas, es decir, donde ya aun sin ella no se podrían hacer grandes velocidades, sea inadmisibile; y en cambio, es perfectamente admisible un trazado plagado de curvas de 400 metros, colocadas hasta en los tramos horizontales, é imposibilitando una rápida circulación? Las razones concernientes al material móvil no tienen fuerza suficiente, en general, para justificar esta anomalía.

Allí donde la velocidad sea cuestión esencialísima, como es nuestro caso, debe procurarse siempre no colocar curvas cerradas en rasantes suaves, porque impiden el aprovechamiento de éstas para conseguir velocidad. De ahí que no entendamos tampoco por qué se exigen 500 metros de radio mínimo de curvas con tracción eléctrica, cuando con tracción de vapor sólo se exigían 400 metros. Parece lógico que al emplear con la tracción eléctrica pendientes mucho más fuertes, las velocidades no serán mayores, sino más bien menores, y los radios de las curvas no se deban aumentar, sino más bien disminuir. ¿Es que se pretende que los trenes asciendan más rápidamente las rampas de 30 milésimas con tracción eléctrica, que las de 15 milésimas con tracción de vapor?

Ya el hecho de aumentar las pendientes es de suponer que aminore la longitud total del trazado, y las grandes velocidades se hacen menos necesarias. Además todo contribuye á admitir curvas tanto ó más cerradas con tracción eléctrica que con tracción de vapor, porque la casi supresión de los movimientos perturbadores de la locomotora, por la regularidad del par motor, la mejor repartición de pesos, y la no necesidad de gran número de ejes acoplados en las locomotoras, hace más suave su paso.

Por esto, repito, mi opinión en qué en estos asuntos en que tantos factores intervienen, factores que no se conocen hasta que no se entra de lleno en la elaboración del proyecto, debían de-

jarse al criterio del Ingeniero. Y no menoscabar su libertad con números que no significan más que una traba, pretendiendo ser una guía.

La base 4.^a dice: «La *velocidad real* de los trenes rápidos no bajará de 50 kilómetros por hora». Suponemos que donde dice *velocidad real* habrá que leer lo que hemos convenido en llamar *velocidad comercial*; pero como en ésta influyen muchísimo las paradas, y éstas dependen de la importancia de las estaciones, nos hubiera parecido criterio más igualatorio para comparar los proyectos el señalar límite á la velocidad media de marcha, descontando el tiempo perdido en frenaje, parada y arranque en las estaciones y, sobre todo, dando nota preferente al proyecto que situara Valencia al *menor* tiempo de marcha de Madrid, *porque* después las paradas en las estaciones se pueden omitir ó reducir, como á la mejor explotación convenga. Un estudio de longitudes virtuales sustituiría también con ventaja esta condición.

La base 5.^a señala como peso mínimo de carril el de 40 kilogramos por metro y 12 metros como longitud mínima; esta exigencia impone un estudio previo del trazado, del material móvil y de las velocidades, estudio que seguramente será interesantísimo conocer, y del que es lástima que las Reales órdenes no hagan la menor referencia.

No quiero terminar sin dedicar un aplauso á la Real orden adicional, por prorrogar hasta dieciocho meses el plazo de doce meses concedido para la presentación de proyectos: quizás no sea esta la última prórroga que se otorgue.

Como se trata de un ferrocarril como el de Valencia, que á tantos y tan grandes intereses afecta, y por prejuzgarse en la Real orden adicional, características de la tracción eléctrica que á todos nos importa poner en claro (por la influencia que en esto pueda tener en el concepto que de ella se tome, y llegar á ser base de una legislación especial), me he atrevido á molestar á los habituales lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS con esta consulta. La pobre tracción eléctrica, tan manoseada y discutida, entre palos de detractores y atribución de milagros de sus defensores, está saliendo tan malparada, que va siendo hora de que se concreten criterios, y nadie mejor que las eminencias ferroviarias y los consejeros de las citadas disposiciones legales, que bien estudiados deben tener estos asuntos, pueden contribuir á desvanecer errores. Cedo, pues, la palabra á los que con más títulos y merecimientos que yo, deben acometer esa labor.

JOSÉ VALENTÍ DE DORDA,
Ingeniero de caminos.

Madrid 10 de Abril de 1915.

Futura transformación de Andalucía por el desarrollo del regadío

CONFERENCIA

DE

DON PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO ⁽¹⁾

INGENIERO DE CAMINOS

Señores: Encargado de hablaros esta noche de la importancia y trascendencia del riego en Andalucía, no es posible que en el corto espacio de tiempo en que por fuerza ha de encerrarse una conferencia pueda desarrollar debidamente todos y cada uno de los aspectos de tan complejo tema. No esperéis, pues, de mí más

(1) Publicamos esta conferencia, dada en Sevilla durante la celebración de la «Semana agrícola», por creerla muy interesante, como todos los trabajos de nuestro distinguido compañero.

que algunas ligeras indicaciones en las que, desde luego, entro sin más preámbulos; aspirando, ya que no á ser completo, por lo menos á ser breve.

Que el agua es necesaria para la producción agrícola, afirmación es tan trivial y reconocida que apenas si habrá necesidad de repetirla, pero en estas afirmaciones triviales en que, á fuerza de serlo, todos parece que estamos de acuerdo, ocúltanse á veces variedades de apreciación y diferencias de criterio que latén bajo la aparente conformidad y surgen en el momento de fijar una norma á la conducta y á la práctica un programa.

Preciso será, pues, empezar por concretar cuál es el papel que en ese proceso el agua representa, para poder deducir con aproximación suficiente la medida de esa necesidad. También en este punto el fenómeno es conocido en sus líneas generales. La planta unida al suelo por su raíz toma de éste el agua que necesita; esta agua con las sustancias disueltas que la tierra proporciona, entra en la planta suministrando á las células los elementos nutritivos que contiene, y se escapa, al fin, bajo forma de vapor por la superficie de los órganos aéreos del vegetal.

Parece que la circunstancia que principalmente determina la absorción del agua es la diferencia de concentración entre las disoluciones salinas del suelo y la de los jugos celulares; pero si no hubiera consumo de sales ni de agua, el equilibrio sería prontamente alcanzado y el fenómeno dejaría de producirse. No es eso lo que ocurre en la realidad: la planta crece agregando nueva sustancia á su sustancia y esto provoca nuevas llamadas del exterior: el agua acumulada, aumentando su presión, pugna por buscar salida; su evaporación se favorece unas veces, se dificulta otras por la naturaleza anatómica de los órganos foliáceos; pero el fenómeno no es tampoco en este caso exclusivamente físico: también la fisiología entra en él en juego; de suerte que, en definitiva, la causa primordial del fenómeno habrá que buscarla en un complicado proceso de orden biológico en cuyo examen ni podemos entrar aquí, ni yo podría hacerlo falto de la necesaria competencia, ni la ciencia en su estado actual podría quizás guiarnos con seguro paso y por completo libre de las vacilaciones y tanteos propios de una investigación en marcha.

Sin descender á detalles precisos y delicados, la práctica necesita, sin embargo, cifras de conjunto que la permitan apreciar en globo el fenómeno y acomodarse á su escala, y para ello cuidadosas experiencias han sido emprendidas para comparar la cantidad de agua evaporada por las plantas, con su producción en materia.

Claro es que, dada la complejidad del caso, las cifras á que se llegue nunca podrán tener un valor absoluto; la proporcionalidad que se supone no puede ser perfecta: son una indicación y nada más; pero indicación valiosa que tendrá siempre mucho más valor que las impresiones vagas y confusas deducidas de una observación no disciplinada.

Para obtener términos comparables habrá que considerar siempre cuando de la materia producida se trate, la materia seca prescindiendo de toda la parte acuosa contenida en frutas y masas herbáceas y que no es más que un residuo del vehículo mediante el cual han entrado en el cuerpo de la planta los elementos nutritivos que han servido de primera materia para la elaboración de las sustancias producidas.

Con aquellas reservas y en estas condiciones, Hellriegel llegó en Alemania á la conclusión de que por cada gramo de materia seca, las plantas usuales del gran cultivo venían á consumir, aproximadamente, unos 300 gramos de agua. El consumo no era, sin embargo, el mismo para todas las plantas: bajaba en algunas hasta 275, subía en otras hasta 375; los límites, como se ve, presentan una diferencia que alcanza á la tercera parte de la media.

Otros observadores han llegado dentro de la misma Alemania á cifras notablemente superiores, aun para las mismas plantas. Sorauer ha obtenido 569 para la avena. Wolny ha encontrado para el centeno 774, cuando Hellriegel le asigna 353 y Sorauer 236. Es la influencia de las condiciones distintas en que se han colocado unos y otros observadores.

Los términos medios de Hellriegel son, sin embargo, bastante comúnmente aceptados: á valores análogos llegó Deherain en Francia, y en Inglaterra Lawes y Gilbert. Los de King, que experimentaba en el estado de Wisconsin en los Estados Unidos, se acercan más á los de Sorauer y conducirían á una media superior á 400, que habría que aceptar si quisiéramos colocarnos en condiciones de seguridad.

Todavía esto no sería bastante si hubieran de aplicarse esos resultados á países de condiciones climatológicas distintas de aquellos en los que las observaciones se han efectuado. Alemania, Francia, Inglaterra y una gran parte de los Estados Unidos son regiones relativamente húmedas. ¿Podrán extenderse las cifras en ellas obtenidas á la agricultura de los países áridos? Interrogada la experiencia, la contestación ha sido negativa. Widsøe y Merrill emprendieron el año 1900 la comprobación de los experimentos alemanes en el Utah y las cifras obtenidas han sido bastante superiores, llegando hasta á 1.048 para el trigo y quedando en la media por encima de 750.

Aceptando esta media todavía podría formarse una idea demasiado pobre de las verdaderas necesidades agrícolas. Una abundante producción de 30 hectolitros por hectárea, equivalente, aproximadamente, á unos 2.340 kilogramos, parecería exigir tan sólo 1.755 metros cúbicos de agua, correspondientes á una lluvia de 175,5 milímetros. Se olvidaría, sin embargo, en este cálculo, que esa producción de grano vendría acompañada de otra próximamente igual de paja, que también habría exigido agua para producirse, con lo que habría que duplicar la primera cifra y llegar á los 350 milímetros.

Y aun no es esto todo. Además del grano y de la paja, habría que tener en cuenta las raíces. Y no es el ítem tan insignificante: la masa de las raíces es considerable. Un sabio alemán, Nobbe, sumando las longitudes de todas las raíces, aun de las más finas de una mata de trigo, llegó á un total de 88 metros, lo que supone para el millón de plantas que pudiera contener una hectárea, una longitud sobrada para dar por dos veces la vuelta al mundo. Así se comprende que el peso de las partes subterráneas de la planta sea parte importante del peso total, y que puede llegar, como encontró Schumacher para la avena, el 43 por 100 del peso de grano y paja.

La proporción podría ser mucho mayor en los países áridos, donde el suelo más seco obliga á la planta á ir á buscar más profundamente su provisión de agua. Admitiendo, sin embargo, el mismo coeficiente, los 350 milímetros deberían elevarse á 500.

Este agua debería suministrarla el suelo, y suponemos que hubiera de proceder exclusivamente de la lluvia; pero ni el suelo retiene íntegramente toda el agua que cae, ni indefinidamente la conserva á disposición de las raíces.

Si el suelo es poco permeable sólo podrá almacenar el agua en el espesor á que alcancen las labores, y aun en ese espesor tampoco deberá completamente saturarse: tan necesario como el agua es el aire, no sólo para el desarrollo y funciones del sistema radical de la planta, sino también para el trabajo de los fermentos nitrificadores, del que depende, en gran parte, como es sabido, la fertilidad del suelo. Si el límite se alcanza, será preciso evacuar el sobrante con oportunas obras de desagüe. En los terrenos permeables estos trabajos no serán tan necesarios; pero

la pérdida por ese concepto puede ser mayor y la cantidad de agua retenida más escasa.

Tampoco, aun haciendo caso omiso de toda causa de pérdida, puede el suelo ceder á la planta toda la humedad que contiene. Las fuerzas capilares retienen el agua en el suelo con tanta mayor energía cuanto más lejos de la saturación se encuentra la tierra; el trabajo de la planta ha de ser cada vez más duro, y, al fin, llega un momento en que las fuerzas biológicas ceden ante las resistencias físicas. Si la situación se prolonga, la planta se agosta y muere aun en un terreno no desprovisto en absoluto de agua.

Ni es preciso llegar á este límite extremo para que la planta padezca y la cosecha se resienta. El vegetal no es un mecanismo inanimado que pueda sin inconveniente permanecer en la inacción y reanudar el trabajo con igual intensidad á la llegada de nuevas primeras materias: su producción va acompañada por destrucciones incesantes. Es esta producción y destrucción continua la que caracteriza la vida, y si el primer proceso prepondera y el organismo crece y la especie se extiende invasora, cuando las condiciones son favorables, en el caso adverso la planta se concentra en sí misma, vive cuanto puede de sus reservas, invierte en cierto modo su evolución, y cuando las circunstancias le permiten reanudar su trabajo, debe empezar primero por reparar sus pérdidas, y aunque la reparación fuera completa, si la vegetación se encuentra adelantada al volver á su labor, las energías no serían las mismas: la planta habría envejecido.

Si se aspira, pues, á grandes producciones, es preciso que estas detenciones y estos retrocesos no se produzcan y que el suelo se mantenga siempre en un estado de humedad conveniente. Difícilmente podrá en estas condiciones retenerse en el terreno más de un 25 por 100 de su volumen de agua, ni deberá bajarse de un 10 por 100. Sólo el 60 por 100 de su capacidad será, por consiguiente, aprovechable para hacer frente á las irregularidades de la lluvia; los sobrantes accidentales no podrán utilizarse. Y, entretanto, habrá una causa constante de pérdida en la evaporación; pérdida tanto más importante cuanto más elevada sea la temperatura y más críticas y decisivas sean, por consiguiente, para la vida de la planta, las irregularidades del medio en que vive.

La evaporación en los países áridos alcanza valores considerables. Medida á la manera de los observatorios, por el descenso de nivel del agua en una vasija abierta, rara vez es menor de 1,50 metros en el año y excede con frecuencia en nuestras latitudes de 2 metros. En el suelo la pérdida no es tan grande cuando la saturación cesa; puede reducirse mucho si se mantiene relativamente seca la capa superficial, pero á la evaporación puramente física hay que añadir también en este caso el consumo de agua de toda la población microbiana que allí trabaja en beneficio de la recolección. No será exagerar por exceso el admitir un quinto de la evaporación observada del agua. Tendríamos, así, una pérdida de 300 á 400 milímetros, y si al total aumentáramos solamente un 25 por 100 para tener en cuenta las pérdidas por filtración y por desagüe superficial, llegaríamos á encontrar para la lluvia necesaria alturas iguales ó superiores á un metro.

Pero si la lluvia llegara á esos valores y viniera con suficiente oportunidad distribuida para que las pérdidas no alcanzaran proporciones extraordinarias, el país no podría considerarse como árido. La consecuencia será, pues, que no es posible en país árido obtener normalmente rendimientos anuales de 30 hectolitros por hectárea, sin suministrar á la tierra, por medio del riego, un suplemento de humedad. En país húmedo, como el de las islas Británicas, esa producción puede obtenerse, sin embargo,

aun con alturas de lluvia inferiores, por las menores pérdidas en su mayor parte, aunque en parte también debido á los perfeccionamientos de la técnica.

Estos perfeccionamientos pueden mejorar algo las condiciones de los países áridos. Cuáles países se han de comprender dentro de esta denominación, no es cosa fácil de precisar con una cifra rigurosa; aun con la misma altura anual de lluvia las circunstancias no serán las mismas si la distribución tiene lugar en el año de una manera uniforme, ó si se acumula en una estación determinada, ni en este último caso si el máximo de lluvia coincide con el de temperatura ó tiene lugar en la época de mínima evaporación.

Pueden, sin embargo, en nuestras latitudes considerarse, por lo general, como países áridos, los que reciben menos de 500 milímetros de lluvia. Los cálculos hechos más atrás no asignarían á tales países una producción anual posible superior á unos 12 hectolitros por hectárea; la producción decrecería rápidamente al disminuir la lluvia hasta anularse prácticamente para 300 milímetros. Por debajo de este límite el aprovechamiento agrícola del suelo parecería imposible.

No lo es, sin embargo. Mediante prácticas culturales, no del todo desconocidas en nuestros secanos, ha sido posible poner en explotación terrenos con precipitaciones próximas al límite inferior que acabamos de asignar y obtener en los comprendidos entre 300 y 500 milímetros, recolecciones superiores al máximo expresado.

El conjunto de estas prácticas estudiadas y sistematizadas recientemente en los Estados Unidos han recibido allí el sugestivo nombre de *Dry farming* y constituye un innegable progreso en la explotación del suelo. Redúcense los principios esenciales del método á labrar profundo en sazón oportuna, para almacenar en el suelo la mayor cantidad posible de agua y defenderla allí contra la evaporación por labores superficiales que mantengan seca y pulverulenta la capa superior del terreno, con lo que se impedirá la ascensión capilar.

Aunque de este modo se reduzcan considerablemente las pérdidas, es evidente que no podrá anulárselas por completo, pues aun conservando íntegra la humedad inferior esa capa superficial, llamada *mulch* por los norteamericanos, humedecida y de secada en cada lluvia, impedirá el aprovechamiento de una buena parte de las precipitaciones atmosféricas. Tan importante puede ser que el resto sea insuficiente para la producción de una cosecha remuneradora y entonces se recurre á acumular el agua de un año con la del siguiente, dejando el primero la tierra de vacío, manteniendo el *mulch* mediante labores ligeras é inipidiendo el nacimiento de hierbas que pudieran consumir ó reducir la reserva. Es, en definitiva, el barbecho, no razonado ya por la conveniencia de dejar descansar la tierra para que reconstituya su fertilidad, sino por la necesidad imperiosa de acumular en ella elemento tan indispensable para la vida de la planta como es el agua.

Así y todo esta acumulación no puede ser indefinida; las pérdidas no pueden reducirse por bajo de un determinado límite, las labores necesarias para aminorarlas tampoco son gratuitas; para que el procedimiento sea prácticamente aceptable es preciso que la lluvia exceda de un cierto valor y en el estado actual de la técnica parecen hoy totalmente perdidos para la agricultura los terrenos que reciban lluvias normales inferiores á 250 milímetros. De 350 á 400 milímetros los resultados pueden ser bastante satisfactorios; en la finca del Senador Barnes, en Kaysville, estado del Utah, se ha podido en dieciocho años, de 1888 á 1905 y alternando con barbechos, obtener 10 recolecciones comprendidas entre 10,88 y 25,16 hectolitros por hectárea. Repartiendo

el total de las recolecciones entre los dieciocho años, resultaría una producción anual por hectárea de 10,72 hectolitros, muy poco más de la tercera parte de las recolecciones inglesas. La lluvia media durante ese intervalo ha sido de 383 milímetros por año; estos datos, y las consideraciones hechas más atrás, podrían hacer esperar para 500 milímetros una producción media de 15 hectolitros; la mitad próximamente de la de los países húmedos y de las tierras regadas.

Tales son la significación y la importancia de las prácticas del Dry farming. No creo que era inútil por inoportuno hacer de ellas este breve resumen. En el ambiente de superficialidad que desgraciadamente nos rodea, las palabras nuevas suelen hacer fortuna, aunque no sean en muchos casos sino adecentado traje de ideas viejas y esos procedimientos del Dry farming, que no vienen á ser en resumen sino la sistematización científica de las buenas prácticas del secano, han querido hacerse pasar alguna vez y representa para algunos como descubrimiento prodigioso que haría ya de todo punto inútil el regadío; pero si se ponen las cosas en su punto, fácil es comprender que el Dry farming y el riego son soluciones de dos problemas totalmente diferentes.

Trata el Dry farming de sacar partido de condiciones desventajosas: su cuestión es, como la del personaje shakesperiano, vivir ó no vivir, y si vivir consigue habrá de contentarse con una existencia modesta: el problema del regadío es llevar al máximo el rendimiento de la tierra, reaccionando contra un medio hostil y sustituyendo con la industria y el trabajo humanos, aquellas facilidades que avara negó la Naturaleza. Busca el uno la riqueza en la extensión de la tierra que acapara; reconcéntrase el otro en un pequeño espacio y allí acumula los esfuerzos de la actividad y los tesoros de la experiencia. Si el riego pudiera extenderse sobre todo el territorio, ¿quién podría poner en duda sus innegables ventajas? ¿Qué lugar quedaría entonces para el Dry farming?

Pero en los países áridos, si el agua falta para la tierra ¿cómo puede haberla abundante en el río, ni en la fuente, ni en la gallería, ni en el pozo? ¿No ha de proceder toda de la lluvia? Pues cuando hayamos reunido todas esas aguas sobrantes, más sobrantes por las irregularidades del medio que por la entidad total de las precipitaciones, y cuando después de reunidas tratemos de aplicarlas al riego de la tierra, supliendo artificialmente el agua que falta para obtener grandes rendimientos, es evidente que el agua ha de acabarse antes que el terreno. En los países áridos la proporción de terrenos regados ha de ser, pues, siempre relativamente pequeña: aun en condiciones favorables, rara vez podrán pasar del 10 ó del 15 por 100 de todo el territorio, aunque esa reducida fracción pueda en ocasiones valer tanto ó más que el resto y hasta ser el único valor posible, como el fecundo oasis en la inmensidad del desierto.

Ha de quedar, pues, siempre más de un 80 por 100 del territorio que no se podrá regar: he ahí un vasto campo para el desarrollo de los secanos. En las condiciones ordinarias, riego y Dry farming no pueden, pues, ser enemigos: en la economía social uno y otro se completan. Es lo que reconocen los mismos propagandistas del Dry farming: el libro de Widtsoe, cuya traducción española se ha publicado no hace mucho, dedica á esta cuestión todo un capítulo que termina con estas palabras:

«El Dry farmer no debe hablar mal de los cultivos regados. El riego y el Dry farming deben necesariamente ir reunidos para el desarrollo de las grandes regiones áridas del mundo. Ni uno ni otro pueden quedar aislados: ambos deben asociarse para poner en explotación las regiones desérticas.»

Digamos ahora, siguiera sea sólo someramente, cómo los países secos y húmedos se distribuyen en el planeta. Sin entrar en

detalles demasiado prolijos que nos llevarían mucho tiempo, bueno será hacer constar que esta distribución no es el resultado de causas exclusivamente locales que hubieran de darle un aspecto completamente caprichoso. Sin las modificaciones que introduce la repartición de tierras y mares, las zonas secas y húmedas, dependientes siempre del régimen de los vientos, vendrían á quedar limitadas por paralelos geográficos, pero si aquellas circunstancias vienen á alterar el fenómeno, su fisonomía general no cambia, y si se echa la vista sobre un mapa de lluvias se observa una zona de máximas precipitaciones hacia las proximidades del Ecuador y á uno y otro lado de ella lluvias decrecientes hasta llegar á regiones de sequedad extrema, situadas por punto general en las inmediaciones de los trópicos. Pasado este mínimo que corresponde al desierto propiamente dicho, la lluvia aumenta de nuevo con la latitud, hasta que, pasando por un segundo máximo, desciende por último hacia los polos.

La zona de desiertos del hemisferio Norte está sobre todo marcada en Africa y Asia y está constituida por el Sahara y el Egipto, el desierto arábigo y las orillas del golfo Pérsico, á los que vienen casi á unirse, aunque un poco más al Norte, una gran parte de la cuenca del Mar Caspio y el desierto de Gobi en China. Más allá del límite septentrional de la primera de las zonas reseñadas y antes de alcanzar la zona Norte de máximo de precipitación, las lluvias son todavía escasas y sobre todo irregulares. Es lo que ocurre, por lo general, en todo el contorno del Mediterráneo y muy especialmente en nuestra Andalucía, que ha de ser más particularmente el objeto de nuestro estudio.

Pocas regiones naturales presentan límites más marcados ni caracteres más claros y distintos. Principia el Sur y al pie de Sierra Morena, limítase hacia el Este por la divisoria del Segura, por el Guadiana al Oeste y al Sur por el mar, reuniendo dentro de este perímetro 87.571 kilómetros cuadrados, extensión poco inferior á la de Portugal, casi vez y tercia las de Bélgica y Holanda unidas, más del doble de la de Suiza, del triple de la de Sicilia y de dos veces y media de la parte cultivada y habitada de Egipto.

Está constituida en gran parte por la gran depresión del Guadalquivir, antiguo estrecho que hubo de ligar ambos mares antes que los levantamientos posteriores cerraran el paso á las aguas, oponiéndoles el enorme dique de montañas que por el Este y por el Sur limitan la cuenca del río. De esta divisoria al mar la pendiente es rápida y se encuentra surcada por numerosas corrientes de agua, independientes, que se abren paso en las inmediaciones de la costa, á través de pequeñas llanuras litorales.

Por el Oeste la provincia de Huelva sale también en su mayor parte de la cuenca principal, presentándose con sistema hidrográfico propio. Al Norte los límites no siguen de un modo riguroso la divisoria entre el Guadiana y el Guadalquivir; algunos afluentes de éste nacen en la provincia de Ciudad Real; algunos del Guadiana salen de la de Córdoba. Prescindiendo de estas pequeñas intrusiones, puede considerarse, sin embargo, el Guadalquivir como un río exclusivamente andaluz y aun casi como el único verdadero río de la región. No es extraño que los árabes diéranle el nombre de río grande.

La cuenca entera del Guadalquivir mide 56.500 kilómetros cuadrados, ó sea el 64,5 por 100 de la superficie total de Andalucía. A partir del mar ábrese el valle en la dirección del Sudoeste, y un quinto próximamente de la cuenca está constituida por terrenos bajos y relativamente llanos de altitud inferior á 200 metros.

Por la ladera derecha los declives son relativamente débiles y la divisoria se mantiene por lo general por debajo de 1.000

metros; por la izquierda el terreno sube hasta las empinadas cumbres de la Sierra Nevada, que se elevan por encima de 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Esta divisoria se conserva bastante elevada en las provincias de Almería y Granada, pero se deprime en la de Málaga hasta poco más de 500 metros para ganar de nuevo altura en la Serranía de Ronda y descender ya definitivamente hacia el mar en la provincia de Cádiz.

Fuera de la cuenca del Guadalquivir, los terrenos son, por lo general, bastante quebrados y altos, sobre todo en la vertiente mediterránea; no ya tanto en la mayor parte de la provincia de Cádiz y en otra no menos importante de la de Huelva, cuyos terrenos bajos vienen á unirse sin grandes transiciones con los del valle inferior del Guadalquivir, justificando el que se hayan reunido estas dos provincias con la de Sevilla para formar el reino de este nombre.

El clima es templado. La temperatura media del año fuera de los terrenos excesivamente elevados oscila entre 15° para Granada y 20° para Sevilla. La diferencia del verano al invierno, que es de 13 á 14° en la costa, suele ser en el interior de 19 á 20° y conduce á medias de 29 á 30° para los días más calurosos del verano, que pueden representar en las horas de más calor temperaturas de 40° á la sombra, como en Sevilla, donde ha llegado á registrarse, aunque excepcionalmente, la de 50°. En el rigor del invierno la temperatura media de la costa suele ser de 11 á 12°, pero en el interior puede bajar á 6 como en Granada, y eso sin contar los fríos excepcionales que pueden hacer descender el termómetro por debajo de 0°, aun en la costa misma, como en Málaga, donde llegó á -0°,9 en Enero de 1891. En Jaén ha llegado á registrarse hasta -8°,5 y en Sevilla -5°,8.

La lluvia es casi nula en verano y muchos años completamente nula. Por término medio, la de Julio y Agosto unidos no alcanza á 10 milímetros. En Junio apenas si llega á la misma cifra en la costa, aunque aumente algo hacia el interior hasta exceder un poco del doble en las regiones montañosas de Granada y Jaén.

La estación lluviosa suele empezar en el otoño, las precipitaciones disminuyen un poco en invierno y pasan de ordinario por otro máximo en primavera.

Prescindiendo de algunas tormentas de origen local, estas lluvias proceden de temporales de carácter ciclónico. La nieve en las partes bajas es casi por completo desconocida, pues aunque alguna vez suele bajar la temperatura por bajo de cero, esto ocurre, por lo general, en tiempo despejado y con atmósfera seca.

La altura total de la lluvia en el año es bastante variable de un punto á otro. Abierto el valle del Guadalquivir á los temporales del SO., la lluvia aumenta en él en esta dirección, aproximada con la altura del terreno hasta llegar á un máximo en la cuenca alta del río. La media anual que es de 500 milímetros en Sevilla llega en Jaén á 706. Lateralmente las corrientes húmedas encuentran al terreno con una mayor oblicuidad y las precipitaciones se reducen: en Granada al pie mismo de la sierra Nevada, la media es sólo de 453 milímetros.

Fuera de la cuenca del Guadalquivir la lluvia disminuye en términos generales, de la provincia de Cádiz á la de Almería. Es de 715 milímetros en San Fernando, de 607 en Málaga, y en Almería de poco más de 300. Por la parte de Huelva es de 500 próximamente.

Todas estas alturas pluviométricas son las de las regiones pobladas, propias para la agricultura, donde las observaciones han podido seguirse con alguna regularidad. En las sierras donde la

repartición es mucho más variable, no es raro encontrar alturas hasta superiores á un metro.

En vista de estos datos podría parecer que no cabía incluir á nuestra región, ó, por lo menos, á una parte muy importante de ella, entre los países áridos. Sin embargo, aparte de que las alturas iguales ó inferiores á 500 milímetros se extienden por una superficie de gran consideración y precisamente de suelo fértil y topográficamente adecuado para el cultivo, hay que tener en cuenta que donde excede de ese límite, no sólo es variable é incierta la repartición en el año del total, sino que la media misma no es en muchos casos sino un resultado artificial del cálculo que oculta en cierto modo las deficiencias de muchos años secos, gracias al exceso de los años extremadamente lluviosos, que por desgracia no compensan económicamente las consecuencias de las sequías con igual facilidad que en el papel se compensan los números unos á otros.

Así, por ejemplo, la media de 715 milímetros que hemos citado para San Fernando, no nos dice que en las observaciones de más de un siglo registradas en su observatorio de la Marina hay año como el de 1806 que figura sólo con 286 milímetros y año como el de 1855 en que cayeron 1.262. Podrá decirse, y es verdad, que en todas partes hay años secos y húmedos, pero es que la irregularidad aquí es mucho mayor. Durante ese intervalo, en el que las precipitaciones de San Fernando han variado entre límites que se encuentran en la relación de 1 á 4,4, en París, con una media de 547 milímetros, los límites extremos han sido de 341 y 776 y la relación de 1 á 2,3.

Tomando treinta y cinco años consecutivos, estimaba Binnie que se podía calcular la media de Londres con un error menor del 2 por 100: agrupando las observaciones de San Fernando, en series de treinta y cinco años seguidos, puede variar la media en un 20 por 100. Y estas variaciones no obedecen á ninguna ley de continuidad: el año anterior al del máximo de 1.262 milímetros llovieron solamente 460; el año siguiente de 1856 cayeron 706 milímetros, ó sea, próximamente, la media, y el 57 fué ya otro año seco en que sólo cayeron 509. En los últimos decenios parecía notarse una cierta disminución en la media: el año actual demuestra bien claro que no se trata de un efecto permanente. Conveniente sería que tomaran nota de estas irregularidades los que pretenden demostrar cambios de clima alegando coincidencias más ó menos fortuitas entre ciertas variaciones de la lluvia y las que hayan podido tener lugar en ciertas otras condiciones, como la cubierta vegetal del suelo por ejemplo.

A esta irregularidad extrema hay que agregar, como causa de aridez, la excesiva evaporación, circunstancia que no se presenta en más elevadas latitudes. Mientras en París la evaporación anual es sólo de unos 600 milímetros y apenas si excede á la lluvia, es en la mayor parte de Andalucía superior á 1.600, y si baja á 730 en Granada, llega en Jaén á 2.225; duplica, pues, con frecuencia y llega á triplicar la cifra de la lluvia. Si á esto se agrega la sequía casi absoluta del verano, se comprenderá la dificultad suma cuando no la absoluta imposibilidad de que los cultivos herbáceos y aun los árboles de medianas exigencias puedan sin riego sufrir los rigores de la estación y proporcionar una cosecha remuneradora. Ahora bien, esta es la característica fundamental de los países áridos.

Ni harán falta los números para los que hayan recorrido en verano el campo andaluz. La tierra por todas partes descubierta y en forzado descanso sólo muestra en los sitios abandonados por el cultivo las plantas propias de los países secos: el palmito, la pita, la chumbera, la retama y el lentisco prestan al paisaje un aspecto africano característico. En algunos puntos de la orilla izquierda del Guadalquivir, como en Jódar, empieza á dominar el

esparto y esta planta de estepa se extiende sobre superficies considerables hacia el SE en las provincias de Almería, de Granada y aun de Málaga.

Interrumpen el cuadro el tono vivo de los pámpanos ó el sombrero verde de los olivares, mientras en algunos lugares privilegiados mantiene el riego una vegetación constante, como en la rica vega granadina, ó en los alegres y pintorescos alrededores sevillanos, ó en los fecundos, aunque limitados, vergeles del litoral mediterráneo.

Pueblan á Andalucía 3.500.000 habitantes; próximamente la población de Suiza ó la de Sicilia, á pesar de que la primera tiene menos de la mitad y la segunda menos de la tercera parte del territorio.

Casi á igualdad de superficie cuenta Portugal con 5.500.000; con una cuarta parte menos suman Bélgica y Holanda 13.200.000, y Egipto, el regado Egipto, en poco más de una tercera parte de nuestra extensión territorial, sostiene una población más que triple que la nuestra.

Pues con ser tan escasa nuestra población, casi podríamos decir que vive de milagro. Según evaluaciones de la Junta consultiva Agronómica, el valor total de toda la producción agrícola andaluza es de 614 millones de pesetas. De éstos, 30 millones importan los vinos, que no son propiamente artículos alimenticios, 106,5 la aceituna y los aceites, que son en gran parte artículos de exportación, 29 las plantas industriales, 44 los pastos y forrajes y 27 las industrias agrícolas. La exportación permite ciertamente importar, en cambio, sustancias alimenticias: la compensación no es, probablemente, completa. En el año de 1913, última estadística que he podido tener á la vista, la importación total de productos alimenticios ha ascendido tan sólo á 36 millones de pesetas, mientras que la exportación de productos agrícolas ha alcanzado á 54,7. Admitiendo, sin embargo, que el equilibrio se restablezca mediante el comercio con el interior de la Península, supuesto un poco aventurado, y que se repartiera, por consiguiente, entre la población los 614 millones íntegros convenientemente transformados, corresponderían diariamente á cada habitante 47 céntimos. Cuando se habla de la situación verdaderamente deplorable de nuestros campesinos, bueno será meditar sobre esa cifra que acabamos de deducir, para no atribuir el resultado á inhumanas y criminales resistencias del capital, que sólo hubieran de encontrar su remedio en rencorosas y sangrientas revoluciones.

Pero á su vez aquellos á quienes la posición social permite una situación más desahogada deberán considerar también cuánto trabajo, cuánto sufrimiento y cuánta miseria supone la existencia de una reducida clase directora, que si es factor indispensable de la labor social, no debe olvidar tampoco las obligaciones que imponen el saber y la riqueza. Deber será, pues, de todos contribuir en la medida de sus facultades al remedio de un estado de cosas producto de complejas causas históricas y económicas; pero que es ya incompatible con las exigencias de la vida moderna, á las que es fuerza acomodar nuestra vida, por interés propio y por decoro regional.

Pero no habrá nunca que perder de vista que ni el más amplio ejercicio de la caridad, ni una más equitativa distribución de la riqueza, pueden extirpar de raíz un mal que tiene por base una producción deficiente.

Si analizamos los elementos de esta producción, todavía hemos de obtener más enseñanzas provechosas. De toda la superficie andaluza sólo 192.000 hectáreas reciben el beneficio del riego; representan poco más del 2 por 100 de la total extensión de nuestro territorio. Pues el total importe de sus productos anuales asciende, según evaluaciones de la Junta consultiva

Agronómica, á 128 millones de pesetas, es decir, poco más del 20 por 100 de toda nuestra producción agrícola.

Dícese con frecuencia: nadie niega las ventajas del regadío; sus productos son sin duda abundantes y valiosos; pero en el mejor de los casos la superficie que pudiera regarse sería siempre una parte insignificante del territorio: la inmensa mayoría habrá de mantenerse de secano. Ella es, pues, la que merece todas nuestras preferencias; bien están los riegos, pero habrán siempre de representar un papel secundario en nuestra economía. No advierten los que tal dicen que es esa una manera muy extraña de echar cuentas y que la verdadera importancia económica está en el producto y no en la superficie explotada, hasta el punto de que si la superficie hoy regable se quintuplicara y el producto aumentara tan sólo en la misma proporción, no se habría beneficiado todavía sino el 10 por 100 del territorio y el valor total de los productos sería ya más importante que el de todo el secano cuya superficie, aunque poco, se habría disminuido.

Tan evidente parecerá la cosa que quizás pudiera sonar á machaconería el insistir en ella. Y sin embargo conviene fijar bien la atención en este punto porque la objeción de que se trata, aunque superficial é infundada, responde á un estado de ánimo bastante común en muchos de nuestros labradores.

Es para ellos la tierra la obsesión, aunque carézcan del necesario capital para acumular en ella aquellos elementos que hubieran de asegurar el éxito de la empresa agrícola, aunque la tierra misma pobre y estéril rehuse rendir el fruto que de ella pide una explotación abusiva. Mil refranes demuestran cuánto esta manera de pensar está arraigada. «Casa la que habites, tierras cuantas veas», dice uno de ellos, y el labrador se esfuerza por agrandar su tierra y por labrarla entera, porque ya que la tiene, ¿qué otra cosa ha de hacer con ella?

Y se entrega confiado á la veleidad de los elementos, como el jugador ante la perspectiva de la ganancia, repitiendo, quizás como reza otro proverbio, el regadío para no perder y el secano para enriquecer, y olvida en aras de su fascinadora ilusión que la falta de una lluvia en el momento crítico puede trocar fácilmente la riqueza en ruina.

Podría pensarse que el producto asignado al regadío estaba abultado. Más bien deberá creerse lo contrario. Los datos que sirven de base á las evaluaciones de la Junta consultiva son de distinto origen, y no parece que hayan sido recogidos con un criterio idéntico.

En la mayoría de las provincias las cifras totales se refieren al valor de la producción bruta, pero en otras lo escaso del rendimiento por hectárea hace sospechar que se trata sólo de la renta ó producto líquido; en algunas se lo declara así expresamente. La producción supuesta es, pues, menor que la verdadera, y, sin embargo, ella basta para que la argumentación sea concluyente.

Y aun habrá que tener en cuenta que se trata de riegos que no se encuentran en su máximo grado de desarrollo y prosperidad, pues 56.619 hectáreas, es decir, el 29 por 100 de su total superficie es regadío eventual con dotación deficiente, que en gran parte está sometido á un cultivo imperfecto y que permite, por consiguiente, con su propia mejora, aun sin contar los aumentos en superficie, el obtener resultados económicos más importantes.

Hemos hablado hasta ahora sólo de productos brutos. Desde el punto de vista económico social, es, sin duda, esta producción la más importante, siempre, por supuesto, que se trate de una producción remuneradora, pues la retribución del trabajo que entra en la cuenta de gastos es precisamente el haber en el pre-

supuesto del pobre. Si hiciéramos la cuenta desde el punto de vista del propietario ó del labrador, la ventaja por hectárea no sería menos importante; según datos de una Memoria de mi querido amigo el distinguido Director de la Granja de la Moncloa de Madrid, escrita cuando prestaba sus servicios en Sevilla, resulta, aproximadamente, que las rentas de los terrenos de regadío es casi diez veces mayor que la media de los destinados al cultivo de cereales y leguminosas de secano, el séxtuplo de la del olivar, el cuádruplo de la viña y veinticinco veces de la destinada á pastos.

A análogas consideraciones conduciría la comparación de los líquidos imponibles, pero es este un aspecto parcial de la cuestión que no hemos de hacer más que tocar, y sólo porque se ha pretendido alguna vez que era aquí donde se encontraba la única ventaja del riego.

Pero aparte de sus resultados económicos, la importancia del riego, desde el punto de vista social, es también considerable por la influencia que pudiera tener en la solución de determinados problemas que con razón preocupan á cuantos han estudiado la organización de la propiedad andaluza. Resiéntese ésta de la excesiva extensión de las labores que, acaparando la tierra, disminuye considerablemente el número de propietarios ó labradores independientes, aumentando, en cambio, el de braceros reducidos á un jornal escaso é incierto, que apenas si basta para la satisfacción de las más perentorias necesidades. Esta población, falta del necesario arraigo, es motivo poderoso de inestabilidad social.

¿Cómo remediar este estado de cosas? No una conferencia, ni varios tratados, serían suficientes para agotar tema sobre el que tanto se ha escrito y sobre el que opiniones tan diversas se han emitido.

Al tratarlo aquí incidentalmente, me he de limitar tan sólo á algunas ligeras indicaciones sobre un aspecto de la cuestión, en mi sentir de la mayor importancia. Sean cualesquiera las causas históricas del latifundio andaluz, es indudable que á su mantenimiento ayudan determinadas circunstancias físicas y económicas que habrá siempre que tener en cuenta antes de pretender resolverlo todo por fórmulas abstractas de derecho puro, que fácil es consignar en una ley, pero á las que es á menudo difícil y aun imposible dar práctica realidad so pena de agravar los males que se trataba de combatir ó de producir otros nuevos.

Ya hemos visto antes cuánto hay de aleatorio en nuestra agricultura, aun llevando á ella prácticas de cultivo perfeccionadas, que suponen siempre un capital de explotación proporcionado, que no siempre posee el pequeño labrador. En tales condiciones, la resistencia de unos y otros no puede ser la misma; el labrador en grande, no sólo posee mayor capital, sino que proporcionalmente tiene también más crédito; si llega á necesitarlo encontrará dinero más barato y en las circunstancias difíciles será tratado con mayor consideración, porque su fracaso podría ser también en ocasiones el fracaso del prestamista. El labrador pequeño tiene que entregarse por completo, si es propietario correrá el riesgo constante de perder su propiedad bajo el peso de la hipoteca, y cuando la haya perdido, no podrá presentar otras garantías que su laboriosidad y su honradez, las cuales podrían verse sometidas á duras pruebas por la adversa fortuna; no es dudoso que el usurero ha de cotizarlas muy por lo bajo y buscar en la elevación del interés la compensación de sus exagerados riesgos, y el pobre pelantrín comprometido en un negocio mezquino, que la necesidad le obliga á aceptar, zozobrará al menor vaivén; su situación será eminentemente inestable.

Pues bien, la propiedad debe acabar por ceñirse al cultivo; si sólo las grandes empresas tienen condiciones para mantenerse

y para prosperar, las grandes propiedades llegarán á ser la norma, y las propiedades pequeñas se refundirán al cabo, á menos de encontrarse en situaciones privilegiadas ó de destinarse á cultivos especiales de producción más regular. Por eso, aun dentro de las zonas de propiedad extensa, la pequeña propiedad puede sostenerse en los ruedos de los pueblos y por eso también la viña, por ejemplo, suele ser cultivo apropiado para la pequeña propiedad.

Pero si es precisamente la inseguridad de la cosecha lo que mantiene las ventajas del lado de la gran propiedad, es claro que todo lo que contribuya á disminuir los riesgos vendrá en beneficio de la propiedad pequeña, que podía encontrar ya condiciones de permanencia. Desde este punto de vista, la ventaja del riego es evidente, pero es que además la complejidad misma de los problemas que el establecimiento del riego plantea, la mayor suma de trabajo que debe acumularse sobre una misma superficie obligará necesariamente á fraccionar la explotación. Se empezará por dividir las fincas grandes entre numerosos colonos y así aparecerá primero el pequeño cultivo que aumentará el precio de la tierra, dando á cada suerte un valor independiente del de las demás, sin que sea ya forzoso en las ventas, ni conveniente en las herencias mantener las antiguas unidades, que se irán poco á poco dividiendo y ciñéndose á los límites del cultivo.

Y así podía nacer esa pequeña propiedad, aun sin detrimento notable de la grande, cuyos servicios no podrán tampoco desconocerse dentro de las condiciones generales de nuestra organización económica actual. Si conviene ó no variar ésta, es tema que no tengo por qué tratar aquí y aun debo, por el contrario, hacer notar que es independiente del que nos ocupa. Como ya hemos visto antes, la extensión regada ha de ser siempre pequeña, en comparación con la totalidad del territorio, y es en el secano donde el latifundio puede tener sus ventajas, donde el problema seguirá planteándose entre los defensores y los enemigos de la gran propiedad. Neutral en la contienda, el riego sólo ofrece á unos y otros sus ventajas. Asegura la pequeña propiedad y la asegura en el mínimo espacio.

¿Y en qué medida podría extenderse el riego en Andalucía? Ello vale tanto como preguntar de cuánta agua se dispone. En un país árido, ya lo hemos dicho, falta antes el agua que la tierra. Ahora bien, en cuanto á la cantidad de agua, si el estudio científico de nuestros ríos no está más que iniciado, se poseen ya datos suficientes para poder formar de ellos idea bastante aproximada. Los datos más completos se refieren al Guadalquivir. La estación de aforo de Cantillana permite registrar el desagüe de casi toda la cuenca del río; recíbense, sin embargo, más abajo, las aportaciones de las riberas de Huelva y de Cala, del Guadaira y del Guadiamar que desiguan una superficie de 5.459 kilómetros cuadrados, y quedan también fuera de su cuenca receptora unos 3.000 kilómetros de la del río principal. Por Cantillana pasaron, sin embargo, el año 1912, últimos aforos publicados, 4.262 millones de metros cúbicos, que si hubieran de ser aumentados en la misma relación de las superficies, supondrían para la total aportación del Guadalquivir 5.000 millones de metros.

Los aforos de 1912 representan un valor medio, más bien un poco bajo. Podemos aceptarlo, sin temor de pecar por exageración. Ahora bien, si admitimos, como lluvia media de la cuenca del Guadalquivir, la de 500 milímetros, que es casi un mínimo, y tratáramos de completar en la tierra la dotación de agua equivalente á una capa de un metro, que hemos reconocido necesaria para las grandes producciones, necesitaríamos en el año por cada hectárea 5.000 metros cúbicos que, aumentado en un 50 por 100 para suplir ampliamente á toda clase de pérdidas, se ele-

varían á 7.500. Si llegara, pues, á aprovecharse toda el agua que estérilmente arroja el Guadalquivir al mar, podrían regarse con ella 667.000 hectáreas, próximamente tres veces y media la extensión de todo el regadío andaluz.

Aun habría que tener en cuenta las cuencas andaluzas independientes de la principal y que miden, aproximadamente, 29.600 kilómetros cuadrados. Atendiendo á que en su extremo oriental la lluvia que reciben estas vertientes es bastante más reducida, no tomaremos en cuenta más que un 80 por 100 de su superficie, y si dentro de esta hipótesis calculamos la extensión regable por comparación con la cuenca del Guadalquivir, obtendríamos otras 280.000 hectáreas, ó en total para toda Andalucía

950.000 hectáreas, próximamente, casi el quintuplo del regadío actual.

Claro es que esta cifra representa sólo un máximo, un límite que al ideal imponen nuestros conocimientos científicos y el estado actual de la técnica agrícola y no hay que entender que haya de ser admitida sin más examen en un programa de práctica é inmediata realización. Esa cifra sólo nos dice que el agua no falta en cantidad; pero hay además que tenerla en el momento oportuno y desde este punto de vista la situación no es ya tan favorable.

(Concluirá.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Accidente en el gran sifón metálico del acueducto de Los Angeles (California).

La ciudad de Los Angeles, en California, se abastece de agua potable de la Sierra Nevada, de donde la conduce un acueducto de 375 kilómetros de longitud, inaugurado en 1913, capaz de suministrarle un caudal de 22 metros cúbicos por segundo. Este acueducto atraviesa, á 160 kilómetros al Noroeste de la ciudad próximamente, el extremo superior del Antelope Valley, bajo la forma de un sifón, de 6.600 metros de longitud, que presenta un desnivel máximo de 61 metros. Los dos extremos del sifón están constituidos por unas cañerías de cemento armado que miden en conjunto 1.900 metros, próximamente, y soportan una carga de agua superior á 21 metros. La parte más baja del sifón está constituida por una cañería de acero de 3 metros de diámetro y 4.700 metros, aproximadamente, de longitud, que soporta una carga de agua que varía entre 21 y 61 metros. El espesor de los palastros de acero varía de 6,3 á 9,5 milímetros. La mitad del sifón está enterrada en toda su longitud, excepto en el centro del valle, donde descansa sobre unas pilas de hormigón, atravesando así un barranco insignificante.

Como el Antelope Valley se consideraba casi como un desierto á causa de la rareza de las lluvias en la región, no se había tomado ninguna precaución especial contra una gran crecida posible, del misero curso de agua que se veía correr por él habitualmente. Sin embargo, el 20 de Febrero de 1914, á consecuencia de tres días de importantes lluvias, que hicieron caer sobre el valle una cantidad de agua cuya altura llegó á 20

de la presión atmosférica que actuaba del exterior, el aplastamiento de la cañería de acero en una longitud de 3.000 metros próximamente.

Es interesante notar que el sifón estaba abierto en sus dos extremos y que, por lo tanto, el aire podía penetrar en él libremente. El sifón, por otra parte, no contenía, en todo su recorrido, ningún punto alto intermedio.

Como la cañería tenía una mitad enterrada en el suelo, la parte inferior no sufrió ninguna deformación. Sólo la parte superior se hundió de tal modo que vino á aplicarse, por decirlo

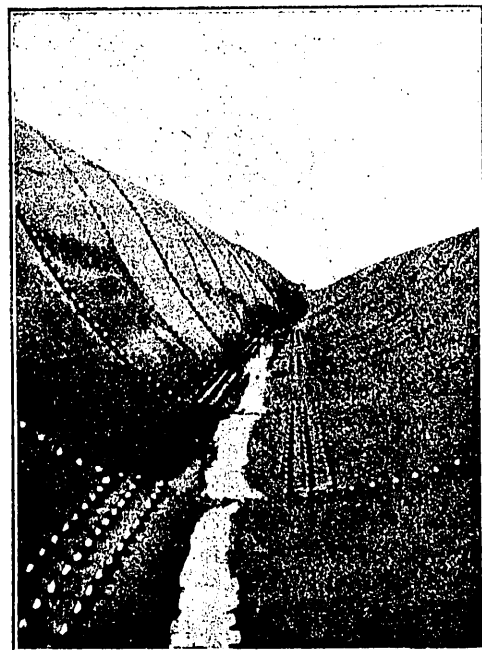


Fig. 2.ª

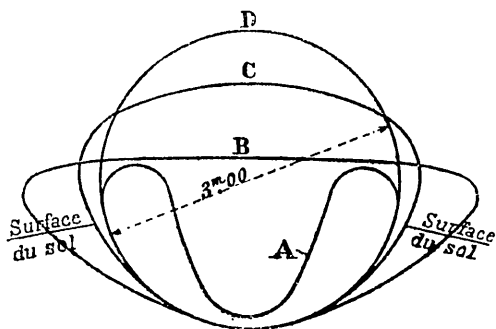


Fig. 1.ª

centímetros, las dos pilas de hormigón que sostenían la cañería de acero sobre el barranco fueron derribadas por las aguas torrenciales, y su caída produjo la rotura, en este punto, de las juntas de palastros del sifón. Este, que estaba en carga en aquel momento, se vació inmediatamente, con tal rapidez que se produjo una brusca depresión interior que provocó, por la acción

así, sobre la inferior que estaba en contacto con el suelo. El perfil que tomó la pared de la cañería á consecuencia de este accidente está representado esquemáticamente por A, en la figura 1.ª La figura 2.ª da una idea de la deformación sufrida por los palastros de acero roblonado que constituyen esta pared.

Por otra parte, á 120 metros, próximamente, del extremo agua arriba de la cañería de acero, cierto número de palastros estaban destrozados y rotos los roblones. La rotura del sifón en este punto no ha podido explicarse, hasta aquí, de una manera satisfactoria, dada la proximidad de la abertura libre.

A pesar de la importancia aparente de los desperfectos, el sifón del Antelope Valley ha podido volverse á su estado primitivo con bastante rapidez y sin demasiados gastos. Es necesario