

## CÁLCULO GRÁFICO DE ÁREAS PLANAS

POR D. H. BENTABOL

*Ingeniero de Minas*

El problema de la cuadratura de áreas planas es uno de los que hay que resolver con mayor frecuencia en las aplicaciones de las matemáticas.

Numerosos son los procedimientos empleados; unos analíticos, otros geométricos y otros consistentes en la aplicación de ruletas, planímetros é integradores, máquinas que indican, por medio de un contador, la extensión de la superficie sujeta á su medida.

Vamos á exponer un método gráfico nuevo muy rápido y sencillo debido al conocido ingeniero francés Ed. Collignon, método que no exige más que la regla y el compás y que creemos destinado á propagarse entre los ingenieros españoles.

*Idea general del método.*

El área que se trata de calcular puede considerarse como comprendida entre una recta que se toma por eje de abscisas, dos perpendiculares á esta, que hacen de ordenadas extremas y una línea, que supondremos sea un contorno poligonal.

Bajando perpendiculares al eje, desde cada uno de los vértices del contorno poligonal, quedará el área dividida en trapezios.

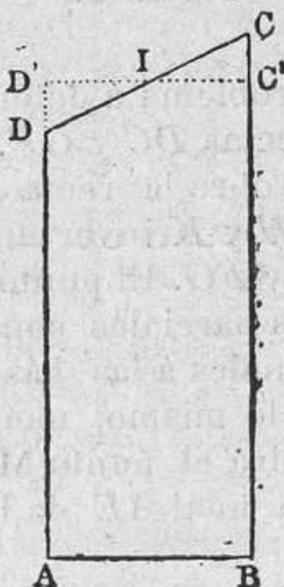


Figura 15

Consideremos uno de ellos aisladamente. Si por el punto *I*, fig. 15, medio del lado inclinado *DC*, tiramos una paralela al eje *AB*, el área del rectángulo formado será igual á la del trapecio primitivo, porque los triángulos *DD'I* y *CC'I* son iguales.

Imaginemos, sin ejecutarlo, que se haya hecho esta transformación para todos los trapezios. El área propuesta se habrá cambiado en una serie de rectángulos contiguos y el problema se reducirá, en este caso, á determinar el valor de la suma de estos rectángulos.

Sean *ABCD* y *BFG*, fig. 16, dos rectángulos contiguos. Tracemos las ordenadas *HH'* y *KK'*

Las sumas de las áreas de los dos rectángulos será

$$DC \times HH' + GF \times KK' = M$$

que puede considerarse como la de los momentos de las rectas *DC* y *GF*, con res-

pecto al eje  $AE$ , cuando las rectas son homogéneas y si la unidad de masa se la supone expresada por la unidad de longitud.

Como es sabido por la teoría de los momentos de fuerzas paralelas, dividiendo  $M^o$  por la suma  $DC + GF$  ó su igual  $AB + BE = AE$ , se obtendrá por cociente la ordenada del centro de gravedad del sistema formado por las rectas  $DC$  y  $GF$ . Y recíprocamente, el producto de esta ordenada por la base  $AE$ , será igual á la suma de las áreas de los rectángulos.

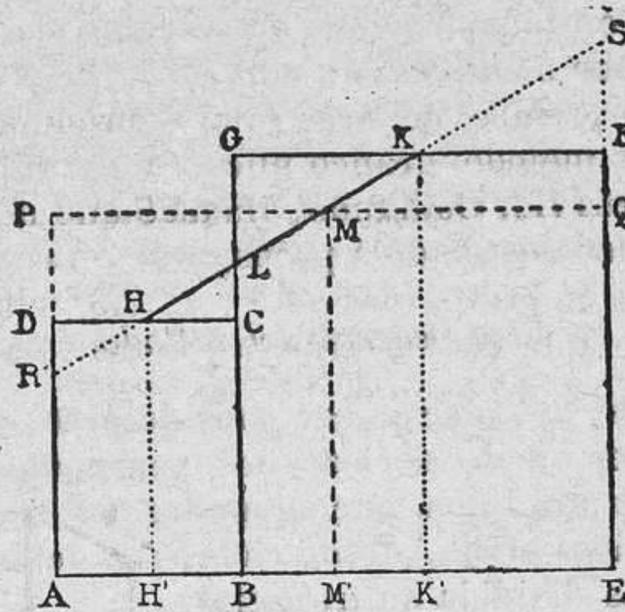


Figura 16

Queda por tanto reducido el problema á determinar el centro de gravedad  $M$ , del sistema formado por las dos rectas  $DC$  y  $GF$ .

Se sabe que este punto está sobre la recta  $HK$  que une los puntos medios de  $DC$  y  $GF$  y á una distancia de  $H$  y  $K$  inversamente proporcional á las longitudes respectivas de las rectas  $DC$  y  $FG$ . El punto  $L$  en que corta esta recta á la ordenada que separa las dos áreas parciales consideradas, divide á esta recta en dos partes directamente proporcionales á las bases de los rectángulos. Luego invirtiendo la recta  $HK$ , ó lo que es lo mismo, tomando desde  $K$  la distancia  $HL$  (ó desde  $H$  la distancia  $LK$ ) se tendrá el punto  $M$  que se busca, y cuya ordenada  $MM'$  multiplicada por la base total  $AE$  da la suma de las superficies de los rectángulos.

Por consideraciones de geometría elemental y sin recurrir á la teoría de momentos, se puede llegar al mismo resultado del siguiente modo.

Como se ha visto que los rectángulos considerados son equivalentes á cualquiera de los trapecios formados tirando rectas en cualquier dirección por los puntos  $H$  y  $K$ , unamos estos puntos y prolonguemos la recta de unión hasta  $R$  y  $S$ .

La suma de las áreas propuestas será equivalente á la suma de los trapecios ahora formados, que es á su vez un trapecio  $AESR$ . Como el punto  $M$  determinado como se ha dicho es precisamente el punto medio de  $RS$ , tirando por  $M$  la paralela  $PQ$  á la base  $AE$ , se formará un rectángulo que es igual á la suma de las áreas propuestas y cuya superficie es  $AE \times MM'$ .

Como no se hace uso en la construcción más que de los puntos  $H$  y  $K$ , medios de los lados superiores, puntos que son comunes á los rectángulos y á los trapecios equivalentes comprendidos entre las mismas ordenadas, la sustitución de los rectángulos á los trapecios es una operación puramente ficticia, útil solo para la demostración del método, pero innecesaria en la práctica.

El punto  $M$  acabado de determinar, es el medio del lado  $PQ$  del rectángulo equivalente á los otros dos; por tanto, uniéndolo con el medio del siguiente lado del contorno, nos encontraremos en condiciones análogas á las del principio. Se

determinará un nuevo punto, por el mismo procedimiento, cuya ordenada, multiplicada por la base dará el área de los tres trapezios considerados, y repitiendo la operación con los puntos medios de todos los lados del polígono, la ordenada del último punto determinado multiplicada por la base total (ó sea la proyección del contorno sobre el eje) dará el área buscada.

Puede seguirse esta construcción sobre la figura 17, compuesta de cinco trapezios, y en la cual se han tomado las distancias.

$$1 (1,2) = 2 \alpha$$

$$(1,2) (1,2,3) = 3 \beta$$

$$(1,2,3) (1,2,3,4) = 4 \gamma$$

$$(1,2,3,4) (1,2,3,4,5) = 5 \delta$$

siendo por consiguiente el valor del área total el producto

$$I (1,2,3,4,5) \times AB.$$

Conviene observar que los puntos  $(1,2)$ ,  $(1,2,3)$  etc., se proyectan sobre los puntos medios de la suma de las bases de las áreas parciales consideradas y por consiguiente, el punto  $I$  es el medio de la base  $AB$ .

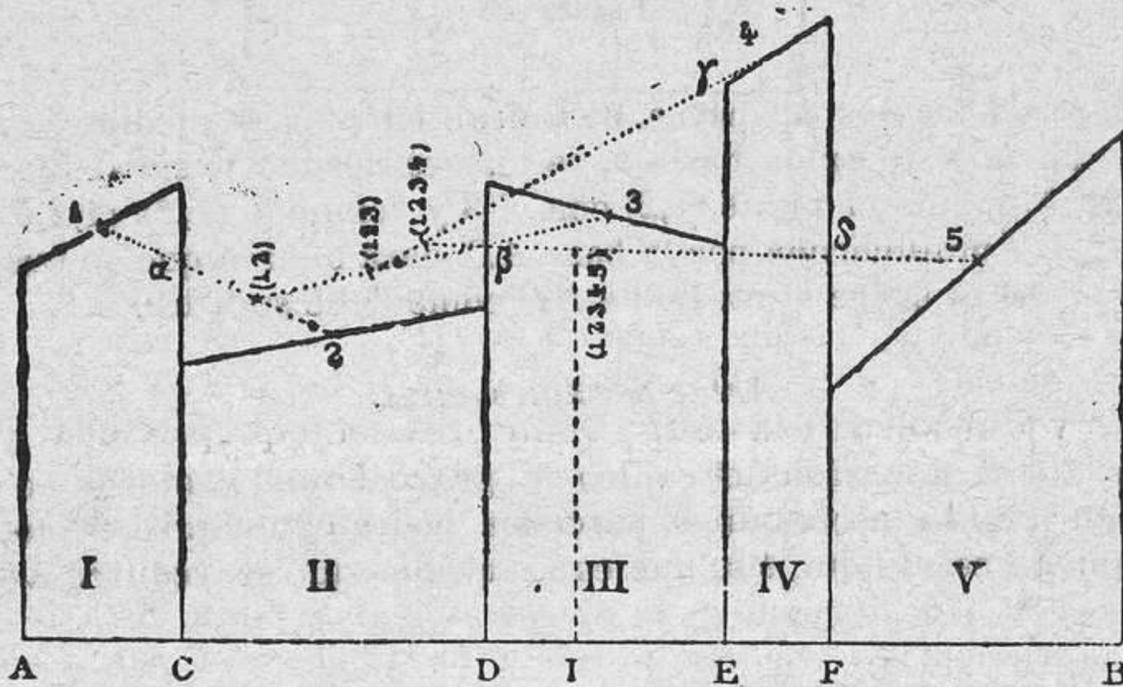


Figura 17

Esta propiedad puede servir para determinar los referidos puntos ó para comprobar su exacta determinación. Cualquiera de los métodos que se sigan para determinarlos, deberá quedar comprobado por el otro.

#### *Áreas parciales positivas ó negativas.*

Para dar mayor generalidad al método, conviene atribuir signos á las áreas parciales de que se compone el área total considerada. Hágase recorrer en un sentido arbitrario el contorno del polígono á un punto móvil y proyéctese este movimiento sobre el eje de las abscisas. La proyección del punto se moverá sobre este eje ya en un sentido ya en el opuesto. Tomando uno de ellos como positivo, el otro será negativo, y los signos así determinados podrán atribuirse á las bases y á las áreas parciales, pues tomando el eje de las abscisas suficientemente bajo, todas las ordenadas serán positivas.

Por ejemplo, si se tratase de determinar el área del cuadrilátero  $ABCD$  referida á la de un rectángulo, cuya base fuese  $AD$ , se bajarían las perpendicula-

res  $Bb$  y  $Cc$ , con lo cual la superficie considerada se calcularía sumando el área positiva  $bBc$  con las dos negativas  $BbA$  y  $CDe$ , figura 18.

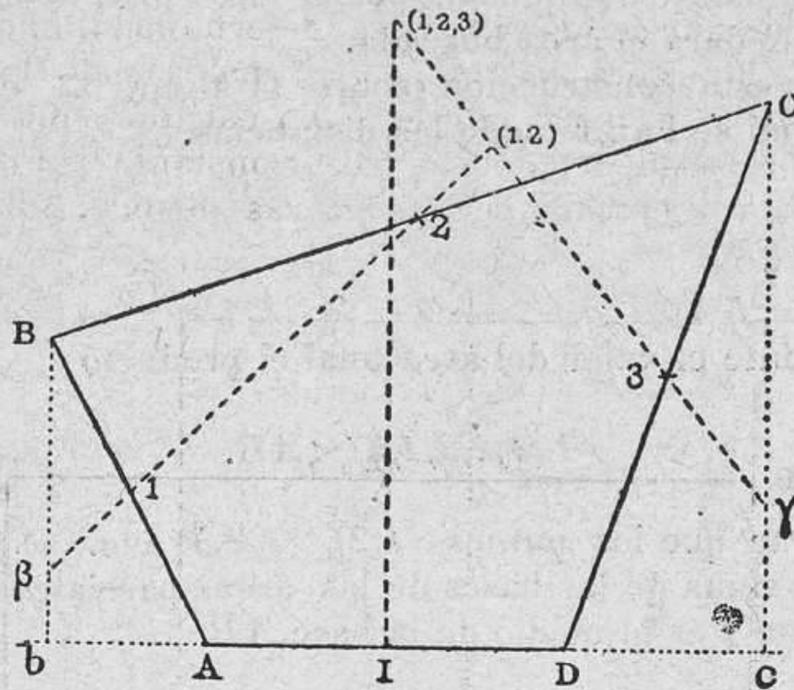


Figura 18

Para componer las dos primeras, se unirán los puntos medios de  $AB$  y  $BC$  y prolongando la recta de unión hasta  $\beta$ , se tomará desde 2 hasta  $(1,2)$ , una distancia igual a  $1\beta$ . Uniendo el punto  $(1,2)$  con el 3 y tomando  $(1,2)$   $(1,2,3)$  igual a  $3\gamma$ , la altura  $(1,2,3)$   $I$  multiplicada por la base  $AD$ , dará el área que se busca. El punto  $(1,2,3)$  se proyecta sobre el medio de  $AD$  como debe suceder.

#### Áreas parciales nulas.

Como en la determinación del centro de gravedad del contorno no se tiene en cuenta la altura de los rectángulos parciales, podrá extenderse el método al caso en que alguna de estas falte, ó lo que es lo mismo, que se reduzca a 0 su altura.

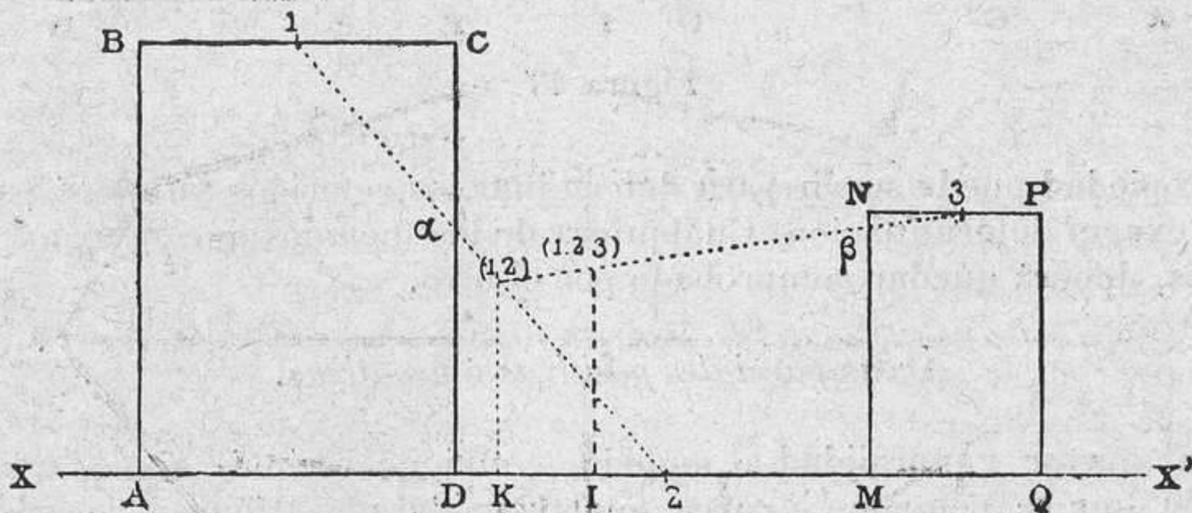


Figura 19

Por ejemplo: si se tratase de sumar las dos áreas  $ABCD$  y  $MNPQ$ , fig. 19, situadas sobre una recta  $XX'$ , pero no contiguas, se supondrían unidas por un rectángulo de base  $DM$ , y de altura nula y aplicando la regla general se determinaría el punto  $(1,2)$  uniendo 1 con 2 y tomando  $1$   $(1,2)$  igual a  $2\alpha$  y el punto  $(1,2,3)$ , uniendo  $(1,2)$  con 3 y tomando  $(1,2)$   $(1,2,3)$  igual a  $3\beta$ , con lo cual la altura  $(1,2,3)$   $I$  multiplicada por  $AQ$ , dará la solución buscada.

Así como el área parcial nula, se encuentra en este ejemplo, entre las dos áreas parciales, podría igualmente suponerse á derecha ó izquierda de las mismas.

De este modo, siempre se podrá transformar una superficie en otra equivalente con la condición de que tenga una base determinada, lo cual reducirá el cálculo á la medida de la altura por medio de una escala. Porque si se toma por base constante de todas las áreas que se van á calcular, una longitud equivalente á 10 ó 100 metros, el producto de esta base constante por las distintas alturas dará el mismo número expresado por las alturas mismas, salvo el número de cifras decimales.

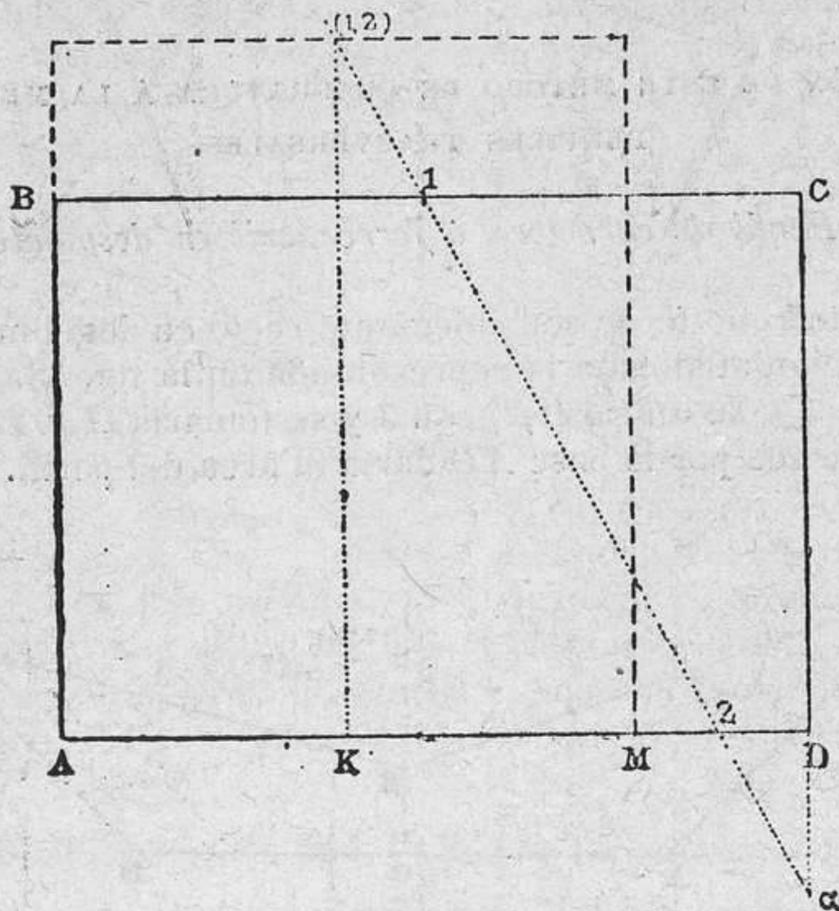


Figura 20

Para transformar el rectángulo de base  $AD$  y altura  $AB$ , fig. 20, en otro que tenga por base  $AM$  se unirá  $1$  con  $2$ , se prolongará esta recta hasta  $\alpha$  y tomando  $1(1,2)$

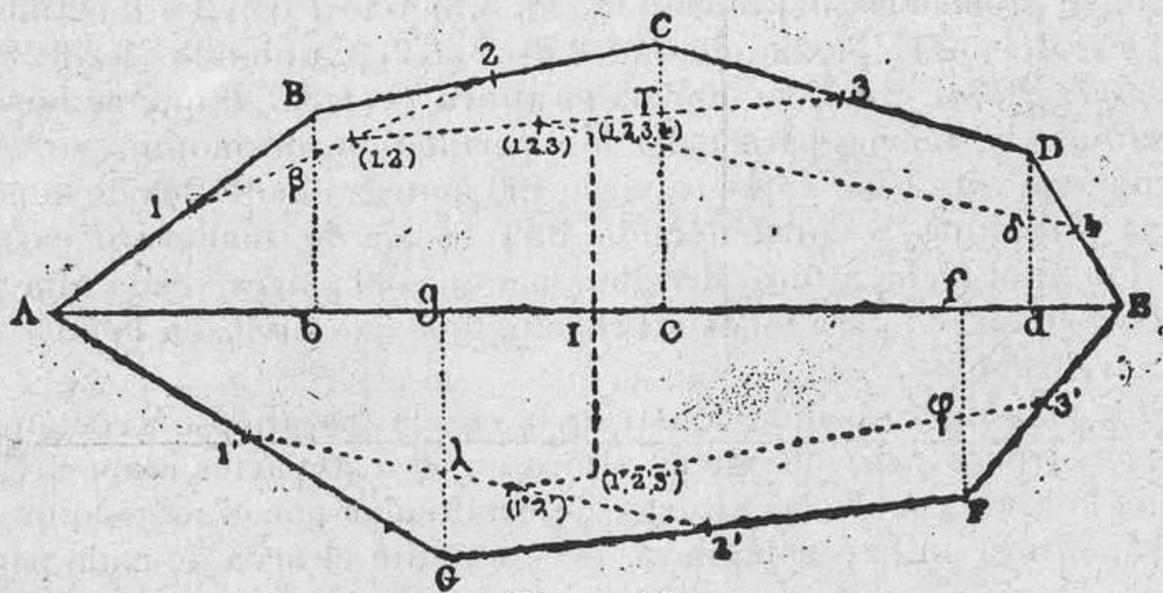


Figura 21

igual á  $2\alpha$  la altura  $(1,2) K$  es la buscada. Conviene observar que esta altura es igual á  $C\alpha$  y que en la práctica no habría más que unir  $1$  con  $2$  y medir  $C\alpha$ .

*Evaluación del área de un polígono cerrado.*

Cuando haya que determinar el valor del área de un polígono cerrado, se po-

drá en general evitar las áreas parciales negativas, eligiendo un eje que podrá ser la diagonal mayor del polígono.

Si se trata, por ejemplo, de determinar el área del polígono  $ABCDEF$ , tomando la diagonal  $AE$  por eje de abscisas, fig. 21, trazando las ordenadas  $Bb$ ,  $Cc$ ,  $Dd$ ,... tomando los puntos medios de los lados y trazando las rectas  $(1,2)$ ;  $(1,2)(3)$ ;  $(1,2,3)(4)$ , se determinará el punto  $(1,2,3,4)$  del modo anteriormente explicado. Por el mismo procedimiento se determinaría el  $(1',2',3')$ .

Habiendo de proyectarse uno y otro sobre el punto medio de  $AE$ , se encontrarán sobre una misma perpendicular a  $AE$ . En caso contrario es evidente que se habrá cometido algún error.

#### APLICACIÓN DE ESTE MÉTODO DE CUADRATURA Á LA MEDICIÓN DE PERFILES TRASVERSALES.

##### *Perfil de carretera ó ferrocarril en desmante.*

Si el perfil del terreno fuese sensiblemente recto en los límites del desmante, se tendría una sección análoga á la representada en la fig. 18. Se uniría 1 con 2; se tomaría  $2(1,2)=1\beta$ ; se uniría  $(1,2)$  con 3 y se tomaría  $(1,2)(1,2,3)=3\gamma$ . La altura  $(1,2,3)I$  multiplicada por la base  $AD$  daría el área del perfil.

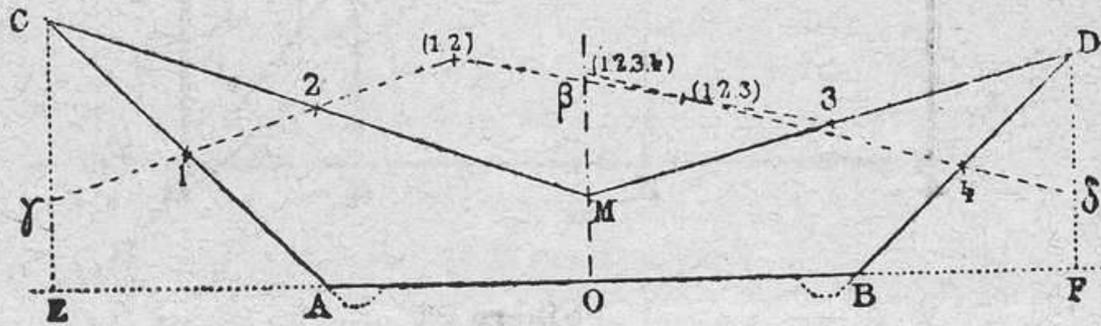


Figura 22

Si el perfil del terreno fuese una línea quebrada  $CMD$ , fig. 22, cuyo punto más bajo  $M$ , estuviese próximamente en el medio de  $AD$  (como al atravesar un collado, por ejemplo), se procedería del mismo modo, uniendo 1 con 2 y tomando  $2(1,2)=1\gamma$ ; uniendo  $(1,2)$  con 3 y tomando  $3(1,2,3)=(1,2)\beta$ ; uniendo  $(1,2,3)$  con 4 y tomando  $(1,2,3)(1,2,3,4)=4\delta$ , se tendría la altura  $O(1,2,3,4)$  que se busca.

Siendo la base la misma para todos los perfiles en desmante, se construiría un rectángulo con esta base y que tuviese 100 metros cuadrados de superficie. Se determinaría su altura, y construyendo una escala de madera ó cartulina que tuviese por longitud dicha altura, dividiéndola en 100 partes, cada una representaría un metro cuadrado para todos los rectángulos que tuviésen la base común de los perfiles en desmante.

Igualmente se hubiera podido construir la escala trazando un rectángulo de 50 ó 20 metros cuadrados y dividiendo su altura en 50 ó 20 partes respectivamente.

Aplicando la escala sobre las alturas determinadas por el método que venimos explicando, la altura en la escala, dará directamente el área de cada perfil.

##### *Perfiles en terraplén.*

El mismo procedimiento se seguiría para estos sin más diferencia que tomar por eje la base superior horizontal. Esta será menor que en los perfiles en desmante, en toda la anchura de las cunetas.

Por consiguiente, se construirá otra escala especial para los perfiles en desmonte, del mismo modo que se ha dicho en el caso anterior.

### Perfiles mixtos.

Cuando el perfil es parte en terraplén y parte en desmonte, habrá una sola cuneta. La base común a todos los perfiles de esta clase sería de una longitud intermedia entre la de los primeros y segundos, y deberá construirse, por tanto, una tercera escala.

Operando como de ordinario, se obtiene la altura de un rectángulo, que es la diferencia entre el desmonte y terraplén, que corresponde únicamente a la cantidad de tierra que hay que trasportar; pues por este método se tiene en cuenta el signo atribuido a las áreas parciales.

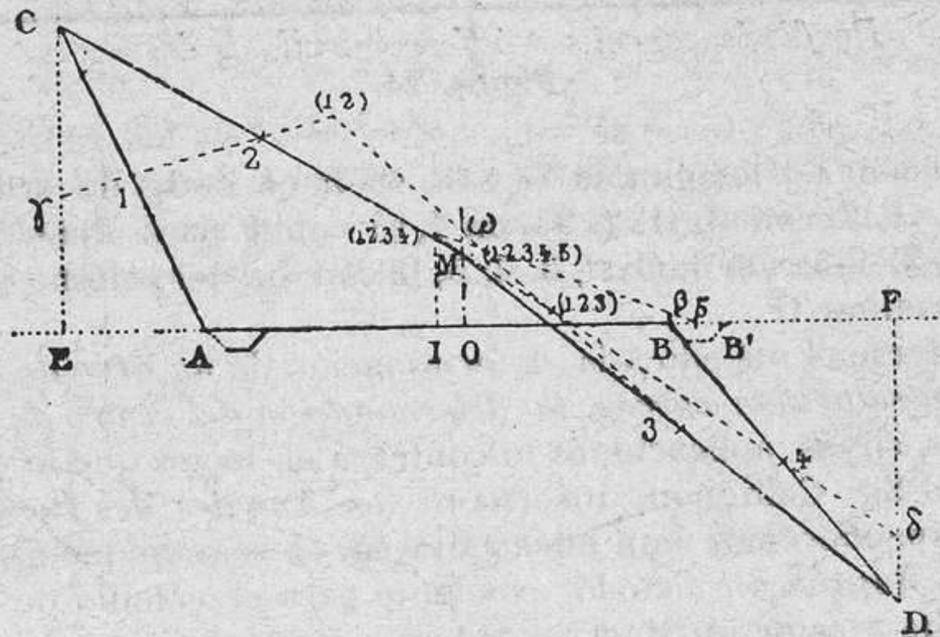


Figura 23

Tomando los puntos medios de  $AC$ ,  $CM$ ,  $MD$  y  $DB$ , fig. 23, se determinarán sucesivamente los puntos (1, 2) (1, 2, 3) y (1, 2, 3, 4) cuya altura (1, 2, 3, 4)  $I$  se refiere a la base  $AB$  en que no se cuenta más que una cuneta.

Si se quiere referir a la base  $AB'$  que comprende dos cunetas, se uniría (1, 2, 3, 4) con el medio de  $BB'$  y llevando  $\beta 5$  desde (1, 2, 3, 4) a (1, 2, 3, 4, 5). Este último punto daría la altura, que multiplicada por  $AB'$  nos da la diferencia de las áreas del desmonte y terraplén.

### Determinación de una línea de compensación.

Dándose una línea quebrada  $AB$ , figura 24, se necesita trazar una recta tal, que las sumas de las áreas comprendidas entre la recta, la línea quebrada y las verticales extremas, sean iguales a uno y otro lado de la recta.

Este problema, muy útil para la determinación de la rasante más conveniente para un trozo del perfil longitudinal de un camino, se resuelve del siguiente modo, por el método de Collignon, con la mayor sencillez.

Tomando la mitad de  $ab$ , levantando en  $I$  una perpendicular a  $ab$  y tomando sobre esta la altura  $IG$  del rectángulo equivalente al área comprendida entre  $ab$  y la línea quebrada  $AB$ , se verificará que cualquiera que sea la recta trazada por el punto  $G$  cumplirá con la condición propuesta.

Se puede, pues, determinar la dirección particular de dicha recta, de modo que cumpla con otra nueva condición. Por ejemplo, que además de ser de compensación para toda la longitud del perfil, lo sea para cada una de sus mitades, a uno y otro lado de  $G$ .

Para conseguir esto, basta determinar el punto  $G'$ , por donde debería pasar la recta de compensación correspondiente á la parte del perfil que se proyecta  $aI$ .  
Uniendo  $G$  con  $G'$  se tendrá la recta buscada.

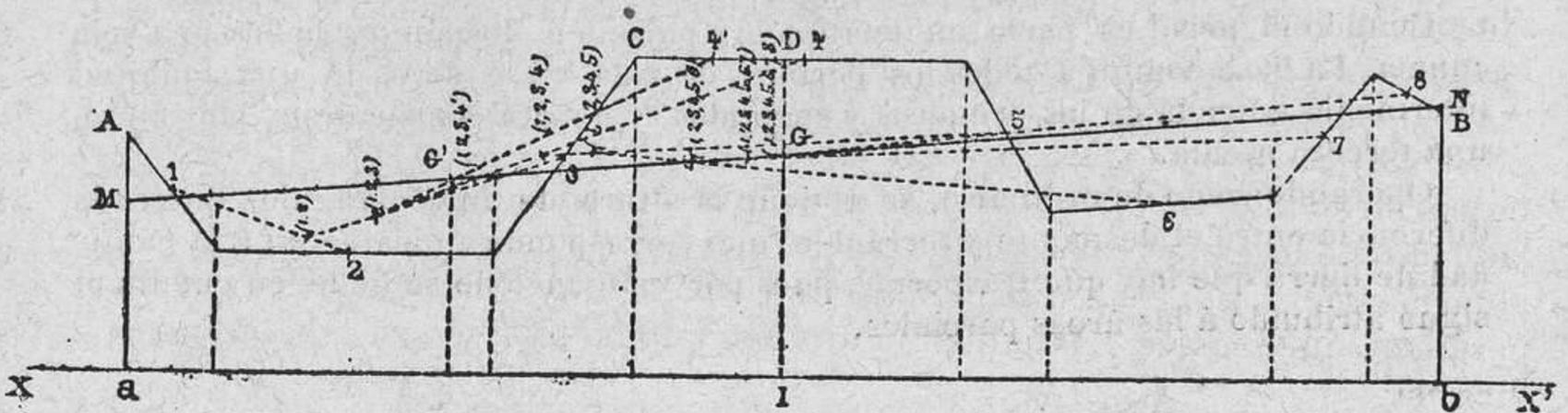


Figura 24

La determinación de los puntos  $G$  y  $G'$  se hace como de ordinario; esto es uniendo 1 con 2, (1, 2) con 3, (1, 2, 3) con 4, (ó con 4' para determinar  $G'$ ), (1, 2, 3, 4) con 5, (1, 2, 3, 4, 5) con 6, (1, 2, 3, 4, 5, 6) con 7, y por último (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) con 8, para determinar  $G$ .

Podría extenderse el método á la determinación de *un área de magnitud determinada, á la cuadratura de curvas, la determinación del centro de gravedad de las áreas planas, etc.*, cuyas aplicaciones encontrará el lector que lo desee en un estudio especial del Sr. Collignon, inserto en los *Annales des Ponts et Chaussées*; pero nosotros suspenderemos aquí nuestra tarea, deseando que esta noticia sirva para propagar en España un método excelente para el cálculo de áreas planas, y que creemos puede prestar utilidad verdadera á los ingenieros y contratistas.

## LA LEY DEL VIENTO

POR DON AUGUSTO ARCIMIS

Prodúcese el viento por la diferencia de presión que existe entre dos lugares, diferencia de presión que depende á su vez del desequilibrio térmico de las masas aéreas, moviéndose el aire de la región en que el barómetro está más alto, hacia aquella en que se encuentra más bajo, con lo que se restablece el equilibrio atmosférico. No se efectúa, sin embargo, este movimiento en línea recta de la región de alta á la de baja presión, porque el aire, á causa de la rotación de la Tierra alrededor de su eje, se inclina siempre á la derecha en el hemisferio boreal y á la izquierda en el austral; en nuestro hemisferio tienden los vientos del N. á convertirse en NE. y los de S. en SW.

A poco que se reflexione se comprende que, si varias corrientes de aire soplan de diversas partes hacia un punto y sufren todas una desviación lateral, resultará un movimiento giratorio alrededor de ese punto, movimiento que en el hemisferio boreal dejará el centro de atracción, ó zona de presión mínima, al lado izquierdo. Recíprocamente, si el aire sopla hacia afuera en todas direcciones desde un punto central en el que la presión sea elevada, se desarrollará un movimiento giratorio en sentido opuesto al que hemos descrito antes, dejando al lado derecho la zona de presión máxima; por manera que, en virtud de lo manifestado, vemos que en torno de un área de baja presión en el hemisferio N., circulará el viento dejando á su izquierda la zona de

presión mínima, ó sea en sentido contrario al movimiento de las agujas de un reloj puesto de plano sobre una mesa; y alrededor de un área de máximo barométrico, en el mismo hemisferio, circulará en dirección opuesta, ó sea en el mismo sentido que las agujas del reloj.

En el hemisferio austral sucede lo inverso y cambian totalmente las condiciones, moviéndose el viento alrededor de un mínimo barométrico con las agujas de reloj, y contra ellas en torno de un máximo de presión.

Estos principios de la relación que existe entre el rumbo del viento y la presión atmosférica son exactos sin excepción alguna, y los conocieron los antiguos meteorólogos, pues hace más de veinticinco años que bien claramente hablan de ello, para América, Coffin y Ferrel. En Europa llamó primero la atención sobre este asunto el profesor de Utrecht, Buys-Ballot, dándole la importancia que merece y formulando una ley que ha recibido su nombre y que dice así:

*En el hemisferio boreal, vuélvase la espalda al viento, y el área de presión mínima se encontrará á la izquierda del observador.*

*En el hemisferio austral, vuélvase la espalda al viento, y el barómetro estará más alto á la izquierda que á la derecha del observador.*

Esta ley nos demuestra, pues, que, conociendo la distribución de la presión, podemos determinar la dirección del viento, y vice-versa; de modo que su aplicación es de importancia suma en la prognosis meteorológica y en todos los estudios de meteorología dinámica.

## LOS MICRO-ORGANISMOS DE LA BOCA Y DE LAS MATERIAS FECALES

POR W. VIGNAL.

Hemos estudiado la acción que ejercen en cierto número de sustancias alimenticias, las diecisiete especies de micro organismos que aislé de la boca en el último año<sup>1</sup>, y los dos que posteriormente he encontrado: el *Micrococcus Pasteuri*, Sternberg y un *Coccus* que he designado con la letra *k*.

Entre estos micro-organismos hay siete que disuelven la albúmina, cinco que la hinchan ó hacen trasparente; diez disuelven la fibrina; cuatro la hacen trasparente ó la hinchan; nueve disuelven el gluten; siete coagulan la leche, seis disuelven la caseína; tres trasforman el almidón, de los cuales solo uno obra algo enérgicamente; otro parece vivir á sus expensas sin hidratarlo; nueve trasforman la lactosa en ácido láctico; siete intervienen el azúcar cristalizado; siete hacen trasformar la glucosa y la trasforman parcialmente en alcohol. Todas estas acciones son más ó menos enérgicas: unas obran enérgicamente, otras con mucha lentitud.

Entre estos micro-organismos hay seis que resisten más de veinticuatro horas á la acción del jugo gástrico mantenido á 36°-37°; cinco resisten más de dos horas á su acción cuando el cultivo es reciente, y más de veinticuatro cuando contiene esporas; otros dos sólo resisten una hora cuando el cultivo es reciente; los seis últimos apenas resisten media hora á su acción, lo mismo si el cultivo es reciente que antiguo.

El jugo pancreático, preparado artificialmente y dotado de una acción muy

<sup>1</sup> *Archives de Physiologie*, 15 noviembre 1886.

poderosa, y la bilis no ejercen acción alguna destructiva en estos micro-organismos.

En las materias fecales he hallado seis de los micro-organismos de la boca, que son; el bacilo *Mesentericus fuscus*, el bacilo *d* ó *Coli comun*, los bacilos *b*, *c* y *e* y el *Coccus k*, y además otros cuatro micro-organismos: un coco y dos bacilos.

Uno de estos últimos disuelve la albúmina; dos hacen trasparente la fibrina; tres disuelven el gluten; uno trasforma el almidón de las patatas, pero no el del engrudo, aun cuando con objeto de acumular más materias nitrogenadas, el engrudo se preparó con caldo de buey en vez de agua; dos coagulan la leche; uno disuelve en parte la caseína y coagula la que no disuelve; tres trasforman la lactosa en ácido láctico; tres intervienen el azúcar de caña, y dos trasforman parcialmente la glucosa en alcohol.

La acción de estos micro-organismos en los elementos debe ser considerable, pues mediante una serie de observaciones he visto que se elevaban al número de 20 millones en un decigramo de materias fecales, y con seguridad, no todos los micro-organismos que estaban contenidos en aquellas materias se desarrollaron en los medios que empleé en mis experimentos.

Con objeto de realizar lo que ocurre en el tubo digestivo, donde los micro-organismos no están aislados, sembré en una serie de matraces por una parte sarro de los dientes y la materia que cubre la superficie de la lengua; por otra parte un poco de agua en la que había disuelto materias fecales.

El ataque de las sustancias contenidas en los matraces fué al principio muy enérgico, pero desde el tercer día y con frecuencia desde el segundo, se produjo una detención persistente. ¿Hemos de inferir de este hecho que los micro-organismos de la boca y de las materias fecales mezclados, no tienen acción alguna en los alimentos? No, evidentemente: las trasformaciones que experimenten bajo la influencia de estos micro-organismos se han detenido ó parado en nuestras matraces porque sus paredes de vidrio son incapaces de absorber, á medida que se van formando, los productos que engendran, del propio modo que lo hace el intestino.

Del conjunto de estos experimentos se puede deducir que justifican la opinión de M. Pasteur, quien concede gran importancia al papel de los micro-organismos en el trabajo de la digestión, demostrando por otra parte que los fenómenos de la digestión en general y, en particular, la acción de los micro-organismos, son más complicados de lo que parece en el primer momento.

## VARIACIONES HORARIAS DE LA ACCIÓN CLOROFILIANA \*

POR J. PEYROU

El estudio de la acción clorofiliana en ramas y troncos ofrece grandes dificultades, y los aparatos hasta aquí empleados dejan bastante que desear, ya sea por su complicación, ya porque sólo es posible trabajar con ramas de pequeñas dimensiones. El aparato que he imaginado pareceme ofrece grandes ventajas: es sencillo, fácil de manipular y se puede construir de dimensiones muy variables; además, el aislamiento de la parte de la planta que se estudia

\* Véase la página 349.

es perfecto; no puede ocurrir cambio alguno gaseoso entre la atmósfera ambiente y la del interior del aparato.

Se compone esencialmente de una platina de máquina neumática, de fundición, dividida en dos mitades por una sección diametral y formando de este modo dos semi-círculos, reunidos á uno de los extremos de la sección diametral por una charnela; en el otro extremo hay un tornillo que permite reunir ambas partes como si estuvieran constituídas por una sola pieza. En el centro hay una abertura circular, practicada en las dos mitades de la platina, con destino á recibir el eje ó tronco de la planta sometida á la observación. La rama ó tronco se sujeta en dicha abertura por medio de un tapón de caucho provisto de un agujero central y hendido según una de sus generatrices, para permitir el paso de la rama por el centro del tapón. Si es necesario se engrasa con sebo á fin de que ajuste herméticamente. Gracias á la elasticidad del caucho la planta no se estropea ni queda apretada por la presión del aparato; se halla, pues, en condiciones fisiológicas normales.

Sobre esta platina, en el centro de la cual está fijo el eje de la planta, coloco una campana de cristal tubulada en su parte superior, y deslustrada en su base; la tubulura superior está cerrada por un tapón de dos agujeros, uno de los cuales recibe una llave y el otro la varilla de un termómetro que penetra en el aparato. La campana queda herméticamente fija en la platina por medio de gutapercha, que ha sido la sustancia que mejores resultados me ha dado en mis ensayos.

Aislada de este modo la planta, hago pasar al aparato 50 litros de una mezcla conocida de aire y de ácido carbónico; los gases penetran en la campana por un tubo de cobre, provisto de una llave que está soldada en la platina y la atraviesa, saliendo luego por el tubo superior.

Para conocer rigurosamente la composición de la atmósfera que rodea la planta, tomo cierta cantidad de gas para analizarlo inmediatamente antes de la exposición de la luz; luego otra cantidad al final de dicha exposición.

Las tomas de gas las efectúo por un sistema especial: consiste en dos vejigas de caucho, una colocada en el interior del aparato que comunica con el exterior por medio de un tubo soldado en la platina, que atraviesa; la otra se puede fijar en la llave del tubo superior y está provista de una llavecita. Para tomar el gas se hace el vacío en la vejiga de la llave, luego se fija en el tubo superior de la campana y se pone su interior en comunicación con el del aparato. Inmediatamente se hincha la vejiga interior: el aumento de presión en la campana hace llenar de gas la vejiga superior, se comprime en seguida para que su contenido vuelva al aparato, hinchando después de nuevo la vejiga interior; el colector se llena por segunda vez y así sucesivamente hasta lograr la homogeneidad completa de toda la masa gaseosa. Por fin se llena la vejiga superior por última vez y se hace pasar su contenido á una campana graduada que descansa en el mercurio; se absorbe el ácido carbónico por la potasa y se dosa el oxígeno con el eudiómetro. Generalmente las análisis las he efectuado con 70<sup>cc</sup> á 80<sup>cc</sup> de gas. El volumen total del aparato es de 1600<sup>cc</sup>.

Con este aparato he estudiado las variaciones de la acción clorofiliana en las plantas aéreas, á diferentes horas del día. También se podría aplicar para otras determinaciones.

Efectué mis experimentos con pies de Hortensia, ramas de Lila y de Ta-

ray, obteniendo resultados concordantes. Débese observar que con este aparato sólo tengo la resultante de la respiración y de la acción clorofiliana y que únicamente he podido juzgar de la actividad de esta función por el aumento de oxígeno en la atmósfera del aparato. En tiempos nubosos ó cubiertos, la proporción de oxígeno disminuye en vez de aumentar. Generalmente empleaba como atmósferas artificiales, aire mezclado con el 9 ó 10 por 100 de ácido carbónico. Cuando se trataba de experimentos comparativos en un mismo día, tomaba la precaución de renovar cada vez completamente la atmósfera del aparato, con objeto de operar siempre en las mismas condiciones.

De paso haré constar que, aun cuando generalmente el volumen de ácido carbónico desaparecido fué igual al del oxígeno aparecido, he observado algunas veces, cuando la luz era muy viva y muy activa la acción clorofiliana, sobre todo por la mañana, que el volumen del ácido carbónico desaparecido era inferior al del oxígeno producido: parece ser, que en estas condiciones, la acción clorofiliana se ejerce en el ácido carbónico disuelto previamente en las hojas. Pero como no era este el objeto de mis investigaciones, me limito á consignar lo observado sin insistir más en ello.

En resumen: de todos mis experimentos resulta que la función clorofiliana á diferentes horas del día, es proporcional á la intensidad de la luz. Para convencerse de ello bastará estudiar los datos obtenidos en mis trabajos del día 10 de mayo con un pie de Hortensia; estos datos son comparables á los que he publicado referentes á las plantas acuáticas. Podría añadir, á los datos siguientes, el resultado de otros muchos experimentos, pero basta saber que son todos ellos concordantes.

*Datos que representan la resultante de la respiración y de la acción clorofiliana, obtenida mediante dos horas de exposición á la luz, con un pie de Hortensia, cuyo peso era de 18gr, hojas y ramas únicamente, á diferentes horas del día.*

Horas del día 10 mayo	Proporción de oxígeno por 100*	Volumen total de oxígeno producido	OBSERVACIONES
De 6h 30m á 8h 30m	20,60	0cc	30m de sol únicamente.
De 8 45 á 10 45	21,80	14,24	Sol durante todo el tiempo
De 11 00 á 1 00	22,68	29,00	—
De 1 15 á 3 15	22,23	23,00	—
De 3 30 á 5 30	22,37	25,00	—
De 5 45 á 7 45	21,20	6,40	20m de sol

Conviene observar que he trabajado siempre en una atmósfera saturada de humedad; en efecto, á los pocos instantes de encerrar la planta en el aparato, la superficie interior de la campana se cubría de vapor, y á los cuatro ó cinco minutos se veía correr el agua por las paredes.

## LA ISLA DE BILIRÁN, FILIPINAS, Y SUS AZUFRALES

POR D. E. ABELLA Y CASARIEGO

Ingeniero de Minas

*Situación, forma y dimensiones de la isla.*—Al Norte de la isla de Leite, y separada de ella por un estrecho canal poco frecuentado por la navegación, existe otra más pequeña llamada *Bilirán*, situada al SE. de la de Masbate y O. de la de Sá-

\* Esta proporción de oxígeno es la contenida en el aparato al final del experimento, después de la absorción del ácido carbónico.

mar, frente á la embocadura del estrecho de San Juanico y al S. del de San Bernardino.

Está comprendida entre los paralelos  $11^{\circ} 27' 20''$  y  $11^{\circ} 42' 35''$ ,5 de latitud N. y los meridianos  $127^{\circ} 59' 53''$ ,5 y  $128^{\circ} 18' 30''$  de longitud E. del de Madrid, y tiene aproximadamente la forma de un corazón invertido, con un largo de 37 kilómetros, desde la aguda punta del NE. hasta la del SE. llamada Básog, y 22 kilómetros de ancho entre las puntas del Naval y Tanjás.

Además de estas tiene también la isla, como puntas más notables, las de Canayán, Mapuyo, Tugdán y Culaba al N., y las de Usum y Macoptón al SE., todas ellas pedregosas y más ó menos acantiladas; distinguiéndose las del O., llamadas Bagombong, Naval y Catmón, por ser más bajas y arcillosas, formadas generalmente por los aterramientos de las desembocaduras de los ríos más principales.

Entre estas puntas no se forma ningún verdadero puerto y solo pueden considerarse como meros fondeaderos las pequeñas ensenadas por ellas comprendidas, excepto la parte S. y SE. de la isla, que forma el estrecho, el cual, rodeado de costas limpias y acantiladas hacia la isla de Leite y resguardado de todos los vientos dominantes, puede considerarse como un extenso puerto, sometido no obstante á las fuertes corrientes que desde el Pacífico afluyen á los mares interiores del archipiélago por los dos estrechos de San Juanico y San Bernardino.

*Hidrografía.*—Cuatro son los ríos principales que bañan la isla: tres en la parte occidental y uno en la oriental; además de las cuales existen otra multitud de riachuelos permanentes unos, y otros muchos solamente temporales durante la época de lluvias.

El más considerable de todos, llamado *Caraycaray*, nace en la marcadísima depresión que existe entre los montes Magsayao y Capiñaján, desde la cual, recogiendo todas las aguas de sus vertientes occidentales, corre encajonado entre altas y emboscadas laderas y pedregoso cauce, en dirección media de ENE. á OSO., dirigiéndose luego al SO. para dejar al N. una hermosa llanura, la más extensa que en toda la isla existe, y desembocar después al S. del pueblo de Naval por dos brazos que comprenden un pequeño delta.

El río Anas, casi tan considerable como el *Caraycaray*, nace en las faldas occidentales del monte Guianasán, dirigiéndose primero hacia el SO., también con cauce profundo y pedregoso, y torciendo hacia el O. al encontrar la llanura de Naval que acabamos de citar y limitándola al N., corre con gran caudal de aguas, pero con un cauce tan poco profundo que en las grandes avenidas suele cambiarlo causando los consiguientes destrozos en los terrenos adyacentes.

Limitando por el S. al monte Panamáo, el río *Bagombong* corre entre laderas menos emboscadas que las de los dos anteriores, dirigiéndose al S. en la primera parte de su trayecto y desembocando al S. del pueblo de Almería en dirección al OSO. por dos brazos y un considerable caudal de aguas.

En la costa oriental el único río de cierta consideración es el que desemboca al S. del pueblo de Caibirán formando una pequeña punta que limita la ensenada del mismo. Nace á levante de la depresión que dijimos existía entre los montes Magsayao y Capiñaján recogiendo en su trayecto las aguas de los llamados ríos *Cabibiján* y *Mapulá*. Este río de *Caibirán* y el de *Caraycaray* corren, pues, en sentido inverso, á lo largo de la depresión que parece dividir la isla en dos partes orográficas casi independientes.

Además de estos ríos pueden citarse también, aunque no los igualen en importancia, el de Bagasumbul, el de Almería y el que desemboca en el pueblo de Bilirán, al S. de la isla.

Todas estas corrientes poseen aguas finas y exquisitas y especialmente muy frescas; puesto que corren generalmente resguardadas del calor del sol bajo los espesísimos bosques que cubren la mayor parte de la isla. Son también sumamen-

te ferruginosas, por lo cual los cantos de sus pedregosos cauces están completamente cubiertos de una capa de óxido de hierro hidratado.

*Orografía.*—La cordillera de la isla arranca en la punta Tincasán del NO. y, acercándose siempre más á la costa de Levante y formando macizos casi independientes, corre hacia el SE. recurvándose luego hacia el S. para terminar, con pendientes más abruptas, en el estrecho canal que separa la isla de la de Leite. Afecta, pues, la forma de un arco de círculo abierto hacia el OSO.

Los macizos montañosos, casi independientes entre sí, afectan formas cupuloides ó mamelonados con pendientes muy abruptas en la parte superior, que se suavizan hacia la inferior hasta alcanzar las pequeñas llanuras de la isla á la orilla del mar. Solamente en detalle y como secundarios se ven algunos agudos picos y acantilados tajos que tan comunes son en las rocas análogas de otras islas del archipiélago.

Las alturas de las cumbres más notables son bastante grandes en relación á la magnitud de la isla, y aunque no hemos tenido ocasión de determinar directamente ninguna, si se juzga por comparación con la que tiene la próxima isla de Maripipi, que alcanza 911 metros<sup>1</sup>, se deduce que los montes Panamáo Guinón y Magsayao deben alcanzar aproximadamente unos 900 á 1,000 metros de altura sobre el nivel del mar.

*Petrología.*—Mirada en conjunto, la composición geognóstica de estos montes es muy uniforme, puesto que todos ellos están formados de rocas eruptivas de la familia traquítica; pero á pesar de esta uniformidad se presentan dentro del tipo traquítico numerosas variaciones de aspecto y composición, tanto más cuanto que bajo la influencia de los fenómenos volcánicos, á que aun está sometida la isla en varios lugares, sus rocas han sufrido descomposiciones que aumentan esa variabilidad.

Las traquitas, si bien son casi siempre esencialmente feldespáticas, presentan muchas veces colores grises muy oscuros, debidos á la gran cantidad de hornablenda pardo-verdosa y negra contenida en los magmas feldespáticos, además de la que aislada y definida se presenta en estado cristalino, acompañada con más rareza de algunas pintas de augita y de hierro magnético. Estos componentes hacen tomar á algunos ejemplares cierto parecido á los basaltos y á las doleritas, cuando las traquitas son porfiroides, y realmente gran parte de ellos pueden clasificarse como verdaderas traquidoleritas (greystones). De todas maneras, la abundancia de silicatos muy ferruginosos se comprueba á la vista de los cantos de todos los arroyos de la isla, completamente cubiertos siempre de una capa de óxido de hierro que los asemeja á verdaderas menas de este metal. Este óxido, habiendo sido depositado por las aguas de esas corrientes, deben haberlo tomado de las rocas que encuentran á su paso.

Los tipos porfiroides son muy abundantes, presentándose en ellos los cristales de feldespato más ó menos deformados, á veces hasta con 8 milímetros de longitud, y generalmente con un brillo sedoso ó céreo que contrasta con las caras de cruce-ro más brillantes y de reflejos verdosos de la hornablenda.

Solamente en la parte oriental, cerca del río Cabibiján, hemos visto traquitas de colores claros, en las que todo el feldespato se presenta entonces cristalino y envolviendo laminillas de hornablenda, siempre de color muy verde; cuyas traquitas cristalinas se asemejan y casi pueden clasificarse como verdaderas dioritas granitoides.

Otras veces los feldespatos se presentan compactos en fajas de diversas coloraciones, constituyendo verdaderas retinitas por su brillo y aspecto especial.

Además de estas rocas se presentan otras transformadas ó metamorfoseadas y

<sup>1</sup> Según la Com. Hidr. de Marina.

acompañadas de concreciones y depósitos minerales debido á la acción de los vapores de los humarales que forman las solfataras que existen en la isla.

### Catálogo explicativo de las rocas de la isla de Bilirán.

#### PUEBLO DE ALMERÍA

- Río Bagasumbal.—*Traquita algo porfidica*.—Roca esencialmente feldespática, con cristales confusos de esta sustancia, laminillas anfibólicas pardas, y agujas negras, al parecer de augita.
- Guiso. . . . .—*Traquita porfidica y algo anfibolifera*, semi-descompuesta.—Constituida por una masa feldespática gris rojiza semi-descompuesta, con cristallitos blancos, también descompuestos, de feldespato y laminillas de hornablenda.
- Id. . . . .—*Domita kaolinica* (bianchetto).—Masa blanca feldespática, descompuesta casi en kaolín, en parte compacta y granuda.
- Id. . . . .—*Domita kaolinica anfibolifera*.—Masa como la anterior, con tinte azulada, menos compacta y con puntos pardos procedentes de la descomposición de la hornablenda.
- Puerta Agpangi.—*Conglomerado traquitico descompuesto*.—Masa, totalmente descompuesta, en que se ven zonas de diferente coloración y puntos blancos (feldespato) y pardos ó rojos (hornablenda), también descompuesta.

#### PUEBLO DE NAVAL

- Arroyo de la Mina.—*Traquita porfidica negruzca algo anfibolifera*.—Masa gris oscura, con multitud de cristallitos, blancos feldespáticos y algunos anfibólicos.
- Id. . . . .—*Traquita negruzca algo porfidica*.—Masa como la anterior, pero más brillante, lo mismo que los cristallitos feldespáticos.
- Id. . . . .—*Retinita semi-descompuesta*.—Masa compacta feldespática, gris rosácea y azulada, con brillo céreo, semi-descompuesta en algunos puntos.
- Mina San Antonio.—*Traquita porfidica semi-descompuesta*.—Masa gris tierra y descompuesta, con cristales, algunos de 8 milímetros, de feldespato menos descompuesto y con cierto brillo sedoso.
- Catmón. . . . .—*Domita ferruginosa (laterita)*.—Masa kaolinica, con fajas rojo ladrillo y blancas (solfatara extinguida).
- Mina San Antonio.—*Domita gris con azufre*.—Masa gris, descompuesta, con drusas de azufre.
- Id. . . . .—*Pirita y azufre cristalizados*.—Curiosa formación concrecionada de piritas en una roca traquitica y anfibolifera muy penetrada de productos sulfurados.

#### PUEBLO DE CAIBIRÁN

- Camino á la mina.—*Traquita blanca anfibolifera*.—Masa cristalina blanca, feldespática, con numerosos cristales de anfíbol pardo-verdoso.
- Río Cabibiján. .—*Retinita fajeada*.—Masa compacta en fajas blancas y gris azuladas, con brillo céreo ó resinoso.
- Río Mapulá. . .—*Domita friable*.—Masa verdosa, de estructura fajeada, muy descompuesta.
- Camino á la mina.—*Traquidolerita anfibolifera*.—Masa negruzca, laminar escamosa, con cristales imperfectos de hornablenda y al parecer augíticos.
- Id. . . . .—*Domita ferro-porfidica*.—Masa rojiza, descompuesta y porfidica.
- Id. . . . .—*Domita ferruginosa*.—Masa muy impregnada de hierro pardo.

Además numerosos ejemplares de azufre cristalizado, concrecionado y compacto.

*Azufrales.*—Esas solfataras ó azufrales que hemos mencionado en el último párrafo, son de dos clases: activas ó verdaderos azufrales y apagadas.

Las activas que hoy se conocen están situadas hacia el interior de la cordillera, á una altura generalmente comprendida entre 400 ó 500 metros sobre el nivel del mar, en la parte superior de las cuencas de los ríos Caraycaray, Caibirán y Anás.

La más importante de ellas, la de la cuenca del río de Caraycaray, está enclavada en el paraje llamado *Cajúcao*, en la falda occidental del monte Guinón, en uno de los ramales que dan nacimiento al arroyo Cailjián. Se ve en aquel lugar un espacio elíptico como de 100 metros de largo, completamente desprovisto de vegetación, en el que las rocas se presentan blanqueadas y matizadas de los colores abigarrados producidos por los depósitos y concreciones de diversa naturaleza que allí existen, y en el que se nota desde cierta distancia el olor sulfuroso y sulfhídrico de los fumarales que brotan en varios puntos. En la mayor parte de ellos los gases salen á pequeña tensión del interior de algunas charcas, formadas por las degradaciones del terreno, y sólo se oye el silbido especial que generalmente suelen presentar en dos ó tres, y especialmente en uno en el que la boca forma un verdadero cráter de lodo gris-parduzco y fondo muy profundo y curvo, en el cual se oye el silbido de los vapores con periodos interrumpidos por los borbotones de lodo de cada pequeña erupción, cual si durante ese silbido los gases acumularan la tensión necesaria para producirla.

En otras fumarolas que brotan, fuera de la presencia del agua, entre trozos de rocas menos descompuestas, aunque exteriormente posean la blancura azulada del bianchetto, son más abundantes los depósitos de azufre concrecionado, cristalizado y en polvo semejante á la flor de azufre del comercio; presentándose en los alrededores de todas ellas, como productos secundarios y más ó menos mezclados á los bianquettos ó arcillas kaolinizadas, sulfatos básicos de hierro, alumbres de pluma, óxidos rojo y pardo de hierro, y piritas pálidas y concrecionadas (*esperkissas*) de formación también reciente y muy curiosa, producida por la acción reductiva de un exceso de azufre ó de los restos vegetales que las aguas y el viento arrastran sobre los sulfatos de hierro que primero se forman.

La temperatura de las charcas que manifiestan el hervor de los gases que brotan era de 115° en lo que podía observarse, pues los vapores empañaban el termómetro, ocultando su graduación, y la temperatura y blandura del terreno impedían acercarse mucho á esas lagunillas.

Los azufrales del río Caibirán son principalmente tres calveros análogos al de *Cajúcao*, colocados todos á lo largo y paralelamente al arroyo *Mapulá*, en la parte oriental del monte Guinón opuesta al lugar donde está situado el *Cajúcao*.

Estos tres manchones ó calveros presentan fenómenos y productos semejantes á los que acabamos de indicar, pero con menor temperatura en las fumarolas y por lo tanto con una acción *actual* menos enérgica, aunque con cantidades de azufre tal vez mayores que las que pueden recogerse en *Cajúcao*, si bien los ejemplares cristalizados son en cambio menos frecuentes. Sin embargo, los desgastes producidos en las rocas son aquí más extensos, lo cual parece indicar que estos azufrales sean algo más antiguos que el de la otra falda y estén en el periodo de su decrecimiento ó extinción.

La solfatara situada en la cuenca del río *Anás*, en la falda occidental del monte *Guianasán*, es todavía menos enérgica é importante que la del arroyo *Mapulá*, poseyendo en cambio un carácter mucho más ferruginoso que todas las demás.

*Solfataras extinguidas.*—Además de los verdaderos azufrales ó solfataras activas, existen otras varias extinguidas en el paraje llamado *Guiso del Monte Panamá*, término de Almería; en *Catmón*, término de Naval; en los montes de *Bilirán*, y probablemente también en otros puntos interiores de la isla, cuya fragosidad impida verlos.

El primero está situado en la cuenca del río Bagombog, dentro de su mismo cauce, y se reconoce su antigua existencia por los bianquettos, óxido de hierro y piritas que allí se ven, habiendo desaparecido, como puede suponerse, todas las demás sustancias solubles y el azufre, por lo menos en lo que puede verse al descubierto, probablemente por la facilidad que tiene esta sustancia en oxidarse ó combinarse con otras materias transformándose también en compuestos solubles.

El de Catmón es el único que se presenta muy cerca de la mar y fuera del cauce de ningún arroyo, reconociéndose desde lejos su yacimiento por una depresión circular cratérica, como de 50 metros de diámetro, en cuyas paredes verticales interiores hemos visto, como siempre, los bianquettos y una especie de laterita muy semejante á la que se presenta en los volcanes activos. Tampoco hemos visto en este paraje ningún trozo de azufre.

*Origen de la isla.*—Tanto las solfataras, ya activas, ya apagadas, como principalmente la composición de las rocas que forman la isla de Bilirán, indican indudablemente que en ella la acción volcánica no sólo fué la que la produjo, sino que esa acción se conserva todavía en el interior, á mayor ó menor distancia, manifestándose por las emanaciones de las fumarolas, que deben insinuarse á través de las fracturas ocasionadas por la misma causa.

Una acción exactamente semejante, citada ya en otros escritos, se manifiesta, al S. de la isla de Bilirán, en la cordillera de la de Leite que corresponde al pueblo de Burarén, en rocas igualmente volcánicas; y como, más al S., la cordillera volcánica sigue indicándose en la isla de Panaón y en la cordillera oriental de Sbrigo que termina en el cabo de San Agustín, con algunas manifestaciones volcánicas semejantes ó de aguas termales y sulfurosas, y al N. también se indica por la pequeña isla de Maripipi y otras, hasta enlazarse con el volcán activo de la isla de Luzón llamado el Bulusán, pudiera tal vez deducirse, con bastante fundamento, que la isla de Bilirán forma parte y está situada en una de las fracturas volcánicas que existen indudablemente en el archipiélago. Sin embargo, esta idea sólo podía fundadamente confirmarse con el estudio de todos los demás eslabones de dicha cadena volcánica, exponiéndola nosotros únicamente como probable y verosímil.

*Explotación de las minas.*—La extracción del azufre en la isla de Bilirán se hacía ya hace bastante tiempo, aunque siempre en pequeñas cantidades, recurriendo á ella los naturales en los periodos de sequía ó en los que cualquiera otra causa les impedía dedicarse á sus ocupaciones ordinarias. Hoy día un español, residente en el distrito de Leite, ha solicitado y obtenido todas las solfataras del monte Guinón en dos concesiones situadas en ambas faldas, denominadas respectivamente *Santa Rosalia*, con dos pertenencias en la oriental, término de Caibirán, demarcada en 1879; y *San Antonio* en la occidental, con una sola pertenencia recientemente demarcada, en término de Naval.

En la mina de *Santa Rosalia* es en la única en que hasta ahora se han instalado los camarines y demás dependencias necesarias para hacer la explotación del azufre.

El método que se sigue es bastante primitivo y exactamente igual al que usaban los indios desde hace muchos años y usan todavía en los montes del pueblo de Burarén, del mismo distrito, en la isla de Leite. Consiste en recoger todos los trozos de roca descompuesta que contenga mayor ó menor cantidad de azufre; transportarlos en parihuelas hasta el camarín; someterlos allí á una elección á mano para dividirlos en tres clases; fundir la primera directamente en canas de hierro para reunir el azufre y moldearlo en panes; y fundir también las otras dos, después de haberlas dejado cierto tiempo á la intemperie, para que en cierto modo se laven y aumenten su tenor de azufre, pero mezclándolas con cierta cantidad de aceite de coco que hace reunir más pronto el azufre, impidiendo su oxidación.

Estas últimas operaciones hacen el procedimiento bastante caro, por el precio que llega á tener muchas veces el aceite de coco, y como esta materia no es indispensable para obtener el azufre, creemos que el actual propietario trata de modificarlo, sustituyéndolo con otro semejante al usado en Europa, más económico y más práctico.

De todos modos, en términos generales, la explotación de esta clase de yacimientos de azufre no suele producir grandes cantidades de esa sustancia, como generalmente se cree; y lo prueban las decisivas experiencias hechas en 1846 en las solfataras de Guadalupe (América) por M. Mercier. Este ingeniero construyó sobre una de las fumarolas más activas un aparato de condensación que recogía todo el azufre que pudiera escaparse de ellas, obteniendo, al cabo de veintiseis días, solamente 5<sup>k</sup>,20 de esta sustancia ó séanse 72<sup>k</sup> por año y fumarola.

Compréndese en vista de esto que la cantidad total de azufre que puede obtenerse de cualquier solfatara por enérgica que sea y por multitud de fumarolas que contenga, no puede dar lugar á grandes extracciones, ateniéndose á la producción natural y diaria de esta sustancia; pero en las solfataras que, como las de Bilirán, además del azufre que diariamente se condensa, existe ya bastante cantidad del mismo depositada y concrecionada, puede esperarse que su explotación dé nacimiento á un negocio que siempre será, lo repetimos, de pequeñas proporciones.

No creemos, pues, necesario detallar más las condiciones mineras de estos escasos yacimientos de azufre, cuya importancia industrial es menos considerable que la que tienen bajo el punto de vista del estudio geológico de las manifestaciones volcánicas actuales del archipiélago.

---

## ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARIS

Sesión del día 22 de agosto de 1887

M. J. JANSSEN trata del eclipse del día 19 de agosto último. Es sabido que este eclipse era visible en su totalidad, en la Europa oriental y en el Asia. En Asia, y especialmente en una zona que se extiende cuando menos de Tobolsk á Irkoustk, el fenómeno se presentaba á los astrónomos y á los físicos en las más favorables condiciones. El Sol se hallaba á cierta altura, la totalidad alcanzaba su máximo y las probabilidades de tener un cielo despejado eran también mayores. Desgraciadamente las dificultades de un largo viaje á Siberia han hecho desistir á casi todos los observadores, concentrándose en la Prusia oriental y en la Rusia de Europa.

Pocos fenómenos de esta naturaleza han provocado un concurso de observadores tan eminentes, numerosos y de estudios tan variados. En espectroscopia se debía continuar el estudio de las regiones circumsolares y de la notable capa subcromosférica que da la inversión del espectro solar. La fotografía se debía aplicar casi en todas las estaciones para obtener el espectro ó la imagen de la corona.

La investigación de los planetas intra-mercuriales figuraba también y con razón en el programa. Se recordará que en 1883, en la isla Carolina, dicha investigación nos dió un resultado negativo; es muy probable que las futuras observaciones conducirán á igual resultado; pero es preciso que se efectúen, y creo que la resolución definitiva de la cuestión está reservada á la fotografía.

También se debían efectuar interesantes estudios para obtener una mejor determinación del diámetro solar, y por último, se quería intentar de una manera seria la aplicación de la aeronáutica al estudio de ciertos fenómenos producidos por la ocultación solar.

Desgraciadamente, las noticias que ha recibido M. Janssen, de Prusia oriental, son muy desfavorables para la realización de aquellas observaciones. M. Struve ha teleografiado desde la Rusia de Europa noticias tan poco favorables como las

de Prusia. Ha recibido de M. Stanoiëwitch un telegrama en el que participa que en la estación de Petrowsk ha podido tomar varias fotografías y efectuar algunas observaciones.

Es muy probable que las molestias de tantos observadores eminentes hubiera sido mejor recompensada en las estaciones de Siberia, muy superiores bajo otros puntos de vista. De donde se deduce, una vez más, que la naturaleza sólo revela sus secretos á los que no reparan ante obstáculo alguno para poseerlos.

M. J. BERTRAND presenta una nota sobre el cálculo de probabilidades. Se supone que la elección de uno, entre dos candidatos A y B, está sometida á una votación. El número de votantes es  $\mu$ . A obtiene  $m$  votos y queda elegido, B obtiene  $\mu - m$ . Se desea conocer la probabilidad para que, durante el escrutinio, el número de votos de A no deje de ser superior ni una sola vez á los de su concurrente.

La probabilidad pedida es

$$\frac{2m - \mu}{\mu}$$

La demostración está fundada en la siguiente fórmula que es fácil de evidenciar.

Si  $P_{m,\mu}$  designa el número de combinaciones que, en el escrutinio, son favorables á lo que el problema pide, se tiene:

$$P_{m+1,\mu+1} = P_{m,\mu} + P_{m+1,\mu}$$

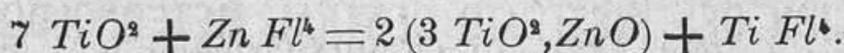
La expresión general de  $P_{m,\mu}$  se deduce de esta fórmula, pero parece verosímil que tan sencillo resultado se pueda demostrar de una manera más directa. Si el número de votantes es 60, es preciso que el candidato elegido obtenga 45 votos para que la probabilidad de conservar la mayoría durante todo el tiempo del escrutinio sea igual á una mitad.

M. MOISÉ LION se ocupa de los medios que se podrían poner en práctica para evitar la colisión de buques. El autor considera que las señales ópticas de gran intensidad son las únicas que ofrecen suficientes garantías de penetración en tiempos de niebla. A bordo de los buques en marcha la señal ó avisador debería consistir en un foco eléctrico, cuya luz fuera proyectada según un haz oblicuo con respecto al horizonte, y movable alrededor de un eje vertical. El autor dice que para aumentar la visibilidad de las señales sería muy ventajoso imprimir á la luz un movimiento oscilatorio.

M. CH. BRAME trata de las modificaciones que experimentan los efectos producidos en un prisma por la luz solar, según la altura del Sol.

M. L. LÉVY dice que se pueden obtener por dos métodos generales los titanatos metálicos: 1.º por la acción del óxido metálico en el ácido titánico, en presencia del cloruro ó del fluoruro; 2.º por la acción en el mismo ácido, de una mezcla de sulfato metálico y de un sulfato alcalino.

El autor se ocupa especialmente en la obtención del trititanato de zinc. La reacción que da origen á este cuerpo, parece ser la siguiente:



El trititanato de zinc se presenta en forma de agujas, es un cuerpo de color gris de acero, un poco violáceo, de densidad 4,92 á 15º, insoluble en el agua, en el alcohol, en el éter; infusible al soplete; el calor lo trasforma, sin pérdida de peso, en una masa verdosa. El hidrógeno al rojo no lo ataca; la mezcla de cloruro y de ácido clorhídrico lo volatiliza en parte; los ácidos sulfúrico, clorhídrico, nítrico diluidos no lo atacan, aun en caliente; el ácido sulfúrico hirviendo lo ataca con dificultad; los álcalis concentrados é hirviendo tampoco lo atacan; el agua oxigenada ácida toma á su contacto la coloración amarilla característica, pero el ataque no es jamás completo.

Sesión del día 29 de agosto de 1887.

M. J. BERTRAND estudia una nueva fórmula para representar la tensión máxima del vapor de agua.

M. E. BARBIER generaliza el problema resuelto por M. Bertrand en la sesión anterior. M. Bertrand halla que si dos candidatos  $A$  y  $B$  han obtenido  $m$  y  $n$  votos en el escrutinio de una votación,

$$\frac{m - n}{m + n}$$

es la probabilidad que, mientras dure el escrutinio, el número de votos de  $A$  no cesará ni una sola vez de ser superior al de su concurrente.

Si el número de votantes es 60 dividido en  $45 + 15$ ,  $\frac{45 - 15}{60} = \frac{1}{2}$  es la probabilidad que el candidato favorecido con los 45 votos conservará la mayoría mientras dure toda la operación del escrutinio.

$\frac{45 - 15p}{60}$  expresa la probabilidad que el candidato que tiene 45 votos reunirá siempre más de  $p$  veces los votos del contrincante mientras dure el escrutinio.

Con mas generalidad si  $a$  y  $b$ , son los votos favorables respectivamente á  $A$  y á  $B$ , la relación de  $\alpha$  á  $\beta$  con respecto al número de votos, conocidos el uno después del otro, se hallará tomando un término medio; ó cuando menos la relación de  $> \frac{\alpha}{\beta}$  á  $< \frac{\alpha}{\beta}$  por término medio en  $(p a - \alpha b)$  escrutinios por  $\beta (a + b)$  votos.

M. CH. DUFOUR dice que el día 19 de agosto de 1887, hacia las 7h30m de la mañana, se formó una tromba en el lago Léman; empujada por el viento sud-oeste, se ha dirigido á la orilla suiza, al punto llamado *au Désaley*, 1 kilómetro al oeste de la estación de Rivaz. En este momento la tromba quedó súbitamente cortada y desapareció.

M. R. GUÉRIN envía una nota relativa al procedimiento que podrá servir para dilucidar la cuestión de la atmósfera de la Luna. El autor hace observar que el movimiento diurno de la Luna, á causa de su movimiento propio, no es igual al de una estrella. De ahí se infiere que, con un movimiento de relojería arreglado conforme la marcha de la Luna, un anteojo fotográfico daría de nuestro satélite un borde limpio, con respecto de una estrella próxima á dicho borde, se tendría un rastro luminoso.

Parece, pues, cierto que por débil que sea la atmósfera de la Luna, en el punto de contacto de los dos astros, las condiciones fotográficas serán distintas, como lo evidenciará el rastro luminoso producido por la imagen de la estrella.

## CREACIÓN DEL INSTITUTO CENTRAL METEOROLÓGICO

### EXPOSICIÓN DEL SR. MINISTRO DE FOMENTO

Señora: Más de un cuarto de siglo hace que en las principales naciones de Europa se halla establecido el servicio de avisos meteorológicos á los puertos y aun á las comarcas agrícolas. En este período de tiempo se han realizado innumerables veces los anuncios enviados á las costas y á los campos, y se cuentan por millares las vidas, buques y cosechas salvados del rigor de los elementos.

Es un hecho perfectamente confirmado por una investigación minuciosa y desapasionada que la proporción entre los anuncios publicados y los cumplidos en los puertos en estos últimos tiempos ha llegado á un 86 por 100, cifra en extremo consoladora y que jus-

tifica plenamente los sacrificios de las naciones que establecieron el sistema de pronósticos tan humanitarios como reproductivos.

Estos satisfactorios resultados, año tras año obtenidos, y que demuestran que no se trata ya de especulaciones y teorías científicas más ó menos fundadas, sino de hechos reales de la vida práctica, ha movido al Gobierno de V. M. á estudiar los medios de organizar en España el servicio de la prognosis meteorológica aplicada á la navegación y á la agricultura.

Los primeros ensayos de la meteorología dinámica se hicieron en Francia; Le Verrier después de luchar con graves inconvenientes, consiguió al fin organizar un sistema que permitía seguir por gran parte de Europa la marcha de las borrascas y anunciar su llegada á los puntos amenazados. Imitaron poco á poco las demás naciones el ejemplo de Francia, y raras son las que en la actualidad no cuentan con una red de estaciones y con un Centro directivo, en el que diariamente se reciben los telegramas del tiempo, que discutidos y estudiados permiten calcular, con grandes probabilidades de acierto, cuáles serán las condiciones atmosféricas para una considerable extensión del país, en el curso de las veinticuatro horas siguientes, trasmitiéndose por telégrafo y con la mayor celeridad á todos los puertos un aviso, que se fija al público, izándose también en astas, señales que indican á los marinos la dirección y fuerza de los vientos que han de reinar probablemente.

Una de las naciones peor situadas en el globo, desde el punto de vista de la prognosis meteorológica, es Inglaterra, por hallarse muy avanzada en el camino que por lo común siguen las tempestades; y, sin embargo, el año próximo pasado fueron sólo tres los temporales que, por iniciarse durante la noche ó por su extremada velocidad de traslación, no pudieron preverse.

En Francia se han extendido los pronósticos á las regiones agrícolas, anunciando los fenómenos meteorológicos que más importancia tienen para el labrador; igual ocurre en Italia, Bélgica, Austria y Suecia; en Inglaterra también se ensaya algo parecido en las épocas de la recolección del heno.

En el Sur de Europa hay tres naciones que carecen de servicio meteorológico aplicado á la previsión del tiempo: Grecia, Turquía y España. Portugal, que está casi tan mal situado como Inglaterra, lo tiene organizado hace años.

El lugar más apropiado para establecer el centro meteorológico es Madrid, por hallarse en comunicación telegráfica múltiple con todas las provincias y equidistar de todas las costas. Parece, á primera vista, que este centro debiera ser el Observatorio Astronómico; pero entre las funciones de este elevado establecimiento científico y las de los pronósticos hay disparidad completa, cosa demostrada por la práctica en los demás países, como Francia, Alemania, Inglaterra, Italia y otros donde habiéndose empezado á desempeñar en los Observatorios Astronómicos, hubo necesidad de fundar Institutos consagrados especialmente á la previsión del tiempo, lo cual exige, además de la regularidad y rapidez en la transmisión telegráfica, la traducción inmediata de los despachos recibidos para hacer la prognosis y remitir diariamente los avisos á los puertos.

El Observatorio Astronómico de San Fernando, con muy plausible celo, ha intentado organizar este servicio, empezando á publicar un *Boletín Meteorológico*; pero además de que las razones expuestas, al tratar del Observatorio de Madrid, hacen indispensable la creación de un centro especial, como San Fernando se halla situado en un extremo de la Península y su comunicación con la mayor parte del territorio no es directa y se encuentra con frecuencia interrumpida, las observaciones que allí se reciben se publican casi siempre con retraso, y es evidente, además, que el *Boletín* que ha de remitirse por el correo, no puede llegar á tiempo, no ya á los puertos del Cantábrico, pero ni siquiera á algunos de los del Mediterráneo tan próximos como Málaga y Almería.

Para llevar á cabo este servicio, bastará por hoy fundar en la capital de la Monarquía un pequeño Instituto de reducido personal, enlazado por un hilo con la Estación Central de Telégrafos, y al que se remitirán los partes de las observaciones meteorológicas que se efectúan actualmente en la Península y en algunas ciudades de Francia é Italia y los nue-

vos que se solicitaren; pues es indudable que habrá que ampliar el número de telegramas extranjeros, recibiendo varios de Inglaterra, el centro de Europa, Argelia y uno de Canarias. Estos telegramas llegarían al Instituto Meteorológico antes de mediodía, se ordenarían y discutirían con toda diligencia; se trazarían los mapas correspondientes, y en las primeras horas de la tarde se expedirían telegráficamente á los puertos los pronósticos del tiempo que probablemente había de reinar en las veinticuatro horas siguientes, enviándose los mapas ó *Boletines* por el correo de la noche.

En tales condiciones, es muy verosímil que, á lo menos, la mitad de las borrascas del Mediterráneo y muchas del Atlántico pudieran pronosticarse al primer año de establecido el servicio, proporción que iría creciendo á medida que el personal del Instituto adquiriese mayor práctica y experiencia.

No quiere esto decir que todos los temporales de las costas puedan ser siempre anunciados, puesto que algunos se forman y descargan de un modo rapidísimo; otros, aunque de lejana procedencia, arriban durante la noche, y los hay de marcha tan incierta, que todavía no ha podido la ciencia descubrir las leyes de sus movimientos.

Más adelante, y cuando el servicio de la prognosis meteorológica marítima se halle funcionando de una manera normal, se ensayará en algunas provincias su aplicación á la agricultura; y según el resultado que se obtenga, se ampliará, si se estima conveniente, el número de estaciones meteorológicas de tercero y cuarto orden, hasta llegar á formar una apretada red que permita abordar el estudio de la meteorología y climatología de la Península, trabajo del cual, como de otros análogos, se ocupará asimismo el Instituto para realizar los altos fines que el Gobierno se propone con su creación.

Por último, la grave responsabilidad que ha de pesar sobre el Director del Instituto, exige que el personal á sus órdenes sea de su confianza absoluta: de aquí la intervención que se le concede en su nombramiento.

Fundado en estas razones, el Ministro que suscribe tiene la honra de someter á la aprobación de V. M. el adjunto proyecto de decreto.

Madrid 14 de Agosto de 1887.—Señora: A los Reales pies de V. M., Carlos Navarro y Rodrigo.

#### REAL DECRETO

De conformidad con lo propuesto por el Ministro de Fomento, de acuerdo con el Consejo de Ministros; en nombre de mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como Reina Regente del Reino,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Se crea en Madrid un Instituto Central Meteorológico que dependerá de la Dirección general de Instrucción pública, y que se ocupará especialmente en calcular y anunciar el tiempo probable á los puertos y capitales de provincia, sin perjuicio de los demás trabajos científicos y prácticos que se le encomienden.

Art. 2.º Para estos fines se transmitirán al Instituto Meteorológico todos los telegramas del tiempo que en la actualidad se reciben de España y del extranjero, los cuales se comunicarán también, como hasta aquí, al Observatorio Astronómico de Madrid, así como los nuevos partes que este servicio exija.

Se tenderá un hilo desde la Estación Central de Telégrafos al Instituto Meteorológico que solo servirá para este efecto. La Dirección general de Telégrafos autorizará la transmisión gratuita de los telegramas aclaratorios que expida ó reciba el Instituto.

Art. 3.º Los nuevos telegramas que para el servicio de éste hayan de recibirse del extranjero, gozarán de las mismas franquicias que los actuales.

Art. 4.º El personal del Instituto Central Meteorológico se compondrá por ahora de

Un Director, con el haber anual de 5.000 pesetas.

Un Ayudante, con el haber anual de 2.500 pesetas.

Un Oficial telegrafista del Cuerpo general.

Un Ordenanza, con el haber anual de 1.000 pesetas.

El cargo de Director se proveerá por oposición libre, con arreglo al programa que publicará oportunamente la Dirección general de Instrucción pública, gozando de los derechos á la inamovilidad del Profesorado público.

Los ejercicios para la oposición serán públicos, y atendiendo á la conveniencia de que para los temporales del próximo invierno se halle ya funcionando el Instituto Meteorológico, tendrán lugar á los dos meses de la publicación del presente decreto.

El Tribunal para juzgar estos ejercicios, constará de:

Un Consejero de Instrucción pública, Presidente.

El Director del Observatorio Astronómico de Madrid.

El Director del Observatorio é Instituto de Marina de San Fernando.

Un Jefe de la Armada.

Un Ingeniero de Caminos encargado de dirigir las obras de un puerto.

Dos personas de notoria competencia científica por sus trabajos meteorológicos.

La redacción del Programa de ejercicios de oposición al cargo de Director del Instituto queda desde luego confiada á una Comisión del anterior Tribunal, compuesta de:

El Director del Observatorio Astronómico de Madrid.

Un Jefe de la Armada, y

Una persona de reconocida competencia por sus estudios en la ciencia Meteorológica.

El Ayudante será nombrado y separado por el Ministro de Fomento, á propuesta del Director del Instituto.

El Telegrafista será nombrado por la Dirección general del ramo.

El Ordenanza lo será, en los mismos términos que el Ayudante, por la Dirección general de Instrucción pública.

Art. 5.º Se consignará siempre en los presupuestos una partida de 10.000 pesetas, por lo menos, para publicaciones, adquisición de libros y demás gastos de material del Instituto Meteorológico.

Art. 6.º Con objeto de disponer lo necesario para la ejecución del presente decreto, especialmente en la parte que exige el concurso de los Ministerios de Marina y Gobernación, se nombrará una Comisión compuesta de:

Un Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

El Director del Observatorio de Madrid.

Un Jefe de la Armada.

Un Jefe de Telégrafos.

Una persona de notoria competencia científica por sus trabajos meteorológicos.

Dado en San Ildefonso á once de Agosto de mil ochocientos ochenta y siete.—María Cristina.—El Ministro de Fomento, Carlos Navarro y Rodrigo.

*Gaceta del 18 de Agosto.*

## CRÓNICA

**Terremotos.**—El día 4 de setiembre se sintió un terremoto en la ciudad de Bonn, situada cerca del Rhin.

**Predicción de terremotos.**—El austríaco Falb, anuncia temblores de tierra más ó menos fuertes para el 17 de este mes, y para los días 2 y 16 de octubre próximo, añadiendo que en esta última fecha es probable que ocurran los más temibles. Otra predicción absurda.

**Estación de Nápoles.**—El naturalista español D. Blas Lázaro ha llegado á Nápoles con objeto de hacer estudios y trabajos en la Estación de Zoología marítima, dirigida por el profesor Dohrn.

**Sobre el encabezamiento de los vinos.**—Leemos en el *Diario de Barcelona*: «Para el certámen científico y literario que se acaba de celebrar en Sitjes, el Dr. D. Bartolomé Robert, presidente de la Real Academia de Medicina de Barcelona, ofreció un

rico premio al mejor trabajo que estudiara si el encabezamiento de los vinos era ó no perjudicial á la salud pública, y en caso de no serlo, que se indicasen los límites dentro de los cuales se podrá permitir la alcoholización. Presentáronse desarrollando aquel tema, de gran oportunidad é interés, doce ó trece memorias, resultando premiada por unanimidad la de D. Rafael Roig y Torres, director del Laboratorio de Análisis del Instituto Agrícola, en cuyo trabajo se estudia la cuestión actual sobre la alcoholización y los alcoholes, que tanto ocupa la atención pública.»

Según tenemos entendido se publicarán dos ó tres ediciones de esta Memoria, una de ellas, por cuenta del Ayuntamiento de la villa de Sitjes, en donde fué muy obsequiado nuestro consocio Sr. Roig y Torres, y felicitado personalmente por el Excmo. Sr. Gobernador civil de la provincia de Barcelona D. Luis Antúnez.—*Rev. del Inst.*

**Bencina inodora.**—Agitando bencina con el óxido de plomo y de sosa, que se prepara disolviendo el óxido de plomo en la sosa cáustica, y rectificándola luego, se obtiene la bencina desprovista de su olor desagradable.

**La electricidad estática en el aire.**—Nahrwold, ocupándose en «Wiedemann's Annalen» de la influencia que ejerce la electricidad de las puntas sobre la materia finamente dividida que existe en el aire, deduce de sus observaciones el hecho verdaderamente curioso de que una corriente eléctrica no electriza el aire, sino á las partículas de polvo que con tanta abundancia flotan en éste.

De aquí se desprende que un aire químicamente puro, al igual que otros muchos gases, no puede adquirir la electricidad estática.

**Tribunal para la cátedra de Astronomía.**—Para constituir el Tribunal de oposiciones á la Cátedra de Astronomía, vacante en la Universidad de Madrid, han sido nombrados: Presidente, Sr. Merelo; Vocales, los Sres. Pujazón, Merino, Leon y Ortíz, Terry y Ribas, Arrillaga y Ventosa.

**Cátedra de Análisis matemática de Sevilla.**—Para completar el Tribunal de oposiciones á la Cátedra de Análisis matemática de Sevilla, han sido nombrados vocales los Sres. Villafañi y Archilla.

**Cátedra de Mineralogía.**—El Ministro de Fomento ha dispuesto que se provea por oposición la Cátedra de Mineralogía y Zoología aplicada á la Farmacia de la Universidad Central.

**Temblor de Tierra.**—El día 7 de setiembre por la noche, se sintió una fuerte trepidación en la Isla de Mallorca (Baleares.)

**El Astrónomo del Vaticano.**—Por disposición de Su Santidad el Papa León XIII, el insigne astrónomo de la Compañía de Jesús, nuestro querido amigo el reverendo Padre Ferrari, discípulo y compañero del famoso jesuita Padre Secchi, recibió el encargo de trasladarse á Moscou para presenciar, junto con otros sabios de todo el mundo, el eclipse total de Sol, visible en aquella ciudad.

**Influencia de los perfumes en la mujer.**—Según parece se han efectuado algunos experimentos con diferentes perfumes para estudiar su influencia en los sentidos y en la moral de la mujer, llegándose á las siguientes conclusiones: el almizcle hace á la mujer amable y sensible; la rosa hace á las niñas altaneras, irascibles y avaras; el geranio da fuerza al carácter y desarrolla noble orgullo; la menta predispone á la piedad y á la devoción; el benjuí conduce á la meditación, á la poesía, á la inconstancia; la violeta desarrolla la picardía y el instinto comercial; la verbena da el gusto artístico; el ambar favorece la poesía y la inspiración; el pachulí aviva el histerismo; el alcanfor da la estupidez; la piel de Rusia predispone á la indolencia y á la molicie; el opoponax conduce á la locura.

---

EL DIRECTOR-PROPIETARIO, **R. Roig y Torres**

---