

MEMORIAS  
DE LA  
COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

I/8-4.12

# MEMORIAS

DE LA

## COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

## ESPAÑA

DESCRIPCIÓN FÍSICA Y GEOLÓGICA

DE LA

## PROVINCIA DE GUIPÚZCOA

POR

D. RAMÓN ADÁN DE YARZA

INGENIERO DEL CUERPO DE MINAS

MADRID

IMPRESA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

Isabel la Católica, 23

1884



*La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

**Artículo 1.º** Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

**Artículo 2.º** Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

**Artículo 4.º** Existirá una Comisión compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

**Artículo 5.º** Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

*(Decreto del Gobierno de la República de 28 de Marzo de 1873.)*

## PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

---

Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro. (*Director.*)

Sr. D. Justo Egozcue y Cia.

Gregorio Esteban de la Reguera. (*Secretario.*)

Daniel de Cortázar.

Joaquín Gonzalo y Tarín.

Pedro Palacios.

Gabriel Puig.

Rafael Sánchez Lozano.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS,  
AGREGADOS Á LA COMISIÓN.

Sr. D. José Jiménez y Frías.

José Maureta.

Ramón Pellico y Molinillo.

Lucas Mallada.

La publicación de estas MEMORIAS está autorizada por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873. por la que se dispuso entre otras cosas:

1.º Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.º Que la Comisión establezca la venta y suscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.º Que la Dirección general proponga oportunamente la suscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.



## PRÓLOGO.

Aunque la provincia de Guipúzcoa no ha sido hasta ahora objeto especial y único de ningún trabajo geológico, no es una comarca virgen en este género de exploraciones; ha sido, por el contrario, visitada en varias épocas por diferentes geólogos y las observaciones por ellos consignadas han de hacer menos difícil nuestra tarea. Prescindiendo de trabajos menos importantes, que pueden verse citados en las eruditas notas bibliográficas del digno Director de la Comisión del Mapa Geológico de España <sup>(1)</sup>, debemos mencionar entre los principales, con relación á la provincia objeto de nuestro estudio, en primer lugar el Mapa Geológico de Francia, obra de los ilustres ingenieros Dufrenoy y Élie de Beaumont, terminado en 1841, y en el cual se comprende una parte de las provincias fronterizas españolas: en ese mapa se señalaron las formaciones geológicas de Guipúzcoa, el granito, el terreno de transición, el triásico, jurásico y cretáceo con algún manchón de ofita; pero los límites que en él se les asignaron distan mucho de la exactitud. En 1859 Mr. de Verneuil, á quien tanto debe la geología de España, recorrió una parte del país vascongado acompañado de los geólogos Collomb y

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España.* — Tomo I.

Triger: su principal objeto en este viaje era encontrar los límites de las formaciones cretácea y numulítica, que como es bien sabido se confundían en el mapa de Dufrenoy y Élie de Beaumont; descubiertos dichos límites en Alava y Navarra, descendieron aquellos geólogos á Guipúzcoa, atravesando el Puerto de San Adrián, cuyo corte geológico trazaron, y regresaron á Francia por Tolosa y San Sebastián. De las cuatro provincias eúskaras, la de Guipúzcoa es la de que se dan menos detalles en la nota en que los viajeros dieron cuenta de sus exploraciones á la Sociedad Geológica de Francia <sup>1</sup>.—En 1876 publicó la Comisión del Mapa Geológico de España, la *Reseña geológica de las provincias Vascongadas*, escrita por D. Amalio Maestre en 1865, y que hasta entonces había permanecido inédita. En el mapa que la acompaña aparecen los límites de las formaciones geológicas de Guipúzcoa con notables diferencias respecto al de Dufrenoy y Élie de Beaumont, al cual se habían atendido en lo tocante á esta provincia Verneuil y sus compañeros. Nuestras observaciones nos han podido convencer de que el mapa del geólogo español se aproxima á la verdad mucho más que el de los geólogos franceses, por lo menos en lo que se refiere á la provincia objeto de nuestro estudio, por más de que tampoco deje de adolecer de algunas inexactitudes propias de la índole de aquel trabajo, en que sólo se pretendió dar un avance acerca de la geología de las tres provincias vascongadas.

Siendo Guipúzcoa parte integrante de la región pirenaica, objeto preferente de las investigaciones de muchos geólogos, muchos han sido los escritos cuya consulta nos ha sido pro-

(1) «Note sur une partie du pays basque espagnol.»—*Bulletin de la Société Géologique de France*.—2.<sup>a</sup> serie. Tomo XVII, 1859 á 1860.

vechosa para el desempeño de nuestra misión, y algunos de ellos tendremos ocasión de citar en el curso de este trabajo.

Cuando ya lo teníamos bosquejado y habíamos presentado á la Comisión el mapa geológico de Guipúzcoa, apareció en el Boletín de la Sociedad Geológica de Francia <sup>1</sup> una nota muy importante suscrita por Mr. Stuart Menteath y que lleva por título: *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre du Guipuzcoa et du Labourd*. En el territorio explorado por este geólogo se comprende la parte oriental de Guipúzcoa, desde la frontera hasta una línea que pasa cerca de Tolosa y Orio. Los límites que en el mapa de Stuart Menteath se señalan á las formaciones geológicas de esta parte de Guipúzcoa difieren algo de los que, en vista de nuestras observaciones, les hemos asignado; pero la lectura de la indicada nota nos ha sido sumamente útil, sobre todo para poder deslindar los distintos sistemas del grupo paleozóico. Para el mismo fin nos han auxiliado también las exploraciones del Sr. Mallada <sup>2</sup> en Navarra.

Provistos de tan valiosos antecedentes, nuestra marcha ha sido más desembarazada. Hemos procurado trazar con la posible exactitud los límites de las distintas formaciones geológicas representadas en la provincia, siendo el resultado obtenido bastante diferente del conocido hasta ahora, como puede comprobarse comparando nuestro mapa con los anteriormente publicados. Hemos bosquejado diferentes cortes geológicos que muestran los variados detalles estratigráficos de esta trastornada región, y proporcionan datos de interés para el estudio de los fenómenos dinámicos que han contri-

(1) 3.<sup>a</sup> serie. Tomo IX, Junio de 1881.

(2) «Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra.»—*Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*.—Tomo IX. Cuaderno 1.<sup>o</sup>

buído á su relieve. Hemos hallado muchos afloramientos, hasta ahora no mencionados, de ofita, roca sobre que tan diversos pareceres existen entre los geólogos. Hemos encontrado algunos fósiles que permiten reconocer la existencia de diferentes pisos del sistema cretáceo, cuyas rocas son las que más extensión ocupan en la provincia, habiendo descubierto también alguna especie nueva; pero reconocemos que la escasez de restos orgánicos nos ha impedido hasta ahora, bien á nuestro pesar, el hacer un deslinde de horizontes tan exacto y detallado como fuera apetecible. Hemos sometido al examen en el microscopio las rocas hipogénicas de la provincia y algunas de las sedimentarias, considerando indispensable este estudio que hoy abre nuevos horizontes á la ciencia. Hemos reunido, por fin, algunas noticias geológicas respecto á los criaderos metalíferos y combustibles minerales, y consignamos en la presente Memoria el fruto de nuestras investigaciones, bien convencidos de que no ofrecemos una obra acabada, sino una colección de datos que acaso puedan ser de provecho en ulteriores estudios.

Plácenos manifestar aquí la gratitud que sentimos hacia nuestro muy apreciado amigo y compañero D. Luis Mariano Vidal, á cuya reconocida competencia hemos acudido más de una vez para aclarar nuestras dudas acerca de los fósiles recogidos en Guipúzcoa, hallando siempre en él la más favorable acogida.

El orden que nos proponemos seguir en nuestro trabajo será el siguiente: Después de una breve reseña topográfica de la provincia y de insertar algunos datos climatológicos sobre la misma, entraremos en el estudio de las formaciones geológicas que en ella tienen representación, comenzando por las sedimentarias y terminando con las hipogénicas, pro-

cediendo en cada una de estas dos divisiones de las más antiguas á las más modernas. Enumeraremos luego sus principales criaderos metalíferos y combustibles fósiles, clasificándolos según su yacimiento, y, por último, después de dar algunas noticias acerca de sus manantiales minero-medicinales, expondremos algunas consideraciones acerca de los movimientos á que ha estado sometido el suelo de Guipúzcoa durante las edades geológicas, y los fenómenos que han contribuído á darle su actual configuración.

**PRIMERA PARTE.**

## DESCRIPCIÓN FÍSICA.

---

### I.

#### SITUACIÓN.—LÍMITES.—EXTENSIÓN.

La provincia de Guipúzcoa está comprendida entre los  $42^{\circ}, 58', 10''$ , y los  $45^{\circ}, 8', 5''$  de latitud Norte, y entre  $1^{\circ}, 56', 47''$  á  $1^{\circ}, 5', 15''$  de longitud Este del meridiano de Madrid.

Sus límites son por el norte el mar Cantábrico, por el este la nación francesa, de la que le separa el río Bidasoa que sirve de frontera entre España y Francia en una longitud de 11 kilómetros, ó sea desde su desembocadura entre Fuenterrabía y Hendaye hasta el puente de Endarlaza, punto en que concurren las jurisdicciones de Francia, Guipúzcoa y el antiguo Reino de Navarra, por cuyo territorio se interna aguas arriba el indicado río. Á partir del puente de Endarlaza la línea divisoria entre Guipúzcoa y Navarra es muy irregular, y tiene una dirección general de NE. á SO. pasando por la elevada cima de la Peña de Aya y las cumbres de los montes de Biandez, siguiendo luego en algún trecho las ondulaciones del río Urumea para elevarse, por los montes de Mandoegui y Vizcoch, hasta las cumbres de la Sierra de Aralar que, orientadas de Este á Oeste, sirven de separación entre ambas provincias, hasta llegar al Puerto de San Adrián, donde comienza la de Álava. Las sierras de Elguea y Arlabán que, aunque no son las más elevadas del país, forman la divisoria de aguas entre el Cantábrico y el Mediterráneo, continúan siendo por el sur

los límites de Guipúzcoa con Álava. El valle de Aramayona, perteneciente hoy á esta última provincia, aunque situado en la vertiente cantábrica, está situado en el confín sudoeste de Guipúzcoa. Por el oeste linda esta provincia con la de Vizcaya, siguiendo una línea dirigida de Sur á Norte y que, haciendo algunas inflexiones, pasa por las alturas de Udala y Urco, llegando al mar Cantábrico en los arenales de Sarrarán.

El territorio así limitado de la provincia de Guipúzcoa, comprende una superficie horizontal de 1.335 kilómetros cuadrados. Es entre todas las de España la de más reducida extensión, aunque no la de menos habitantes.

Su población, según el último censo, es de 174.186 individuos, á cuya cifra corresponde una densidad de 92,41 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo bajo este concepto la tercera de la nación.

## II.

### TOPOGRAFÍA.

El suelo de Guipúzcoa es sumamente quebrado. La Cordillera pirenaica, obedeciendo á una ley formulada con notable claridad y precisión por Mr. de Lapparent, se compone de dos vertientes de pendientes muy desiguales: la vertiente norte, que da frente al mar Cantábrico ó á las llanuras poco elevadas de la Francia meridional, presenta pendientes escarpadas y abruptas, al paso que las faldas meridionales se ligan con declives más suaves á las mesetas y elevados páramos del macizo continental español. Situada la provincia de Guipúzcoa en la vertiente septentrional de esa cordillera, entre sus cumbres y el Océano cantábrico, participa su suelo de todos los rasgos que se acumulan en las partes más abruptas de las regiones montañosas. En las provincias Vascongadas es, sin embargo, donde menores altitudes alcanza la Cordillera pirenaica: los fenómenos dinámicos que han producido su relieve parecen haber obrado aquí con menos energía, y por lo general no han puesto á descubierto en esta comarca las formaciones más antiguas que se ven en las más elevadas cimas del Pirineo. Por lo que se refiere á Guipúzcoa, sólo en su extremo oriental aparecen tales formaciones y las cumbres de la cordillera están en esta provincia constituídas por el sistema cretáceo, no excediendo la más alta de 1.544 metros; pero esto no obsta para que todas las capas de sus formaciones geológicas hayan sufrido grandes trastornos, y para que su topografía, íntimamente ligada á la estratigrafía, ofrezca los más variados detalles, presentándonos un dédalo de montañas, que vistas desde el eje de la cordillera se asemejan, según

la expresión de un escritor, á un mar de gigantescas y encrespadas olas que hubiese quedado petrificado en el instante de su mayor agitación.

Vano sería el intento de describir en detalle cada una de estas eminencias que, como dijo muy bien D. Amalio Maestre en su *Reseña geológica de las provincias vascongadas*, no forman más que una gran montaña surcada por profundos valles. Preferimos dejar para cuando nos ocupemos de las formaciones geológicas la indicación de los rasgos orográficos más notables, pues al explicar los cortes que acompañan á nuestro trabajo tendremos ocasión más oportuna de señalarlos, y por ahora nos limitaremos á dar breve noticia acerca de la hidrografía de la provincia.

La divisoria de aguas entre el Cantábrico y el Mediterráneo forma, como antes hemos dicho, el límite meridional de Guipúzcoa. La Sierra de Aralar, que constituye una parte de esta divisoria, es á la vez el eje de la cordillera y alcanza altitudes de 1.427 metros: su dirección es aproximadamente de E. 15° N. á O. 15° S.; pero al llegar al Puerto de San Adrián la cambia hacia el O.NO. y toma desde aquel punto el nombre de Sierra de Aizgorri, estando situado en ella el punto más elevado de las tres provincias vascongadas (1.544 metros). Las montañas de Aloña y Zaraya son continuación occidental de esta sierra, la cual describe así una curva que vuelve su concavidad hacia el Sur; pero á partir del Puerto de San Adrián no es ya el eje de la misma la divisoria de aguas, sino que ésta aparece constituida por la Sierra de Elguea, situada más al mediodía y de elevación mucho menor (1.154 metros), quedando entre ambas una profunda hondonada, cuyas aguas encuentran salida por las estrechas gargantas de las peñas de Aloña y Zaraya, filtrándose otras por las oquedades de la caliza, que es la roca dominante en aquellos agrestes lugares. En el extremo SO. de la provincia, una depresión de la cordillera forma el Puerto de Arlabán.

De lo expuesto se deduce que la línea divisoria de aguas, comprendida entre el Puerto de Arlabán y el extremo oriental de la Sierra de

Aralar, tiene en conjunto una dirección aproximada de O. á E. Los ríos que nacen á la parte norte de esta divisoria corren en general de Sur á Norte: son éstos el Deva, el Urola y el Oria. Desde la extremidad oriental de la Sierra de Aralar hasta el Puente de Enderlaza, los confluens de Guipúzcoa no siguen ya la divisoria de aguas; los ríos Urumea y Bidasoa nacen en territorio navarro, y el de Oyarzun, de curso muy reducido y comprendido entre aquellos dos, tiene origen en las vertientes septentrionales de la Peña de Aya.

El río Deva nace en el Alto de Arlabán, confín de Guipúzcoa y Álava, á 617 metros de altitud, y riega el valle de Leniz, que forman los tres pueblos de Salinas, Escoriaza y Arechavaleta, llevando en este trayecto una dirección al N.NE., recibiendo los pequeños arroyos que por ambas márgenes se le agregan.

En Mondragón se une al Deva el *Río de Aramajona*, aumentado con los arroyos que descienden de la empinada montaña de Udala. Cuatro kilómetros río abajo, en el punto llamado *San Prudencio*, donde se bifurca la carretera que de Vergara se dirige á Mondragón y Oñate, se une al Deva el *Río Aranzazu*, que pasa por Oñate y tiene su origen entre las sierras de Elguea y Aizgorri, abriéndose paso por la estrecha garganta de Urreyola. Entre Mondragón y Vergara la dirección del Deva es con corta diferencia la misma que en el valle de Leniz, y desde Vergara á Placencia se aproxima al rumbo Norte. En Vergara se le une el río que nace en el Alto de Descarga y pasa por Anzuola.

El valle del Deva, siempre angosto y de rápidas pendientes, se estrecha aún más desde el barrio llamado *Los Mártires*, término de Vergara, en cuyo punto comienza á atravesar un gran macizo ofítico que termina en Elgoibar. Entre esta villa y la de Placencia describe el río una curva muy pronunciada, que vuelve su concavidad hacia el Este. De los arroyos que en este trayecto se le agregan por ambas márgenes, el más caudaloso es el que desemboca en el paraje llamado *Malzaya*, después de pasar por la villa de Eibar. Entre Elgoibar y Mendaro, pasando por Alzola, corre el Deva entre margas y areniscas cretáceas, y el valle es algo menos angosto; pero vuelve de nuevo á

estrecharse en Mendaro, donde comienzan á aparecer grandes masas de calizas compactas, y desde allí hasta muy cerca de su desembocadura se asemeja á un estrecho desfiladero. Entre Elgoibar y el Puerto de Deva la dirección general del río resulta ser aproximadamente al N. 15° E., aunque sus revueltas son muy numerosas y rápidas, y los arroyos que acrecen su caudal en la última parte de su curso son en su mayor parte verdaderas cascadas, que descienden por las abruptas laderas de las montañas calizas que por ambos lados le circundan, mereciendo entre ellos mención especial el *Arroyo Quilimón*, que se le une por la margen derecha en Mendaro y ofrece la particularidad de ser intermitente.

El río Deva es navegable hasta Alzola, ó sea en unos 10 kilómetros á partir de su desembocadura, pero solamente las embarcaciones pequeñas y de fondo plano pueden llegar hasta aquel punto.

No conocemos ningún aforo de este río ni de ningún otro de los de Guipúzcoa, ni sabemos que se hayan determinado con precisión sus pendientes. Teniendo en cuenta que su origen se halla á la altura de 617 metros sobre el nivel del mar, y que su curso mide próximamente unos 45 kilómetros, resulta para su pendiente media la de 0<sup>m</sup>,0159 por metro; pero las pendientes son mucho más fuertes en la parte superior del curso de río, principalmente en el valle de Leniz, y si se considera solamente la parte comprendida entre el mar y la villa de Vergara, cuya altitud es 146 metros, resulta ser la pendiente 0<sup>m</sup>,0048 por metro.

El río UROLA nace en la vertiente septentrional de la Sierra de Aizgorri, de donde desciende con rápidas pendientes pasando por los pueblos de Telleriarte y Legazpia, engrosado con el caudal de varios arroyuelos; recibe más abajo el que desciende del Alto de Descarga, y pasa después entre las villas de Zumarraga y Villarreal, cuyos términos separa. Á partir de este punto el Urola queda encauzado en un valle estrecho, sobre todo cuando las laderas están constituidas por el macizo ofítico, entre Zumarraga y Azcoitia, en cuyo trayecto los arroyos que en él desaguan son verdaderas cascadas.

Al llegar á Azcoitia, la dirección del río, que desde su nacimiento

viene siendo de Sur á Norte, cambia bruscamente hacia el O.NO. como repelida por la elevada montaña de Izarraitz, situada al norte de aquella villa y de la de Azpeitia, corriendo entre una y otra en una pintoresca vega, donde está edificado el célebre Santuario de Loyola.

En Azpeitia se une al Urola el más importante de sus pequeños afluentes, el *Río de Urrestilla ó Ibaiederra*, que pasa por el pueblo de aquel nombre y tiene origen en el Alto de Manduri, al norte de Astigarreta, recibiendo en su curso varios arroyos, de los cuales los más caudalosos son el de *Aratz* y el que baja de Regil por las estribaciones del monte Hernio.

En Azpeitia se abre paso el Urola entre las montañas de Izarraitz y Araunza, volviendo á tomar su rumbo hacia el Norte. Entre Azpeitia y Zumaya, donde el Urola desagua en el mar, los arroyos que se le agregan son de poca importancia, y el más caudaloso de ellos el que se le une por la margen derecha en Aizarnazabal, después de recoger las aguas que corren entre los montes de Erchina, Pagoeta y Gazume.—Desde Cestona hasta el mar describe el río numerosas ondulaciones.

Solamente en tres kilómetros escasos es navegable el Urola; desde su desembocadura hasta la barriada denominada Bedua.

El recorrido de este río se aproxima á 50 kilómetros; sus pendientes son muy rápidas, sobre todo en la parte alta de su curso: desde Zumarraga hasta el mar puede calcularse la pendiente media en 0<sup>m</sup>,01 por metro.

El río ORIA es el de mayor longitud, el más caudaloso de la provincia y el que recibe afluentes de más importancia. Nace en el Puerto de San Adrián y recibe parte de las aguas de la vertiente norte de la Sierra de Aizgorri, pasando por las villas de Cegama y Segura. Más abajo se le agregan los pequeños ríos que nacen en las vertientes septentrionales de la Sierra de Aralar: los principales son el de *Idiazabal*, que al norte de la villa de este nombre desagua en el Oria; el río *Argaunza*, que pasa por Atam y Lazcano y se une al Oria en la villa de Beasain, y el de *Amezqueta* que baña la villa de este nombre y, engrosado con varios arroyos, desemboca junto á la villa de Alegria.—



Aguas arriba de Beasain, se une al Oria el río que baja de Ormaiztegui por Gudugarreta.

Desde su nacimiento hasta la villa de Alegría, la dirección del Oria es de SO. á NE. Los principales pueblos que baña en este trayecto son Cegama, Segura, Beasain, Villafranca, Isasondo, Legorreta, Icazteguieta y Alegría, recibiendo en su curso varios arroyos que descienden por las laderas meridionales de Murumendi y de Hernio.

Junto á Tolosa desagua en el Oria el río *Araxes*, uno de sus más importantes afluentes, que nace en jurisdicción de Navarra y pasa por el pueblo de Lizarza: su rumbo es de SE. á NO. En Tolosa se une también al Oria el río de *Berastegui*, que nace en el valle donde tiene asiento la villa de igual nombre. Corre después el Oria por las villas de Irura y Villabona, recibiendo el caudal de varios arroyos, el más importante de los cuales es el que pasa por la villa de Asteasu y nace en la ladera oriental del monte Hernio.

En la villa de Andoain vierte en el Oria el río *Leizaran*, que tiene origen en territorio navarro y penetra en Guipúzcoa recorriendo un terreno por demás escabroso y agreste, siendo su rumbo de SO. á NE., y desde Andoain hasta Lasarte va aquél encerrado en un valle muy angosto, siendo los arroyos que recibe de escasa longitud y caudal.

La dirección del río, que desde Alegría hasta Lasarte se aproxima á ser de N. á S., cambia bruscamente en el último punto, donde aparece una pequeña vega, y torciendo hacia el Oeste y pasando por Usurbil desemboca en el puerto de Orio.—En esta última parte de su curso recibe el Oria algunos arroyos: por la margen derecha, los que descienden de las laderas meridionales de los montes de Igueldo y Mendizorrotz, que dan frente al Océano, y por la izquierda los que tienen origen en las laderas septentrionales de los montes de Iturrioz y Zarate.—Junto á su desembocadura forma el Oria una pequeña bahía que baña la villa de Orio.

Sólo es navegable el Oria en una longitud de seis kilómetros, desde su desembocadura hasta los astilleros de Aguinaga.

Las pendientes del Oria, muy rápidas en la parte superior de su curso, son, á partir de las inmediaciones de Beasain, más mode-

radas que en los ríos Deva y Urola.—La altitud de Beasain es 162 metros y el recorrido del río desde este punto hasta su desembocadura se aproxima á 45 kilómetros, cuyas cifras dan una pendiente media de 0<sup>m</sup>,0056 por metro.

EL RÍO URUMEA nace en Navarra, aunque cerca de sus límites con Guipúzcoa, y penetra en esta provincia describiendo numerosas revueltas y bajando con rápidas pendientes por un fragoso valle comprendido entre los montes de Adarra y Urdaburu, constituidos en su mayor parte por areniscas y conglomerados triásicos. Desde las inmediaciones del barrio de Fagollaga, ó sea desde donde comienzan las rocas del sistema cretáceo, las pendientes del Urumea son más suaves y permiten la navegación á las gabarras de poco calado y fondo plano.

Entre Hernani y Astigarraga corre el Urumea en una vega que, aunque de corta extensión, es una de las más dilatadas en el montañoso terreno de Guipúzcoa y, describiendo siempre pronunciadas ondulaciones, llega á desaguar en el Océano, bañando por el este á la ciudad de San Sebastián.—La cuenca del Urumea es muy reducida y sus afluentes son arroyos de escaso caudal.

EL RÍO DE OYARZUN, antiguamente llamado *Bertandegui*, el más pequeño de los de Guipúzcoa, se forma con la reunión de varios arroyos y cascadas que se precipitan por la vertiente noroeste de la Peña de Aya y las laderas orientales del monte Urdaburu: pasa cerca de la villa de Oyarzun, baña la de Rentería y desagua en la pintoresca bahía de Pasajes, que por estrecho brazo de mar, abierto entre los montes Jaizquibel y Ulia, comunica con el Océano.—Es el de Oyarzun río muy poco caudaloso y no navegable.

EL RÍO BIDASOA tiene origen en el valle del Baztán, en Navarra, y á partir del puente de Eudarlaza sirve de límite entre Guipúzcoa y Francia.—Desde Eudarlaza hasta las cercanías de Irún y Behobia el valle del Bidasoa es sumamente angosto y el río se abre paso entre rocas graníticas, paleozóicas y triásicas. Al llegar á las cretáceas, que allí alcanzan altitudes poco considerables, se hace más abierto el valle, y entre Irún y Fuenterrabía se presenta una vega, la más ex-

tensa de la provincia, constituida por los aluviones del Bidasoa y regada por diferentes brazos de mar.

Los afluentes del Bidasoa, dentro de Guipúzcoa, se reducen á riachuelos y cascadas que bajan de las laderas septentrionales y orientales de la Peña de Aya y de la vertiente meridional del monte Jaizquibel, que corre paralelo á la costa entre Pasajes y Fuenterrabía.

Es navegable el Bidasoa para embarcaciones de poco calado y fondo plano, en toda la parte de su curso comprendida en la provincia de Guipúzcoa.

La superficie de Guipúzcoa se distribuye entre sus cuencas hidrográficas del modo que expresa aproximadamente el siguiente cuadro:

Cuenca del Deva .....	552	kilómetros cuadrados.
» Urola.....	528	»
» Oria.....	714	»
» Urumea.....	102	»
» Oyarzun.....	77	»
» Bidasoa.....	80	»
Vertientes de las montañas litorales que desaguan directamente en el mar.....	52	»
	<u>1.885</u>	»

Si fijamos la vista en el mapa de la provincia, observaremos que las costas describen un arco que vuelve su concavidad hacia el mar: en el extremo oriental de la provincia se dirige la línea litoral hacia el Nordeste; en el centro está orientada próximamente de Este á Oeste, y en la parte occidental, hacia los confines de Vizcaya, tiende á dirigirse al Noroeste.

Todos los ríos de la provincia guardan en su dirección una relación marcada con esa curvatura de las costas, observándose que corren de Sur á Norte los que desaguan hacia la parte media del litoral, y de Sudeste á Noroeste los que van á desembocar en su extremo

oriental. El río Deva, el más occidental de la provincia, presenta una dirección general hacia el N.NE.

Cuando examinemos las formaciones sedimentarias, veremos que también las direcciones de las capas describen una curva concéntrica con la de la costa, dominando en el oriente de la provincia las de NE. á SO., las de E. á O. en el centro y las de NO. á SE. en su extremo occidental. Más adelante tendremos ocasión de insistir sobre esta especial configuración.

Para complemento de la reseña topográfica de la provincia, insertamos el siguiente

CUADRO de altitudes observadas en la provincia de Guipúzcoa.

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	ROCAS que forman el suelo en los puntos observados.
Cúspides de las principales montañas.		
Auduzmendi.....	610	Calizas cenomanenses.
Aizgorri.....	1344	Idem id.
Burunza.....	464	Idem id.
Hernio.....	1064	Idem id.
Izarraitz.....	891	Idem id.
Jaizquibel.....	543	Areniscas del senonense inferior.
Mendizorrotz.....	319	Idem id.
Monte Adarra.....	679	Pudíngas y areniscas triásicas.
Monte Aloña, al S. de Oñate.....	1302	Calizas cenomanenses.
Monte Arno, en término de Motrico.	628	Idem id.
Monte Artea, en la Sierra de Elguea.	1134	Margas cenomanenses.
Monte Elosua, entre Vergara y Azcoitia.....	723	Ofita.
Monte Inchorta, cerca de Elgueta..	747	Margas cenomanenses.
Monte Irimo, sobre Villarreal.....	898	Ofita.
Monte Izaspi, junto á Villarreal...	972	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Monte Satui, en Legazpia.....	854	Idem id.
Monte Uzturre.....	742	Calizas arcillosas, liásicas.
Monte Zaraya, sobre el valle de Leuz.....	4430	Calizas cenomanenses.
Murugain.....	560	Idem id.

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	ROCAS que forman el suelo en los puntos observados.
Murumendi .....	894	Calizas arcillosas, liásicas.
Peña de Aya .....	835	Granito.
Pico Achu, en la Sierra de Aralar.	638	Calizas cenomanenses.
Pico de Irumugarrieta, en la Sierra de Aralar .....	* 1127	Idem id.
Pico de Larunari, entre Abaun y Amezqueta .....	1124	Idem id.
Udalaitz ó Peña de Udala .....	1067	Idem id.
Poblaciones.		
Andoain, interior de la Iglesia Parroquial .....	69,78	Calizas arcillosas, liásicas.
Arechavaleta .....	235	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Azeoitia, Casa Consistorial .....	* 114,06	Margas cenomanenses.
Azpeitia, Casa Consistorial .....	* 83,65	Idem id.
Beasain .....	162	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Eibar, interior de la Casa Real .....	* 116,72	Margas cenomanenses.
Eibar, pórtico de la ermita de Nuestra Señora de Artaín .....	400,21	Idem id.
Elgoibar, Casa Consistorial .....	43,51	Idem id.
Elgueta .....	429	Idem id.
Goyaz, interior de la Iglesia Parroquial .....	* 321,56	Calizas cenomanenses.
Irún, interior de la Casa Consistorial .....	20	Margas cenomanenses.
Lasarte, Iglesia Parroquial .....	* 20,75	Idem id.
Mondragón .....	211	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Oñate .....	241	Rocas pizarreñas y areniscas del cretáceo inferior.
Ormaiztegui .....	201	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Rentería, fuente á la entrada del pueblo .....	* 4,21	Margas cenomanenses.
Rentería, interior de la Casa Consistorial .....	* 5,45	Idem id.
San Sebastián, interior de la Casa Consistorial .....	* 7,96	Aluvión cuaternario.
San Sebastián, puerta del estanco en el barrio de La Antigua .....	* 8,98	Idem id.
Tolosa, Iglesia de San Francisco .....	* 76,03	Calizas arcillosas, liásicas.
Usurbil .....	13	Margas cenomanenses.
Vergara .....	146	Margas cenomanenses y ófita.
Vidania, depósito de leña de Don Andrés Jáuregui .....	* 508,70	Calizas cenomanenses.
Zumarraga .....	359	Rocas pizarreñas y areniscas del cretáceo inferior.

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	ROCAS que forman el suelo en los puntos observados.
Puentes y otros puntos más ó menos notables.		
Alto de Campauzar, en la carretera de Elorrio á Mondragón .....	459	Calizas cenomanenses.
Alto de Descarga, en la carretera de Vergara á Zumarraga .....	488	Rocas pizarreñas y areniscas del cretáceo inferior.
Alto de la carretera, entre Elorrio y Elgueta .....	446	Margas cenomanenses.
Bañeario de Santa Agueda .....	233	Calizas cenomanenses.
Faro de Igeldo .....	181	Areniscas del cenomense inferior.
Otzaurte, apeadero del ferro-carril del Norte .....	614	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Puente de Behobia, pabellón de la izquierda .....	* 5,25	Aluvión cuaternario.
Puente de Enderlaza .....	* 17,71	Granito.
Puente de Santa Catalina, en San Sebastián .....	8,62	Aluvión cuaternario.
Puente de Santa Clara, en Rentería .....	6,56	Margas cenomanenses.
Puente de Laudita, en Azpeitia .....	* 190,03	Idem id.
Puente Nuevo sobre el Leizarán, en Andoain .....	46,52	Calizas arcillosas, liásicas.
Puente sobre el Oria, en Tolosa .....	75,07	Idem id. id.
Puerto de Arlabán, nacimiento del río Deva .....	617	Rocas pizarreñas del cretáceo inferior.
Túnel de Oazurza .....	343	Idem id.

NOTA. Las altitudes acompañadas de un asterisco se han determinado por el Instituto geográfico y, referidas al nivel medio del Mediterráneo en Alicante, pueden considerarse como exactas.—De las otras, unas se han tomado de los mapas de Coello y de Olazabal, haciendo en las del último las correspondientes reducciones; algunas, de los perfiles del Ferro-carril del Norte, y las restantes se han deducido de las observaciones practicadas con un barómetro aneroides en nuestras excursiones por la provincia.

## III.

## CLIMATOLOGÍA.

Para apreciar con exactitud el clima de Guipúzcoa serían necesarios más datos de los que poseemos, que aunque bastante completos relativamente á San Sebastián, gracias á la inteligencia con que se dirigen las observaciones meteorológicas por el digno Profesor de física del Instituto, D. Paulino Caballero, el cual galantemente nos ha proporcionado un resumen de las correspondientes á los últimos siete años, faltan en absoluto las que se refieren á las regiones elevadas de la provincia, y que serían de mucho interés.

Bajo el punto de vista climatológico, conviene distinguir en Guipúzcoa la costa, los valles y las cumbres de las montañas, particularmente de las más elevadas que limitan la provincia por el sur.

Conocida es la influencia reguladora que ejerce el Océano sobre la temperatura de las costas. En la de Guipúzcoa las oscilaciones termométricas son menores que en los valles, aunque en la temperatura media del año apenas resulte sensible la diferencia, como puede comprobarse comparando las de San Sebastián y Vergara en los cuadros que más abajo estampamos.

El clima de la costa puede calificarse de templado y lluvioso: la nieve cae pocas veces y nunca se mantiene más de uno ó dos días; prosperan los naranjos y limoneros al abrigo de los vientos del Norte; el termómetro desciende raras veces de 1 á 2 grados bajo 0, y si bien en los días más calurosos del verano, cuando reina el viento Sur, sube hasta 53° C., esta temperatura nunca se mantiene dos días se-

guidos, formándose generalmente una tempestad local que refresca la atmósfera.

En los valles desciende el termómetro las noches de invierno bastante más que en la costa, y en el verano se deja sentir el calor con más intensidad, sobre todo en aquellas partes en que no llega la brisa del mar, como son las situadas al sur de las montañas de Izarraitz, Hernio y Burunza.

En las cumbres de las sierras de Aralar y Aizgorri persiste la nieve casi todos los años hasta la primavera.

Las temperaturas medias de los meses de Agosto y Enero, que son las que se suelen tomar en consideración para el trazado de las líneas *isóteras é isoquimenas*, sólo difieren en San Sebastián en 12 grados centígrados.

Por término medio llueve en San Sebastián 157 días del año. La altura de agua llovida en los últimos siete años presenta variaciones bastante notables, según indica el adjunto estado:

Año 1878.....	1.659,6	milímetros.
» 1879.....	1.712,5	»
» 1880.....	1.126,5	»
» 1881.....	1.220,0	»
» 1882.....	1.513,5	»
» 1885.....	1.515,2	»
» 1884.....	1.214,7	»
Promedio.....	<u>1.425,3</u>	»

El viento que más días del año reina en Guipúzcoa es el NO. En el invierno son frecuentes los del SE., S. y SO., lo que se explica por ser la temperatura mayor en las costas septentrionales que en el interior de la Península. Los vientos que de estos rumbos proceden no llegan á Guipúzcoa sino después de haber salvado varias cordilleras y elevadas mesetas, donde han dejado en forma de lluvia la mayor parte del vapor acuoso que arrastraban: sabido es, en efecto, que si



una masa de aire cargada de humedad viene á chocar contra un macizo montuoso, tiene que elevarse para franquearlo; que en esta ascensión se dilata, y que por solo este hecho, en virtud de las leyes de la termodinámica, su temperatura desciende, independientemente del efecto que en igual sentido ejerce el encuentro de capas de aire más frío. Ese descenso de temperatura tiene por consecuencia el aumento en la cantidad de lluvia, y así se explica esa atracción que las montañas ejercen sobre la humedad de las corrientes atmosféricas, observándose muchas veces que los vientos lluviosos en una de sus vertientes pasan á la otra secos y con una temperatura más elevada, que es debida á haber quedado libre el calórico latente propio del vapor acuoso. Por eso los vientos del Sur suelen ser en Guipúzcoa secos y cálidos, y hacen que la temperatura de muchos días del invierno sea relativamente muy elevada.

En el verano sucede lo inverso: la temperatura en el centro de la Península es más elevada que en la costa cantábrica y, por efecto del desequilibrio consiguiente, corre el aire del mar hacia el interior, dominando por lo tanto en la última los vientos del primero y cuarto cuadrante, con los cuales la temperatura nunca es excesiva.

En los días de la estación calurosa se nota con bastante constancia la brisa del mar, debida al desequilibrio producido por la mayor acción calorífica que los rayos solares ejercen sobre la tierra que sobre el mar. Comienza generalmente á hacerse perceptible esta brisa de nueve á diez de la mañana y suele llegar á puntos bastante distantes del litoral, cuando no encuentra montañas elevadas que se opongan á su paso. Por las noches es, al contrario, menor la temperatura de la tierra que la del mar, á causa de ser en aquella mayor la radiación, siendo consecuencia de esto la brisa ó viento llamado *terral*, que sopla de la tierra hacia el mar y suele ser frecuente en la costa.

Aparte de estas causas locales á que obedecen los movimientos de la atmósfera en la región que estudiamos, están sujetos á las variaciones que afectan á grandes porciones del globo, cuyas leyes no han comenzado á conocerse hasta que las observaciones meteorológi-

cas han dejado de hacerse aisladamente. La organización que, de algún tiempo á esta parte, se ha dado á los servicios meteorológicos en las naciones más adelantadas permite conocer á una hora dada el estado de la atmósfera en una gran parte del globo y prever hasta cierto punto sus movimientos.

«Es ciertamente cosa singular, dice uno de los más distinguidos físicos de la época, que el hombre haya podido medir, á través de inmensos espacios, la trayectoria de los astros y la ley de su marcha silenciosa, y que en el estudio de esta pequeña atmósfera que le toca tan de cerca, que lo baña por todas partes, que puede, por decirlo así, cogerla toda entera en sus manos, esté todavía en los primeros pasos (1).»

Á estos primeros pasos ha contribuido sobre todo el conocimiento de las leyes á que obedecen los ciclones y anticiclones, que dominan toda la meteorología, acerca de las cuales hemos de decir siquiera breves palabras como fundamento para su aplicación á la región guipuzcoana.

Todos los grandes movimientos atmosféricos corresponden á dos estados diferentes, ó por mejor decir opuestos en la distribución de las líneas isóbaras: el régimen ciclónico y el anticiclónico. En el primero las presiones barométricas van aumentando, á partir de un centro en que se mantienen por lo regular bajas; en el segundo, por el contrario, las presiones son elevadas en el centro y disminuyen hacia los bordes. Empleando un símil usado antes de ahora, podemos decir que el ciclón corresponde á un cráter y el anticiclón á una elevada montaña en la atmósfera. Tanto los ciclones como los anticiclones están animados de un movimiento de traslación y otro de rotación: en virtud del primero se desaloja su centro, describiendo generalmente arcos parabólicos y este movimiento es mucho más rápido en los ciclones, en que está comprendido entre 15 y 45 kilómetros por hora, que en los anticiclones, en que suele á menudo ser

(1) P. Van Fricht: *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*: 1880. Página 196.

muy lento. El movimiento giratorio se verifica de opuesto modo en los ciclones y anticiclones, y para cada uno de estos estados varia del uno al otro hemisferio. En el nuestro gira el aire en los ciclones en sentido opuesto al de las agujas de un reloj y siguiendo una marcha aproximadamente paralela á las isóbaras; ó, enunciando esta ley de otra manera, se puede decir que, volviendo la espalda al viento, las presiones barométricas disminuyen hacia la izquierda del observado y van en aumento hacia su derecha. En los anticiclones sucede lo inverso.—Tales son las leyes descubiertas por el ingeniero holandés Buys-Ballot, cuyo nombre llevan.

En cuanto al movimiento de traslación de los ciclones, se puede decir en general que, después de nacer entre el ecuador y los trópicos, marchan hacia el O.; dejando las costas de la América del Sur van á chocar contra la Florida, se repliegan hacia el E., y marchan directamente sobre la Irlanda, Escocia y el extremo NO. de Francia, continuando luego su progresión del O. al NE. á través de la Europa. El diámetro inicial de los ciclones varia de 250 á 400 kilómetros, y alcanza al fin de su carrera 1.500 ó 2.000 kilómetros.

Resulta por lo que antecede, que aunque la provincia de Guipúzcoa dista bastante de la trayectoria descrita por el centro de los ciclones que nacen en las regiones tropicales, dado el diámetro que estos llegan á tener, alcanzan también aquí sus efectos, debiendo agregarse que la práctica, de acuerdo con la teoría, enseña que en el hemisferio boreal tienen siempre los vientos mayor violencia á la derecha, como en nuestro caso acontece, que á la izquierda de la trayectoria del ciclón.

Cuando uno de estos se aproxima, como el centro de depresión se halla hacia el Oeste, el viento comienza á soplar con violencia del Sur, según la ley antes enunciada; y á medida que el ciclón avanza en su dirección al Nordeste, el viento va soplando del Sudoeste, del Oeste y del Noroeste, siendo los de estos dos últimos rumbos los que más cantidad de agua descargan en Guipúzcoa, y los que más intensamente agitan el mar Cantábrico.

Apenas hay ejemplo, dice M. Marié-Davy, de que un ciclón haya

abordado la Europa sin producir lluvia, y de que sobrevenga una lluvia sin ligarse á la existencia de un ciclón. Pero á estos movimientos primordiales de la atmósfera se vienen á agregar otros movimientos secundarios; á los ciclones nacidos en las regiones tropicales se sobrepone ciclones nacidos en Europa, lo que es una causa de nuevas complicaciones.

He aquí ahora los estados que resumen las observaciones meteorológicas hechas en San Sebastián y Vergara:

## RESUMEN de las observaciones meteorológicas hechas en el Instituto de

San Sebastián, desde 1.º de Enero de 1878 á 31 de Diciembre de 1884.

	BARÓMETRO.					TERMÓMETROS. CENTÍGRADOS.							PSICRÓMETRO.				
	Altura media. mm.	Promedio de las alturas máximas. mm.	Promedio de las alturas mínimas. mm.	Altura máxima absoluta. mm.	Altura mínima absoluta. mm.	Temperatura media $\frac{1}{2}(T+t)$ .	Oscilación. $T-t$ .	MÁXIMAS.			MÍNIMAS.			Máxima absoluta.	Mínima absoluta.	Humedad relativa media.	Tensión media.
								Sol.	Sombra. $T$ .	Diferencia.	Sombra. $t$ .	Reflector.	Diferencia.				
Enero.....	765,26	776,80	750,78	781,13	736,43	8,67	7,9	43,5	12,5	3	4,6	3,7	0,9	22,6	- 4,6	71,8	6,3
Febrero.....	762,97	773,37	750,21	780,97	744,49	10,94	7,5	18,3	14,6	37	7,1	5,8	1,3	23,5	- 1,2	66,9	6,7
Marzo.....	761,64	773,37	745,67	778,42	738,40	10,98	7,4	19,5	14,7	4,8	7,3	5,9	1,4	25,6	- 2,0	68,3	7,4
Abril.....	756,21	768,04	747,14	771,47	740,10	12,58	6,9	21,0	16	5	9,1	7,8	1,3	27,5	2,7	71,4	8,3
Mayo.....	761,30	770,44	752,35	772,06	748,50	14,27	7,4	24,2	18,3	5,9	10,9	9,6	1,3	33,2	4,0	69,4	10,2
Junio.....	762,13	769,63	752,38	771,73	751,21	16,85	6,7	26	20,4	5,9	13,7	12,1	1,6	30,8	7,4	73,2	11,8
Julio.....	762,47	768,60	755,47	772,23	752,94	19,40	7,0	28,9	22,9	6,0	15,9	14,7	1,2	38,8	8,6	72,1	13,1
Agosto.....	761,46	767,58	754,70	769,78	751,39	20,67	7,9	30,2	24,5	5,7	16,6	15,4	1,2	38,6	9,7	72,6	14,2
Setiembre.....	761,84	766,37	752,04	770,80	756,43	18,35	7,9	27,6	22,3	5,3	14,4	13,1	1,3	34,4	7,6	72,5	12,1
Octubre.....	761,24	770,43	748,84	773,72	739,30	15,51	7,6	23,1	19,3	3,8	11,7	10,5	1,2	31,3	1,9	70,3	9,6
Noviembre.....	762,93	773,17	749,88	776,34	744,05	11,64	7,2	18,2	15,3	2,9	8,1	6,8	1,3	27,7	- 1,9	71,4	7,5
Diciembre.....	763,85	773,88	748,59	778,90	738,80	8,57	6,9	14,5	12,0	2,5	5,1	3,9	1,2	30,9	- 5,2	74,2	6,3
Primavera.....	759,72	770,61	748,39	778,42	738,40	12,60	7,2	21,6	16,3	5,3	9,1	7,7	1,4	33,2	- 2,0	69,8	8,6
Verano.....	762,02	768,60	754,48	772,23	751,21	18,97	7,2	28,5	22,6	5,9	15,4	14,1	1,3	38,8	- 7,4	72,6	13,0
Otoño.....	762,00	773,66	750,25	776,34	739,30	15,47	7,5	23,0	18,9	4,1	11,4	10,7	1,3	34,4	- 1,9	71,4	9,7
Invierno.....	764,01	774,68	749,86	781,13	736,43	9,26	7,4	16,1	13,0	3,1	5,6	4,5	1,1	23,5	- 5,2	71,0	6,4
Año.....	761,94	778,82	740,56	781,13	736,43	14,00	7,3	22,3	17,7	5,3	10,4	9,1	1,3	38,8	- 5,2	71,2	9,4

NOTA. En la primavera se comprenden los meses de Marzo, Abril y Mayo; en el veraño los de Junio, Julio y Agosto; en el otoño los de Setiembre, Octubre y Noviembre, y en el invierno los de Diciembre, Enero y Febrero.

no los de Junio, Julio y Agosto; en el otoño los de Setiembre, Octubre y Noviembre, y en el

## RESUMEN de las observaciones meteorológicas hechas en el Instituto

	ANEMÓMETRO.											
	DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS.								FUERZA APROXIMADA.			
	Días de								Días de			
	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.	Calma	Brisa.	Viento.	Viento fuerte
Enero.....	3,3	5,3	3,1	5,6	6,1	2,4	0,6	4,6	21,7	6,3	2	1
Febrero....	4	2	3	3,2	7	3,1	1	5	16	6,6	4,3	1,4
Marzo.....	8,6	2,7	0,7	2	4,5	2	2,7	7,8	17,5	9,5	2,5	1,5
Abril.....	5,4	1,4	0,2	1	5	3	2	12	15,2	10,7	2,8	1,3
Mayo.....	8,7	2	0,8	1,4	1,6	1,6	3,5	11,4	16,5	12,2	1,4	0,9
Junio.....	9	1,3	0,4	0,5	1,6	1,4	2,6	13,2	19	8	2	1
Julio.....	10	1,4	0,6	0,7	1	0,8	3,9	12,6	19	10	1,5	0,5
Agosto....	9,7	1,6	0,2	1,2	1	0,8	3	13,5	23	6,8	1	0,2
Setiembre.	7,2	4,7	1,2	2,3	2,8	2,1	2	10,7	20,4	7	1,8	0,8
Octubre...	7	2,2	2	2,8	3,9	2,4	2	6,7	19,8	8,3	2	0,9
Noviembre	3,5	2,5	1,7	4,2	8,6	3	1,5	5	18,1	7	2,7	2,2
Diciembre.	2,3	3	3,5	7,4	6	2,8	1,5	4,5	19,7	6,3	3,5	1,5
Primavera.	22,7	6,1	1,7	4,4	11,1	6,6	8,2	31,2	49,2	32,4	6,7	3,7
Verano....	28,7	4,3	1,2	2,4	3,6	3,0	9,5	39,3	61	24,8	4,5	1,7
Ototo.....	17,7	6,4	4,9	9,3	17,3	7,5	5,5	22,4	58,3	22,3	6,5	3,9
Invierno...	9,6	10,3	9,5	16,2	19	8,2	3,1	14,1	57,4	19,2	9,8	3,9
Año.....	78,6	27,1	17,3	32,3	51,0	25,3	26,3	107,0	225,9	98,7	27,5	13,2

## de San Sebastián, desde 1.º de Enero de 1878 á 31 de Diciembre de 1884.

Kilómetros recorridos por el viento.	Velocidad máxima en un día. — Kilóms.	ESTADO GENERAL DE LA ATMÓSFERA.							PLUVIÓMETRO.		ATMÓMETRO.
		Días							Altura de agua llovida en milímetros.	Lluvia máxima en un día en milímetros.	Evaporación media en milímetros.
		Despejados.	Nubosos.	Cubiertos.	De lluvia	De niebla	De nieve.	De tempestad			
3.867	832	8	10	13	17,7	0,8	0,7	0,4	97,7	55,5	2,29
6.497	705	4	9	15,3	10,6	0,8	0,7	1,4	112,6	47,8	3,30
6.214	654	5,4	10	15,6	11,6	2,6	1,1	0,6	86,5	43,9	3,24
6.642	724	1,7	8,3	20	15	0,7	0	1,4	155,2	35,8	4,13
6.096	702	5	9	17	14,2	0,7	0	2,1	119,6	48,5	4,74
5.617	650	3	10,4	16,6	14	1	0	3,6	101,5	55,8	4,81
5.070	585	8	11,5	11,5	12,3	0,3	0	2,3	62,5	27	4,86
4.572	391	7,3	11,3	12,4	11,3	0,1	0	3,7	70,6	50,2	4,84
5.040	463	5	10	15	11,1	1	0	3	433	91,1	4,09
5.712	734	4,3	10,3	16,4	14	1,5	0,1	1,3	157	68,5	3,71
5.858	783	6,2	8,6	15,2	13	1,3	0	1,7	169,8	38	3,10
6.000	940	6,1	6,6	18,3	12,6	1,3	0,5	1,6	137,4	35,7	2,31
19.882	724	12,1	27,3	52,6	40,8	4	1,1	4,1	361,3	48,5	4,04
15.259	585	18,3	33,2	40,5	37,6	1,4	0	9,6	231,6	55,8	4,64
16.610	783	15,5	28,9	46,6	38,1	3,8	0,1	6	480,2	91,1	3,63
18.364	940	18,1	25,6	46,6	40,9	2,9	1,9	3,4	347,7	55,5	2,63
70.115	940	64	11,5	186,3	157,4	12,1	3,1	23,1	1123,8	91,1	3,73



## RESUMEN de observaciones meteorológicas hechas en el Colegio de Vergara.

	TEMPERATURA MEDIA.					Temperatura máxima observada.	Temperatura mínima observada.	ALTURA DE AGUA LLOVIDA. <i>mm.</i>					DÍAS DE LLUVIA.					
	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.			Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.	
1867.....	9,3	14,4	19,4	13,1	14	39,1	—	9,1	248	296	351	288	1183	34	35	47	42	178
1868.....	6,4	13,3	20,3	14,2	13,5	38,6	—	3,9	374,4	238,3	185	327	1524,7	43	42	34	33	172
1869.....	10,9	12,9	20,8	14,7	14,7	41,4	—	1	271,9	835,2	162	261,7	1530,8	45	63	34	44	186
1870.....	6,9	12,9	20,7	15,4	14	43,0	—	8,9	406,5	185,4	154	216,2	964,8	42	35	30	36	143
Término medio.	8,32	13,4	20,3	14,3	14	40,2	—	5,7	375,2	388,6	213	323,2	1300	44	49	36	44	170

IV.  
SEISMOLOGÍA.

Sólo porque su omisión no se atribuyera á olvido encabezamos este artículo, pues por lo demás apenas pueden registrarse noticias referentes á temblores de tierra ocurridos en nuestra provincia; lo cual nada tiene, en cierto modo, de sorprendente si se considera que esta, por su situación geográfica, no corresponde á ninguna región sísmica notable.

Es, sin embargo, extraño, que ni siquiera el célebre terremoto de Lisboa del año 1755, cuyos efectos se extendieron por una área tan enorme, haya dejado recuerdo en Guipúzcoa, y respecto á otros fenómenos análogos acaecidos en más remotos tiempos únicamente hemos podido encontrar la noticia siguiente, que textualmente copiamos del *Compendio historial* (1) que en el siglo XVII escribía el Doctor Isasti: «El año de 1592 á 51 de Octubre, y el otro día siguiente 1.º de Noviembre, tembló la tierra por toda la costa de Guipúzcoa hasta Francia, por espacio de un credo; y lo mismo una mañana á 1.º de Diciembre de 1605 de la manera que hacían ruido las camas y las sillas, que causaron espanto; y por ser cosa tan extraña en aquella tierra puse por memoria. Fueron avisos de Dios para que se enmendase la gente.»

Ya en nuestros días, algunas personas recuerdan vagamente haber notado en ocasiones ligerísimas oscilaciones del suelo; pero no me ha sido posible averiguar la fecha cierta de ninguna de ellas, ni la intensidad con que se manifestaran.

(1) Libro I, capítulo XXIV.

SEGUNDA PARTE.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

### I.

#### ROCAS SEDIMENTARIAS.

##### SERIE PRIMARIA.

Muy limitada es en Guipúzcoa la región que las rocas paleozóicas ocupan, pues solo aparecen hacia el extremo oriental de la provincia, en sus límites con la de Navarra y el territorio francés, formando un manchón muy irregular. Considerándolo de E. á O., se le ve primero comprendido entre el macizo granítico de la Peña de Aya, que á su vez ofrece muy sinuosos contornos, y las rocas triásicas; más al oeste presenta mayor anchura y aparece en contacto con el cretáceo, á consecuencia de una falla, y vuelve después á colocarse bajo el Triás. El grupo paleozóico, así limitado, constituye, en parte de los términos municipales de Irún, Oyarzun y Rentería, un suelo muy quebrado, al cual los colores, generalmente oscuros, de sus rocas comunican un aspecto sombrío, contribuyendo también á ello el ser esta región la menos habitada y cultivada de la provincia.

Todos los geólogos que han intentado el estudio del grupo paleozóico en la región pirenaica han tropezado con la dificultad de delimitar sus diferentes sistemas. Esta dificultad aumenta en Guipúzcoa, donde no nos ha sido dado hallar fósiles determinables, y sólo por analogías petrográficas y por los datos que nos suministran los trabajos de otros geólogos en regiones limítrofes, principalmente los

de los Sres. Mallada y Stuart-Menteth, podemos establecer tres divisiones cuyos límites en consecuencia, no pueden menos de adolecer de alguna arbitrariedad. En la primera comprendemos, sin que por ahora nos sea posible separar uno de otro, los sistemas cambriano y siluriano; en la segunda el devoniano, y en la tercera el carbonífero.

#### SISTEMAS CAMBRIANO Y SILURIANO.

La mayor parte de las rocas paleozóicas, cuyos límites dejamos apuntados y pueden apreciarse mejor examinando nuestro mapa, corresponden á esta división y son generalmente pizarras arcillosas, de colores oscuros, grises ó violáceos, las cuales se presentan rodeando el macizo granítico de la Peña de Aya, y se extienden por sus estribaciones septentrionales y occidentales. El granito, que forma la cúspide de dicha montaña, presenta una prolongación irregular hacia el NE., estrechando allí la faja *cambrio-siluriana*, cuyas rocas ocupan un espacio limitado al sur por una línea muy sinuosa; pero hacia el oeste de la mencionada Peña adquiere ya más amplitud, formando los montes de Arechulegui, Adula, Malmazar y el Puerto de Biandiz, en el confin de Navarra y Guipúzcoa.

Aunque muy variable la dirección de las pizarras de que hablamos, tiende en su conjunto á arrumbarse al Nordeste, y asimismo la inclinación cambia con mucha frecuencia, sobre todo en la sinuosa zona de contacto con el macizo granítico. En los cortes geológicos que en la Lámina II van señalados con los números 1, 2 y 5, aparece representada la posición que ocupan las rocas cambrio-silurianas.

EN EL PRIMERO, trazado desde la cúspide de la Peña de Aya hasta el mar, atravesando el cabo Iguer, prolongación del monte Jaizquibel, se las ve con muchas inflexiones entre las prolongaciones de la masa granítica, para adquirir después un buzamiento al Noroeste y venir á colocarse casi verticalmente contra otras rocas más modernas de la misma serie primaria. Las sinuosidades del granito hacen que en el corte, que sigue la línea recta entre los puntos indicados, tanto

esa misma roca como las pizarras aparezcan con soluciones de continuidad.

EN EL CORTE N.º 2, trazado también desde el macizo granítico de Aya al monte Jaizquibel, pero más al oeste que el anterior, las pizarras aparecen con buzamiento general hacia el Noroeste, á pesar de sus numerosas inflexiones; mientras que en el N.º 5, dirigido desde el confin de la provincia, en el monte Malmazar, al oeste de la Peña de Aya, hasta el mar, á través del monte Ulía, se las ve, por el contrario, con marcada tendencia á buzarse al Sudeste y limitadas al Noroeste por rocas del sistema cretáceo, con las que aparecen en contacto anormal.

Á causa de los innumerables pliegues en que sus rocas se doblan, imposibles de seguir muchas veces, ya por lo escabroso del suelo, ya por hallarse éste cubierto de tierra y vegetación muy tupida, no es fácil determinar el espesor que la división cambrio-siluriana alcanza en Guipúzcoa; pero desde luego puede asegurarse que es muy considerable.

Los caracteres de las pizarras ofrecen alguna variedad: cerca del contacto con el granito se asemejan á verdaderos filadidos lustrosos y de apariencia leñosa, análoga á la que presentan las rocas cambrianas, ó sea las más antiguas del grupo paleozóico, en otras regiones de la Península, y con frecuencia aparecen cruzadas en diversas direcciones por numerosos filoncillos de cuarzo blanco, que se destacan sobre su fondo generalmente oscuro á consecuencia del pigmento carbonoso que en abundancia contienen; pero á medida que se las considera en puntos alejados del granito se ofrecen menos lustrosas, disminuyen los filoncillos de cuarzo y predominan los matices más oscuros.

Examinadas al microscopio, pueden reconocerse entre su masa los minerales siguientes:

**CUARZO.** Se presenta en fragmentos angulosos de carácter detri-

tico y muy reducidas dimensiones, pudiendo fijarse como término medio los diámetros de 5 á 5 centésimas de milímetro. Contienen estos trozos de cuarzo pocas inclusiones líquidas, cuya circunstancia parece indicar que no proceden de la denudación del granito de la Peña de Aya, donde el cuarzo está lleno de ellas. Más adelante expondremos otras razones, en corroboración de que la salida á la superficie del granito de Aya fué posterior á la sedimentación de estas pizarras. —El cuarzo, de infiltración posterior, que las cruza en forma de filoncillos, se presenta en granos cristalinos de dimensiones mucho mayores que las antes indicadas.

**CLORITA.** Aparece esparcida por toda la roca en manchas irregulares de color amarillo verdoso y con más abundancia junto á los filones de cuarzo.

**SUSTANCIAS CARBONOSAS DISEMINADAS EN LA MASA DE LA ROCA.** Junto á los filoncillos de cuarzo desaparecen casi por completo, lo cual hace que las vetas, que se destacan por su color claro, aparezcan á la vista mucho más anchas de lo que corresponde al espacio ocupado por el cuarzo.

**RUTILO.** Observadas las preparaciones con fuertes aumentos, se muestran llenas de pequeñísimos microlitos iguales á los observados primeramente por Zirkel en las pizarras paleozóicas del Rhin y que, descubiertos posteriormente en análogas rocas de otros países, han sido sucesivamente referidos á muy diversos minerales. Tienen un color amarillento y son muy refringentes; sus dimensiones no pasan en longitud de 1 á 2 centésimas de milímetro, y su grueso apenas llega á 5 milésimas de milímetro. Generalmente están orientados paralelamente al plano de esfoliación de la pizarra, lo cual parece indicar que son un producto de metamorfismo.

Las preparaciones obtenidas con las pizarras de Caub (Rhin), número 29 de la colección núm. 2 de Fuchs, en cuyas rocas descubrió Zirkel estos microlitos, pueden confundirse con las que hemos hecho de las pizarras recogidas en los montes de Irún y Oyarzun.

Zirkel no se resolvió á referir estos microlitos á ninguna especie mineral determinada, aunque indicó su parecido con la hornablenda

da <sup>(1)</sup>. —Credner y Lasaulx los atribuyeron también á la hornablenda ó á la epidota. —El P. Renard, que los observó en las rocas cambrianas de la provincia de Lieja, fundándose en los caracteres de sus maclas, opinó que no debían pertenecer al sistema clinorómbico, sino al rómbico <sup>(2)</sup>. —M. Kalkowsky consiguió aislar estos microlitos, atacando con ácido fluorhídrico las pizarras en que abundan; pero sólo logró obtener una cantidad sumamente exígua: la analizó, y el resultado que obtuvo, y que reconoce no puede ser más que aproximado, creyó que á ningún mineral cuadraba mejor que á la estaurótida <sup>(3)</sup>. —Nuevos análisis, practicados por el mismo sistema y con cantidades mayores de sustancia, han podido rectificar esta determinación, que por otra parte no se ajustaba bien á los valores angulares observados en las maclas de los microlitos. —Chocándole á Sauer, que había reconocido el rutilo como parte integrante de muchas rocas arcáicas y obtenido en sus análisis de los microlitos de las pizarras anfibólicas del San Gotardo un 97 por 100 de ácido titánico <sup>(4)</sup>, la completa semejanza de los microlitos del gneis y las pizarras estrato-cristalinas con los de las pizarras arcillosas paleozóicas, intentó el análisis de estos últimos por el procedimiento del ácido fluorhídrico y obtuvo también una dosis de 90 por 100 del titánico, demostrándole este resultado lo que ya le habían hecho sospechar sus observaciones en el microscopio, esto es, que los microlitos atribuidos ya á la hornablenda ó á la epidota, ya á la estaurótida, correspondían al rutilo <sup>(5)</sup>.

Subordinados á las pizarras, aparecen algunos bancos de cuarcita, sobre todo entre las que por su posición y caracteres parecen las menos antiguas del grupo, ó sea en las que con más probabilidad pueden ser silurianas.

(1) *Die Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, pág. 491. Leipzig, 1873.

(2) *Memoire sur le coticule et le phylade oligistifere. Memoires de l'Academie royale de Belgique*: tomo 41. Bruselas, 1877.

(3) *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*: 1879.

(4) *Idem id. id.*: 1880. Tomo 1.º, pág. 279.

(5) *Idem id. id.*: 1880. Tomo 1.º, pág. 237.

Ningún fósil hemos hallado en esta serie de rocas.

Tampoco entre las análogas de Navarra menciona ninguno el señor Mallada, ni Mr. Stuart-Menteath en las del territorio objeto de su estudio. Sólo, pues, por su posición estratigráfica y por su semejanza con las de otras regiones, tanto de la zona pirenaica como del interior de la Península, se puede venir en conocimiento de su edad. Hemos dicho que los filadios de aspecto leñoso, próximos á las crestas graníticas de Aya, tenían gran analogía con las rocas cambrianas más antiguas de España, y que al mismo sistema corresponden parece comprobarse por la posición inferior que ocupan en la serie Paleozóica, según lo demuestran los cortes Números 1 y 2 de la Lámina II; pero es imposible establecer una separación entre el Cambriano y el Siluriano, faltando por completo los fósiles, porque no existe ninguna discordancia de estratificación y es insensible el tránsito de unas á otras pizarras.

En su contacto con el granito, muestran las pizarras paleozóicas señales manifiestas de metamorfismo, según lo ha comprobado monsieur Fouqué en ejemplares recogidos por Mr. Stuart-Menteath cerca de Articuza (Navarra), y esta es una prueba evidente de que su sedimentación fué anterior á la salida del granito á la superficie.

#### SISTEMA DEVONIANO.

Mr. Stuart-Menteath, en su ya citada nota, no menciona ninguna mancha devoniana en Guipúzcoa, señalando varias en territorio de Francia y de Navarra, donde aparece este sistema representado por capas de caliza, dolomía, pizarras calíferas y pizarras que pasan á grauwacas; rocas en que ha encontrado fósiles característicos del Devoniano inferior.—El Sr. Mallada ha descubierto otra faja devoniana que pasa por Sumbilla y Bertiz (Navarra), en la cual predominan las calizas grises azuladas, compactas ó pizarreñas, habiendo hallado en una de ellas, cerca de Bertiz, la *Rhynchonella Orbigniana*, y otros fósiles característicos del sistema en las pizarras próximas á Sumbilla.

Entre las pizarras arcillosas de los montes de Oyarzun, coronados por las cúspides graníticas de Aya, hemos reconocido capas poco gruesas de caliza gris azulada oscura, con numerosas impresiones de políperos, y calizas pizarreñas, que debemos referir al Devoniano, pues tanto sus caracteres como las circunstancias de su yacimiento corresponden á las descripciones que de las rocas de este sistema, en lugares poco distantes del que señalamos, hacen los dos geólogos arriba citados. Desgraciadamente no es específicamente determinable ninguna de las impresiones orgánicas que en estas calizas se descubren.—El corte Núm. 2 de la Lámina II marca la posición que ocupan en la serie Paleozóica, apoyándose en las pizarras silurianas y buzando hacia el NO.

Observando al microscopio secciones transparentes de estas calizas, se ve que están constituidas principalmente por restos de políperos, entre los que hay varios que parecen corresponder al género *Caryophyllia* ó alguno de sus afines. Se descubren también algunos foraminíferos que se asemejan á las *Rotalinas* y *Textularias*, pero la trama de la roca la forman los políperos, estando todos estos restos orgánicos trabados por una pasta arcillosa con granos cristalinos de caliza y sustancias carbonosas que la prestan su oscura coloración. Las cavidades de los políperos aparecen generalmente rellenas de caliza cristalizada.

El predominio en estas rocas de restos de políperos es un nuevo dato en apoyo de que corresponden al sistema Devoniano. Mr. Barrois, que ha hecho muy concienzudos estudios sobre las calizas carboníferas y devonianas de Asturias y Galicia <sup>(1)</sup> ha encontrado, confirmando lo que ya habían hecho notar otros autores en diferentes países, que en las primeras dominan sobre todo los restos de crinoides y foraminíferos, y en las segundas los de coralaris y braquiópodos, distinguiéndose además estas últimas por la ausencia de cristales de cuarzo, circunstancia que también concurre en las de Oyarzun.

(1) *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*. Lille, 1882.

La formación de estas calizas debió, pues, tener lugar en un mar poco profundo, donde los coralarios de aquella época pudiesen construir bancos análogos á los arrecifes de coral de nuestros días.

Tal vez la mancha devoniana que indicamos al sur de la villa de Oyarzun deba ocupar mayor extensión de la que le asignamos en nuestro mapa; pero, mientras nuevas investigaciones así no lo confirmen, hemos preferido señalar tan solamente el lugar donde hemos hallado las susodichas calizas, que, por las razones apuntadas, no hemos vacilado en calificar como devonianas.

#### SISTEMA CARBONÍFERO.

La existencia de capas de este sistema en el monte La Rhune, cuya cúspide sirve de límite entre Francia y Navarra y está muy próximo á Guipúzcoa, se señaló hace tiempo y fué comprobada en la excursión verificada á esta localidad por la Sociedad geológica de Francia en el año 1866. Mr. Stuart-Menteath ha corroborado estas observaciones, agregando algunos fósiles vegetales á los que ya se conocían, entre los cuales se han podido determinar específicamente, aparte de otros en que solamente se indica el género, las siguientes plantas del Carbonífero superior:

*Pecopteris Miltoni*, Ad. Br.

*Pecopteris arguta*, Sternb.

*Odontopteris Bardii*, Ad. Br.

*Annularia brevifolia*, Ad. Br.

*Alethopteris Serbii*.

*Pecopteris cyatea*.

El sistema Carbonífero está allí caracterizado por grauwacas pizarras; pudingas con fragmentos de pizarras y cantos rodados de cuarzo; bancos de arenisca gris oscura, y pizarras negras con concreciones ferruginosas.

Según el mismo autor y el Sr. Mallada, la mayor parte del manchón paleozóico de Vera y Sumbilla (Navarra) está limitado por una

caliza que, en Biriato y al sur de Ibantelli (Francia), aparece en directa relación con las indicadas capas carboníferas, las cuales se le sobreponen, y tiene caracteres parecidos al mármol amigdalóide (*griotte*), que, como es sabido, marca un nivel constante en toda la zona pirenaica y, según los estudios de Mr. Barrois, corresponde también al Carbonífero y no al Devoniano, como hasta hace poco tiempo se creía.

Fundándose en esas observaciones, marca Mr. Stuart-Menteath varias fajas carboníferas en el territorio comprendido en su mapa, considerando como base del sistema la caliza de Biriato.—Entre ellas hay una que, partiendo de las inmediaciones de este pueblecito, situado á la orilla derecha del Bidasoa, penetra en la provincia de Guipúzcoa, terminando al sur del barrio de *Ergoyen*, término de Oyarzun. Parécenos que el autor ha exagerado un tanto la anchura de esta faja carbonífera: el macizo granítico de Aya se extiende hacia el norte, en el confin de Guipúzcoa, más de lo que aparece en el mapa de Stuart-Menteath; el sistema Triásico que se sobrepone al Carbonífero tiene, á nuestro modo de ver, más amplitud, y el espacio que queda entre el granito y el Trias, espacio ocupado por las rocas paleozóicas, resulta así más reducido, ocupando una pequeña parte de él las rocas carboníferas.

Entre las pizarras paleozóicas anteriormente descritas y las capas del Trias se encuentra en el paraje llamado *Aguinaga*, término de Irún, una estrecha faja caliza que indudablemente corresponde á la que Mr. Stuart-Menteath considera base del sistema. La dirección es allí O. 55° N., buzando al SO. con inclinación próxima á la vertical; su potencia se aproxima á 50 metros.

Tiene esta caliza color gris, está atravesada por vetas blancas de espato calizo, y á veces empasta trozos de pizarra, como sucede en el mármol amigdalóide (*griotte*), si bien este hecho es aquí mucho menos frecuente.—Su examen en el microscopio revela una constitución muy diferente de la que ofrece la caliza devoniana que antes hemos descrito, faltando los restos de políperos y presentando una estructura

más cristalina. No hemos observado en ella los restos de cefalópodos, principalmente *Goniatites*, que en el mármol amigdaloides señala Barrois: no son escasos, en cambio, los fragmentos detríticos de cuarzo.

Estas capas aparecen en Aguinaga en posición invertida, según lo explica el corte Núm. 1 de la Lámina II, en el cual se las ve debajo de las pizarras arcillosas, probablemente silurianas, y sobrepuestas á una serie de capas en que alternan las areniscas con pizarras oscuras rojizas de aspecto muy ferruginoso; rocas todas ellas muy análogas á las que aparecen en las capas carboníferas reconocidas en el monte La Rhune.

Limitado como hemos indicado el espacio que ocupan en Guipúzcoa las rocas que deben referirse al sistema Carbonífero, queda éste reducido á una estrecha faja que entre el Triás y el Paleozóico más antiguo corre desde el sur de Oyarzun á la frontera francesa en una longitud de unos diez kilómetros próximamente, dibujando una curva que vuelve su concavidad hacia el macizo granítico de la Peña de Aya.

Las rocas que en esta zona predominan son las pizarras ferruginosas ya mencionadas, alternando con algunos bancos de areniscas, y á ellas se sobreponen las capas del Triás.

Efecto de la curva que describen, la dirección de las capas del sistema carbonífero es variable: señalada ya la que presentan las calizas de Aguinaga, agregaremos que en las inmediaciones de Oyarzun se arrumban las capas de N.E. á S.O., y en general paralelamente á la línea de la costa.—Su inclinación es siempre muy fuerte, aproximándose generalmente á la vertical, y aun rebasándola algunas veces como hemos visto que sucede en Aguinaga.—Á causa de esta fuerte inclinación, y aunque en el mapa aparece muy estrecha, la faja carbonífera no deja de ofrecer un espesor bastante considerable, aunque muchísimo menor del que presentan las capas cambrianas y silurianas.

En los cortes Números 1 y 2 de la Lámina II, se indica la posición de las rocas carboníferas.

En el sistema Carbonífero de Guipúzcoa no aparece la hulla, ni siquiera en lechos tan delgados como los que se han tratado de explotar en La Rhune.

Al terminar lo que nos proponíamos decir acerca del grupo Paleozóico de Guipúzcoa, volvemos á insistir sobre la dificultad que ofrece su división en distintos sistemas, dada la carencia de fósiles en la comarca, por lo cual no será de extrañar que nuevas investigaciones introduzcan alguna pequeña modificación en los límites que á esos sistemas hemos asignado en nuestro mapa.

### SERIE SECUNDARIA.

Las formaciones correspondientes á esta serie son las que más desarrollo adquieren en Guipúzcoa, donde se hallan representados los sistemas Triásico, Liásico y Cretáceo, siendo el último el que más extensión ocupa. Todas las capas secundarias aparecen sumamente trastornadas, presentando los más variados detalles estratigráficos, según tendremos ocasión de ver á medida que las describamos por el orden indicado.

### SISTEMA TRIÁSICO.

Las rocas triásicas aparecen en Guipúzcoa divididas en dos manchones y no en una faja continua como se las representa en el mapa de Maestre y en el de Stuart-Menteath. Los límites que estos autores asignan al Triás son, sin embargo, mucho más aproximados á la realidad que los que aparecen en el Mapa geológico de Francia de Dufrenoy y Élie de Beaumont, y figuran también en el que acompaña á la Nota de MM. Verneuil, Collomb y Triger <sup>(1)</sup>.

La faja triásica más oriental penetra desde el territorio francés

(1) *Note sur une partie du pays vasque-spagnol.*—*Bulletin de la Société géologique de France.*—2.<sup>a</sup> serie, tomo XVIII: 1859 á 1860.



atravesando el río Bidasoa; se estrecha al sur de Irún, á consecuencia de las denudaciones que en ella han causado las corrientes de agua que descienden de la Peña de Aya, destacándose entre este estrechamiento y aquel río el monte de San Marcial, constituido por rocas de este sistema; vuelve á ensancharse la faja triásica hacia el SO. de Irún; presenta luego un saliente muy brusco hacia el Norte, donde sobresalen los erizados picos del monte Peloaga, y, pasando su límite occidental por Oyarzun, termina al S.O. de esta villa.—Esta faja triásica queda comprendida entre las rocas del sistema Carbonífero, que la limitan por el sudeste, y las del Cretáceo, que la rodean por el noroeste, presentándose en estratificación concordante con las primeras y discordante con las últimas.

Al oeste de dicha mancha triásica queda un corto espacio en que el Paleozóico se pone en contacto con el Cretáceo, y después se vuelven á encontrar las rocas del Triás formando otra mancha más extensa que la primera.—Sirvenla de límite por el N. las rocas cretáceas hasta cerca de Andoain, pasando por Fagollaga; al E. y SE. aparece en contacto con el grupo Paleozóico; penetra por el S. en Navarra, y al O. queda cubierta en estratificación concordante por las rocas liásicas.—Las denudaciones causadas por el río de Berástegui, afluente del Oria, han dividido en dos ramas el macizo liásico, poniendo entre ellas á descubierto el Triás, que penetra hasta al O. de Berrobi, cerca de Tolosa.—En esta mancha, que resulta de contornos muy irregulares, quedan comprendidos el monte Urdáburu, á la derecha del Urumea, y el de Adarra, entre este río y el Leizarán, afluente también del Oria. La altura de esta última montaña se aproxima á 700 metros. En el Triás quedan también enclavados los pueblos de Berrobi, Elduayen y Berástegui, que en el mapa de Maestre figuran en el Liásico.

Las rocas del sistema Triásico se distinguen en general con claridad de las que las rodean. Sus pudingas y areniscas están fuertemente teñidas por el óxido férrico y resaltan por su color rojo oscuro más pronunciado que en las areniscas y cuarcitas paleozóicas. De las cre-

táceas se distinguen además por su estratificación marcadamente discordante.

La composición del Triás es en Guipúzcoa bastante uniforme, y no pueden marcarse con separación sus tres tramos de la Arenisca roja, el Muschelkalk y Keuper. Las rocas predominantes son pudingas formadas de grandes cantos rodados de cuarzo blanco, trabados por una pasta en cuya composición entran granos de cuarzo, arcilla y hojuelas de mica y que está muy teñida de óxido férrico. Las dimensiones de los cantos de cuarzo varían bastante, habiéndolos hasta del tamaño del puño, y presentándose con diámetros muy distintos en una misma muestra.—Estas pudingas aparecen generalmente en la base del sistema, como puede observarse en los montes de San Marcial, Urdáburu y Adarra, así como en los que quedan comprendidos entre Irún y Oyarzun y figuran en el corte Núm. 2 de la Lámina II.—A las pudingas suceden areniscas rojas muy ferruginosas, y á veces se intercalan entre ellas otros bancos de pudingas.—En la mancha oriental y cerca de Oyarzun aparecen, hacia la parte superior del sistema, las arcillas y margas yesosas abigarradas.—En las escarpadas orillas del Urumea afloran entre rocas triásicas algunos bancos calizos, que tal vez representan el Muschelkalk.—Hacia Elduayen y Berástegui faltan las pudingas de gruesos elementos, y el sistema está principalmente representado por areniscas rojas micáceas.

Son muy frecuentes las fallas en el Triás de esta región, según lo han hecho ya notar Stuart-Menteath y Mallada. Consecuencia de estas fallas es que, entre las areniscas y pudingas triásicas, se pongan á veces al descubierto las pizarras paleozóicas, como sucede á orillas del Urumea, entre Fagollaga y Picoaga, donde las hemos representado en nuestro mapa teniendo que exagerar un tanto su extensión.

En los cortes Números 1, 2, 4 y 5 de la Lámina II aparece representada la posición que ocupan las capas triásicas.—En el 1.º se las ve levantadas hasta la vertical, constituyendo la mayor parte del monte de San Marcial, que domina á la villa de Irún. Aparecen allí en con-

tacto con areniscas carboníferas y sobresalen gruesos bancos de pudingas, entre los que se intercalan algunos de arenisca roja micácea, destacándose todas estas rocas de las del sistema Cretáceo, que allí alcanza muy reducida altitud y cuyas capas presentan inclinaciones mucho más débiles.—En el Núm. 2 se ponen de manifiesto las fallas que cortan al Triás: desde lejos se ven destacarse los picos que dibujan los bancos de pudingas, dando á aquellos montes una apariencia escalonada.—En el corte Núm. 4, que atraviesa el elevado monte Adarra, se ven también las areniscas y pudingas del Triás, siempre con fuertes inclinaciones; y, por último, en el del Núm. 5, trazado desde el límite de la provincia, al SE. de Berástegui, hasta el puerto de Orio, aparece el Triás representado por areniscas rojas micáceas que buzan hacia el N.NO. y colocado en estratificación concordante con las rocas liásicas.

Es, pues, el tramo de la Arenisca roja el que más amplia representación tiene en el Triás de Guipúzcoa, apareciendo tan sólo subordinados á él algunos bancos calizos, y arcillas y margas yesosas, que respectivamente deben corresponder al Muschelkalk y al Keuper, aunque no se encuentran fósiles que así lo corroboren.—En la Arenisca roja de Guipúzcoa, como con frecuencia sucede en este tramo, es también absoluta la ausencia de restos orgánicos.

Hace notar Mr. Stuart-Menteath que en ninguna pudinga triásica se encuentran cantos rodados de granito, como parece natural que sucediera si el macizo de Aya hubiese estado ya emergido al tiempo que aquéllas se formaban; de donde deduce que ese granito debió hacer su aparición posteriormente á la sedimentación de las capas triásicas.—La concordancia de estratificación del Paleozóico y el Triásico en las inmediaciones de la masa granítica viene también en apoyo de la misma suposición.

El suelo constituido por las rocas triásicas es sumamente escabroso, y su desigual denudación por los agentes atmosféricos presta á las cúspides de las montañas caprichosas y pintorescas formas, que

pueden admirarse en los encrespados picos de Peloaga y de Adarra.—Los derrubios de sus rocas, principalmente silíceas, no forman tierras muy fértiles, lo cual, agregado á la rapidez de sus pendientes, hace que estos terrenos no estén tan cultivados como otros de la provincia.

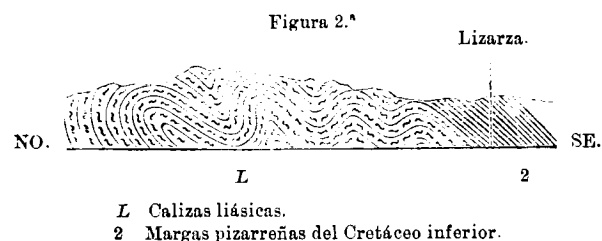
#### SISTEMA LIÁSICO.

La existencia del sistema Liásico en Guipúzcoa es hace tiempo conocido y se señaló ya en el mapa de Francia de Dufrenoy y de Élie de Beaumont, aunque con límites muy poco exactos. Verneuil, Collomb y Triger hallaron cerca de Andoain fósiles correspondientes al Lias medio, y en el mapa que acompaña á su Nota ya citada se reproducen los límites asignados al sistema en el de Francia, figurando dos manchones muy desiguales separados por una faja triásica: el mayor de ellos penetra desde Navarra en Guipúzcoa y, pasando por Tolosa, lo hacen llegar hasta la provincia de Vizcaya, dándole así una extensión mucho mayor de la que en realidad tiene.—D. Amalio Maestre redujo la superficie ocupada por el Liásico á proporciones menos inexactas, reconociendo que no existía más que una zona continua desde Astigarreta hasta Andoain.

Los límites que creemos poder asignar al Liásico en Guipúzcoa, después de recorrida la región que ocupa, son los siguientes: comienza hacia el N.E. de la villa de Andoain y se extiende hacia el S., descansando en estratificación concordante sobre las rocas del Triás.—Las denudaciones producidas por el río de Berástegui, según antes dijimos, han dividido en dos ramas el Liásico, dejando entre ambas descubierto el Triás: la rama más septentrional, que es á la vez la más corta, termina al N. de Berástegui, y la otra, pasando al S. de este pueblo, penetra en Navarra por Leiza, y se la puede seguir en bastante longitud, según el mapa del Sr. Mallada. Esta estrecha faja queda en Guipúzcoa limitada al S. por las rocas del Cretáceo inferior que se le sobreponen en estratificación concordante, y pasa por cerca de Lizarza, desde donde la divisoria entre el Liásico y el Cretáceo se dirige al O. y corriendo al S. de Alegria, y entre Villafranca y Beasain,



muchas veces repetidos pliegues en muy corto espacio. Citaremos como ejemplo los que aparecen en los cortes de la carretera entre Lizarza y Tolosa de que da una idea la figura 2.<sup>a</sup>



En el límite meridional de la mancha liásica aparece el Cretáceo inferior que, por regla general, se le sobrepone en estratificación concordante.

En el corte Núm. 5 de la Lámina II, trazado desde cerca de Berástegui hasta el O. de puerto de Orio, pasando por las inmediaciones de Irura, se ven los notables pliegues de las calizas liásicas en el monte Uzturre que domina á Tolosa.

Al sur de Alegria un asomo de ofita parece haber alterado la concordancia entre las capas liásicas y cretáceas, según se manifiesta en el corte Núm. 6 de la misma lámina.

Por su límite septentrional, ó sea desde Astigarreta hasta más allá de Andoain, aparece el Liásico en contacto anormal con el Cretáceo, y entre las rocas de ambos sistemas se ven en varios puntos afloramientos de ofita, como el que se halla en el alto de Manduri, siguiendo la carretera de Azpeitia á Beasain, y los que existen entre Villabona y Asteasu.

Muy quebrada es toda la región que en Guipúzcoa ocupan las rocas del sistema Liásico. La villa de Tolosa, colocada hacia su centro, está rodeada de altas montañas constituidas por calizas de esa división, descollando entre ellas el monte Uzturre, ya citado, que mide más de 700 metros de altitud.—Análogas rocas forman, al N. de la misma villa, las primeras estribaciones del monte Hernio, uno de los gigantes de Guipúzcoa.—Capas liásicas aparecen también en el monte Muru-

mendi, levantadas hasta la vertical, y elevándose á la altura de 900 metros sobre el nivel del mar.—El Liásico, sin embargo, ofrece paisajes menos agrestes que el Triásico, y la agricultura es en él mucho más floreciente.

Añadiremos, por último, que entre las rocas de este sistema afloran multitud de pequeños apuntamientos ofíticos, que fácilmente pueden observarse en los alrededores de Tolosa.

### SISTEMA CRETÁCEO.

Tócanos tratar ahora del sistema que mayor desarrollo adquiere en Guipúzcoa: más de las tres cuartas partes de su territorio están cubiertas por las rocas cretáceas, que alcanzan allí un espesor enorme. Basta echar una ojeada sobre nuestro mapa para ver que todas las formaciones anteriores á la Cretácea, incluyendo también el granito, se agrupan al extremo oriental de la provincia, penetrando tan sólo hacia su centro un extremo de la zona liásica, mientras que todo el resto de la provincia está formado por las rocas cretáceas, salvo los numerosos puntos en que las interrumpen los afloramientos de ofita y los reducidos depósitos aluviales.

Las rocas cretáceas se presentan en contacto, ya con las paleozóicas y triásicas, ya con las liásicas ó con las oolíticas, si efectivamente existen estas últimas; con las primeras en estratificación discordante, y concordante con las demás cuando el contacto no es anormal, según lo demuestran los cortes Números 1, 2, 5, 4, 5 y 6 de la Lámina II.

La composición mineralógica del sistema Cretáceo ofrece en Guipúzcoa bastante variedad, pudiéndose distinguir en él diferentes series de rocas que se sobrepone siempre en estratificación concordante y en el mismo orden; pero no en todas ellas se encuentran fósiles con cuyo auxilio pueda hacerse un detallado y exacto deslinde de sus edades respectivas. Puede, no obstante, afirmarse que se hallan representadas las dos grandes divisiones, *Inferior* y *Superior*, que hoy

tienden los geólogos á considerar como dos sistemas diferentes, y que mientras en la inferior domina aquí el gran tramo Uργο-aptiense, en la superior lo verifica el Cenomanense, acompañado á veces de unas areniscas que atribuimos á la parte inferior del Senonense, quedando relegados todos los depósitos superiores del Cretáceo á las vertientes meridionales de la cordillera que separa esta provincia de las de Alava y Navarra.

Es tan considerable el espesor del sistema Cretáceo en el país vascongado y ofrece tal variedad de modificaciones estratigráficas que su estudio detallado y completo en todo ese país requiere más tiempo del que hasta ahora hemos podido dedicarle, y una competencia de que nos reconocemos muy distantes. Continuamente, en efecto, se suscitan discusiones entre los geólogos más eminentes sobre el deslinde de los diferentes horizontes de este sistema en la región pirenaica, y aunque creemos que en las provincias vascongadas es donde más completo se presenta y donde, por consiguiente, debe hallarse la clave para la resolución de no pocos problemas estratigráficos y paleontológicos, limitado por hoy nuestro trabajo á la comarca guipuzcoana, estamos muy lejos de poseer los datos necesarios para dar solución á esas cuestiones y habremos de concretarnos á la exposición de los resultados que de nuestras investigaciones hemos podido deducir, aprovechando al propio tiempo las que han llevado á cabo otros geólogos en la misma provincia ó en sus inmediaciones.

La marcha que nos proponemos seguir en este trabajo se reduce á ir presentando cortes normales á las capas del sistema Cretáceo, comenzando por el E. y concluyendo por el O. de la provincia; pero antes, para su mejor inteligencia, debemos exponer algunas generalidades y establecer una división de dichas capas, según de nuestras observaciones resulta.

Lo primero que llama la atención del geólogo en sus correrías por la región cretácea de Guipúzcoa son las enormes masas calizas compactas, de color gris azulado, que por sí solas forman montañas

enteras.—Para Mr. Hebert, semejantes calizas constituyen la base del sistema Cretáceo en los Pirineos, y las refiere siempre al piso Urgoniano, creyéndolas caracterizadas por la *Requienia Lonsdalei*.—De la misma opinión es Mr. Carez<sup>(1)</sup>, que atribuye al mismo piso todas las calizas con *Requienia* de Vizcaya, iguales á muchas de las de Guipúzcoa; pero Mr. de Verneuil, por el contrario, las refería al Cenomanense, caracterizándolas por la *Requienia levigata*.—De nuestras investigaciones creemos poder deducir que existen en las provincias vascongadas dos horizontes de calizas con *Requienias*, *Uργο-aptense* el primero y *Cenomanense* el segundo, siendo este último el que con más frecuencia se presenta en Guipúzcoa.

Debajo de las calizas compactas, que juzgamos cenomanenses, se desarrolla una potente serie compuesta, según los puntos que se consideren, ya de pizarras margosas, ya de margas ó de psamitas con estructura pizarrea, entre las cuales se intercalan á veces bancos de arenisca; con cuya serie se corrobora la existencia de dichos dos horizontes, contrariamente á la opinión de Mr. Hebert, para quien en los Pirineos no existe ninguna zona cretácea inferior á la de las calizas con *Requienia*, lo cual dicho así no es exacto: no la hay, efectivamente, inferior á la de las calizas con *Req. Lonsdalei*; pero entre ésta y la de las calizas con *Req. levigata* se interpone la serie pizarrea que acabamos de indicar, la cual, por lo menos en parte, corresponde al tramo Albense, según los fósiles que hemos hallado. Mas como su espesor es muy considerable y en grandes extensiones no se encuentra en ellas ningún resto orgánico que las caracterice, es muy posible que no toda la serie corresponda á dicho tramo, sino que la parte inferior deba referirse al Uργο-aptense.

Esta serie pizarrea se apoya muchas veces sobre el sistema Liásico, cuando el contacto no es anormal ó por fallas, en estratificación concordante, conforme se ha indicado en la figura 1.<sup>a</sup> (pág. 61), acaso en algún punto con la interposición de una delgada faja oolíti-

(1) *Études sur les terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.*—París, 1881.

tica, y en su parte inferior aparecen algunas capas carbonosas; pero en varios parajes de la provincia, según ya hemos anunciado y veremos corroborado en nuestros cortes, por debajo de esta serie de capas inferiores á las calizas con *Requienia lorigata* asoman otras calizas de igual aspecto y con impresiones del mismo género de los Cámidos. Esas son las calizas urgonianas de Mr. Hebert, las cuales en las inmediaciones de Cestona, que es donde mejor caracterizadas se presentan, llevan enclavadas hacia su parte inferior capas de lignito con fósiles urgo-aptenses.—Repetimos, pues, que establecemos dos horizontes de calizas compactas, con impresiones de *Requienia*, siendo el más constante el Cenomanense, entre los cuales se desarrolla una extensa serie de rocas pizarreñas, ya psamíticas, ó ya margosas, y aun arcillosas, á veces con areniscas intercaladas, cuya serie corresponde, por lo menos en parte, al tramo Albense, siendo posible que su porción inferior deba referirse al Urgo-aptense.

Encima de las calizas cenomanenses viene á colocarse otra serie no menos gruesa de margas, generalmente en lechos delgados, alternando á menudo con areniscas, viéndose también alguna vez bancos de estas últimas rocas reposando directamente sobre aquellas calizas. No se encuentran generalmente en las capas de esta serie margosa otros fósiles que unas impresiones de fucoïdes de muy dudosa determinación específica. Mr. Stuart-Menteath la ha designado con el nombre de *Flisch*<sup>(1)</sup>, y la cree superior al tramo Senonense; mas como quiera que estas capas pueden seguirse en una gran extensión, penetrando en la provincia de Vizcaya, y en su continuación se hallan fósiles cenomanenses, á este tramo creemos que correspondan en su mayor parte.—Por último, sobre estas capas se ven bancos de arenisca, que corren por toda la costa, desde el cabo de Higuer hasta Guetaria, cuyas areniscas, aunque no contienen ningún fósil, nos incli-

(1) No aceptaremos esta denominación, que puede dar lugar á confusiones, habiendo *flisch* cretáceo y *flisch* terciario, según muy recientemente lo ha demostrado Capellini.—Véase el *Bulletin de la Société géologique de France*, 3.<sup>a</sup> serie, tomo XII, pág. 637.

namos á colocarlas en la base del Senonense, fundados en las consideraciones que más adelante aduciremos.

Tales son los materiales que componen el Cretáceo de Guipúzcoa. Examinemos ahora de qué modo alternan entre sí, qué circunstancias presentan y qué regiones de la provincia ocupa cada uno, á cuyo fin explicaremos los cortes geológicos de la Lámina II, que en el orden antes indicado vayamos exponiendo.

EN EL CORTE N.º 1, trazado desde la Peña de Aya hasta el mar, á través del monte Jaizquibel, por cerca de la ciudad de Fuenterrabia, aparece el Cretáceo en discordancia con las rocas triásicas de San Marcial en las inmediaciones de Irún, representado aquél por una serie de margas grises, á veces de color rojizo, cuyo buzamiento general es al Noroeste, aunque presentan numerosas inflexiones, siendo muy notables las que se observan en las trincheras del ferrocarril, entre la estación de Irún y el puente internacional sobre el Bidasoa. No es raro ver alternar con estas margas lechos delgados de areniscas y calizas silíceas.—Dicha serie va cubierta, entre Irún y Fuenterrabia, por los aluviones del Bidasoa, pero reaparece de nuevo formando las primeras estribaciones del monte Jaizquibel, que corre paralelo á la costa y cuyo extremo oriental forma el cabo de Iguer. Estas margas se extienden por una gran parte de la baja Guipúzcoa, según nos demostrarán los cortes sucesivos, y continúan también por territorio francés, formando acantilados en Hendaya y San Juan de Luz.—El suelo constituido por ellas en los términos de Irún, Rentería y Pasajes forma colinas poco elevadas y se distingue por ser mucho menos quebrado que el que forma los sistemas Triásico y Paleozóicos, así como el de las areniscas cretáceas de Jaizquibel, que se sobreponen á dichas margas. En el corte hemos procurado señalar ese contraste, haciendo notar que las pendientes más abruptas del Jaizquibel comienzan con los bancos de arenisca.—Son las margas de que hablamos las que hemos dicho que se sobreponen á las calizas cenomanenses, según nos lo demostrarán los cortes subsiguientes: en ellas no hemos encontrado en esta región más fósiles que impresiones de *Fucoïdes* y algún equinoi-

de indeterminable; pero como, según ya hemos indicado más arriba, se extiende en gran longitud hacia el oeste del punto en que ahora las consideramos, ocupando mucha parte de la provincia de Vizcaya, los fósiles cenomanenses hallados en Portugaleta por Verneuil, Collomb y Triger<sup>(1)</sup>, y citados también por Maestre<sup>(2)</sup>, algunos de los cuales hemos podido comprobar en la misma localidad, proceden de capas correspondientes á esta misma serie. Por otra parte, prolongándose también por oriente, forma en la costa francesa los acantilados de Hendaya, San Juan de Luz y Bidart, que han sido explorados por diversos geólogos, habiéndolos clasificado los unos como cenomanenses y los otros como senonenses: Koechlin y Schlumberger<sup>(3)</sup> citan en estos estratos el *Hollaster subglobosus* y *Hollaster latissimus*, característicos del Cenomanense, y de la misma opinión es Mr. Jacquot<sup>(4)</sup> al suponer que la caliza de Bidache (San Juan de Luz) corresponde á una de las divisiones de la Arenisca verde ó de la Creta tosea (*tuffeau*); pero Mr. Hebert cree que estas calizas silíceas de Bidache son la continuación de las de Bidart, en que se encuentran fósiles senonenses, y las refiere al Senonense superior ó por lo menos al medio<sup>(5)</sup>.—De nuestras observaciones deducimos que estas últimas capas son las superiores de una serie continua, que se corta muy oblicuamente, pero siempre en escala ascendente, al caminar hacia ellas desde las que figuran en el corte Núm. 1. En esta extensa serie de capas deben, pues, estar probablemente representados los tramos comprendidos entre el Cenomanense superior, que indican los fósiles de Portugaleta, y el Senonense medio que, según Mr. Hebert, caracterizan los fósiles de Bidart, aunque en gran parte de ella, tanto en el sentido horizontal como en el vertical, no se hayan hallado las formas propias de esos tramos.—En

<sup>(1)</sup> Op. cit., págs. 336 y 337.

<sup>(2)</sup> *Reseña geológica de las provincias vascongadas*, pág. 31.

<sup>(3)</sup> *Falaises de Biarritz et Bidart*.

<sup>(4)</sup> *Description géologique des falaises de Biarritz*, 1864.

<sup>(5)</sup> Los fósiles citados por Mr. Hebert en estas capas son: *Ammonites neubergicus*.—*A. robustus*.—*Inoceramus Gilberti*. Meek.—*Stegaster Bouillei*, Cott. sp., Pomel.—*Bulletin de la Société géologique de France*, 3.<sup>a</sup> serie, tomo X, pág. 650.

cuanto á las margas que atraviesan el corte Núm. 1 y los siguientes, siendo inferiores á las calizas de Bidache, más probable es que correspondan al primero que al segundo de los indicados tramos, según parecen también confirmarlo otras razones que ahora expondremos.

Sobre las margas que forman las primeras estribaciones de Jaizquibel se apoyan bancos de arenisca que buzan hacia el mar con inclinaciones próximas á 45°, sumando un gran espesor (de 600 á 800 metros). Su color es amarillento, su grano mediano y son muy empleadas en las construcciones. Estas areniscas forman una faja paralela á la costa desde el cabo de Iguer hasta la playa de Zarauz, volviendo á presentarse después en el Islote de Guetaria; en ellas no se encuentra ningún fósil, y tan sólo algunas manchas carbonosas indican la presencia de restos vegetales. Para Mr. Jacquot son estas areniscas la continuación de las calizas silíceas, según el cenomanenses, de Bidache, en cuya prolongación se hallan colocadas.—Grandes analogías hallamos nosotros entre ellas, y las que, designadas en los Pirineos franceses con la denominación de *grès de Celles*, se consideran por Mr. Hebert como la base del Senonense y son equivalentes á las que aparecen en Rébenac, cerca de Pau, sobre las cuales se apoyan las calizas de Bidache<sup>(1)</sup>, pues tanto unas como otras areniscas se presentan en gruesos bancos, constituyendo una serie muy potente, sin otros fósiles que restos carbonosos, y tienen el aspecto de una formación litoral. Es muy cierta, por otra parte, la observación de Mr. Jacquot, de que las areniscas de la costa guipuzcoana se hallan en la prolongación de las calizas de Bidache, y creemos que el hecho tiene su natural explicación en una estratificación transgresiva.—En vista de todo lo expuesto, y mientras la carencia de fósiles no permita fijar con más precisión la edad de estas capas, nos inclinamos á considerar las areniscas de la costa, como correspondientes al Senonense inferior, y á ver en las margas que las sustentan el Cenomanense superior.—De que en toda esta región no se haya encontrado la fauna turonense, no

<sup>(1)</sup> *Bulletin de la Société géologique de France.—Réunion extraordinaire à Foix*.—3.<sup>a</sup> serie, tomo X.

nos parece legítima la consecuencia de que no existan rocas de esa edad, habiendo, como hay, muchas en que no se descubre ningún fósil, y acaso en la parte superior de la serie de margas ó en la inferior de las areniscas, ó bien entre ambas, deba mirarse la representación de ese tramo.

EL CORTE N.º 2 está también dirigido desde una de las cúspides de la Peña de Aya hasta el mar, pero más al oeste que el Núm. 1. El Cretáceo aparece también en contacto con las areniscas rojas del Triás, en discordancia de estratificación, pero comienza aquí con bancos de caliza oscura, con numerosas ostras, viéndose también en ellos algunos *Ammonites* y *Belemnites*. Estos bancos calizos, con ligero buzamiento al Norte, forman la base del monte Uzcabe, inmediato á Oyarzun, y en ellos hemos hallado ejemplares de *Ostrea flabellata*, que caracteriza el Cenomanense. Sobre la caliza cenomanense apoya la serie margosa, de que antes hemos hecho mérito, conservando su buzamiento general hacia el Norte en medio de las ondulaciones y pliegues que repetidamente se observan. Vienen después encima las areniscas de Jaizquibel, entre las cuales se abre el mar un estrecho paso para formar luego la pintoresca bahía de Pasajes.

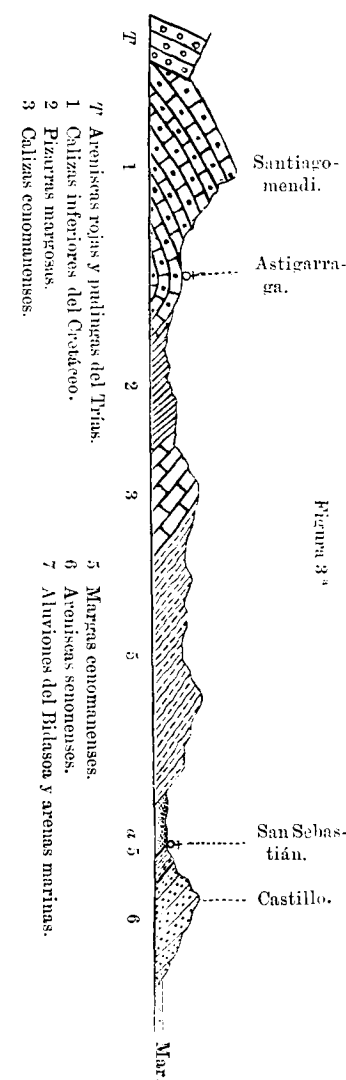
EL CORTE N.º 5 se dirige desde el puerto de Biandiz hasta el mar, atravesando los montes San Marcos y Ulia; este último prolongación del Jaizquibel, del cual está separado por el brazo de mar de Pasajes. Una falla que interrumpe la continuidad de la formación Triásica, pone en contacto el Cretáceo con el Siluriano, apareciendo las calizas cenomanenses formando un pliegue sinclinal para sobreponerse á una serie de pizarras arcillosas y calíferas, y más al norte vuelven á presentarse las mismas calizas buzando al N.N.O. y con notable espesor, formando la mayor parte del monte San Marcos, próximo á Rentería. Entre ambos grupos de un mismo horizonte calizo quedan así comprendidas las pizarras que forman una bóveda ó pliegue anticlinal.—Las calizas de San Marcos son prolongación de las de Uzcabe, y deben, por lo tanto, referirse al tramo Cenomanense: en ellas

abundan las Requienias y Rudistos, así como *Rynchonellas* y *Ostras*, pero forman siempre una masa tan compacta con la roca, que es imposible hallar ejemplares susceptibles de una determinación rigurosa.

Algunos de estos bancos calizos están teñidos de rojo por el óxido férrico y constituyen excelentes mármoles.—En cuanto á la serie de pizarras arcillosas y calíferas, muy deleznales, que vienen bajo esas repetidas calizas, fundádonos en los fósiles hallados en otras de idéntica posición, consideramos que, por lo menos las de su zona superior, pertenecen al tramo Albense.—Sobre las calizas de San Marcos se apoya la serie de margas de que hemos hablado en los cortes anteriores, las cuales se extienden hasta la base del monte Ulia, presentando en todo ese espacio muchos pliegues y ondulaciones, pero buzando en conjunto hacia el mar.—Unos bancos de arenisca, iguales á los de Jaizquibel, se sobreponen á las margas en el monte Ulia y se sumergen en el mar. La mayor parte de los edificios de San Sebastián están contruidos con estas areniscas.

El perfil representado en la adjunta figura 5.ª se ha trazado por la orilla derecha del río Urumea hasta las inmediaciones de San Sebastián, pa-

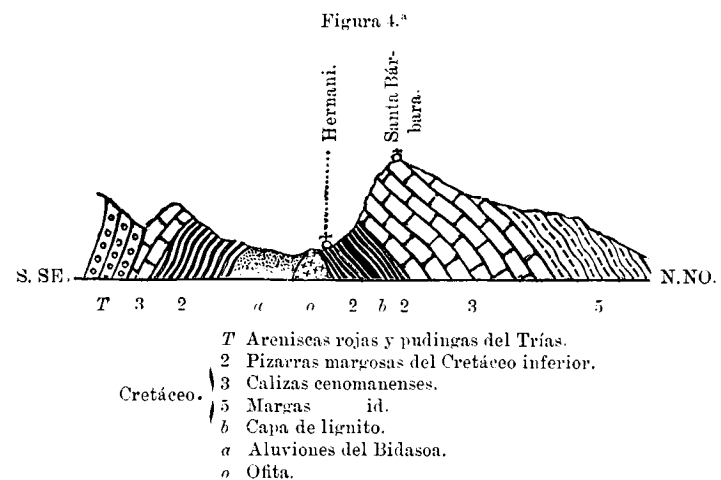
sando luego á la derecha para cortar el cerro que domina á la ciudad por el norte, y en el cual está edificado el castillo. En dicho perfil se manifiestan todas las hiladas del Cretáceo de Guipúzcoa.





Véase aparecer en contacto con las areniscas rojas del Triás y en discordancia de estratificación, presentando en ese contacto un grupo de calizas que forman la montaña designada con el nombre de Santiagomendi, á cuyo pie está el pueblecito de Astigarraga, y á su frente, al otro lado del Urumea, la linda villa de Hernani. Las calizas de Santiagomendi son compactas, de color gris algo azulado y menos duras que las de San Marcos, no siendo en ellas tan abundantes las vetas de espato calizo: buzando al Sur, aunque débilmente, en el indicado monte, presentan una inflexión en Astigarraga para inclinarse luego al Norte.—En estas calizas se encuentran con abundancia *Ammonites* y *Belemnites*, pero siempre en mal estado de conservación: hemos hallado también una *Terebratula Dutempleana*, d'Orb., especie que sube desde el Neocomiense hasta el Albense, y un gran *Pecten* que el Sr. Vidal ha encontrado parecido al *P. Desluci*, Coquand, del Rothomagense, ó sea de la base del Cenomanense, aunque el número de sus costillas excede en tres ó cuatro.—Sobre esas calizas apoyan al norte de Astigarraga unas pizarras calíferas y margosas con algunos lechos de areniscas y muy análogas á las que vienen bajo las calizas de San Marcos. En ellas se encuentran orbitolinas de las especies *O. conoidea* y *O. discoidea*, comunes á los tramos inferiores desde el Neocomiense hasta el Albense.—A estas rocas se sobreponen bancos de calizas cenomanenses, prolongación de las de San Marcos; viene luego la serie de margas que ya conocemos por los cortes que anteceden, presentando aquí sus habituales ondulaciones, y alternando con lechos de arenisca y algún banco de caliza. Los aluviones y arenas acumuladas en la desembocadura del Urumea cubren hacia San Sebastián esta serie de rocas, que vuelven á verse de nuevo en la base del cerro que sustenta el castillo, lo mismo que en el islote de Santa Clara.—Tanto en uno como en otro descansan sobre dichas rocas las areniscas, prolongación de las de Jaizquibel y Ulia.

En la figura 4.<sup>a</sup>, que sigue, representamos otro perfil dirigido por una línea que dista poco al oeste de la que sigue el anterior, y da idea de la constitución del sistema Cretáceo en las inmediaciones de Hernani. Sobre esta villa se eleva el monte de Santa Bárbara, consti-



tuido por las calizas cenomanenses con buzamiento al Norte. Cerca de la villa y por bajo de las calizas, aparecen las pizarras margosas antes mencionadas, y entre éstas una potente capa de lignito; las *Orbitolina conoidea* y *O. discoidea* abundan en los lechos próximos al lignito, y algo más abajo asoman varios apuntamientos de ofita; después hay un espacio cubierto por los aluviones del Urumea, y en seguida vuelven á presentarse las pizarras con distinto buzamiento y notables ondulaciones, colocándose bajo bancos de caliza, que buzan también al Sur y aparecen en contacto anormal con las areniscas rojas y pudingas del Triás.—Sobre las calizas de Santa Bárbara se apoyan las margas que hemos encontrado en todos los cortes precedentes.

EN EL CORTE NÚM. 4 de la Lámina II, aparece la conformación de las capas cretáceas, muy semejante á la que acabamos de describir. Las calizas de Burunza que en él se ven destacarse son prolongación de las de Santa Bárbara, constituyendo ambas cúspides los picos más elevados de una pequeña sierra. En Burunza las calizas presentan un gran espesor: á ellas debe referirse Stuart-Menteath al decir que las calizas de Andoain (villa situada al pie de esta montaña) contienen Rudistos que le han parecido más bien del tramo Turonense que del

Cenomanense —Debajo de estas calizas vienen, como en el corte de la precedente figura 4.<sup>a</sup>, pizarras margosas con algunos lechos de arenisca, ocupando una depresión entre rocas calizas que las limitan por sur y por norte. Esta depresión corre desde Hernani hasta Andoain, ó sea del río Urumea al Oria, formando un paso á muy bajo nivel entre las cuencas de ambos, y en ella son frecuentes los afloramientos de ofita acompañados de yeso.—Sobre las calizas de Burunza aparece una serie bastante potente de bancos de arenisca amarillenta sin ningún fósil, y después se encuentran las margas grises con fucoïdes, que venimos observando en todos nuestros cortes.—En las inmediaciones de Lasarte, los aluviones del Oria cubren en una pequeña planicie estas margas, que vuelven á aparecer al norte con sus acostumbrados pliegues y ondulaciones, siendo cubiertas en el monte Mendizorrotz por las areniscas de la costa.

EL CORTE N.º 5 está trazado, como ya dijimos arriba, desde el sudoeste de Berástegui hasta el mar, pasando al este de Tolosa y al oeste de Orio. El Cretáceo aparece aquí separado del Liásico por una falla que sigue una línea que pasa por cerca de los pueblos de Irura, Villabona, Alquiza y norte de Andoain.—Primero se encuentran las pizarras y areniscas con *Orbitolina conoidea* y *O. discoidea*, á menudo interrumpidas por afloramientos ofíticos: buzan al Norte y van cubiertas por calizas compactas, prolongación de las de Burunza, de las cuales están separadas por el río Oria.—A estas calizas suceden también aquí bancos de arenisca y luego se encuentra la serie de margas.—Entre éstas y las areniscas de la costa aparece en las inmediaciones de Orio un banco de caliza gris.

EN EL CORTE N.º 6 aparece el Cretáceo dividido en dos porciones por la prolongación de la banda liásica de Tolosa. En la porción meridional se destacan las gigantescas masas calizas que forman la sierra de Aralar, y más al oeste la de Aizgorri, en la cual se encuentra el punto más elevado de las tres provincias Vascongadas (1550 metros). Estas calizas, con Requienias, clasificadas por Verneuil, Co-

Homb y Triger como cenomanenses, y que descansan sobre una potente serie de pizarras, psamitas y areniscas con *Orbitolina conoidea* y *O. discoidea*, corresponden por su posición estratigráfica á las que hemos hallado en los cortes que anteceden, y las comprendemos en el tramo Cenomanense, no pudiendo admitir la opinión de Mr. Herbert, según la cual las calizas con Requienia forman siempre el horizonte más bajo del Cretáceo de los Pirineos.

Volviendo á la explicación de nuestro corte n.º 6, encontramos en él las indicadas calizas al sur de la villa de Amezqueta, presentando una abrupta pendiente y buzando sus capas hacia el Sur con inclinaciones que se aproximan á la vertical: ellas constituyen toda la sierra de Aralar, y sumarian así una potencia enorme si, como es probable, no existiesen fallas difíciles de observar á causa de la estratificación poco aparente de las rocas y de su completa homogeneidad. La cúspide de Irumugarrieta, situada en esta sierra y límite común á las provincias de Guipúzcoa, Alava y Navarra, mide 1.480 metros de altitud.—Por bajo de las calizas, entre Amezqueta y Alegría, se encuentra una monótona serie de pizarras calíferas grises, de fractura astillosa, buzando al Sur con inclinaciones que pasan de 45°. También entre estas rocas sospechamos que existan fallas ó pliegues que no hemos podido comprobar, pues de otro modo representarían un espesor de más de 5.000 metros. No es fácil precisar su edad, careciendo completamente de fósiles; pero en ellas deben estar representados los niveles inferiores al Cenomanense, dada su posición con respecto á las calizas de Aralar.—Al sur de la villa de Alegría puede observarse el contacto anormal de las rocas cretáceas y liásicas, apareciendo muy cerca de él un afloramiento de ofita, según lo representamos en nuestro corte. Las capas liásicas que forman, como antes dijimos, las primeras estribaciones del monte Hernio, están separadas por una falla de las calizas cretáceas, constituyendo éstas todo el resto de la montaña, cuya cúspide mide 1.068 metros.—Las calizas de Hernio, idénticas á las de San Marcos, Santa Bárbara y Burunza, de que son prolongación, buzan al Sur en las vertientes meridionales de la montaña; pero cerca de la cumbre y en la

depresión conocida con el nombre de *Celatum*, presentan curiosos pliegues, que el litógrafo no ha reproducido en el dibujo, después de los cuales vuelve á predominar el buzamiento meridional, sobreponiéndose estas capas á pizarras psamíticas y margosas, bajo las cuales aparecen luego otras calizas de aspecto muy semejante á las primeras en el monte Indamendi, que atraviesa el corte, demostrando así la existencia de dos horizontes de calizas con Requienia.—Las de Indamendi se extienden hacia el oeste, atravesando el río Urola, al norte de Cestona, y en ellas, á la inmediación de esa villa, se presentan enclavadas varias capas de lignito acompañadas de fósiles urgoaptenses, según luego tendremos ocasión de exponer.—Contra las calizas de Indamendi vienen á chocar por falla las margas con algunos lechos de areniscas, que en los cortes anteriores hemos hallado siempre comprendidas entre las calizas cenomanenses y las areniscas de la costa. Dichas margas corren desde las estribaciones septentrionales de Indamendi hasta la vega de Zarauz, dibujando sus capas numerosas ondulaciones difíciles de indicar en la escala adoptada.

EN EL CORTE N.º 7, trazado desde el confin de la provincia, en la sierra de Elguea hasta el Isote de Guetaria, nos desviamos, aunque muy poco, de la línea recta, á fin de mostrar con más claridad la sucesión de los diversos horizontes del Cretáceo. Las calizas que en el corte anterior hemos visto formar la sierra de Aralar, siguiendo una dirección E.N.E. á O.S.O., tuercen hacia el N.O. para formar la sierra de Aizgorri que atraviesa el que ahora consideramos. Desde sus cumbres se divisa un inmenso panorama: al norte el dédalo de montañas de Guipúzcoa, Vizcaya y Santander, limitadas por la línea azul del Océano; al sur las llanuras de Alava dominadas por las cumbres de Peñacerrada y sierra de San Lorenzo; al este las montañas de Navarra, y en último término, los más elevados picos del Pirineo.—Las calizas de Aizgorri buzau hacia el Sur y sobresalen erguidas entre las rocas que por ambos lados las rodean. Por la parte meridional se apoyan sobre ellas margas pizarreas y areniscas sin fósiles, equivalentes sin duda á la serie que repetidas veces hemos mencionado como superior á

las calizas de la misma edad.—Las rocas de esa serie forman la sierra de Elguea, conservando su buzamiento meridional, y sobre ellas aparecen en la provincia de Alava margas con abundantes fósiles característicos del tramo Senonense, de las cuales ahora no nos corresponde tratar.—Bajo las calizas de Aizgorri vuelve á encontrarse la serie de pizarras que en cortes anteriores hemos visto ocupando análoga posición: su composición es aquí bastante variable, aunque por tránsitos, muchas veces insensibles, sus elementos componentes, la arcilla, caliza, granos de cuarzo y á veces mica, variando en sus proporciones, dan origen, ya á psamitas ó ya á margas, en que predomina la estructura pizarrea; viéndose de trecho en trecho intercalados entre estas rocas, generalmente deleznales, algunos bancos de arenisca consistente. La serie de rocas así constituida, prolongación de la que en el corte anterior hemos hallado bajo las calizas de Aralar, se extiende por los términos de Cegama, Segura, Ormaiztegui, Gaviria, Legazpia, Oñate, Zumarraga, etc., y se apoya en estratificación concordante sobre la faja liásica que termina cerca de Astigarreta; pero más al oeste, en las inmediaciones de Villarreal, por donde está trazado el corte, aparece limitada por los afloramientos eruptivos de ofita.—Al sur de Cerain y Mutioloa aparecen, entre las rocas de esta serie, varios islotes de caliza compacta, en que arman criaderos de hierro de alguna importancia. Las concreciones ferruginosas abundan en las pizarras y psamitas de toda esta comarca.—El buzamiento que predomina en sus capas es el meridional, aunque la inclinación es muy variable y pueden observarse algunos pliegues, como el que representamos en nuestro corte, existente entre Legazpia y Oñate, á corta distancia de la carretera, siendo probable que otros hayan escapado á nuestras observaciones, pues de lo contrario la potencia ó espesor de esta serie de capas sería enorme.—En ellas son muy escasos los fósiles: solamente en las inmediaciones de Cegama, y á alguna distancia por bajo de las calizas de Aizgorri, hemos hallado bancos de arenisca y psamita llenos de orbitolinas de las especies *Conoidea* y *Discoidea*. Estos foraminíferos se presentan en el Cretáceo de Cataluña, según el Sr. Vidal, en el horizonte superior del tramo Uργο-

aptense, cuya base son las calizas compactas con *Requienia ammonia*, y su presencia bajo las calizas de Aizgorri parece corroborar la creencia de que éstas corresponden á un horizonte superior. Hemos hallado también cerca de Cegama una ostra parecida á la *O. Milletiana*, D'Orb., y varios belemnites afines al *B. minimus*, Lister, tanto la una como los otros de dudosa determinación, por lo incompleto de los ejemplares. Si esta especificación fuese cierta, tendríamos aquí representado el tramo Albense, hasta el cual suben también las orbitolinas mencionadas; pero como esta serie de rocas es muy potente, carece en su mayor parte de fósiles y se apoya en estratificación concordante sobre el Liásico, no puede asegurarse que no tengan en ella representación los horizontes del Urgo-aptense.—En las inmediaciones de Zumarraga y Villarreal, las areniscas van predominando sobre las pizarras y psamitas, y á corta distancia hacia el norte comienzan á menudear los afloramientos de ofita. Nuestro corte atraviesa, entre Villarreal y Azcoitia, un gran macizo ofítico, encontrándose antes y después de él otros afloramientos de la misma roca en forma de filones-capas entre estratos de margas que buzan al Sur, y en Azcoitia se ven estas mismas margas apoyadas sobre las calizas compactas del monte Izarraitz.—Los afloramientos eruptivos inmediatos á Villarreal separan, pues, dos horizontes del Cretáceo, el inferior y el superior á las calizas que juzgamos cenomanenses. Éstas se muestran muy potentes en la elevada montaña de Izarraitz, y por bajo de ellas aparecen pizarras de color oscuro, en las que no se encuentra ningún fósil, pero que por su situación parecen corresponder á las que existen bajo las calizas de Aizgorri. Estas pizarras se apoyan á su vez sobre otro grupo de calizas que son prolongación de las de Indamendi y forman al nordeste de Cestona el monte Erchina.—Enclavadas en las calizas de Erchina existen capas de lignito, alternando con margas, contándose hasta cuatro con bastante potencia para ser explotables. Acompañan á esos lignitos abundantísimos ejemplares del *Cerithium Valeria*, Verneuil, y *Cerithium Tourneforti*, Coquand, especies ambas del tramo Urgo-aptense y reconocidas en los lignitos de Utrillas. Se hallan además *Naticas* y *Cirenas*, y el *Casio-*

*pe Mac-Phersoni*, Vidal, especie nueva, cuya descripción, debida al mismo Sr. Vidal, que nos ha honrado con su cooperación, puede verse al final de esta Memoria.

Al norte de las calizas de Erchina, y en contacto anormal con ellas, aparece la serie de margas que desde el extremo oriental de la provincia hemos venido encontrando bajo las areniscas, probablemente del Senonense inferior, que corren por la costa. El corte indica sus repetidas inflexiones, hasta que cerca del mar llega á hacerse predominante el buzamiento hacia el Nordeste. Con las margas alternan lechos delgados de arenisca, que en las inmediaciones de Guetaria van adquiriendo más desarrollo.—Por último, nuestro corte atraviesa el Isote de Guetaria, constituido por las areniscas que desde el Cabo de Higuer llegan hasta este punto, no volviendo ya á encontrárselas en la costa occidental de la provincia.—Las indicadas margas toman gran desarrollo en las cercanías de Zumaya, y dan origen á la importante industria de la fabricación de cales hidráulicas.

La línea por donde hemos dirigido el corte geológico, cuya explicación acabamos de dar, atraviesa muy oblicuamente el río Urola entre los montes de Izarraitz y Erchina, apareciendo en su intermedio y por ambas orillas las pizarras oscuras; pero éstas se internan poco por la margen izquierda y se pierden entre los dos grupos de calizas compactas, que allí llegan á ponerse en contacto, formando un macizo montañoso con encrespados picos en la divisoria de las cuencas de los ríos Urola y Deva, que tiene por limite al sur las cumbres de Izarraitz y al norte las de Anduzmendi.—En el vallecito de Lastur, situado en este macizo montañoso y rodeado por todas partes de cumbres calizas, no tienen salida aparente las aguas, que se pierden entre las oquedades de aquellas rocas, para engrosar después los arroyos que afluyen al Deva ó al Urola <sup>(1)</sup>.

(1) Cerca de Mendaro se une al río Deva el arroyo Quilimón, que, como hemos indicado en la pág. 22, ofrece la particularidad de ser intermitente, notándose que la falta del agua en él no coincide con las épocas de sequía, sino que suele ocurrir repentinamente, tanto en la estación lluviosa como en la seca. Es curiosa por demás la relación que de este fenómeno hizo el Pa-

EL CORTE N.º 3 está trazado desde las peñas de Zaraya hasta la desembocadura del río Deva, en la villa del mismo nombre. Las capas calizas de la sierra de Aizgorri al prolongarse hacia el oeste, describen un cuarto de círculo que vuelve su concavidad hacia el sur, lo cual es causa de que en el monte Zaraya aparezcan con buzamiento al Sudeste, mientras que en las crestas de Aizgorri y Aloña buzan al Sudoeste, y de que vistas unas y otras desde ciertos puntos aparezcan como discordantes cuando en realidad forman una faja continua. Por efecto de esta inflexión en la dirección de las capas, queda al sur de las cúspides calizas una grande hoyada, limitada en parte al mediodía por la sierra de Elguea, que el corte antecedente atraviesa; paraje por demás agreste, donde se halla edificado el Monasterio de Aranzazu y, más al oeste, el barrio de *Arnoz*, del término municipal de Oñate. Las aguas de toda esta hoyada se abren paso por la estrecha garganta de Urregola para formar, con la unión de otros arroyos, uno de los afluentes del río Deva.—En ninguno de los mapas geográficos de la provincia se ha hecho resaltar como era debido la especial topografía de esta comarca, efecto de la indicada inflexión de los estratos.

Las cimas calizas de Zaraya y Aitzorrotz dominan el valle de Leniz, situado á su lado occidental, por el cual corre el río Deva, que tiene su origen en el puerto de Arlabán, punto culminante de dicho valle, confin de Guipúzcoa y Alava y divisoria de aguas entre el Océano y el Mediterráneo.—En las calizas de Aitzorrotz se encuentran numerosos ejemplares de la *Rhynchonella Lamarckiana*, especie del tramo Cenomanense inferior.—Por bajo de las calizas de Zaraya y Azorrotz asoman, con buzamiento generalmente hacia el Sur aunque presentando algunas inflexiones, las psamitas pizarreñas que tantas veces hemos mencionado, las cuales son las rocas dominantes en el indicado valle de Leniz, que constituyen los tres pueblos de Salinas, Escodre

Larramendi en su obra titulada *Geografía de Guipúzcoa*, considerándolo el caso más extraordinario é inexplicable. En la estructura cavernosa de las calizas debe buscarse la causa de este hecho: las aguas que entre esas rocas se filtran en el valle de Lastur, socavándolas lentamente, encuentran cavidades subterráneas, y en tanto que éstas se llenan, dejan de salir á la superficie.

riaza y Arechavaleta. Esas psamitas son aquí sumamente deleznales, á cuya propiedad debe atribuirse el fenómeno observado en el pueblo de Salinas, construido sobre tales rocas, en el cual todos los edificios, inclusa la Iglesia Parroquial, se van continuamente resquebrajando hasta llegar á inspirar cuidado á su vecindario.

En el valle de Leniz, cerca del puerto de Arlabán y en una capa arenisca intercalada entre las psamitas de que hablamos, hemos hallado ejemplares de un *Casiope* que el Sr. Vidal, considerándolo especie nueva, no sólo ha tenido la amabilidad de describir <sup>1)</sup>, sino también la galantería de darle mi nombre (*C. Añun-Yarzæ*).

Descendiendo dicho valle se vuelven á encontrar varios asomos de calizas entre psamitas y margas, de los cuales el de más espesor es el que ocupa el monte denominado Curtzichiqui, al sur de la villa de Mondragón. Después se vuelve á encontrar la serie de psamitas y areniscas inferiores á las calizas, con buzamiento meridional y más consistentes que en el valle de Leniz.—Al sur de Vergara, una falla pone en contacto estas rocas con margas que buzan en sentido contrario, y que en las inmediaciones de aquella villa se doblan luego en multitud de pliegues que hemos procurado figurar en el dibujo, aunque sus exiguas dimensiones no permiten representarlos con exactitud. El corte pasa al oeste de Vergara, por la margen izquierda del Deva, por lo cual no aparece en él el apuntamiento eruptivo que al norte de dicha villa y orilla derecha del río está representado en el Mapa y en la figura 9 intercalada, más adelante, en la página 93.—Las margas de las cercanías de Vergara son idénticas á las que por tantas veces hemos hallado sobrepuestas á las calizas compactas, y se las sigue encontrando, conforme se camina río abajo, hasta el barrio conocido con el nombre de *Los Mártires*, en que las interrumpe el gran macizo de ofita, que hemos hallado también en el corte anterior (n.º 7) y que en el actual se prolonga hasta las inmediaciones de Elgoibar, ó sea en una distancia de cinco kilómetros próximamente.—Algunas capas de margas intercaladas en el macizo

<sup>1)</sup> Véase el Apéndice al final de esta Memoria.

ofítico indican bien claramente que aquellas rocas sedimentarias han sido removidas por la erupción, y son por lo tanto anteriores á ella.— Después de la inflexión que presentan las margas en Elgoibar, en el contacto con la ofita, siguen buzando al Sur y alternan con lechos de arenisca, que en las inmediaciones de Alzola se van haciendo más frecuentes y llegan á predominar sobre las margas. Las capas presentan en aquel punto notables pliegues de que da idea el corte, aunque en la escala adoptada no sea posible reproducirlos con exactitud.

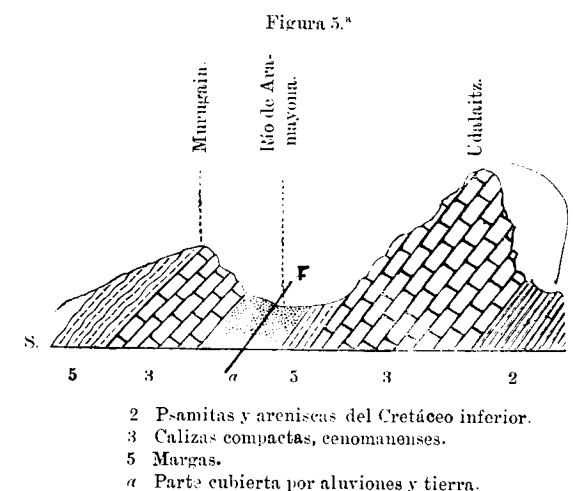
Cerca de Mendaro se sobreponen estas rocas á un grupo de calizas compactas que, elevándose en abruptas pendientes, reducen el valle del Deva á una estrecha garganta. Ya hemos indicado antes que en la margen derecha de este río deben hallarse en contacto los dos grupos de calizas que hemos distinguido, siendo muy difícil hacer su deslinde por la homogeneidad de las rocas, su no siempre marcada estratificación y lo quebrado del terreno. En la orilla izquierda, por donde está dirigido el corte, las calizas parecen pertenecer al grupo más moderno y forman un pliegue anticlinal, hallándose el cambio de buzamiento cerca del puente de Sasiola. Estas calizas son después cubiertas por margas y areniscas que buzau al Norte y llegan hasta el mar.

Merecen mencionarse los innumerables pliegues que presentan las capas al oriente de Deva, y pueden observarse en los cortes de la carretera que sube á Iciar.—Cerca de Saturrarán se ven intercalados en esta serie de rocas algunos bancos de pudingas de elementos gruesos.

A fin de evitar repeticiones enojosas, renunciamos á insertar otro corte que habíamos trazado al oeste del anterior, por los confines mismos de Guipúzcoa y Vizcaya, en el cual se reproducen la mayor parte de los detalles geológicos señalados en el último; pero como quiera que en dicho corte queda comprendida la montaña de *Udalaitz*, una de las más elevadas de la provincia, diremos dos palabras acerca de su constitución geológica. Está situada esta montaña entre Mondragón y Elorrio, y su cima sirve de límite común á las provin-

cias de Guipúzcoa y Vizcaya; su elevación y su forma puntiaguda hacen que se la divise desde largas distancias. La potente serie de capas calizas de que casi exclusivamente está formada, ha sido separada por una falla de las rocas de igual naturaleza que constituyen en Vizcaya la sierra de Amboto y en Guipúzcoa la de Aizgorri hasta Zaraya.

La figura 5.<sup>a</sup> indica la disposición de las capas calizas en Udalaitz, donde aparecen con inclinaciones que pasan de 45°, y buzau al Sur.



El vallecito por donde corre el río que baja de Aramayona (Alava) y separa dicha montaña de Udalaitz de la de Murugain, donde vuelven á aparecer las mismas calizas cubiertas por margas, lo consideramos producido por una falla, aunque los depositos aluviales y la vegetación no permiten examinar sus bordes.

Recapitulando cuanto acerca del sistema Cretáceo en Guipúzcoa hemos expuesto, y en vista de los datos paleontológicos, ciertamente muy incompletos, que hemos podido recoger, creemos justificada nuestra opinión de que se hallan representados en esta provincia los tramos comprendidos por lo menos desde el Urgo-aptense hasta el Senonense inferior.—Al Urgo-aptense deben referirse las calizas de

Indamendi y Erchina, y probablemente las de Santiagomendi.—Las pizarras, psamitas y areniscas con *Orbitolina conoidea* y *O. discoidea* que en diferentes sitios hemos visto bajo calizas compactas, pertenecen á la parte superior del Urgo-aptense, y suben probablemente hasta el Albense.—Al Cenomanense inferior corresponde la mayor parte de las potentes masas calizas de la provincia, si algunas no son turonenses, como pretende Mr. Stuart-Menteath.—En las margas superiores á estas calizas vemos representado el Cenomanense superior y acaso el Turonense, y, por último, las areniscas de la costa corresponden, según todas las probabilidades, á la parte inferior del Senonense.

Basta examinar los diferentes cortes que hemos descrito para convencerse del enorme espesor con que en Guipúzcoa se presenta el sistema Cretáceo, no siendo fácil evaluarlo en números exactos, ni aun aproximados, á causa de los grandes trastornos de las capas, algunos de cuyos pliegues y fallas no dudamos que se nos hayan pasado desapercibidos.

### SERIE CUATERNARIA.

#### DEPÓSITOS DILUVIALES Y RECIENTES.

Muy reducidas son en Guipúzcoa las superficies cubiertas por depósitos de aluvión. Los ríos de esta comarca, encerrados en la mayor parte de su curso en angostos valles de rápidos declives, no acumulan los materiales de acarreo sino allí donde encuentran alguna pequeña planicie.

El río Bidasoa es el que ha dado origen á más extensos depósitos de acarreo. Mientras corre entre rocas graníticas, paleozóicas y triásicas, encajonado en estrechas gargantas, no da lugar sino á muy reducidos depósitos de cantos rodados en sus orillas; pero entre Irún y Fuenterrabía aparece una dilatada vega, cubierta por el légamo que el río ha ido aportando y bañada por diferentes brazos de mar. Todo este terreno, que hasta no hace muchos años era una marisma estéril, se halla hoy sometido á cultivo y produciendo pingües rendi-

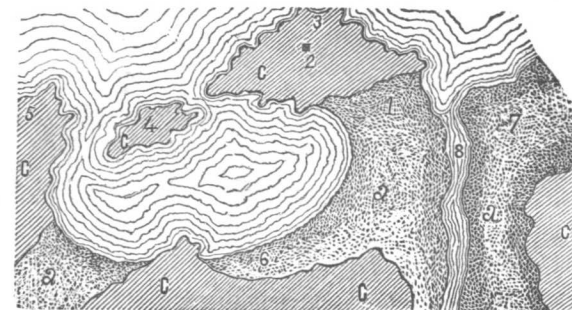
mientos, gracias á la laboriosidad de los habitantes de aquellos contornos. La vega de Irún y Fuenterrabía es el mayor manchón aluvial que puede señalarse en la provincia de Guipúzcoa.

El pequeño río de Oyarzun forma, en las inmediaciones de Rentería y Lezo, algunos depósitos de cantos rodados y légamo.

Las masas aluviales del río Urumea son también muy reducidas, hallándose una de las principales entre Hernani y Astigarraga. Toda la nueva población de San Sebastián y la mayor parte de la antigua, excepto los edificios adosados al monte Urgull, está construída sobre las arenas acumuladas por el Urumea en su desembocadura en el mar.

El monte Urgull, en que está situado el castillo, fué en tiempos diluviales una isla como la actual de Santa Clara, hasta que por la acumulación de las arenas quedó unido á la tierra firme, según se deja fácilmente comprender por el croquis que representa la figura 6.

Figura 6.ª



- |      |                             |   |                               |
|------|-----------------------------|---|-------------------------------|
| a, a | Aluviones, playas y dunas.  | 4 | Isla Santa Clara.             |
| C, C | Rocas del sistema Cretáceo. | 5 | Punta de Igueldo.             |
| 1    | San Sebastián.              | 6 | Playa de La Concha.           |
| 2    | Castillo.                   | 7 | Playa y dunas de La Zurriola. |
| 3    | Monte Urgull.               | 8 | Río Urumea.                   |

No son tampoco de importancia los depósitos aluviales del río Oria. Señalaremos como los principales los acumulados en las inmediaciones de Tolosa, y sobre todo en la pequeña vega de Lasarte.

El río Urola sólo ha formado masas aluviales que merezcan men-

cionarse en la linda vega situada entre Azpeitia y Azcoitia, y algunas menos extensas junto á su desembocadura en Zumaya.

Menos importantes son aún los aluviones del río Deva. Sólo citaremos algunos depósitos muy reducidos en las inmediaciones de Mondragón y de Vergara y cerca de su desembocadura.

Por efecto de las denudaciones oceánicas, en las rocas del litoral se producen derrubios que, mezclados con los restos de conchas de moluscos y equinodermos, tienden á dirigirse, arrastrados por las mareas y las olas, hacia los estuarios por donde desembocan los ríos: los materiales que éstos llevan en suspensión tienden, á su vez, á precipitarse allí donde se establece el equilibrio entre la corriente fluvial y la marina, resultando así depósitos en que se mezclan los elementos de una y otra procedencia. Este doble origen tienen las barras y los arenales ó playas marinas.

Dominando en el golfo de Vizcaya corrientes procedentes del Oeste, los arenales adquieren, por regla general, más extensión al lado derecho de la desembocadura de los ríos. Así se ve que en la del Bidasoa apenas se han formado playas en la orilla española, en tanto que en la francesa existe el gran arrenal de Ondarraizu.

Las arenas de la desembocadura del Urumea se acumulan también en más cantidad hacia su margen derecha, formando la playa y dunas de La Zurriola, y otro tanto sucede en la desembocadura de los ríos Oria, Urola y Deva.

En Guipúzcoa oponen las montañas una barrera á la invasión de estas arenas, que arrastradas por los vientos avanzarían hacia el interior, como acontecía en Gascuña, donde las costas son bajas, antes de que con las plantaciones de Pino marítimo se hubiese conseguido fijar tan movedizos materiales. No pueden, pues, las dunas alcanzar gran extensión en esta provincia, y sólo se nota un principio de ellas en la orilla derecha de la desembocadura de sus principales ríos, y sobre todo del Urumea.

Las arenas marinas reunidas en la ensenada donde tiene asiento la

villa de Zarauz, juntamente con los materiales acarreados por los riachuelos que á ella afluyen, han dado origen á una vega de formación moderna, que hemos representado en nuestro mapa.

Además de esos depósitos recientes, que hemos ido mencionando, se encuentran algunas masas de cantos rodados de tan reducida extensión, que se hace imposible indicarlos en el mapa. Algunos de ellos ocupan niveles muy superiores al régimen actual de las aguas, y deben remontarse al periodo Diluvial en que los ríos y arroyos ocupaban toda su vaguada.

No hemos hallado en las montañas de Guipúzcoa ninguna señal de la existencia de verdaderos heleros: sin duda que sus altitudes no fueron suficientes para condensar las masas de nieve, á cuyas transformaciones deben aquellos su origen.

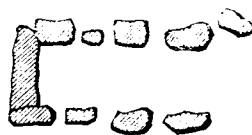
Otra clase de depósito correspondiente á los tiempos cuaternarios, que debemos mencionar aquí, es el légamo diluvial de las cavernas. En Guipúzcoa las hay muy numerosas, como es consiguiente á la abundancia de montañas constituidas por rocas calizas. La más notable entre ellas es la de Aitzquirri, en término de Oñate, no lejos del camino que conduce al monasterio de Aranzazu; en ella hemos encontrado y pueden todavía recogerse numerosos restos de *Ursus Speleus*.—En la caverna de Acategui, situada en la sierra de Aizgorri, se hallan también restos de la misma especie <sup>(1)</sup>.

(1) Esas cavernas son hasta ahora los únicos puntos de España en que con seguridad se han encontrado restos del mamífero citado, que en su emigración no se creía hubiese descendido por la ladera meridional de los Pirineos; pero es aun más sorprendente el hecho de que llegase á la isla de Elba, según hace unos 18 años demostró el Sr. Cocchi, y á la de Pianosa, inmediata á las costas de Toscana.—Entre los fragmentos de la especie dicha recogidos en la caverna de Aitzquirri, uno de los más notables es un cráneo casi completo que consiguió nuestro compañero y querido amigo D. Francisco Gascue y que, si no estamos mal informados, se conserva en la Escuela de Ingenieros de Minas; pero con anterioridad, cuando en 1871 se exploró por primera vez aquel antro, se habían ya extraído otros ocho.

De esa misma caverna pueden consultarse curiosos detalles en la obra del Sr. Vilanova (D. Juan), titulada *Origen, naturaleza y antigüedad del Hombre*,



No tenemos noticia de que se hayan hallado en Guipúzcoa restos de la especie humana ó de su industria en el periodo Diluvial, ni nosotros los hemos descubierto; pero como correspondiente á tiempos más recientes, aunque dentro de las edades prehistóricas, á cuya denominación por otra parte no se puede dar sino un valor relativo, mencionaremos la existencia de un dolmen en la vertiente norte de la sierra de Aralar y término municipal de Zaldivia. Su forma es rectangular: cuatro lajas de piedra caliza forman cada uno de los lados más largos, que miden próximamente cinco metros; una piedra de mayores dimensiones forma el frente ó sea uno de los lados cortos, y por el opuesto queda abierta la cámara. La gran piedra que servía de cubierta y tiene tres metros de longitud, se halla hoy derribada junto á las otras.—La siguiente figura 7.<sup>a</sup> representa la planta de este dolmen, conocido con la denominación de *Sepultura de gentiles* entre los pastores que durante el verano moran en aquellas alturas.

Figura 7.<sup>a</sup>

No es nuestro propósito, ni cabría dentro de los límites de este trabajo, el exponer las consideraciones á que se presta la presencia de este dolmen en esa comarca. Los autores que de esta clase de construcciones prehistóricas han tratado, no se hallan de completo acuerdo acerca del pueblo ó raza á quien deba atribuirse su erección. Referidas en un principio á los celtas, antes que el descubrimiento de otros restos del hombre y de su industria hiciera relegar su aparición en la tierra á tiempos mucho más remotos, se las creyó después correspondientes á la edad Neolítica ó de la piedra pulimentada, por encontrarse en ellas objetos de esta clase, y se atribuyó su construcción á una raza no bien determinada y esencialmente nómada, que

y en un artículo del Sr. Rodríguez Ferrer, inserto en el tomo VII de los *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural* (pág. 26 á 29 de las *Actas*).

hubo de recorrer todos los países, bien distantes entre sí, en que aparecen tales monumentos; pero esta opinión fué perdiendo terreno á medida que semejantes construcciones se iban encontrando por todas partes, y hoy parece más razonable mirarlas como la arquitectura primitiva de pueblos y razas distintas que ocuparon diversos países, siendo, por lo tanto, célticas las que existen en regiones que los celtas habitaron, habiéndose por otra parte reconocido no poca exageración en la antigüedad atribuida á muchas de estas construcciones.

En el país vascongado sólo se habían mencionado sepulturas megalíticas en la llanada de Álava, pues no podemos considerar como tales las piedras de Arrechinaga, en Marquina <sup>(1)</sup>, y se las había atribuido á los celtas, suponiendo que remontando el Ebro, habrían llegado hasta aquella región de facilísimo acceso. No es tan fácil referir á la misma procedencia el dolmen de Zaldivia, para lo cual habría que suponer que aquella raza hubiese transpuesto la elevada sierra de Aralar, derramándose por una comarca donde ningún otro rastro ha dejado de su permanencia.

La investigación y comparación de instrumentos de piedra y restos humanos que se han encontrado en las sepulturas megalíticas de Álava, podría arrojar alguna luz sobre cuestiones tan importantes para el esclarecimiento de la historia de los primitivos pobladores de nuestra Península, cuyo interés sube de punto tratándose de regiones habitadas por una raza autóctona, que aún conserva su admirable idioma aglutinativo, á pesar de hallarse rodeada, desde los tiempos históricos, de pueblos que hablan lenguas de flexión.

(1) Una de las curiosidades que visita todo forastero en la villa de Marquina (Vizcaya), es la ermita de San Miguel de Arrechinaga. Dentro del templo, de planta octogonal, se admiran tres enormes piedras cuarzosas, descansando sobre calizas que asoman en el suelo y en tan singular equilibrio que aparecen amenazar con su desplome al observador. Aunque la disposición de estas piedras en nada se parece á la de los monumentos megalíticos, las calificó de tal el Sr. Amador de los Ríos. Nosotros sólo vemos en Arrechinaga un efecto de la denudación, que habiendo desgastado las calizas inferiores, ha dejado sobre ellas los grandes trozos de arenisca, roca que en aquellos contornos aparece sobrepuesta á calizas idénticas á las que forman la base de las de Arrechinaga.

## II.

## ROCAS HIPOGÉNICAS.

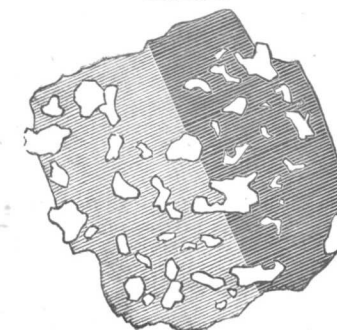
## GRANITO.

Un solo macizo granítico existe en Guipúzcoa: forma las cúspides de la Peña de Aya, divisoria entre esta provincia y Navarra, y penetra en territorio francés atravesando el río Bidasoa. En la parte comprendida en Guipúzcoa los límites del granito son muy irregulares, según lo indica nuestro mapa.—Las cimas graníticas de Aya se destacan en abruptas pendientes sobre las pizarras paleozóicas, dibujando pintorescas crestas que desde puntos muy lejanos se divisan. En la prolongación que el macizo presenta hacia el norte, no son las pendientes tan rápidas y el granito no sobresale tanto entre las pizarras. En ambas orillas del Bidasoa las vertientes graníticas son muy escarpadas.

Los cortes Números 1 y 2 de la Lámina II indican la posición del granito de Aya. La irregularidad de sus contornos es causa, como antes tuvimos ocasión de decir, de que esta roca aparezca con soluciones de continuidad en el primero de esos cortes; pero al este de la línea por donde está trazado se ve que el granito forma una mancha continua y que las pizarras paleozóicas llenan los senos resultantes de las prolongaciones del macizo.

En cuanto á su estructura y composición mineralógica, presenta el granito de Aya algunas variedades. En los puntos más próximos á la villa de Irún tiene generalmente poca ó ninguna mica negra, algo de mica blanca y mucha clorita, alteración probablemente de la mica.

Esta desaparece casi por completo en algunos sitios y aun también la clorita, siendo entonces la roca una pegmatita.—Hacia las cumbres del macizo es el granito de grano más fino y abunda la mica negra ó biotita, transformada muchas veces en clorita y limonita.—En todas estas variedades el feldespato que predomina es la ortosa, presentándose también la oligoclasa, aunque á menudo en exigua proporción.—En la orilla del Bidasoa, cerca del puerto de Endarlaza, donde concurren los límites de Guipúzcoa, Navarra y Francia, son mucho más abundantes en el granito los feldespatos triclinicos, siendo la oligoclasa la especie más frecuente, aunque también aparece en algunas muestras la microclina.—En ejemplares recogidos cerca de las cúspides de Aya hemos hallado también como parte integrante el granate.—Todas esas variedades del granito no guardan entre sí una relación bien marcada, sino que se ligan por trámites insensibles y sólo hemos apuntado los sitios en que cada una de ellas parece predominar, á juzgar por las muestras que hemos recogido y examinado.—Una de las particularidades del granito de este macizo, sobre todo en las inmediaciones de las rocas sedimentarias, es la abundancia con que en él aparece el cuarzo que Mr. Michel Lévy ha llamado *de corrosión*, y que es producto de una infiltración silicea posterior á la consolidación de la roca. Este cuarzo corroe principalmente los cristales de ortosa y menos los de plagioclasa, dibujando en los primeros caprichosas formas. La figura 8 representa una macla de ortosa con cuarzo de corrosión, en una muestra procedente del punto

Figura 8.<sup>a</sup>

llamado *La Cascada*, término de Irún. El aumento es de 47 diámetros, y el dibujo se ha obtenido con luz polarizada.

Llaman también la atención en las secciones transparentes de muchas muestras de estos granitos, vistas en el microscopio, los innumerables microlitos que llenan algunos cristales de sus diversos feldespatos, cuya pequeñez hace difícil su identificación con ninguna especie determinada, si bien nos inclinamos á referirlos á la plagioclasa. Son completamente incoloros y apenas se destacan, vistos con luz natural, sobre los cristales en que van incluidos, pero en la polarizada brillan con vivos colores. Su extinción entre los nicoles cruzados se verifica paralelamente á su longitud, la cual no pasa, por regla general, de 2 á 5 centésimos de milímetro, aunque aparecen algunos más largos. Su orientación y distribución en los cristales de feldespato no parece ajustarse á leyes determinadas.

Expuestas esas generalidades, describiremos especialmente algunas de las secciones que pueden tomarse como tipos de las variedades indicadas.

EN LA LÁMINA III hemos representado una sección de la variedad de granito predominante en la cúspide de la Peña de Aya, vista con aumento de 55 diámetros. La figura 1.<sup>a</sup> se ha obtenido con luz natural y la 2.<sup>a</sup> con luz polarizada.—La biotita ó mica negra aparece muy abundante, y en parte transformada en clorita.—De los feldespatos predomina la ortosa, maclada frecuentemente según la ley de Carlsbad; presentándose también la oligoclasa con sus fajas polisintéticas bien marcadas, el cuarzo en granos de contornos muy irregulares y, por último, el granate.

LA FIGURA 1.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA IV es una sección de granito procedente de la prolongación que el macizo de Aya presenta hacia el norte: es la variedad allí más frecuente y la muestra con que se ha obtenido esta preparación fué recogida dentro de una galería de las minas de hierro que se explotan en aquel paraje. El aumento en esta figura es también de 55 diámetros y está dibujada en la luz polarizada. El

elemento predominante en la sección es la ortosa, que se presenta muy irregularmente enturbiada por alteraciones posteriores á su cristalización; falta la plagioclasa, que es muy rara en esta variedad; el cuarzo aparece con los contornos irregulares de sus granos de distinta orientación cristalográfica.—Se ven algunas laminillas de mica blanca, y abunda la clorita de estructura finamente escamosa, que presenta la polarización agregada con vivos colores.

EN LA FIGURA 2.<sup>a</sup> de la misma Lámina IV hemos representado una sección en que se ven las tres especies de feldespato ortosa, oligoclasa y microclina, que contienen los granitos de Enderlaza, punto de donde procede la muestra con que se la ha preparado. La figura está copiada en la luz polarizada, y el aumento es asimismo de 55 diámetros. En los cristales de ortosa y oligoclasa se ven los microlitos á que antes hemos aludido. La mica que entra en la composición de este granito es exclusivamente la biotita, y suele hallarse parcialmente transformada en clorita.—En el cuarzo, lo mismo en el de esta variedad que en las anteriormente descritas, son prodigiosamente numerosas las inclusiones líquidas: pasan de 50.000 las que existen en el espacio correspondiente á un milímetro cuadrado de la sección.—Como elementos accidentales, suelen encontrarse en estos granitos la magnetita y la apatita, generalmente incluídas en la mica negra.

LA FIGURA 1.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA V representa una sección, vista con luz polarizada y aumento de 55 diámetros, del granito con cuarzo de corrosión procedente del punto llamado *La Cascada*, en término de Irún, cerca del contacto con las pizarras paleozóicas.—Las partes integrantes de esta curiosa roca son: ortosa, que es el feldespato predominante; oligoclasa, mucho menos abundante; biotita, muy escasa, tanto que no se distingue á la vista natural; cuarzo primitivo ó granítico, y cuarzo de corrosión.—Es interesante observar en esta preparación cómo la infiltración silícea ha ido corroyendo los elementos de la roca, cebándose principalmente en la ortosa. La oligoclasa

parece haber opuesto más resistencia á la corrosión.—Otro hecho muy curioso es que al reemplazar la sílice á la ortosa parece haber respetado los microlitos que ésta encerraba: en la parte inferior de la figura se ve con claridad este fenómeno.

En diferentes puntos cortan al granito diques de una roca que, por lo general, presenta color verdoso uniforme y que, examinada en el microscopio, resulta ser una diabasa más ó menos alterada. Uno de estos diques aparece en *La Cascada*, cerca del punto de donde proceden las muestras de granito últimamente descritas: su dirección es N. 10° O., y su inclinación se aproxima á la vertical. Examinadas en el microscopio las muestras de esta procedencia, resultan compuestas de prismas de plagioclasa que se cruzan en todas direcciones, dejando espacios irregulares, ocupados en su mayor parte por la clorita, entre la cual se descubren restos de augito, de cuya alteración procede.—Toda la roca aparece salpicada de cristallitos de hierro titanífero, agrupados en líneas rectas.

Otro dique de análoga composición puede observarse cerca del puente de Endarlaza. En las muestras procedentes de él se descubre algo de anfíbol, unido al piroxeno y procedente de su evolución.

Otras veces estos diques cortan las pizarras inmediatas al granito, como sucede en el paraje llamado *Meazuri*, al pie de los crestones que coronan la montaña de Aya, donde hemos recogido muestras de una diabasa muy alterada, en que casi todo el augito se ha transformado en clorita y limonita, apareciendo muy turbios los cristales de plagioclasa.

Entre el granito y las pizarras paleozóicas existen filones de contacto, compuestos principalmente de siderosa y cuarzo. Filones de igual naturaleza se presentan también cortando la estratificación de las pizarras y cuarcitas próximas al macizo granítico. De unos y otros nos ocupamos en otro lugar, limitándonos aquí á señalar su presencia por considerarlos íntimamente ligados al granito. Algunos de estos

filones son cortados por los diques de diabasa, lo que demuestra que son anteriores á esta roca.

Uno de los filones de siderosa, que explota la Compañía *La Bidasoa*, aparece cortado por una diabasa de elementos mucho más gruesos que en las anteriormente citadas: los cristales blancos de plagioclasa se destacan sobre el verde de la clorita y dan á la roca un aspecto porfídico.

#### OFITA.

La provincia de Guipúzcoa ha sido ciertamente la región más favorecida por las erupciones ofíticas entre el dilatado campo donde éstas se han dejado sentir. En Guipúzcoa pueden contarse más de cincuenta apuntamientos de ofita, presentándose entre ellos el mayor macizo conocido en toda la zona pirenaica, donde esta roca representa un papel importante. Ese gran macizo ofítico, que mide próximamente 16 kilómetros de longitud y de 5 á 6 de anchura, proporciones desusadas en los de su clase, está orientado de Noroeste á Sudeste, alcanza considerables altitudes (721 metros en el monte Elosua) y su eje mayor es una línea trazada desde el S.O. del pueblo de Urrestilla hasta al N. de Eibar.—Bajando por el río Deva comienza la ofita en el barrio titulado *Los Mártires*, término de Vergara, y concluye en las inmediaciones de la villa de Elgoibar. El río Urola encuentra las ofitas al norte de Villarreal y corre entre estas rocas hasta cerca de Azeoitia, estando el gran macizo eruptivo precedido y seguido de otros afloramientos de la misma roca en forma de filones-capas.—El suelo constituido por este inmenso depósito de ofita es sumamente quebrado y en él los valles de los dos citados ríos semejan estrechos desfiladeros.

El apuntamiento ofítico que al precedente sigue en extensión, aunque es mucho más reducido, está situado entre Villabona y Asteasu, cerca del contacto entre las rocas liásicas y cretáceas.

Existen, además, pequeños afloramientos de ofita en las inmediaciones de Motrico; en Vergara, al N. de la villa y orilla derecha del

rio; cerca de Anzuola; muy numerosos al norte de Villarreal, descolando entre ellos el del monte Irimo, en su mayor parte constituido por ofita; en las inmediaciones de Azpeitia y Urrestilla; entre Andoain y Hernani, y en los términos de Oyarzun y Aya, todos ellos entre rocas del sistema Cretáceo.—En el contacto de éstas y las liásicas se ven afloramientos de ofita al sur de Alegria y en el alto de Manduri (entre Azpeitia y Beasain).—Entre rocas liásicas aparecen muchos apuntamientos ofíticos en las inmediaciones de Tolosa é Irura, y en Berrobi y Oyarzun los hay entre las areniscas rojas del Triás.

Mucho se ha discutido sobre la edad de las ofitas y ya antes de ahora hemos tenido ocasión de exponer nuestro humilde parecer por lo que se refiere á las del país vascongado <sup>(1)</sup>. En Guipúzcoa se ven aflorar estas rocas indistintamente entre las formaciones Triásica, Liásica y Cretácea, cortando su estratificación, y no á manera de antiguos arrecifes existentes en los mares de estos periodos, según la opinión emitida por Mr. Carez.—Cerca de Alzola se ve un dique de ofita, de un metro próximamente de espesor, cortando oblicuamente una caliza cretácea, y no es este el único ejemplo que pudiéramos citar en prueba de que aquella roca es posterior á las formaciones en que aparecen sus afloramientos. Nosotros nos inclinamos á considerar su salida á la superficie como una consecuencia del levantamiento de los Pirineos, que trastornó toda esta región, y no encontramos hechos que comprueben las tres épocas que Mr. Dieulafait <sup>(2)</sup> distingue en las erupciones ofíticas.

Como ejemplos de la posición de las ofitas entre las rocas estratificadas citaremos, ya que no todos los apuntamientos, algunos de los más notables.

<sup>(1)</sup> *Las rocas eruptivas de Vizcaya.*—*Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*; tomo VI, p. 269.

*Edad de las ofitas.*—*Idem. id. id.*; tomo IX, p. 93.

<sup>(2)</sup> Nota comunicada á la Academia de Ciencias de Paris en 6 de Marzo de 1882.

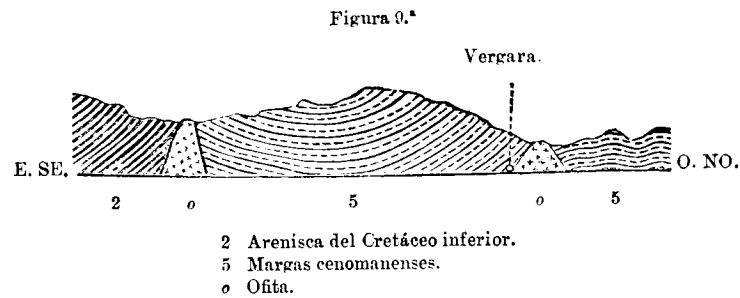
EN EL CORTE NÚM. 6 de la Lámina II se señala un afloramiento de ofita entre rocas liásicas, cerca de su contacto con las del Cretáceo inferior, al sur de la villa de Alegria.

EL CORTE NÚM. 7 de la misma Lámina atraviesa por la orilla izquierda del río Urola el gran macizo ofítico de que antes hemos hecho mérito, viéndosele precedido y seguido de afloramientos de la misma roca que afectan la forma de filones-capas y alternan con margas cretáceas. Tanto en el corte como en el mapa aparecen exagerados los espesores de estos filones-capas, que representados en su verdadera magnitud apenas se harían perceptibles.—Podría á primera vista dudarse si los que nosotros consideramos filones-capas inyectados entre los estratos cretáceos después de consolidados éstos, no son más bien corrientes de materias eruptivas solidificadas en el fondo del mismo mar donde se formaban las margas de dicho periodo, cuya sedimentación interrumpieron por diferentes veces; pero contra esta explicación militan varias razones: en primer lugar, los estratos cretáceos presentan aquí exactamente el mismo aspecto á uno y otro lado de la roca eruptiva, lo cual no sucedería si efectivamente su depósito hubiera alternado con el de otros materiales pastosos por causa de fusión ígnea, pues éstos modifican más ó menos profundamente la capa sedimentaria sobre que toman asiento, mientras que la capa sedimentada posteriormente no sufre alteración, resultando así una estructura diferente para el techo y el muro de la roca eruptiva, y en esta misma se nota una diferencia análoga presentando la parte superficial ó superior bordes mucho más irregulares. Nada de esto se observa en las ofitas del valle del Urola, que presentan sus dos bordes bien unidos, siendo idénticos por ambos lados sus contactos con la roca estratificada. Consideramos, pues, estas ofitas como intrusiones posteriores á la sedimentación de las capas cretáceas, que debieron tener lugar cuando estas sufrían las presiones laterales que las han levantado y trastornado.

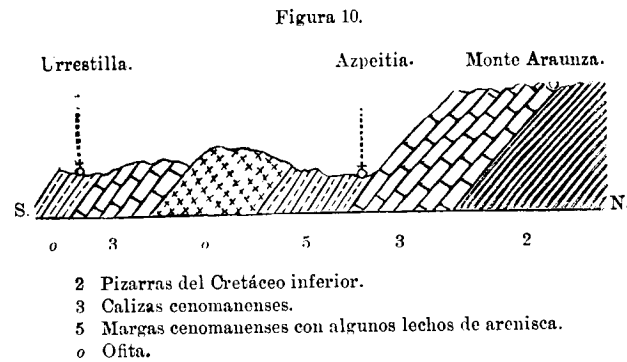
EL CORTE NÚM. 8 atraviesa también el mismo gran macizo de ofita,  
COM. DEL MAPA GEOL.—MEMORIAS.

pero más al oeste, siguiendo el río Deva. En él se indica cuán notables son las inflexiones de las margas cretáceas al ponerse en contacto con la roca hipogénica, cerca de Elgoibar.

La figura 9, que aquí sigue, representa un corte trazado por las inmediaciones de las villas de Vergara y Anzuola; en el cual aparecen dos apuntamientos de ofita, uno de ellos, el próximo á Anzuola, en el contacto entre el Cretáceo inferior y el medio.

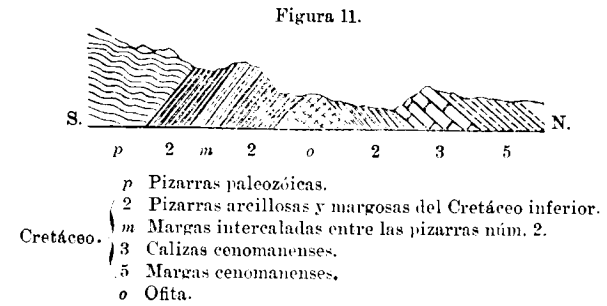


En la figura 10 hemos indicado la situación de otro afloramiento de ofita situado entre Urrestilla y Azpeitia, separando también distintos horizontes del Cretáceo.

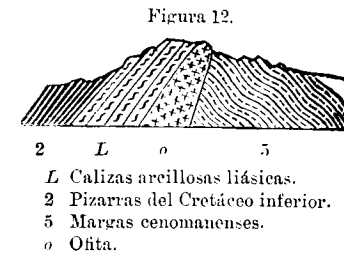


El corte representado en la figura 11 muestra la posición de la ofita al sudoeste de Oyarzun entre las pizarras arcillosas y margosas

del Cretáceo, que buzan en distintos sentidos á cada lado del apuntamiento eruptivo.



En la figura 12 está señalada la situación del afloramiento de ofita que en el alto de Manduri (carretera de Azpeitia á Beasain) aparece en el contacto anormal del Liásico y Cretáceo.



Con frecuencia, pero no constantemente, acompaña el yeso á las ofitas en Guipúzcoa. Entre los apuntamientos eruptivos con yeso podemos citar los inmediatos á Motrico y Azpeitia, en cuyos dos puntos se explotan abundantes canteras de esta sustancia, y los comprendidos entre Andoain y Hernani y Urnieta.—El gran macizo ofítico antes descrito no va acompañado de yeso.

Expuestos estos antecedentes acerca del yacimiento de las ofitas en Guipúzcoa, pasaremos á tratar de su composición mineralógica. Si se examinan á simple vista las de los distintos afloramientos enumerados, se ve que predominan aquellas que aparecen como una masa homogénea de color verde, ó dicho en otros términos las que tienen estructura afanítica: á veces, cuando sus elementos son algo ma-

yores, pueden discernirse cristales blancos de feldespato, sin que sea fácil reconocer su especie, y manchas negras de hierro magnético. —Hay otras ofitas, menos abundantes, en que los elementos son mucho mayores y se descubren con claridad cristales blancos de plagioclasa y oscuros de augito y hornablenda: ejemplares de esta variedad hemos recogido en los cortes de la carretera entre Zumárraga y Azcoitia y también cerca de Oyarzuñ. —Con mucha frecuencia presentan en Guipúzcoa las ofitas estructura amigdaloides, sobre todo cuando su alteración está bastante avanzada, apareciendo entonces sus cavidades circulares rellenas de caliza y clorita, y á veces epidota, destacándose sobre un fondo oscuro, pardo rojizo.

Para poder distinguir con la claridad debida los elementos que entran á formar parte de estas rocas es preciso recurrir al examen de secciones transparentes en el microscopio, y así se reconoce desde luego que en ellas entran como minerales esenciales la plagioclasa y el piroxeno, juntamente con el hierro magnético y el titanífero, ó sea la ilmenita, dando lugar estos minerales, principalmente el piroxeno, á otros secundarios ó que se derivan de su alteración.

La plagioclasa predominante en las ofitas de Guipúzcoa es la oligoclasa, según indica su extinción en los nicols cruzados, casi paralela á la dirección de las láminas hemitropes. Sólo en el yacimiento que existe entre Villabona y Asteasu hemos recogido ejemplares en que el feldespato triclinico corresponde á la labradorita, siendo notable por su diafanidad y reconocible entre los nicols cruzados por el subido valor del ángulo que forman las extinciones de dos láminas hemitropes adyacentes. —Los cristales de feldespato de las ofitas se hallan generalmente muy turbios, ya por encerrar muchas inclusiones vitreas, ya por haberse infiltrado en ellos la clorita, ó bien por hallarse en estado bastante avanzado de alteración, hasta convertirse gradualmente en materia kaolinica. Sin embargo, suelen ser estos cristales los últimos que persisten y pueden reconocerse cuando la roca está muy descompuesta. La plagioclasa, bien sea oligoclasa, como sucede en casi todos los ejemplares que hemos examinado, bien sea labradorita, no da lugar á más productos secundarios que esa sustancia kao-

linica, y eso cuando la alteración de la roca está muy adelantada.

De los minerales piroxénicos el más constante es el augito en las ofitas de Guipúzcoa, presentándose en ellas bajo dos aspectos diferentes. Las más veces aparece en las secciones transparentes completamente incoloro, con superficies rugosas que le dan semejanza con el olivino, cuyo aspecto es el que predomina en el augito de las ofitas con estructura afanítica. Otras veces tiene este mineral un color rojo violáceo, y con este carácter se le suele encontrar en las rocas de elementos más gruesos, aunque asociado á veces con la variedad incolora. —Acaso esta última no es más que un principio de alteración de la otra, según han hecho ya observar Fouqué y Michel Lévy <sup>(1)</sup> al decir que la alteración del augito suele comenzar por una decoloración, lo cual parece corroborarse con el hecho de ser la variedad incolora en las rocas que estudiamos la que más evoluciones presenta hacia la clorita, que es su más frecuente producto de transmutación.

Solo en ejemplares del yacimiento que existe entre Villabona y Asteasu, y que, como ya se ha dicho, llevan cristales de labradorita en vez de oligoclasa, he encontrado la dialaga reemplazando al augito.

Como producto de la alteración del augito, debe citarse en primer lugar la hornablenda. Este mineral no abunda mucho en las ofitas de Guipúzcoa, y se le encuentra generalmente entre las de elementos más gruesos, observándose á veces en un mismo cristal ó grano cristalino partes de augito y partes de hornablenda. —Mucho más abundante es la clorita, que no falta en ninguna de las secciones que hemos examinado, habiendo algunas en que reemplaza totalmente al augito, pudiendo observarse en casi todos los diversos grados de la evolución: ya se ven, en efecto, granos de augito intacto, ya otros en que la clorita los va invadiendo por sus bordes y fisuras, ó ya algunos totalmente transformados. —En las secciones en que existe la hornablenda se observa que unos granos de augito dan origen á ella, que á su vez se transforma gradualmente en clorita, mientras que otros pasan directamente á la clorita, sin el intermedio de la hornablenda, no pu-

(1) *Mineralogie micrographique. — Roches eruptives françaises*, pág. 362.

diendo apreciarse diferencia sensible entre los individuos augíticos que á esas dos distintas evoluciones dan origen.—La epidota es otro producto de alteración del augito que se encuentra en algunas ofitas, aunque con menos frecuencia que la clorita y aun que la hornablenda.—También debe citarse como tal la calcita, que abunda en las ofitas alteradas y sobre todo en las de estructura amigdalóide, siendo esta sustancia la que con más frecuencia rellena sus cavidades.—Consideramos asimismo como consecuencia de la descomposición del augito en silicatos más básicos la sílice libre, que puede reconocerse en algunas ofitas alteradas.—Por último, proceden también de las evoluciones del augito los cristales de hierro magnético que suelen presentarse esparcidos por la clorita.

Como elementos esenciales de las rocas que examinamos, entran además la magnetita y la ilmenita ó hierro titanífero. La primera da origen por su oxidación ó hidratación al oligisto y á la limonita, y la alteración de la segunda produce la esfena ó titanita, además del producto gris opaco que siempre la acompaña y que la mayor parte de los mineralogistas consideran ácido titánico.

Forma parte integrante de las ofitas de algunos yacimientos de Guipúzcoa la apatita, en su forma habitual de agujas de sección exagonal, y es relativamente muy abundante en las rocas de elementos gruesos.

Por último, se presenta como mineral accidental en algunas de estas ofitas la pirita de hierro, generalmente en cristales que pueden reconocerse á la simple vista.

Resumimos en el adjunto cuadro todo lo que llevamos dicho acerca de la composición mineralógica de las ofitas de Guipúzcoa:

Elementos esenciales.....	{	Plagioclasa.....	{ Oligoclasa, en casi todas.
			{ Labradorita, en pocas.
	{	Piroxeno.....	{ Augito, en casi todas.
			{ Dialaga, en pocas.
	{	Magnetita.	
	{	Ilmenita.	
Elementos accidentales, ó que no son constantes en estas rocas.....	{	Apatita.	
		Pirita de hierro.	

Elementos deutógenos ó productos de alteración.....	{	Del Augito.....	Hornablenda.
			Clorita.
		De la Plagioclasa.	Epidota.
			Calcita.
De la Magnetita...	Magnetita.		
	Cuarzo.		
De la Ilmenita....	{	Sustancia kaolínica.	
		Oligisto.	
		Limonita.	
		Esfena.	
	{	Producto gris opaco, probablemente ácido titánico.	

Enumerados los minerales que entran en la composición de las ofitas, diremos algo acerca de su modo de agrupación y de la estructura que, en consecuencia, resulta para estas rocas.

La distinción entre la estructura granuda y la porfídica no ha sido comprendida de igual modo por todos los petrógrafos. Nosotros aceptaremos de buen grado la doctrina con gran precisión expuesta por Rosenbusch en su artículo titulado *Ueber das Wesen der hornigen und porphirischen Structur des Massengesteine* (sobre la esencia de la estructura granuda y porfídica en las rocas eruptivas) <sup>(1)</sup>; teoría que hemos visto también aceptada por el Sr. Breñosa en un notable trabajo publicado en los Anales de Historia Natural con el título de *Las porfiritas y microdioritas de San Ildefonso* <sup>(2)</sup>.

Antes de que se aplicara el microscopio al estudio de las rocas se decía que tenían estructura porfídica aquéllas que presentaban cristales ó granos cristalinos implantados en una pasta amorfa, ó que al menos parecía tal; mas con los medios amplificantes se descubrió que esta pasta ofrecía muy distintos aspectos, estando unas veces compuesta de cristales pequeñísimos, pero bien discernibles en el microscopio, en cuyo caso recibe la denominación de *microcristalina*. Otras veces presenta esa pasta la polarización agregada, la cual indica ya un principio de separación de elementos en el magma, pero sin que

(1) *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*.—Tomo II, primer cuaderno: 1882.

(2) *Anales de la Sociedad española de Historia Natural*.—Tomo XIII, cuaderno 2.º: 1884.



puedan distinguirse unos de otros los cristales, aun empleando los mayores aumentos que dan nuestros microscopios, y se designó esta estructura especial con el nombre de *microfelsítica*. En otros casos, los menos, se reduce la pasta á un vidrio completamente isótropo, en el seno del cual suele haber diversos productos de desvitrificación (microlitos, triquitos, etc.)

Rosenbusch, fundándose en que el tamaño mayor ó menor de los cristales no debía servir de base para la especificación de la estructura de las rocas, descartó de las porfídicas todas aquéllas en que la pasta ó masa fundamental (*Grundmasse*) era microcristalina, designando como tales solamente á las que contienen lo que él llamó *base amorfa*, comprendiendo en esta denominación las pastas vítrea y microfelsítica. Pero en el artículo ya citado reconoce el eminente profesor de Heidelberg que este tecnicismo es imperfecto, y que hay rocas de estructura porfídica en que no existe base amorfa, esto es, que son *holocristalinas*, según el término adoptado, el cual es aplicable á rocas de una ú otra estructura; al paso que rocas verdaderamente granudas pueden contener restos del primitivo magma vítreo, ó sea base amorfa, en los intersticios que dejan sus cristales, y funda para lo sucesivo la diferencia entre ambas estructuras en un carácter mejor definido.

Para ello observa que los elementos mineralógicos de las rocas eruptivas granudas tienen por lo general formas mejor definidas cuanto más pronto se diferenciaron en el magma, y que han seguido cierto orden cronológico en su formación, pudiendo bajo este punto de vista dividirse en cuatro grupos.—Al 1.º corresponden los minerales metálicos y algunos otros que son accidentales en las rocas, comprendiendo este grupo la magnetita, oligisto, ilmenita, apatita, zircón, espinela y titanita; en el 2.º grupo entran los silicatos ferro-magnésicos biotita, anfíbol, piroxeno y olivino; en el 3.º los feldespatos y sus afines nefelino, leucito, melilito, sodalita y hauyna, y en el 4.º, la sílice libre.—Los minerales del primer grupo son los que primero se diferencian en todas las rocas eruptivas, y si algunos, como la magnetita y oligisto, son á veces más modernos, es que proceden

de la alteración de otros minerales, es decir que son de formación secundaria. Los minerales del 2.º grupo se diferencian antes que los del 1.º en las rocas ácidas, como el granito, y posteriormente en la mayor parte de las básicas, como la diabasa. El ácido silícico libre es siempre el elemento más moderno.—Ahora bien; según Rosenbusch deben considerarse como rocas granudas holocristalinas aquéllas en que cada uno de sus elementos mineralógicos se ha individualizado en una sola fase de la formación de la roca: cuando los minerales feldespáticos han cristalizado antes que los silicatos ferro-magnésicos se tiene la estructura *diabásico-granuda*, y cuando después la *granítico-granuda*.

Conservan el nombre de porfídicas todas las rocas que presentan cristales ó granos cristalinos cimentados en una pasta ó masa fundamental; pero ésta puede ser vítrea, microfelsítica, microcristalina ó mixta, y aun *fanerómera*, ó sea con cristales que pueden reconocerse á la simple vista. En las rocas porfídicas de *base amorfa* (*vítrea* ó *microfelsítica*) ha terminado su constitución con la solidificación del magma que quedaba después de diferenciados los cristales porfídicos, mientras que en las de pasta microcristalina ó mixta este residuo del magma ha dado lugar á una nueva generación de cristales.—En estas rocas, pues, cada elemento mineralógico se ha individualizado en distintos periodos, resultando de aquí que los cristales formados en el primero alcanzan, por lo general, mayores dimensiones y contornos mejor definidos, ya porque tuvieron más espacio donde desarrollarse, ó ya porque su cristalización fuera más lenta; mientras los que cristalizaron en el segundo periodo lo hicieron más precipitadamente, ó en espacios más reducidos, y no lograron formas tan perfectas ni la mayor parte de las veces dimensiones tan considerables.—Los cristales del primer periodo son los llamados porfídicos, y las agrupaciones de los formados posteriormente constituyen la pasta ó masa fundamental de esta clase de rocas. Tanto los unos como los otros, dentro de su respectivo periodo, han guardado en su diferenciación el orden cronológico arriba indicado; pero la composición mineralógica de la pasta resulta siempre más ácida que la de los cristales

les porfídicos, aun cuando predominen en ella los feldespatos sobre los silicatos ferro-magnésicos, que pueden llegar á faltar por completo.—Cuando entre los cristales porfídicos hay ortosa y plagioclasa predomina la primera en la pasta, y si á los feldespatos acompaña el cuarzo es éste más abundante en ella.—Los minerales del primer grupo no entran generalmente en la composición de la pasta, y cuando se les encuentra en ella provienen las más veces de infiltraciones posteriores.

Se ve, pues, que la diferencia entre la estructura granuda y la porfídica estriba en que en la primera cada mineral corresponde á una sola generación, mientras en la porfídica se ha repetido en distintas bases de la formación de la roca la generación de un mismo mineral.

Si se coloca, dice el mismo autor, el límite entre el grupo Paleozoico y el Secundario en vez de en el lugar acostumbrado algo más abajo, en la base del sistema Carbonífero, puede asegurarse de un modo general que para las rocas eruptivas del primer periodo es la estructura granuda la regla general, y la porfídica para las del segundo ó más moderno, aunque una y otra clase de rocas no dejen de traspasar á veces el límite indicado.—Respecto á las rocas más modernas, terciarias y recientes, se observa que la estructura porfídica domina en ellas aún más que en las mesozóicas ó secundarias. Prescindiendo de las *nevaditas*, sobre las cuales no puede citar investigaciones propias, y de las casi enteramente granudas ofitas de los Pirineos y la Península ibérica, así como de los gabros de Liguria y Toscana, cuya edad no le parece bien definida, encuentra que la estructura granuda es esporádica en las traquitas de las Azores, algo más frecuente en las fonolitas, y se extiende aún más en los basaltos, así como en las rocas nefelínicas y leucíticas; aparece muy rara vez en la tefritas, y cuando se encuentra en las augito-andesitas considera más bien estas rocas como basaltos sin olivino. Por el contrario, el desarrollo holocristalino de la masa fundamental no es nada raro en las rocas modernas, sino un fenómeno que se presenta en todos sus grupos.

Ya que hemos extractado una parte del importante trabajo de Rosenbusch, creyéndole pertinente á nuestro objeto, no estará de más que traduzcamos uno de sus párrafos finales en que el autor expone sus ideas sobre las causas de una y otra estructura en las rocas eruptivas.

«Si se quiere, dice, entrar en la cuestión de por qué en unos casos »presentan las rocas estructura granuda y en otros porfídica, no se »puede dar una respuesta satisfactoria en el estado actual de nuestros conocimientos. Podemos en verdad decir que con un grado mayor de acidez en el magma se desarrolla más frecuentemente la estructura porfídica en sus diversas manifestaciones, que cuando aquél »es menos ácido, y que, además, en un magma de un grado dado de »acidez, cierta proporción entre los metales biatómicos y monoatómicos predispone al desarrollo de la estructura porfídica; pero no »se puede hacerla depender solamente de esa proporción química. »Reconocemos que á cierto estado del magma corresponde una precipitación mineralógica determinada, pero solamente podemos decir »que durante la formación de una roca granuda ese estado ha variado muy lenta, pero constantemente; en tanto que las suspensiones y las repeticiones en la formación de los mismos minerales indica repetidos y repentinos cambios en el estado del magma en las rocas porfídicas.—Podría buscarse la razón de este cambio en el variable contenido de agua en el magma; pero de este modo entraríamos en el terreno peligroso de las hipótesis. Más razonable es tener »presente en el estudio de esta cuestión el punto de vista geológico é »investigar las relaciones entre el yacimiento y la estructura de las rocas. Puédese hoy, sin chocar con rudas contradicciones, aventurarse »la afirmación de que la estructura porfídica debe considerarse como »la forma de las rocas que se han desbordado por la superficie; mientras que la granuda corresponde y es común á las que llegaron á »solidificarse en masa, bien en la superficie submarina, ó bien en el »interior de la tierra.»

De intento hemos dado noticia del párrafo del artículo de Rosen-

busch en que se hace mención de las ofitas de los Pirineos y de España, sobre la edad de las cuales parece abrigar alguna duda el reputado petrógrafo al atribuirles estructura cristalina, siendo, según él, más frecuente la porfídica en las rocas eruptivas terciarias y modernas.—Con respecto á la cuestión de edad, creemos que los yacimientos de Guipúzcoa demuestran que estas rocas son posteriores á las cretáceas y, como en la provincia de Alava las hemos hallado trastornando y modificando los estratos eocenos y aun miocenos, no vacilamos en afirmar que son terciarias, si no todas, la mayor parte al menos de las que aparecen en el país vascongado.—En lo tocante á su estructura, presentan las de Guipúzcoa alguna variedad, y su estudio puede también contribuir á esclarecer nuestros conocimientos sobre este grupo de rocas. En general, todas las ofitas de elementos más gruesos y algunas de las afáníticas ofrecen una estructura marcadamente granuda, holocristalina y siempre *diabásico-granuda*; es decir que la plagioclasa ha cristalizado antes que el piroxeno, el cual se acomoda siempre en los espacios que dejan libres los cristales feldespáticos. En algunas ofitas de granos muy menudos se perciben exiguos restos del magma vítreo, ó sea *base amorfa*, sin que por eso deje la roca de ser granuda en la acepción arriba explicada; de cuya variedad hemos hallado muestras en los yacimientos de Motrico. La proporción de vidrio es muy pequeña en ellas, habiéndose dado el caso de obtener de un mismo fragmento de roca preparaciones en que se descubría dicha sustancia y otras en que nó. Hemos examinado también algunas ofitas en que aparece la estructura porfídica con pasta microcristalina, siendo de notar que en este caso solo aparecen como cristales porfídicos los de piroxeno (augito), en tanto que la pasta está constituida por cristales de plagioclasa y piroxeno, verificándose también aquí que ésta es más ácida que los elementos porfídicos, y dentro de esa misma pasta se ve que el feldespato ha cristalizado antes que el piroxeno.—El yacimiento en que hemos hallado muestras con esta última estructura mejor caracterizada está próximo á Tolosa, en el caserío llamado *Olarrea*, del término municipal de Ibarra, y la ofita aflora allí entre calizas liásicas.

Se ve, pues, que las ofitas de Guipúzcoa ofrecen ejemplos, ya de estructura granuda, que es la dominante, ó ya de estructura porfídica, fenómeno nada raro, según Rosenbusch, en las rocas eruptivas terciarias.

Después de apuntadas estas generalidades acerca de la composición mineralógica y estructura de las ofitas de Guipúzcoa, no creemos necesario entrar en la descripción detallada y minuciosa de las rocas de cada uno de los yacimientos arriba enumerados, lo cual daría lugar á repeticiones enfadosas, y nos limitaremos á presentar como tipos de las distintas variedades algunas de las mejor caracterizadas.

LA FIGURA 2.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA V representa, bajo un aumento de 40 diámetros, una sección de ofita de la variedad en que los elementos son más gruesos y en que más abunda la hornablenda. La muestra con que se ha obtenido esta preparación procede del gran macizo ofítico y fué recogida entre Villarreal y Azcoitia.—La figura muestra cómo en un mismo fragmento cristalino se presentan el augito, la hornablenda y la clorita: el primero es incoloro en los trozos mejor conservados; la hornablenda tiene color castaño rojizo y es fuertemente dicroítica; la clorita, verde amarillenta y procedente, como la hornablenda, de la evolución del augito, deja intactos algunos trozos de este mineral, y en toda su masa se conservan partes muy tenues del mismo, que brillan con vivos colores en la luz polarizada.—El feldespato aparece, visto con luz natural, como una masa turbia, sin contornos cristalinos bien definidos; pero en la luz polarizada se resuelve en grandes cristales de oligoclasa.—El hierro titanífero es más abundante que el magnético en las agrupaciones de ambos minerales y, como producto de su alteración, se presenta la titanita.—Por último, es muy abundante en esta roca la apatita, incluida principalmente en el feldespato, pero también en el augito y los productos de su alteración.

EN LA FIGURA 1.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VI hemos representado, con igual aumento que en la anterior, una sección de una de las variedades más

frecuentes en las ofitas de Guipúzcoa ó sea de aquéllas en que el tamaño de sus elementos es intermedio entre el de los de la variedad que acabamos de describir y el de los de las de estructura afanítica. La muestra procede del mismo macizo que la anterior.—En esta roca aparece el augito, muy abundante, con su característica coloración rojizo-violada, presentándose sus cristales resquebrajados en todos sentidos, algunos de cuyos trozos se ven convertidos en clorita de hermoso color verde.—Se presenta también la hornablenda, pero en exigua proporción, y hay además, como producto de alteración del augito, un mineral de color castaño, cuya especie no hemos acertado á determinar con entera seguridad.—El feldespato corresponde á la especie oligoclasa y se presenta generalmente muy turbio; pero en la luz polarizada resaltan sus fajas polisintéticas.—El hierro magnético y el titanífero forman variadas agrupaciones.—Aparece también la apatita, pero en menor abundancia que en la variedad antecedente.

LA FIGURA 2.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VI muestra, aumentada en 95 diámetros, la asociación de labradorita y dialaga que constituye la variedad de ofita existente en el macizo situado entre Villabona y Asteasu.—En esta roca se ve con claridad cómo los prismas de feldespato, que han cristalizado antes que el mineral piroxénico, limitan los espacios donde éste se ha acomodado.

EN LA FIGURA 1.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VII se ve, aumentada en 95 diámetros, una sección de ofita en que aparece bien caracterizada la estructura porfídica. Hacia su centro se descubre una agrupación de cristales de augito, con dimensiones relativamente grandes. Este augito es de la variedad incolora y en sus fisuras se nota un principio de cloritización. Otros cristales porfídicos de augito aparecen en esta misma roca totalmente convertidos en clorita.—El feldespato no aparece en ella en cristales porfídicos, pero entra abundantemente en la constitución de la pasta ó masa fundamental, asociado al augito, que en su mayor parte se ha transformado en clorita.—La magnetita ó ilmenita impregnan toda la roca.—El modo de agrupación de

la plagioclasa y el augito es en la pasta de esta roca el mismo que en las variedades granudas, desprendiéndose de aquí un hecho muy curioso y es que el augito se ha anticipado á la plagioclasa constituyendo cristales porfídicos, y en la generación posterior de cristales, ó sea en la pasta, ha cristalizado antes la plagioclasa.—La muestra con que se ha preparado la sección procede de un pequeño apuntamiento ofítico, entre rocas liásicas, que existe junto al caserío Olarra, en las cercanías de Tolosa.

De uno de los yacimientos de Motrico procede la muestra que ha dado la sección representada en la FIGURA 2.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VII, la cual presenta estructura afanítica y un color verde amarillento uniforme. En esta figura, cuyo aumento es de 48 diámetros, se ve un cristal de augito de dimensiones con que por excepción aparece en esta variedad de ofita. El mismo mineral, pero con distintos caracteres, es el que en mayor proporción entra en la composición de la roca, presentándose, por lo general, muy turbio y formando extensas agrupaciones de granos de distinta orientación cristalográfica, que en la luz polarizada brillan con intensos y variados colores, dando á la roca el aspecto de un vistoso mosaico. Una parte de este augito ha dado origen á la epidota y tampoco falta la clorita.—Los cristales de oligoclasa son de dimensiones muy reducidas, alcanzando cuando más  $\frac{1}{4}$  de milímetro de longitud.—La magnetita ó ilmenita, que nunca faltan en las ofitas, no son en ésta muy abundantes.—Se ven, por último, restos del magma vítreo isótropo, de color pardo claro y con contornos muy irregulares.

EN LA FIGURA 1.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VIII hemos representado, con aumento de 90 diámetros, una sección de una ofita muy alterada, con objeto de mostrar de qué manera la roca se va cargando de óxidos de hierro á medida que avanza en descomposición. Aún se descubren en ella los prismas de plagioclasa, aunque turbios y carcomidos por sus bordes.—Como señal de haber existido el augito sólo queda la clorita, que se conserva en parte, habiéndose convertido el resto en una

materia arcillosa, salpicada de cristalillos de hierro magnético y oligisto que forman agrupaciones rectilíneas. Es interesante observar cómo conforme va aumentando en la roca esa materia arcillosa, último término de la evolución del augito y los demás silicatos ferromagnésicos, todo el hierro que éstos contenían se va reconstituyendo y concentrando para formar, juntamente con el hierro magnético primitivo, esas bellas agrupaciones de oligisto y magnetita.—Hay en Guipúzcoa criaderos de hierro que no tienen otro origen que esta concentración de los óxidos de ese metal por la descomposición de las rocas ofíticas con que aparecen íntimamente unidos. El mineral que predomina en estos criaderos es el oligisto micáceo.

LA FIGURA 2.<sup>a</sup> DE LA LÁMINA VIII muestra, con aumento de 55 diámetros, una sección de olita con estructura amigdalóide, que es muy frecuente entre las de Guipúzcoa. Se ve en la figura ocupando gran parte del campo del microscopio una cavidad circular rellena por la calcita, que ocupa su centro, y la epidota y clorita que se agrupan en sus bordes.—En el resto de la figura aparecen pequeños cristales de plagioclasa, limitando los espacios que llena el augito con los minerales que de él se derivan y que aquí son la clorita y la epidota.—Los cristales de magnetita ó ilmenita no escasean por toda la roca.

Aún pudiéramos describir y figurar otras rocas de este interesante grupo; pero, temiendo alargar el capítulo, consideramos suficientes las que anteceden para dar idea de las principales variedades de ofita que hemos reconocido entre los yacimientos de Guipúzcoa.

### III.

#### CRIADEROS METALÍFEROS, COMBUSTIBLES FÓSILES Y MANANTIALES SALINOS.

Existen en Guipúzcoa criaderos de plomo, zinc y hierro, no mereciendo especial mención los de cobre, aunque han sido objeto de algunas concesiones que nunca han llegado á explotarse, á causa de la pobreza de los filones ó de su exiguo espesor.

Ya antes hemos dicho que, á pesar de estar representado el sistema Carbonífero, no había en Guipúzcoa capas de hulla, pero en las rocas del Cretáceo existen algunas capas de lignito.

Nos ocuparemos, pues, en esta sección de los criaderos de plomo, de zinc y de hierro, y de los lignitos, agregando dos palabras sobre los manantiales salinos.

#### CRIADEROS METALÍFEROS.

##### PLOMO.

La mayor parte de los criaderos de este metal se presentan en forma de filones, que cortan las pizarras y cuarcitas paleozóicas, y se agrupan en los términos de Irún y Oyarzun, hacia los contornos del macizo granítico de Aya.—Mucho más escasos y de menos importancia son los que arman en las rocas del sistema Cretáceo.

El filón más rico es el de la mina *San Nicolás*, explotada por la *Real Compañía Asturiana*, sita en término de Irún, paraje llamado *San Narciso*.—Atraviesa este filón las pizarras y cuarcitas paleozóicas.

cas: su dirección es N. 25° O. á S. 25° E., buzando 81° al E. 25° N., y tiene por término medio 2<sup>m</sup>,20 de potencia.—La ganga se compone de cuarzo y espato fluor, y el mineral beneficiable es una galena argentífera con 56 por 100 de plomo y 400 gramos de plata por tonelada de mineral.—Su metalización es bastante constante y parece aumentar con la profundidad. Esta llegaba en 1885 á 227 metros.

La producción de esta mina el año 1882 fué de 1889 toneladas; pero las labores preparatorias últimamente llevadas á cabo, y las mejoras establecidas en diferentes servicios, permitirán arrancar en lo sucesivo cantidades mucho más considerables.

Todos los trabajos se han llevado en esta mina con buen orden.—Su sistema de labores se reduce á dividir el filón en macizos rectangulares por galerías de dirección y chimeneas que siguen la inclinación del mismo, arrancando luego los macizos por bancos invertidos ó testers.—La extracción por el pozo maestro, así como la subida y bajada de obreros, se verifica por jaulas guiadas.

Hay en las inmediaciones de la mina un bien montado taller de preparación mecánica, desde donde es conducido el mineral á la importante fábrica de plomos y de desplatación que la misma *Real Compañía* posee en Rentería.

Otros varios filones con galena, generalmente argentífera, cortan las rocas paleozóicas. Las direcciones varían de uno á otro, y no se sujetan á leyes bien definidas. Aunque ninguno de esos filones se explota en la actualidad, mencionaremos algunos de los que han sido objeto de concesiones mineras, y cuyas condiciones permiten esperar que puedan ser utilizados cuando los precios de estos minerales se hayan repuesto de la baja que hace años vienen sufriendo.

En el término de Irún, paraje llamado *Elareta*, se ha reconocido un filón de galena que atraviesa las pizarras paleozóicas.—Su dirección es N. 10° O. á S. 10° E., buzando 55° al E. 10° N., y tiene próximamente 2 metros de potencia, pero la metalización es escasa.—La ganga se compone de espato fluor y cuarzo.

Otro filón del mismo mineral y con iguales gangas, también en

término de Irún, hay en el paraje llamado *Zaparraspi*. Corta las pizarras y cuarcitas paleozóicas; su dirección es E. 5° N. á O. 5° S., y buza 68° al N. 5° O., presentando un espesor de 0<sup>m</sup>,65.

En *Arditurri*, término de Oyarzun, se explota por la *Real Compañía Asturiana* un filón que contiene algo de galena argentífera, pero mucha blenda. Corta las pizarras paleozóicas y no dista mucho del macizo granítico. Su dirección es E. 40° N. á O. 40° S., y buza 52° al S. 40° E. Su potencia es próximamente 2<sup>m</sup>,50.

En término de Berástegui, también en las pizarras paleozóicas, se conocen desde hace tiempo varios filoncillos de cuarzo y espato fluor, con manchas de galena, blenda, pirritas de cobre y hierro y siderosa, que nunca han llegado á explotarse regularmente, habiendo sido registrados y abandonados por diferentes veces.—La dirección dominante en ellos es de N.E. á S.O., y su espesor, siempre escaso, varía desde las dimensiones más insignificantes hasta la de 50 centímetros.

Algunos criaderos de galena aparecen en forma de filones-capas entre los estratos paleozóicos.—Puede citarse como ejemplo el que existe en *Aguinaga*, término de Irún, entre rocas del sistema Carbonífero.—Su ganga se compone de siderosa, espato fluor y cuarzo; su espesor es próximamente de un metro por término medio, y su dirección de N. 10° O. á S. 10° E., buzando 50° al E. 10° N.

Otras veces la galena impregna ligeramente algunas capas de cuarcita.

De los criaderos de plomo que se presentan en las rocas del sistema Cretáceo, la mayor parte arman en las calizas compactas y tienen por ganga el espato calizo.—Algunos afectan la forma de filones y otros constituyen bolsadas y riñones unidos á la calamina y á la blenda; pero ninguno de ellos ofrece gran importancia.

En las calizas de la sierra de Aizgorri, términos de Cegama, Oñate y Legazpia, explota la *Real Compañía Asturiana* un filón de espato calizo con calamina y algo de blenda. Su dirección es O. 25° N. á

E. 25° S., buzando 61° al N. 25° O., y tiene por término medio 1<sup>m</sup>, 15 de potencia.—La galena se extrae en muy corta cantidad, y la explotación se contrae principalmente á la calamina.

Además de este filón existen en aquel grupo de calizas varias bolsaditas de calamina con algo de blenda y galena, y vetas de espato calizo con los mismos minerales.

En las calizas de Cerain existe también la galena en bolsadas y riñones irregulares.

En las estribaciones de Aralar, término de Amezqueta, se la ha hallado con análogas condiciones, y en otros varios puntos se han reconocido vetillas insignificantes que no pueden ser objeto de explotación.

#### ZINC.

Al tratar de los criaderos de plomo hemos mencionado ya los más importantes de los de zinc. Se presentan éstos en forma de filones que atraviesan las pizarras paleozóicas, ó en bolsadas irregulares entre las calizas del sistema Cretáceo.

De los primeros es el más importante el filón de *Arditurri*, en Oyarzun, antes citado, y merece también mencionarse otro de blenda y hierro espático, en término de la misma villa, paraje llamado *Echolachuri*, que corta igualmente las pizarras paleozóicas en dirección de NE. á SO., buzando 25° al SE.—Su potencia se aproxima á 2 metros.

Además de los criaderos de la sierra de Aizgorri, ya mencionados, existen bolsadas irregulares de calamina en las calizas de Motrico, Cerain, Mutiloa, Vidania (monte Hernio), Amezqueta (Aralar), Mondragón (Peña de Udala) y otros varios puntos.

La explotación de minerales de zinc se reduce hoy al filón de *Arditurri*, en Oyarzun, y las calaminas de la sierra de Aizgorri. El primero produjo, en 1882, 65 toneladas de blenda, y de los criaderos de

Aizgorri se extrajeron 989 de calamina, siendo tan escasa la producción por causa de la depreciación que han sufrido estos minerales.

#### HIERRO.

Los criaderos de hierro son los que más abundan en Guipúzcoa y podrían dar lugar á una producción muy importante si no tuvieran tan cerca los de Vizcaya, con los cuales les será siempre difícil competir bajo el punto de vista económico.

En muy diversos yacimientos se presentan los de Guipúzcoa: unas veces constituyen criaderos de contacto entre el granito y las rocas paleozóicas; otras afectan la forma de filones que cortan á estas rocas; ya se presentan entre las calizas del sistema Cretáceo, ó ya aparecen íntimamente relacionados con las ofitas. Citaremos los principales clasificándolos según su yacimiento.

#### CRIADEROS EN LAS ROCAS PALEOZÓICAS Ó EN SU CONTACTO CON EL GRANITO.

FILONES DE CONTACTO.—Entre el granito de la Peña de Aya y las pizarras paleozóicas existen, en término de Irún, varios filones de contacto, siendo el hierro espático el mineral que en ellos predomina, aunque viene muchas veces asociado á la hematites parda, producto de su alteración, á cuyas menas acompaña como ganga el cuarzo.—Como los contornos del macizo granítico son muy sinuosos, las direcciones de los criaderos de contacto resultan también muy variables.—Los principales filones son los que se explotan en las minas *San Fernando* y *San Enrique*: el primero está situado al pie de las crestas de la Peña de Aya, y el segundo, conocido con el nombre de *Miazuri*, dista de él unos 1.500 metros hacia levante. Este último es el de más importancia y puede seguirse en más de 1.000 metros de longitud. Su espesor es muy variable y en algunos sitios llega hasta 15 metros; la dirección predominante es N.N.O. á S.S.E., y el buzamiento varía de 70° á 80° hacia el E.N.E.—Este filón está atravesado por un dique de diabasa.

FILONES QUE CORTAN LOS ESTRATOS PALEOZÓICOS.—Estos se agrupan también, por lo general, alrededor del macizo granítico de Aya y sus direcciones son muy diversas, pero no ofrecen tanta importancia como los anteriormente mencionados.

En término de Oyarzun se ha reconocido un filón de hierro espático, dirigido de N.E. á S.O., buzando 25° al S.E., cuya potencia varía de 1<sup>m</sup>,50 á 2 metros.

Existen, además, en el mismo término y en el de Rentería otros varios filones, con hematites parda y roja, que cortan las pizarras y cuarcitas paleozóicas.

A través de estas mismas rocas, pero ya á gran distancia del macizo granítico, existe un filón de hierro espático en el monte Vizeoch, término de Berástegui. Su potencia se aproxima á 5 metros y la dirección es de N. 50° E. á S. 50° O., buzando 66° al O. 50° S.

MASAS IRREGULARES ENTRE EL GRANITO Y LAS ROCAS PALEOZÓICAS.—Bajo esta forma se presentan, en término de Irún, varios criaderos de hierro de no escasa importancia. Los más notables entre ellos son las grandes masas de hematites roja y parda de la mina *San Miguel*, y las que de estos mismos minerales, unidos á la siderosa, se ven también empotradas entre el granito y las pizarras en las minas *Chacardi*, *San Fernando* y *San Adolfo*.

MASAS IRREGULARES EN LAS ROCAS PALEOZÓICAS.—Otros criaderos de hierro, de forma análoga á los últimamente mencionados, no aparecen en contacto con el granito, aunque distan poco de él, sino que arman en las rocas del grupo Paleozóico y alguna vez en las del sistema Triásico.—Son dignas de mencionarse las masas de hematites roja y parda, con ganga cuarzosa, que existen en los parajes llamados *Laminari* y *Zarrubi*, minas de iguales nombres, en término de Irún, armando entre pizarras y cuarcitas paleozóicas, y las que con los mismos minerales aparecen entre rocas carboníferas y triásicas en las minas *San Federico* y *San Carlos*, al sur del monte San Marcial.

También en los términos de Oyarzun y Rentería hay algunas masas de hematites entre las pizarras y cuarcitas paleozóicas.

La edad de todos los criaderos metalíferos inmediatos y próximos al macizo granítico de Aya está comprendida entre las de la erupción granítica y la que dió origen á los diques de diabasa y debe corresponder al comienzo de la era Secundaria.

La mayor parte de los criaderos de hierro del término de Irún pertenecen á la sociedad *La Bidasoa*, que ha establecido en ellos labores de gran importancia.

Los filones de mucha potencia y las masas irregulares se explotan á cielo abierto.—Los filones más estrechos ó las partes en que presentan menos espesor son atacados por galerías á distintos niveles, según lo permite la configuración del terreno, y se dividen en macizos rectangulares que se arrancan generalmente con labor de testers.

En el filón de *Miazuri*, desde la galería inferior hasta los crestones, hay un desnivel de 100 metros próximamente. Para el transporte hasta la estación de Irún se han establecido planos inclinados y un ferrocarril de vía estrecha.

La empresa concesionaria de las minas *San Fernando* y *San Miguel*, sitas al pie de los abruptos picos de Aya, está terminando un ferrocarril de 11  $\frac{1}{2}$  kilómetros de longitud desde el puente de Endarlaza á la estación de Irún, siguiendo la margen izquierda del Bidasoa.—Desde las minas hasta el puente de Endarlaza será conducido el mineral por planos inclinados y tranvías de alambre.

La nueva é importante fábrica de acero construida en el Boucau (Bayona) por la sociedad *Pelín Gaultet* proporcionará una salida segura á las minas de la zona de Irún, que, según opinión emitida por el Ingeniero Jefe del distrito minero de Guipúzcoa, se hallarán pronto en estado de poder producir de 80 á 100.000 toneladas anuales.—El contenido de manganeso de las minas de estos criaderos las hace muy á propósito para la fabricación de acero Bessemer, mezclándolas con las de Vizcaya, que tiepe poco ó nada de aquel cuerpo.



He aquí, como muestra de la composición de los hierros espáticos de Irún, un análisis del mineral del filón de *Miazuri*:

Pérdida por calcinación.....	54,85
Sílice.....	7,05
Hierro.....	58,10
Oxígeno.....	15,49
Magnesio.....	1,40
Manganeso.....	5,11
	100,00

#### MASAS IRREGULARES EN LAS CALIZAS DEL SISTEMA CRETÁCEO.

Hemos dicho que entre las pizarras margosas y areniscas del Cretáceo inferior se presentan bajo la sierra de Aizgorri, en los términos de Cerain y Mutiloa, varios islotes de calizas compactas.—En estas calizas existen grandes masas de hematites pardas que vienen explotándose desde tiempo inmemorial, aunque siempre con poco orden y concierto en las labores. Las masas de más importancia arman entre calizas, siendo sus formas muy irregulares y muy variables sus dimensiones, pero algunas se presentan también en el contacto de las calizas con las areniscas y pizarras margosas.—Otras veces las areniscas, muy impregnadas de óxido férrico, constituyen el criadero.

Todos los de esta zona son indudablemente producidos por la acción hidrotermal posteriormente á la sedimentación de las rocas cretáceas, y nos inclinamos á ver en ellos un efecto de las manifestaciones geiserianas que acompañaron ó siguieron al levantamiento de los Pirineos.

La producción de las minas de Cerain y Mutiloa se limita al abastecimiento de la fábrica de Beasain, que mezcla estos minerales con los de Somorrostro y Ollargau (Vizcaya).—Algunas partidas se han solido también llevar á la fábrica de Araya, en Alava.

Existen, además, algunos criaderos en las rocas del sistema Cretáceo, sobre todo en forma de masas irregulares entre las calizas, en

Cegama, Regil, Mondragón y otros puntos, pero su importancia es escasa.

#### CRIADEROS RELACIONADOS CON LAS OFITAS.

Al tratar de estas rocas hipogénicas hemos indicado el procedimiento por el cual se cargan de óxidos de hierro á medida que avanza su alteración. El hierro oligisto micáceo viene acompañando á muchos apuntamientos ofíticos, sobre todo á los que aparecen en las inmediaciones de Tolosa.

En Elduayen se encuentra este mineral entre las areniscas rojas del Triás.—En Ibarra, entre rocas liásicas y muy cerca de Tolosa, existen varios afloramientos de ofita con oligisto micáceo, algunos de los cuales han comenzado á explotarse diferentes veces.—Uno de los inconvenientes que ofrecían era que el mineral salía reducido á polvo y dificultaba la marcha del horno alto de Beasain en que se ensayó su beneficio.

Criaderos análogos existen en Asteasu, Anoeta, Soravilla, Alquiza y Larrau, unidos á los apuntamientos de ofita que asoman hacia el contacto de las rocas liásicas y cretáceas.—Ninguno de ellos se explota en la actualidad.

#### COMBUSTIBLES.

##### LIGNITO.

Dos grupos distintos forman las capas de lignito en Guipúzcoa: el de Hernani y el de Cestona.

En Hernani (véase la figura 4.<sup>a</sup>, pág. 75) se presenta el lignito, por bajo de las calizas cenomanenses, entre pizarras con *Orbitolina conoidea* y *O. discoidea*, que deben corresponder al Urgo-aptense superior ó al Albense.—La capa principal, que ha sido objeto de explotación, tiene mucha potencia, 2<sup>m</sup>,80 por término medio, pero su calidad deja mucho que desear y sólo ha podido emplearse este combustible en la fabricación de cal ordinaria é hidráulica y en la cocción de ladrillos y tejas.

Hace años que no se trabaja en estas minas, y sus labores se hallan obstruidas é inundadas.

En las calizas del monte Erchina [véase el corte Núm. 7 de la Lámina II], término de Cestona, existen, alternando con margas y algunos lechos de arenisca, varias capas de lignito, habiéndose reconocido hasta cuatro que pueden explotarse.—Su potencia varia entre 0<sup>m</sup>,50 y 2 metros. En su dirección presentan varias inflexiones, pero en conjunto predomina la de O.N.O. á E.S.E., buzando siempre al S.S.O.—El lignito de estas capas es generalmente terroso, y su empleo se limita á las fábricas de cal hidráulica de Zumaya é Iraeta.

Por los fósiles hallados entre estos lignitos se deduce que son contemporáneos de los de Utrillas [provincia de Teruel], ó sea urgo-apenses.

Las capas de lignito terroso que afloran junto á las calizas de Indamendi, en término de Aya, parecen ser prolongación de las de Cestona.—Allí se ha reconocido una capa delgada entre calizas, y otra, con 3 metros de espesor, inmediatamente por bajo de la tierra vegetal.

### MANANTIALES SALINOS.

La provincia de Guipúzcoa es una de las comarcas más ricas en manantiales minerales. En varios de ellos entra como componente el cloruro sódico, pero los que contienen esta sal en bastante cantidad para obtenerla industrialmente son dos.

El de más importancia está situado en el valle de Leniz y ha dado nombre á uno de sus pueblos, el de Salinas.—Este manantial brota entre psamitas del Cretáceo inferior, y la sal se obtiene evaporando el agua artificialmente en grandes artesas, empleando como combustible la leña de los montes inmediatos.

El Sr. Maestre supuso á este manantial relacionado con las ofitas, pero tales rocas no asoman á la superficie en aquellos contornos, ó por lo menos nosotros no las hemos descubierto, á pesar de haberlas buscado con empeño.

El otro manantial salino está situado en término de Cegama y brota entre areniscas del mismo horizonte Cretáceo inferior.—Se beneficia de igual modo que el de Leniz, pero es mucho menos abundante.

Como dato para apreciar la importancia relativa de los dos indicados manantiales, consignaremos que el año 1882 se obtuvieron en Leniz 1.870 toneladas de sal, y en Cegama 152.

## IV.

## MANANTIALES MINERO-MEDICINALES.

Es Guipúzcoa indudablemente una de las comarcas más ricas en aguas minerales. Su explotación constituye una industria de importancia y la justa reputación de estos veneros de salud atrae anualmente á la provincia numerosa colonia veraniega.

Los manantiales en mayor número son los sulfurosos fríos ó templados, existiendo también los carbonatados y clorurado-sódicos termales.

Muy diversas son las teorías que se han emitido para explicar la termalidad y mineralización de los manantiales.

Habiéndose observado que, por regla general, los manantiales termales se presentan en las regiones montañosas y son raros en los países llanos, se ha explicado su temperatura suponiendo que las aguas pluviales, que se infiltran por las fisuras de las rocas en las montañas, pueden penetrar á distancias considerables de la superficie y, concentradas en cavidades internas más ó menos profundas, adquirir el grado de calor correspondiente, emergiendo en los valles ó las laderas después de cargadas de las materias que han ido disolviendo en las rocas que han atravesado, conforme al aforismo de Plinio *tales sunt aquae qualis terra per quam fluunt*.

Según esa hipótesis, los manantiales termales de los países montañosos son independientes de toda otra manifestación volcánica y su temperatura deriva solamente del calor interno del globo; pero hay algunos cuya conexión con las erupciones de otras materias, ya sean del periodo actual ó ya de otras edades geológicas, parece manifies-

ta y pueden ser considerados, según la expresión de Élie de Beaumont, «como volcanes privados de la facultad de emitir otro producto que emanaciones gaseosas, las cuales, en el mayor número de casos, no llegan á la superficie sino condensadas en agua mineral ó termal <sup>(1)</sup>»; mas si en teoría es fácil de concebir esta distinción acerca del origen de los manantiales minerales, en la práctica suele ser difícil y no pocas veces imposible el establecerla, viéndonos á menudo precisados á atenernos solamente á conjeturas más ó menos probables.

Mr. Durocher consideraba las aguas sulfurosas de los Pirineos como una formación geológica especial.—Se encuentran, según él, casi siempre en la zona de separación del granito y los terrenos de transición y son verdaderos criaderos de contacto, como los de hierro.—En la separación de dichos terrenos puede haber depósitos de sulfuros alcalinos, como los hay de sulfuros metálicos, y si no aparecen en la superficie es porque, á causa de su solubilidad, sólo han quedado en las regiones más profundas, donde no alcanzan las aguas atmosféricas; y con dicha profundidad se explica la termalidad de dichas aguas.—Agrega este geólogo que, así como hay junto al granito criaderos de contacto de sulfuro sódico, hay también en los Pirineos manantiales salados de contacto, pero no ya en relación con el granito sino con las ofitas.

Mr. Delesse cree necesaria la hipótesis de masas de sulfuro sódico y supone que éste se forma por vía húmeda, ó sea por reacción de las aguas sobre los silicatos alcalinos, obrando después estas aguas alcalinas sobre los sulfuros metálicos.

Saint-Claire-Deville opina que en las aguas termales sódicas pirinéicas el elemento primitivo es el sulfuro; pero que en las frías selenitosas debe verificarse una operación inversa, transformándose el sulfato cálcico en sulfuro.

En cuanto á las aguas sulfurosas de las formaciones modernas, se

(1) Note sur les emanations volcaniques et metaliferes.—*Bulletin de la Société Géologique de France*.—2.<sup>a</sup> serie, tomo IV, pág. 1.272.

atribuye generalmente su origen á la reducción de los sulfatos, sobre todo del de cal, por las sustancias orgánicas.

Fijándonos ahora en la composición de todas las aguas sulfurosas de Guipúzcoa, notaremos que en ellas son muy escasos los sulfuros alcalinos y térreos, abundando por el contrario el gas hidrógeno sulfurado, y que las sales que en mayor cantidad contienen son siempre el cloruro sódico y el sulfato cálcico.—La generalidad de estos manantiales brotan en el terreno Cretáceo en roca viva, y la circunstancia que no atraviesen ninguna capa turbosa ó sustancias orgánicas, á que pueda atribuirse la descomposición de los sulfatos, hace sospechar que estas aguas son «sulfurosas desde su origen y no por accidente ni degeneración,» según ha expresado el reputado químico señor Saenz Diez, refiriéndose á las de Santa Águeda.

Entre las rocas del sistema Cretáceo en Guipúzcoa solo accidentalmente se presenta el yeso, como acompañante de algunos afloramientos de ofita; pero la conexión de esta roca con manantiales salados está bien reconocida en muchas localidades. Creemos por estas razones que los manantiales sulfurosos y termales de Guipúzcoa se relacionan con la erupción ofítica que tantas señales ha dejado en esta provincia.—Cierto es que en las inmediaciones de muchos de los manantiales no se descubren afloramientos de ofita; pero ya hemos visto que el suelo de Guipúzcoa está acribillado de apuntamientos de esta roca hipogénica y, siendo algunos de ellos sumamente reducidos en la superficie, hay lugar á presumir que existan otros que no se hayan puesto á descubierto. En la proximidad de otros manantiales minerales abundan las ofitas, como sucede en Azcoitia y Alzola y en la provincia de Vizcaya junto á los de Elorrio, Zaldibar, Cortézubi y otros.—Las sales de magnesia suelen ser otro de los elementos de las aguas minerales de Guipúzcoa, y como aquella base escasea en las rocas cretáceas, reducidas por lo general á calizas, margas y areniscas, y por el contrario en las ofitas predominan los silicatos ferro-magnésicos, vemos en este hecho una prueba más en favor de la relación entre los manantiales minerales y las ofitas.

Consideramos, pues, el hidrógeno sulfurado y otros gases que se desprenden de los manantiales minerales de Guipúzcoa como producto de fenómenos que guardan analogía con las emisiones de los volcanes ó solfataras, siendo un débil eco de la actividad interna que en la edad terciaria produjo la salida de las ofitas; y á la descomposición y disolución de estas rocas y de los materiales yesosos y salinos que frecuentemente les acompañan nos parece lógico atribuir la principal mineralización de estas aguas.

En las clasificaciones de las aguas minerales se ha atendido generalmente á su composición química; pero, siendo ésta casi siempre muy compleja, es á menudo difícil decidir á cuál de los cuerpos mineralizadores se ha de dar la preferencia, cuya dificultad suele pretenderse resolver agregando uno tras otro diferentes calificativos, que forman una retahila tan larga como poco armoniosa (1).

Se han intentado también clasificaciones fundadas en las propiedades terapéuticas. Mr. Chevreuil, creyendo ver una relación constante entre las formaciones geológicas donde brotan los manantiales y su mineralización y termalidad, ensayó una clasificación que tiene por base el carácter geológico; pero fuerza es reconocer que los hechos no siempre vienen en su apoyo.

Ateniéndonos nosotros en lo posible á la clasificación química de Durand Fardel, que es la más comunmente seguida, trataremos de las aguas minerales de Guipúzcoa dividiéndolas en sulfurosas, cloruradas y carbonatadas, agregando algo sobre las ferruginosas, cuya abundancia es extraordinaria.

#### AGUAS SULFUROSAS.

MANANTIALES DE SANTA ÁGUEDA.—En la parte más occidental de la provincia, en un angosto valle producido por fractura, limitado al

(1) Las aguas de Carratraca, por ejemplo, han sido calificadas de *sulfoselenido-hídricas-arseniadas-bicarbonatadas-alcálico-térreo-metálicas*.

norte por la empinada montaña de Udala (1.067<sup>m</sup>) y al sur por la de Murugain (560<sup>m</sup>), está situada la feligresía de *Santa Águeda*, correspondiente al término municipal de Mondragón, á unos 255 metros de altura sobre el nivel del mar. —Esta localidad se designaba con el nombre de *Guezalibar*, que en lengua euskara significa *valle de aguas saladas*, lo cual prueba que sus manantiales eran conocidos desde tiempos muy remotos. —El historiador Garibay, natural de Mondragón y descendiente por línea materna de una de las casas solariegas de Guezalibar, en su *Historia de España*, escrita hace más de tres siglos, menciona estas aguas como muy acreditadas para la curación de algunas dolencias.

Son varios los manantiales sulfurosos que brotan en las inmediaciones de Santa Águeda; pero sólo tres han sido captados y se explotan en la actualidad. —El primero, llamado *del Cura*, por haber sido recogido á expensas del párroco D. Ignacio de Gurra en 1706, brota á unos 20 metros al sur del balneario, en una caliza blanca cristalina. El segundo nace por bajo de los depósitos del balneario y está perfectamente recogido en la misma roca caliza. El tercero, que se iluminó posteriormente á los otros, emerge en el interior de la Casafonda, también de una caliza blanca, cristalina, muy dura, y es conducido por cañería de barro hasta la fuente del jardín del balneario.

Al descubrir, para limpiarla, esa cañería, en 1871, se encontraron bellas cristalizaciones de yeso, eflorescencias de azufre y gran cantidad de *sulfuraria* <sup>(1)</sup> en filamentos largos y sedosos, cuyos vejetales no han sido aún clasificados. —Según el Dr. Villafranca y Alforó, médico director que fué de los Baños de Santa Águeda, la fuente del jardín dejaba sobre las piedras del piloncillo, donde se recogía antes de cerrarla, una sustancia que adquiría color rojo fuerte, frotándola, y debe ser el *Monas rosea*, descrito por Fontán, como propio de las aguas sulfurosas cálcicas.

En 1825, para formar el depósito en que se recogen las aguas del

<sup>(1)</sup> Con este nombre se designan las algas especiales de las aguas sulfurosas.

manantial de Los Baños ó Núm. 2, se abondó el terreno 14 pies, los siete inferiores en la caliza por cuyas hendiduras surge el manantial, habiéndose hallado esta roca sembrada de pirita de hierro en granos de diferentes tamaños, que se extienden entre sus grietas. —Sobre la caliza había una capa, de tres ó cuatro pies de espesor, compuesta de cal sulfatada oscura, cantos rodados y pirita de hierro descompuesta; encima de cuya capa se halló otra constituida principalmente por magnesia carbonatada con algo de cal sulfatada, ó yeso, y óxido férrico, la cual estaba cubierta por tierra arcillosa de unos dos pies de espesor. —Estos depósitos de sulfato cálcico y carbonato magnésico, formados encima de la roca donde brotan las aguas y mezclados con los aluviones antiguos del río, son indudablemente un producto de sedimentación química del manantial. —En cuanto á la pirita de hierro, pudiera en verdad dudarse si es esta sustancia la que por su descomposición origina la sulfuración de las aguas; pero parece que éstas, en tal caso, deberían estar más cargadas de sales de hierro, de que el análisis sólo ha revelado exiguas proporciones, y más bien consideramos la pirita como producida por la reacción del hidrógeno sulfurado sobre los óxidos y carbonato de hierro, que nunca faltan en las calizas de la comarca. —Tendríamos, por lo tanto, aquí un ejemplo de formación actual por vía húmeda de sulfuros metálicos entre las fisuras de las rocas.

Según los últimos aforos, el manantial Núm. 1 ó de la Casa del Cura, da 5,5 litros por minuto; el Núm. 2, en el mismo tiempo, 28,252 y el Núm. 3, ó de La Fuente del Jardín, 29,29. Reunidos los tres, suministran en una hora 5.651,55 litros y en las veinticuatro horas 87,652; caudal muy abundante é indudablemente el mayor de todas las aguas de esta clase en Guipúzcoa.

El agua del manantial Núm. 1 es incolora, transparente, de olor sulfhídrico y sabor estíptico pronunciado. Agitándola en un vaso, desprende pequeñas burbujas gaseosas que se adhieren á sus paredes. Su temperatura, constante en todas las estaciones, es de 14°,5 c. Su densidad 1,0025.

La del manantial de los baños, ó Núm. 2, es también transparente

é incolora; su sabor estíptico, al principio, y luego bastante amargo; agitada en un vaso, desprende burbujas gaseosas; su temperatura es 15°,5 c., y su densidad 1,0026.

El agua de La Fuente del Jardín tiene análogos caracteres físicos: su temperatura constante es de 17°,5 c.; desprende muchas burbujas espontáneamente, y más agitándola; su densidad es 1,0055.

Los primeros análisis de estas aguas fueron practicados en 1826 por el licenciado en farmacia D. Pedro Sánchez Toca y los resultados obtenidos constan en un folleto impreso en Orense el año 1856. Los progresos realizados en la química desde aquella época imponían un nuevo análisis, más completo y detallado; encargo que fué encomendado al Dr. D. Manuel Saenz Díez, quien en 1871 obtuvo los resultados que á continuación se expresan <sup>1)</sup>.

Un litro de agua del manantial de *El Cura*, contiene:

Sulfato potásico.....	0,005020	gramos.
— sódico.....	0,190626	—
— cálcico.....	1,481605	—
— magnésico.....	0,256524	—
Carbonato sódico.....	0,001667	—
— cálcico.....	0,125515	—
— magnésico.....	0,061051	—
— ferroso.....	0,006855	—
— amónico.....	0,005219	—
Silicato sódico.....	0,006245	—
— aluminico.....	0,000405	—
Nitrato amónico.....	0,006520	—
Fosfato aluminico.....	0,000024	—
Cloruro sódico.....	0,599007	—
— cálcico.....	0,005699	—
Silice.....	0,008258	—
	<u>2,555814</u>	gramos.

Residuo fijo determinado directamente. 2,6420 gramos.

<sup>1)</sup> *Anuario oficial de las Aguas minerales de España*; tomo I, pág. 472.

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	57,50	cents. cúbs.
Ácido carbónico.....	28,55	—
Nitrógeno.....	21,57	—
	<u>87,22</u>	cents. cúbs.

El manantial de *Los Baños* ó *Núm. 2*, dió en un litro:

Sulfato potásico.....	0,0055265	gramos.
— sódico.....	0,1992040	—
— cálcico.....	1,4442470	—
— magnésico.....	0,1779900	—
Carbonato sódico.....	0,0019870	—
— cálcico.....	0,1197600	—
— magnésico.....	0,1900700	—
— ferroso.....	0,0000571	—
— amónico.....	0,0024290	—
Silicato sódico.....	0,0025650	—
— aluminico.....	0,0014112	—
Nitrato amónico.....	0,0057960	—
Fosfato aluminico.....	0,0000257	—
Cloruro sódico.....	0,4229450	—
— cálcico.....	0,0051910	—
Silice.....	0,0158692	—
	<u>2,5888495</u>	gramos.

Residuo fijo determinado directamente..... 2,6411 gramos.

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	53,46	cents. cúbs.
Ácido carbónico.....	28,75	—
Nitrógeno.....	21,06	—
	<u>83,27</u>	cents. cúbs.



Y finalmente, un litro del N.º 5 ó manantial de *La Fuente del Jardín*, dió:

Sulfato potásico.....	0,005178	gramos.
— sódico.....	0,290855	—
— cálcico.....	1,859551	—
— magnésico.....	0,190705	—
Carbonato sódico.....	0,001987	—
— cálcico.....	0,172655	—
— magnésico.....	0,188426	—
— ferroso.....	0,000698	—
— amónico.....	0,001855	—
Silicato sódico.....	0,001184	—
— aluminico.....	»	
Nitrato amónico.....	0,005178	—
Fosfato aluminico.....	»	
Cloruro sódico.....	0,595805	—
— cálcico.....	0,009917	—
Silice.....	0,009410	—
	<hr/>	
	5,151120	gramos.
Residuo fijo obtenido directamente.	5,502	gramos.

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	40,91	cents. cúbs.
Ácido carbónico.....	15,20	—
Nitrógeno.....	17,89	—
	<hr/>	
Mezcla gaseosa.....	72,00	cents. cúbs.

**MANANTIAL DE ARECHAULETA (*Baños viejos*).**—En el valle de Leniz, á corta distancia de la villa de Arechavaleta, en dirección Sur y en una cañada transversal que desagua en la margen derecha del río Deva, se halla situado el balneario designado con el nombre de *Baños viejos*, para distinguirlo del de Otálora, que tiene asiento en la mis-

ma villa y es más moderno. El manantial surge en el jardín del establecimiento entre capas de psamitas y areniscas correspondientes al Cretáceo inferior, que en aquel valle se hallan muy trastornadas.

El agua de este manantial es clara, transparente, de fuerte olor sulfhídrico, con ligero sabor amargo y salado; desprende muchas burbujas gaseosas á su salida, y deposita en las paredes de los conductos y recipientes partículas de azufre, y una sustancia muy suave y untuosa. Su temperatura varia de 15 á 18 grados centígrados, y su densidad es de 1,0022564. El caudal es constantemente de 17 litros por minuto.

Las aguas de Arechavaleta fueron primeramente analizadas por los Dres. D. Diego Genaro Lletget y D. Vicente Santiago Masarnau, y en 1875 por el distinguido químico D. Fausto Garagarza, actual catedrático de la facultad de Farmacia de la Universidad Central. He aquí el resultado del último análisis (1):

Un litro de agua mineral contiene:

Acido sulfhídrico.....	0,066746	gramos.
— carbónico.....	0,0578571	—
Sulfuro cálcico.....	0,078496	—
Bicarbonato cálcico.....	0,256756	—
— magnésico.....	0,295659	—
Sulfato cálcico.....	1,240425	—
— sódico.....	0,562509	—
— potásico.....	0,000042	—
Cloruro sódico.....	0,556910	—
— magnésico.....	0,070486	—
Silice.....	0,022000	—
Alúmina y óxido férrico.....	0,002000	—
Litina.....	Indicios.	
Materia orgánica.....	0,056272	—
	<hr/>	
	2,8441581	gramos.

(1) *Anuario oficial*; tomo II, pág. 67.

Residuo fijo obtenido por la evaporación directa de un litro de agua..... 2,673 gramos.

Un litro de agua desprende por la ebullición 174<sup>cc</sup>,70 de gas á 0° y 760<sup>mm</sup>, cuya composición es la siguiente:

Ácido sulfhídrico.....	42,22	cents. cúbs.
— carbónico.....	61,41	—
Nitrógeno.....	71,07	—
Mezcla gaseosa.....	<u>174,70</u>	cents. cúbs.

MANANTIAL DE OTÁLORA (*Baños nuevos de Arechavaleta*).—Estas aguas han sido calificadas de *sulfuro-clorurado-sódicas* frías. El manantial brota en lo que era jardín del Sr. Otálora, cuyos terrenos ocupa hoy el balneario con sus dependencias, á la orilla derecha del río Deva y en el extremo norte de la villa de Arechavaleta, á unos 246 metros sobre el nivel del mar. El terreno está constituido por rocas análogas á las en que nace el manantial de Los Baños viejos.

El agua de Otálora es transparente, de olor sulfhídrico; se vuelve opalina al contacto del aire, al mismo tiempo que desaparece su olor; desprende burbujas de gas; su temperatura es de 15° c. y su densidad equivale á 1,0074824. El aforo del manantial da 24,720 litros en las veinticuatro horas.

A continuación insertamos el resultado del análisis de estas aguas hecho por el Sr. Garagarza en 1864 <sup>(1)</sup>:

Un litro de agua contiene:

Cloruro de sodio.....	5,54627	gramos.
— de magnesio.....	0,41654	—
— de calcio.....	0,09812	—
Bromuro de magnesio?.....	Indicios.	
Sulfuro de sodio.....	0,05572	—
— de calcio.....	0,05567	—

(1) *Anuario oficial*; tomo 1. pág. 603.

Carbonato de cal.....	0,18857	gramos.
— de magnesia.....	0,00520	—
— ferroso.....	0,00205	—
Sulfato de sosa.....	1,54052	—
— de cal.....	0,59110	—
— de magnesia.....	0,01872	—
Silice.....	0,01200	—
Alúmina.....	0,00450	—
Ácido fosfórico.....	Indicios.	
Ácidos apocrénico y crénico.....	0,04560	—
	<u>8,57816</u>	gramos.

Determinación directa de las sustancias fijas. 8,42520 gramos.

*Gases disueltos en 1 litro de agua á 0° y 760<sup>mm</sup>.*

Hidrógeno sulfurado.....	9,976	cents. cúbs.	0,01515	gramos.
Ácido carbónico.....	54,474	—	0,06776	—
Oxígeno.....	0,970	—	0,00158	—
Ázoe.....	17,722	—	0,02226	—
	<u>65,142</u>	cents. cúbs.	<u>0,10655</u>	gramos.

*Gases que se desprenden espontáneamente de 1.000 centímetros cúbicos.*

Hidrógeno sulfurado..	6,560	cents. cúbs.	0,00966	gramos.
Ácido carbónico.....	4,599	—	0,00904	—
Oxígeno.....	19,667	—	0,02812	—
Ázoe.....	969,574	—	1,21765	—
	<u>1.000,000</u>	cents. cúbs.	<u>1,26445</u>	gramos.

MANANTIALES DE ESCORIAZA.—Se halla situado el balneario de Escoriaza en el valle de Leniz, orilla derecha del río Deva, entre las villas de Escoriaza y Arechavaleta, en terreno constituido por las areniscas y psamitas pizarrosas del Cretáceo inferior.—Las aguas de que



dispone el balneario proceden de cuatro manantiales. El primitivo, llamado de *Torrebaso*, se halla próximo al edificio y brota entre las rocas indicadas; sus aguas son transparentes, con olor y sabor sulfhídricos no muy pronunciados y temperatura constante de 15° c. Del análisis practicado por el Dr. D. Manuel Rioz y Pedraja, resulta que su composición puede expresarse del siguiente modo <sup>(1)</sup>:

Un litro de agua contiene:

Gas sulfhídrico. . . . .	0,024	gramos; 15,6	cents. cúb.
Ázoe. . . . .	0,025	—	20,4 —
Ácido carbónico. . . . .	0,109	—	
Carbonato cálcico. . . . .	0,246	—	
Sulfato cálcico. . . . .	1,586	—	
— potásico. . . . .	0,018	—	
— sódico. . . . .	0,255	—	
Cloruro sódico. . . . .	0,108	—	
— magnésico. . . . .	0,112	—	
Sílice. . . . .	0,025	—	
	<hr/>		
	2,506	gramos.	

El año 1879 se captaron y condujeron al balneario las aguas de otros tres manantiales sulfurosos. El denominado de *Esteibar* brota entre rocas del Cretáceo inferior, á 400 metros próximamente del edificio y 100 de la carretera, á unos 570 de altura sobre el nivel del mar. —En el término de la anteiglesia de *Bolivar*, jurisdicción asimismo de Escoriaza, á dos y medio kilómetros del balneario, y sobre 245 metros más elevados que éste, en la vertiente derecha del valle de Leniz, estribaciones de la montaña de Zaraya, se hallan los otros dos manantiales, distantes entre sí unos 80 metros y brotando ambos de roca caliza oscura con vetas blancas de espato, que, como en otro lugar dijimos, corresponde al Cenomanense inferior.

El agua de estos tres manantiales es incolora, transparente, de olor sulfhídrico, más pronunciado en la *Núm. 1 de Bolivar*. Agitán-

<sup>(1)</sup> *Anuario oficial*; tomo I, pág. 419.

dolas se vuelven opalinas, sobre todo la de ese mismo manantial últimamente citado, la cual, expuesta al aire, se cubre de una capa blanquecina irisante.—En los manantiales y en el fondo de las arquetas de todos ellos se deposita bastante sulfuraria en filamentos más ó menos largos.—No se observa desprendimiento espontáneo de burbujas gaseosas.—La temperatura constante del agua de Esteibar es de 14° c., y la de los dos manantiales de Bolivar, 12° c.

El aforo del manantial de Esteibar ha dado 5.198 litros en veinticuatro horas. El de los manantiales de Bolivar Núm. 1 y Núm. 2, 10.080 y 11.520 litros, respectivamente, en igual tiempo.

He aquí ahora el resultado de los análisis de estas aguas, hechos por los reputados químicos D. Magin Bonet y D. Manuel Saenz Díez <sup>(1)</sup>:

Un litro de agua del manantial de *Esteibar* contiene:

Sulfato cálcico. . . . .	1,510525	gramos.
Carbonato cálcico. . . . .	0,241673	—
— magnésico. . . . .	0,055054	—
— ferroso. . . . .	0,000729	—
— manganeso. . . . .	»	
— amónico. . . . .	0,001858	—
— potásico. . . . .	0,001425	—
— lítico. . . . .	»	
Nitrato amónico. . . . .	0,002522	—
Silicato sódico. . . . .	0,015015	—
Sulfato magnésico. . . . .	0,128808	—
— sódico. . . . .	0,000605	—
Cloruro magnésico. . . . .	0,054057	—
— cálcico. . . . .	»	
— sódico. . . . .	0,141095	—
Fosfato aluminico. . . . .	0,000091	—
Sílice libre. . . . .	0,000900	—
Materia orgánica. . . . .	0,184262	—
	<hr/>	
	2,094200	gramos.

<sup>(1)</sup> *Anuario oficial*; tomo II, pág. 97.

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	13,60 cents. cúb.
Ácido carbónico.....	57,55 —
Nitrógeno.....	20,61 —
Mezcla.....	<u>76,54 cents. cúb.</u>

Las aguas del manantial *Núm. 1 de Bolívar*, dan en un litro:

Sulfato cálcico.....	1,555675 gramos.
Carbonato cálcico.....	0,292160 —
— magnésico.....	0,010556 —
— ferroso.....	0,000994 —
— manganeso.....	» —
— amónico.....	0,001115 —
— potásico.....	0,065942 —
— lítico.....	0,000438 —
Nitrato amónico.....	0,005570 —
Silicato sódico.....	0,004270 —
Sulfato magnésico.....	0,227537 —
— sódico.....	0,005554 —
Cloruro magnésico.....	0,027554 —
— cálcico.....	0,005946 —
— sódico.....	0,043566 —
Fosfato aluminico.....	0,000017 —
Sílice libre.....	0,015600 —
Materia orgánica.....	0,148668 —
	<u>2,185600 gramos.</u>

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	59,60 cents. cúb.
Ácido carbónico.....	10,21 —
Nitrógeno.....	18,69 —
Mezcla.....	<u>68,50 cents. cúb.</u>

Finalmente, un litro del agua del manantial *Núm. 2 de Bolívar* da:

Sulfato cálcico.....	0,556734 gramos.
Carbonato cálcico.....	0,057575 —
— magnésico.....	0,025666 —
— ferroso.....	0,000945 —
— manganeso.....	0,001023 —
— amónico.....	0,001560 —
— potásico.....	0,010189 —
— lítico.....	0,000266 —
Nitrato amónico.....	0,001430 —
Silicato sódico.....	0,010215 —
Sulfato magnésico.....	0,071645 —
— sódico.....	0,001152 —
Cloruro magnésico.....	0,002157 —
— cálcico.....	0,000666 —
— sódico.....	0,055562 —
Fosfato aluminico.....	0,000061 —
Sílice libre.....	0,000637 —
Materia orgánica.....	0,119504 —
	<u>0,854440 gramos.</u>

*Gases en disolución.*

Gas sulfhídrico.....	12,96 cents. cúb.
Ácido carbónico.....	10,10 —
Nitrógeno.....	18,40 —
Mezcla.....	<u>41,46 cents. cúb.</u>

MANANTIALES DE ORMAIZTEGUI.— El pueblo de este nombre tiene asiento en un vallecito regado por el arroyo *Eztañda*, que se une al río Oria en Beasain y que el Ferro-carril del Norte cruza sobre un magnífico viaducto de 55 metros de altura y 550 de longitud. Las rocas que allí predominan son las del Cretáceo inferior, que, buzan-

do generalmente al Sur, se colocan bajo las calizas compactas de la sierra de Aizgorri. Ya hemos indicado en otro lugar que estas rocas son psamitas y margas pizarrosas muy deleznales y á veces carbonosas, alternando con lechos de arenisca más consistentes y algún isleo de calizas compactas.

El balneario se halla á muy corta distancia del pueblo, y dentro del primitivo edificio se encuentra un depósito de mampostería, de cuyo fondo brota el agua, siendo difícil observar las circunstancias de su nacimiento. El Sr. Saenz Diez, que ha hecho su análisis, se expresa del modo siguiente: «Esta agua debe proceder de dos manantiales distintos por su origen y naturaleza, siendo el uno sulfuroso y el otro ferruginoso, si bien este último en menor cantidad y no constante como el primero. Nos fundamos para decir esto en que, guardando cierto periodo de diez ó doce días, se advierte que el agua se oscurece en su fondo y llega á adquirir un color como de tinta y un sabor metálico, permaneciendo así algunos; después se aclara, quedando incolora y transparente, mas luego presenta otra vez los mismos caracteres que antes. En nuestra opinión, esto se debe á que no se recogió bien el manantial sulfuroso, y á que antes de llegar al depósito, ó ya en este mismo, se mezcla con agua ferruginosa dependiente de algún manantial ó fuente intermitente, que obra como un sifón, de lo que se tienen muchos ejemplos. No obstante, como su caudal es poco considerable, sólo se mezcla con el agua del fondo, sin llegar á enturbiarse ó colorearse la que está en la parte superior del depósito.»

A un kilómetro de Ormaiztegui, en dirección al NO., en el *Castañar* de Sagastiberria, se encuentra otro manantial sulfuroso que brota en roca caliza. Se le ha recogido en una pequeña arqueta, en cuyo fondo se advierte un orificio por donde sale el agua, pudiendo introducirse en él un alambre hasta la profundidad de un metro; pero por el aspecto que presenta la caliza, que es cavernosa y llena toda ella de orificios que se comunican entre sí, deben ser muchos los agujeros de salida del agua.

El Sr. Saenz Diez, que ha analizado esta caliza, ha encontrado que

en ella acompaña al carbonato cálcico bastante cantidad del magnésico, algo de carbonato ferroso y de óxido férrico, muy pocos cloruros y sulfatos, é indicios de fosfatos y de alúmina. Deja también bastante sílice, después de tratada por el ácido clorhídrico, mezclada con un residuo carbonoso, y contiene asimismo alguna materia orgánica nitrogenada.

El manantial de *Los Baños* produce, por término medio, 15,58 litros al minuto, ó sean 19.584 en veinticuatro horas. El caudal del manantial de *El Castañar* equivale á 1,48 litros al minuto, ó sea 2.151 en veinticuatro horas.

Las aguas de ambos manantiales son incoloras, transparentes, con olor y sabor sulfhídricos. La de Los Baños da al paladar un resabio estíptico primero, que luego pasa á amargo muy pronunciado. Las dos presentan reacción alcalina, más marcada en la de Los Baños. La temperatura de ésta es de 15°,5 c., y la del Castañar 12°,5 c. Sus densidades respectivas son 1,0024745 y 1,001660.

Del escrupuloso análisis que el Sr. Saenz hizo en 1872 del agua de estos dos manantiales, resulta que su composición puede expresarse como sigue:

Un litro del manantial de *Los Baños*, contiene:

Sulfato potásico . . . . .	0,005755	gramos.
— cálcico . . . . .	1,125275	—
Fosfato aluminico . . . . .	0,000275	—
Silicato sodico . . . . .	0,004558	—
— aluminico . . . . .	0,000606	—
Carbonato sódico . . . . .	0,005566	—
Bicarbonato cálcico . . . . .	0,276562	—
— magnésico . . . . .	0,014921	—
— ferroso . . . . .	0,004650	—
— manganeso . . . . .	0,001757	—
Carbonato amónico . . . . .	0,002525	—
Nitrato amónico . . . . .	0,006920	—
Sulfato magnésico . . . . .	0,586826	—

Sulfato sódico.....	0,240917	gramos.
Cloruro magnésico.....	0,007749	—
— cálcico.....	0,000957	—
— sódico.....	0,059997	—
Sílice libre.....	0,000695	—
Materia orgánica.....	0,166557	—
Azufre.....	0,006698	—
Litina.....	Indicios.	
Óxido de Cesio.....	Indicios.	
— de Rubidio.....	Indicios.	
	<u>2,264991</u>	gramos.

*Gases disueltos.*

Ácido carbónico.....	54,18	cents. cúbs.
Nitrógeno.....	20,10	—
Oxígeno.....	0,52	—
Gas sulfhídrico.....	10,49	—
	<u>85,29</u>	cents. cúbs.

Un litro del manantial de *El Castañar*, da:

Sulfato potásico.....	0,005556	gramos.
— cálcico.....	0,627098	—
Fosfato aluminico.....	0,000450	—
Silicato sódico.....	0,005698	—
— aluminico.....	0,000210	—
Carbonato sódico.....	0,001555	—
Bicarbonato cálcico.....	0,574779	—
— magnésico.....	0,010107	—
— ferroso.....	0,002808	—
— manganeso.....	0,000087	—
Carbonato amónico.....	0,091441	—
Nitrato amónico.....	0,005847	—

Sulfato magnésico.....	0,124250	gramos.
— sódico.....	0,756594	—
Cloruro magnésico.....	0,004227	—
— cálcico.....	»	
— sódico.....	0,005502	—
Sílice libre.....	0,006612	—
Materia orgánica.....	0,018500	—
Azufre.....	0,005719	—
Litina.....	Indicios.	
Óxido de Cesio.....	Indicios.	
— de Rubidio.....	Indicios.	
	<u>2,018200</u>	gramos.

*Gases disueltos.*

Ácido carbónico.....	41,52	cents. cúbs.
Nitrógeno.....	20,20	—
Oxígeno.....	5,76	—
Gas sulfhídrico.....	0,54	—
	<u>67,82</u>	cents. cúbs.

Los gases que espontáneamente se desprenden de este manantial, al brotar el agua de la roca caliza, resultan tener la siguiente composición:

96,77	de nitrógeno.
2,77	de ácido carbónico.
0,46	de ácido sulfhídrico.
<u>100,00</u>	centímetros cúbicos <sup>(1)</sup> .

<sup>(1)</sup> El Sr. Saenz Diez menciona un fenómeno ocurrido en las cercanías de Ormaiztegui, que no deja de ofrecer interés, aun cuando no lo creemos relacionado con el origen de los manantiales. Dejemos referir el hecho al ilustrado químico:

«En las inmediaciones de Ormaiztegui llama la atención una parte del terreno que presenta señales de haber experimentado movimientos, y las tierras de la superficie tienen color rosado, lo propio que los fragmentos calizos. Según los naturales del país, en 1862 se advirtió en toda esa parte el

MANANTIAL DE GAVIRIA.—Por su nacimiento y la composición de sus aguas, tiene analogía este manantial con los de Ormaiztegui, de los cuales dista muy poco. Brota en una roca caliza con pirita de hierro, y las propiedades físicas de las aguas son muy semejantes á las que hemos indicado en las de Ormaiztegui. Del análisis practicado por D. José Soler resulta la composición química siguiente:

Un litro de agua contiene (1):

Sulfato de cal.....	1,251	gramos.
— de magnesia.....	0,540	—
Carbonato de cal.....	0,059	—
— ferroso.....	0,058	—
Cloruro sódico.....	0,058	—
— magnésico.....	0,052	—
Alúmina.....	0,052	—
Silice.....	0,052	—
Materia orgánica.....	0,024	—
Ácido fosfórico.....	Indicios.	
	<hr/>	
	4,846	gramos.

desprendimiento de una especie de nube de vapor que despedía mucho calor, notándose por la noche bastante claridad, cuyo fenómeno duró seis meses, sin que se pudieran aproximar, aun después, por bastante tiempo, á causa del calor que se experimentaba; por lo cual creyeron era un volcán, como aun hoy llaman al referido sitio. Pasado este tiempo, y después del enfriamiento del terreno, se utilizaron las tierras que estaban calcinadas para el mortero empleado en las obras del ferrocarril, tales como para la construcción de los muros de contención, etc., como aun puede observarse por el color rosado que presentan dichos muros.—Así las tierras como los fragmentos recogidos dan idea de un fenómeno ígneo subterráneo, debido indudablemente á la combustión de lignito ó de carbón de piedra, lo que ha producido naturalmente la transformación de los terrenos superiores en termántidas, de cuyos fenómenos tenemos muchos ejemplares en varios puntos de Italia.»

No creemos que anda desacertado el Sr. Saenz Diez en la explicación que da del fenómeno, pues entre las rocas de aquellos contornos, si bien no se han descubierto verdaderos combustibles minerales, abundan las capas pizarrosas de aspecto muy carbonoso.

(1) *Anuario oficial*; tomo I, pág. 437.

*Gases disueltos.*

Acido sulfhídrico.....	40,66	cents. cúb.
— carbónico.....	15,27	—
Nitrógeno.....	18,56	—
	<hr/>	
	44,49	cents. cúb.

MANANTIAL DE SAN JUAN DE AZCOITIA.—El balneario de *San Juan de Azcoitia* está situado á orillas del Urola, á un kilómetro río abajo de la villa de Azcoitia y sobre 180 metros de altitud, al sur de la montaña caliza de Izarraiz. El manantial brota entre margas cenománenses y su punto de emergencia dista poco del gran macizo ofítico de que en otro lugar nos hemos ocupado.

No conocemos otro análisis de estas aguas que el que se inserta en el Tratado de hidrología médica del Dr. García López, sin expresar el nombre del químico que lo practicara. He aquí dicho análisis:

Un litro de agua contiene:

Sulfato cálcico.....	0,655	gramos.
— magnésico.....	0,288	—
— sódico.....	0,514	—
— aluminico.....	0,072	—
Carbonato cálcico.....	0,417	—
— magnésico.....	0,216	—
Cloruro magnésico.....	0,178	—
Silice.....	0,025	—
	<hr/>	
	2,145	gramos.

*Gases disueltos.*

Acido sulfhídrico.....	215	cents. cúb.
— carbónico.....	Indicios.	
	<hr/>	
	215	cents. cúb.

El agua es clara, transparente, de olor y sabor sulfhídricos, y su temperatura de 16° c.

MANANTIALES VARIOS.—Además de los manantiales sulfurosos de que llevamos hecho mérito, existen en Guipúzcoa otros muchos que no han sido declarados de utilidad pública, ó cuyos análisis no se han practicado.

Citaremos entre ellos las varias fuentes sulfuroso-saliuas que brotan en las vertientes septentrionales de la sierra de Aizgorri; la que nace bajo los caseríos de Amezaga, en la anteiglesia de *Galarza* (valle de Leniz); la que brota junto á la villa de *Cejama*, con temperatura de 18° c. y olor y sabor sulfhídricos; otra con análogos caracteres en término de *Atain*, entre las calizas compactas de la vertiente norte de la sierra de Aralar; las aguas de *Lizarza*, al sur de la villa de este nombre en el Cretáceo inferior, y otras muchas que sería prolijo enumerar.

#### AGUAS BICARBONATADAS.

MANANTIAL DE ALZOLA.—Emerge este manantial á la orilla izquierda del río Deva, muy cerca del pueblo de *Alzola*, que pertenece al término municipal de Elgoibar. El nivel del río está casi á la misma altura de la parte superior de la arqueta donde se recoge el manantial; pero el origen de éste debe estar más elevado, pues si estando cerradas las llaves de la arqueta se levanta la tapa que la cubre se eleva el agua en ella, saliendo en gran cantidad, lo que hace que sea necesario tenerla siempre tapada con un tablón con tornillos de presión, siendo indispensable para destaparla abrir previamente la llave de desagüe.

El terreno de los contornos de Alzola está constituido por margas y areniscas, probablemente cenomanenses, con grandes trastornos en la estratificación, apareciendo entre estas rocas un pequeño isleo de caliza compacta gris azulada, que está cortada por un dique de ofita. En esta caliza está el origen aparente del manantial; pero su relación con las ofitas no es menos evidente, pues además del indicado dique

está muy próximo el gran macizo eruptivo que comienza en Elgoibar.

El aforo de este manantial, hecho en Marzo de 1877, produjo la gran cantidad de 146.544 litros en un minuto, que equivalen á 210.755 litros en las veinticuatro horas.

El agua de *Alzola* es incolora, inodora, insípida y transparente; desprende espontáneamente grandes burbujas gaseosas, y su temperatura constante es de 50° c.

Del análisis practicado en 1877 por el Sr. Saenz Diez resulta la siguiente composición:

Un litro de agua contiene:

Sulfato cálcico.....	0,070507	gramos.
Cloruro sódico.....	0,055254	—
— cálcico.....	0,051717	—
Silicato sódico.....	0,051552	—
Cloruro magnésico.....	0,028571	—
Carbonato ferroso.....	0,021228	—
— cálcico.....	0,020059	—
— sódico.....	0,015655	—
Cloruro potásico.....	0,010945	—
Silice libre.....	0,008580	—
Silicato aluminico.....	0,002429	—
Carbonato magnésico.....	0,001657	—
Sulfato magnésico.....	0,001056	—
Nitrato amónico.....	0,000781	—
Cloruro de litio.....	0,000485	—
Carbonato amónico.....	0,000474	—
— manganeso.....	0,000172	—
Materia orgánica.....	0,055422	—
Fluor y pérdida.....	0,001116	—
<i>Suma</i> .....	<u>0,554400</u>	gramos.

*Gases disueltos.*

Nitrógeno.....	17,200 cents. cúbs.
Oxígeno.....	1,264 —
Ácido carbónico.....	6,947 —
Mezcla.....	<u>25,411 cents. cúbs.</u>

*Gases que se desprenden espontáneamente.*

Nitrógeno.....	95,002 cents. cúbs.
Oxígeno.....	5,969 —
Ácido carbónico.....	5,029 —
Mezcla.....	<u>100,000 cents. cúbs.</u>

El indicado químico califica estas aguas de termo-alcalinas, ferruginosas, bicarbonatadas, nitrogenadas, variedad *litinicas*.

**AGUAS CLORURADO-SÓDICAS.**

**MANANTIALES DE CESTONA.**—El balneario de *Cestona* se halla situado á un kilómetro escaso al sur de la villa del mismo nombre, sobre la orilla izquierda del río Alzola. Los manantiales brotan junto al edificio en las calizas urgo-aptenses y á un nivel algo inferior al del río.

D. Justo María Zabala, Médico Director que fué de estos baños durante mucho tiempo, refiere las circunstancias que se observaron en el reconocimiento que á su vista se hizo de los manantiales <sup>(1)</sup>. En su primera visita, en 1849, había dos fuentes de distinta temperatura; pero se notó que el caudal de ambas iba disminuyendo rápidamente, tanto que, al final de la temporada de 1852, la más antiguamente conocida sólo daba 14 litros por minuto, y la nueva cuatro en igual tiempo. En vista de esto, se profundizó la excavación en la

(1) *Guía para Los Baños de Cestona.*—Azpeitia, imp. de P. Martínez, 1868.

roca, siguiendo la dirección que parecía traer el manantial nuevo, y el día 25 de Diciembre del referido año, habiendo un cantero dado un golpe con la barra, saltó una gran cantidad de agua sumamente turbia, á la temperatura de 26° Reaumur, que equivalen á 52°,5 centígrados, cuya agua á las veinticuatro horas salía limpia y cristalina, y ha seguido desde entonces sin enturbiarse.

Continuando el reconocimiento en profundidad de la roca en que emergían las fuentes, se llegó á unos 25 pies más abajo que las bañeras y se descubrieron cinco orificios por donde salía el agua de la roca caliza en dirección ascendente. Tenía el agua de todos los orificios el mismo sabor, salado ligeramente amargo, pero las temperaturas eran diferentes: la del agua del primer orificio que se encontró tenía 26° Reaumur; un poco más abajo se hallaban dos orificios con agua á 28 ó 29°, ó sea de 55 á 56° centígrados, á distancia de unos tres pies entre sí y que se comunicaban inmediatamente, pues cerrando uno de ellos salía por el otro doble cantidad, sumando entre ambos 200 cuartillos por minuto, y desprendiéndose muchas burbujas de ázoe. A corta distancia y un poco más abajo había otros dos orificios por donde salía también agua mineral, pero de temperatura que no excedía de 24° Reaumur, ó sea 50° centígrados, y entre los dos daban 60 cuartillos. Sumado el caudal de los cinco orificios, resultaba ser de 540 cuartillos por minuto. En los orificios de más temperatura se introducía verticalmente una barra de seis pies sin encontrar ningún obstáculo.

Las aguas de todos los orificios se conducen á dos distintas fuentes, que respectivamente se designan con los nombres de *Manantial fuerte* y *Manantial débil*, porque resulta la una mucho más mineralizada que la otra, y es sensible que, habiendo manantiales con temperatura de 55 ó 56° centígrados, no pase de 52°,5 c. la que tiene el agua al llegar á las bañeras.

Como el agua brota á nivel inferior al de las bañeras y el río, se trató de ver hasta qué altura podía elevarse en virtud de su propia fuerza, colocándose con este objeto tubos de hoja de lata que se iban cubriendo con una capa de cal hidráulica, y se observó que á los seis

pies de elevación disminuía la cantidad y se alteraba la temperatura, descendiendo la de los orificios que la tenían más elevada y aumentando la de los otros. Á la altura de 20 pies se perdían las tres cuartas partes del agua.—En vista de tales resultados, se decidió el establecimiento de bombas para elevar el agua hasta las bañeras, pues hubiera sido muy costoso el socavar la roca para colocarlas á nivel inferior al de los manantiales.

El análisis más moderno y detallado de estas aguas es el que efectuaron en 1885 los químicos D. Luis María Útor y D. Laureano Calderón. A continuación se expresan sus resultados.

Un litro de agua del *Manantial fuerte* contiene:

Cloruro de sodio.....	5,5887	gramos.
— de potasio.....	0,0020	—
— de calcio.....	0,0602	—
Sulfato de sosa.....	0,5208	—
— de magnesia.....	0,5850	—
— de cal.....	1,7952	—
Bicarbonato de cal.....	0,0044	—
— de magnesia.....	0,0026	—
Silice.....	0,4480	—
Alúmina.....	0,4450	—
Óxido férrico.....	0,0010	—
Materia orgánica.....	0,0880	—
Ácido fosfórico.....	Indicios.	
Litina.....	Indicios.	
Barita.....	Indicios.	
Potasa.....	»	
	<hr/>	
	8,7589	gramos.

*Gases en disolución.*

Ácido carbónico.....	2,6020	cents. cúb.
Oxígeno.....	5,0509	—
Nitrógeno.....	12,0111	—
	<hr/>	
	19,6440	cents. cúb.

Un litro de agua del *Manantial débil* da:

Cloruro de sodio.....	2,0008	gramos.
— de potasio.....	»	
— de calcio.....	0,0564	—
Sulfato de sosa.....	0,8616	—
— de magnesia.....	0,1610	—
— de cal.....	0,4905	—
Bicarbonato de cal.....	0,0090	—
— de magnesia.....	0,0055	—
Silice.....	0,0400	—
Alúmina.....	0,0110	—
Óxido férrico.....	0,0050	—
Materia orgánica.....	0,0500	—
Ácido fosfórico.....	Indicios.	
Litina.....	Indicios.	
Barita.....	»	
Potasa.....	Indicios.	
	<hr/>	
	5,6904	gramos.

*Gases en disolución.*

Ácido carbónico.....	5,6954	cents. cúb.
Oxígeno.....	5,0520	—
Nitrógeno.....	12,0118	—
	<hr/>	
	20,7592	cents. cúb.



## AGUAS FERRUGINOSAS.

Son tan numerosas las fuentes de esta clase en Guipúzcoa que apenas se hallará término municipal que no cuente con varias de ellas. Su enumeración y descripción sería demasiado prolija y solo haremos mención especial de dos de ellas, cuya composición es bien conocida y puede servir de tipo para apreciar las de las otras.

Estando casi todas las rocas de la comarca más ó menos impregnadas de óxidos de hierro, fácilmente se explica el origen de estos manantiales, sin que el agua tenga que penetrar mucho en la corteza terrestre; así es que las aguas ferruginosas tienen generalmente la temperatura ordinaria y una mineralización muy débil, á veces menor que la de muchas aguas potables ordinarias. El hierro está en ellas casi siempre disuelto en forma de carbonatos ó bicarbonatos.

He aquí ahora, como ejemplos, los análisis de los manantiales ferruginosos próximos á Los Baños de Santa Águeda y Gaviria:

MANANTIAL FERRUGINOSO DE SANTA ÁGUEDA.—Según el Sr. Saenz Díez, un litro de agua contiene:

Carbonato magnésico.....	0,02604	gramos.
Sulfato cálcico.....	0,02548	—
Carbonato cálcico.....	0,01451	—
Cloruro sódico.....	0,01224	—
Carbonato ferroso.....	0,00808	—
Sulfato magnésico.....	0,00700	—
— sódico.....	0,00561	—
— potásico.....	0,00195	—
Materia orgánica y cuerpos no pesados.	0,01259	—
	<hr/>	
	0,11150	gramos.

MANANTIAL FERRUGINOSO DE ITURRIGORRI, EN GAVIRIA.—Según el Sr. Garagarza, un litro de agua contiene:

Bicarbonato cálcico.....	0,06624	gramos.
— magnésico.....	0,02286	—
— ferroso.....	0,01499	—
— manganoso.....	Indicios.	
Cloruro potásico.....	0,01222	—
— sódico.....	0,00678	—
— magnésico.....	0,00880	—
Sulfato cálcico.....	0,05502	—
Alúmina.....	0,05800	—
Silice.....	0,05400	—
Materia orgánica.....	Indicios.	
	<hr/>	
	0,25891	gramos.
	<hr/>	
Acido carbónico libre.....	0,21496	gramos.

## V.

## MOVIMIENTOS OROGÉNICOS.

Conocidos los materiales que constituyen el suelo de Guipúzcoa, y señalados sus detalles y circunstancias más notables, podemos reconstituir con el pensamiento las diversas fases por que ha debido atravesar esta reducida porción de nuestra Península durante las edades geológicas, hasta adquirir su actual configuración.

Fijándonos en la naturaleza arcillosa y en la gran tenuidad de los elementos detriticos que constituyen las rocas más antiguas del grupo Paleozóico, así como en el gran espesor que estos depósitos han alcanzado, deduciremos que debieron sedimentarse en el fondo de un mar de relativa profundidad, que en aquellos tiempos, sin duda alguna de larguísima duración, cubría toda la superficie de Guipúzcoa, cuyo suelo submarino hubo de experimentar á la sazón un lento y continuo descenso.

Durante el periodo Devoniano debió cesar este movimiento, ó más bien pronunciarse en sentido inverso, permitiendo la profundidad menor del Océano la vida y desarrollo de los zoófitos corolarios que constituyeron las calizas que hoy aparecen entre las rocas de este sistema. Continuó el movimiento de emergencia en las últimas épocas del mismo periodo Devoniano y primeras del Carbonífero, lo cual impidió que se depositaran las rocas que en otras regiones forman la base del último sistema, tales como la Caliza de Montaña, que suele presentarse en masas de gran potencia, y que falta en Guipúzcoa ó está representada por capas de poco espesor. No lo alcanzaron tampoco muy grande los depósitos correspondientes al Carbonífero superior y, como las

tierras emergidas ocupaban muy reducidos espacios ó constituían tan sólo pequeños islotes, no pudo tener lugar la aglomeración en estuarios de gran cantidad de restos vegetales, y de aquí la falta de capas de hulla en los estratos carboníferos de Guipúzcoa.—Al finalizar, pues, la era Paleozóica seguía cubriendo el mar la mayor parte de lo que hoy es provincia de Guipúzcoa, y tan sólo en su extremo oriental existían algunas tierras emergidas sin alcanzar probablemente altitudes de consideración.

Mayor amplitud debieron llegar á tener éstas á los principios del periodo Triásico, si se ha de juzgar por las grandes cantidades de gruesos detritus continentales que formaron las pudingas y areniscas de este sistema, y que á la vez revelan un clima esencialmente lluvioso que daba origen á corrientes torrenciales. Durante la primera época de este periodo debió descender una parte del suelo de Guipúzcoa, correspondiendo probablemente por un movimiento de báscula á la emersión de masas continentales en regiones próximas, dando lugar la denudación de ésta á los materiales detriticos antes indicados. Este movimiento no debió verificarse sino de un modo lento, pues no ha hecho sensible la discordancia entre los estratos paleozóicos y los triásicos.

Posteriormente á la sedimentación de la arenisca roja del Triás tuvo lugar la salida á la superficie de las masas graníticas que hoy constituyen las cúspides de la Peña de Aya, bien fuese porque en esta época se verificase la erupción que las dió origen, según ha supuesto Mr. Stuart-Menteth, ó bien porque, al desgarrarse la corteza terrestre, por efecto de sus movimientos, pusiese á descubierto aquel núcleo granítico, ya consolidado desde épocas más remotas. Esta última hipótesis parece más probable si se atiende á la composición mineralógica y estructura que con más frecuencia aparecen en este macizo y que, según la clasificación de Mr. Michel Lévy, corresponden á las erupciones más antiguas de la serie granítica.—Como quiera que sea, en la época indicada ocurrió un trastorno notable en los estratos, origen de la discordancia que en las inmediaciones de Irún se nota entre las rocas triásicas y cretáceas, pero que no debió propagarse á dis-

tancias muy considerables, puesto que en las cercanías de Tolosa vemos sucederse en estratificación concordante los tres sistemas Triásico, Liásico y Cretáceo. Este acontecimiento dió por resultado el aumento en extensión y altitud de los terrenos emergidos al extremo oriental de la provincia, que continuaron en tal estado durante los periodos Liásico, Jurásico y Cretáceo, en tanto que la parte restante seguía cubierta por el mar.—La producción de los diques de diabasa, que cortan al granito y las rocas inmediatas á él, debió ser simultánea con este movimiento, ó seguirle muy de cerca.

La concordancia entre el Liásico y todas las hiladas del Cretáceo, indica que durante los periodos correspondientes no ocurrió ningún trastorno de importancia en estos sedimentos.—La enorme potencia que alcanzan los depósitos cretáceos no puede explicarse sino por un descenso lento y general del suelo submarino durante la mayor parte del transcurso de este periodo, aunque en ciertos intervalos tuviera lugar alguna emergencia de terrenos bajos, como parece atestiguarlo la existencia de una fauna fluvio-marina unida á los lignitos urgo-apenses de Cestona.—Las masas calizas acumuladas en el fondo del mar cretáceo, en cuyas rocas se ven multitud de restos orgánicos cementados por granos cristalinos, siendo éstos los que predominan, nos revelan la riqueza de aquellas aguas en carbonato cálcico, de que fueron despojándose simultáneamente por la precipitación química y por las acciones fisiológicas.—Si se tiene en cuenta que las rocas calizas son las que más lentamente se forman, sorprende la consideración del tiempo que hubo de exigir la acumulación de moles como las de Aralar, Aizgorri, Hernio, Izarraitz, Udala y tantas otras como se admiran en Guipúzcoa.

Al principio del periodo Senonense parece haber existido un movimiento de emergencia que dió lugar á los depósitos litorales que hoy aparecen en la costa oriental de la provincia.

Un tanto prematuras juzgamos las deducciones de algunos geólogos que, fundándose en la carencia de fósiles característicos de tal ó cual tramo del sistema Cretáceo en estas regiones, trazan con todos sus detalles los límites de los mares en las distintas edades del perio-

do. Entre los sedimentos cretáceos del país vascongado no se observa ninguna discordancia de estratificación, y los trastornos que hoy afectan sus distintos horizontes son más que todo efecto del levantamiento de Los Pirineos, que ha dado su relieve á esta comarca, siendo el acontecimiento geológico que más ha contribuido á su actual configuración.

Obligada á arrugarse la corteza terrestre para poderse adaptar á las dimensiones del núcleo interno, cada vez más contraído por la pérdida continua de calórico, se originan en ella pliegues que constituyen las cordilleras. Cierto es que éstas no han aparecido de un modo brusco; llevan, por el contrario, señales de haber experimentado más de un trastorno durante las edades geológicas; pero en casi todas se reconoce que ha existido una época determinada en que su relieve se ha acentuado de una manera más principal, y después de la cual sólo ha experimentado modificaciones muy secundarias. Esta época está comprendida para Los Pirineos entre el Eoceno y el Mioceno.—Mr. de Lapparent ha formulado con lucidez las leyes á que se ajustan estos pliegues disimétricos de la corteza terrestre, demostrando que cada vez que uno de ellos se produce presenta una línea de pendiente abrupta ligada por sus dos extremos á otros dos de pendientes más suaves, una de las cuales la pone en comunicación con un macizo continental, y la otra la une á una depresión oceánica, que movimientos posteriores del terreno han podido hacer desaparecer en todo ó en parte.—En la provincia de Guipúzcoa se ven completamente confirmadas estas leyes: las cúspides que por el sur la limitan se unen con pendientes suaves á la meseta de Alava, mientras que al norte de las mismas los declives son más rápidos y las capas, después de ofrecer los más variados trastornos, penetran en el mar Cantábrico, donde las recientes exploraciones del *Travailleur* han reconocido profundidades muy considerables á corta distancia de las costas.—En esta parte abrupta del pliegue debieron concentrarse los esfuerzos de las presiones laterales y, cuando la corteza terrestre no fué bastante flexible para resistirlos, se produjeron roturas por donde el

líquido interno, que á su vez estaba allí más fuertemente oprimido contra la envolvente, salió á la superficie dando origen á las rocas eruptivas. En aquella época, pues, debieron producirse los múltiples accidentes stratigráficos de las formaciones sedimentarias de Guipúzcoa, y en la misma también debió tener lugar, según todas las probabilidades, la erupción ofítica de que tan abundantes y variadas muestras se encuentran en esta provincia.

El distinguido geólogo español Sr. Mac Pherson, en un trabajo muy notable, publicado bajo el título de *Predominio de la estructura uniclinal en la Península ibérica* <sup>(1)</sup>, ha llamado la atención hacia las relaciones que se observan entre el orden de sucesión de los estratos y el sentido de su buzamiento con las zonas de grandes profundidades en el Océano, notando que los contactos normales en escala ascendente, considerados en conjunto y prescindiendo de detalles secundarios, se presentan, en la región central y meridional de nuestra Península y en el continente africano, marchando de Norte á Sur, mientras en el extremo septentrional de aquella, lo mismo que en todo el resto del continente europeo y aun del americano, dominan los buzamientos en sentido opuesto, constituyendo así la Península «un macizo continental que parece estar solicitado por dos fuerzas que en sentido contrario tienden á inclinar todos sus accidentes geológicos, unas veces en dirección al ecuador y otras hacia la región polar.»—Debiendo existir una línea de separación entre ambas tendencias, deduce el autor, después de aducir gran copia de datos, que ha de pasar dicha línea desde el Cabo de Finisterre al norte de las islas Baleares, y hace notar la coincidencia de que las dos grandes líneas de depresión se cruzan en el Atlántico, hacia los 40° de latitud, en el punto donde éste adquiere su mayor profundidad; viniendo á estar la intersección de esas dos líneas aproximadamente frente á las costas españolas en el punto en que se dividen las dos indicadas tendencias.

En vista de esos hechos, se pregunta el mismo autor si «existe una correlación entre la tendencia dominante en las masas continentales de

inclinarse sus dislocaciones hacia un punto determinado y las líneas de máxima depresión en los Océanos,» y opina que presta mayor importancia á las coincidencias señaladas la teoría emitida por el eminente astrónomo M. Faye, quien, partiendo de la débil acción que los grandes macizos montañosos ejercen sobre el péndulo y de la disminución de la gravedad en los continentes y mesetas elevadas relativamente á la superficie de los océanos, donde esta fuerza aumenta en intensidad, deduce que bajo el nivel de los mares el Globo se enfría más rápidamente y á mayor profundidad que bajo la superficie de los continentes, y llega á ver en la elevación de éstos una consecuencia de la mayor densidad de la corteza terrestre debajo de los océanos; así como ve en el centro de los continentes, ó hacia los bordes de los mismos, las líneas ó puntos de menor resistencia de la corteza terrestre.

Hemos extractado lo más sustancial del trabajo del Sr. Mac Pherson, porque creemos que en Guipúzcoa se confirman sus apreciaciones y hallan una comprobación las teorías de Faye y Lapparent que, á nuestro juicio, lejos de ser antitéticas se completan mutuamente.—Fijándonos en los cortes geológicos de la Lámina II, sobre todo en los últimos que tienen más longitud y se extienden desde la divisoria de aguas hasta el Océano, notamos que en toda la región meridional de Guipúzcoa predominan los buzamientos al Sur, ó sea hacia la meseta de Alava, y los contactos normales, en escala ascendente de los estratos, se verifican caminando de Norte á Sur. Esa inclinación meridional persiste hasta el centro de la provincia ó algo más hacia el Norte; habiendo una región intermedia donde los estratos presentan muchos pliegues y cambios de buzamiento, hasta adquirir definitivamente la inclinación septentrional con la que penetran en el mar Cantábrico, cuyas costas dibujan una línea curva que corresponde exactamente á las variaciones que en la dirección de las capas se nota de un extremo á otro de la provincia.—En dicha región intermedia entre los buzamientos meridionales y los septentrionales es donde con más frecuencia aparecen los afloramientos ofíticos.

Entre los geólogos que se han ocupado de investigar el modo como

(1) *Anales de la Sociedad española de Historia Natural*.—Tomo IX, 1880.

se han producido los accidentes estratigráficos en las cordilleras y los relieves de las mismas, unos atribuyen importancia capital á las fallas, esto es, á las roturas de la corteza terrestre y oscilaciones de sus fragmentos, bien en sentido vertical ó bien á uno ú otro lado de esta dirección, para adaptarse á las dimensiones cada vez más reducidas del esferoide interno. Otros creen que esta adaptación se verifica con más frecuencia obedeciendo á la fuerza tangencial por medio de pliegues y repliegues de las capas, cuyo grado de elasticidad es realmente sorprendente y da lugar á las inflexiones más inverosímiles, de las cuales bastaría citar como ejemplo las que en los Alpes de Glaris ha descrito Heim <sup>(1)</sup>.—En Guipúzcoa no faltan las fallas, y algunas de ellas aparecen figuradas en nuestros cortes, que han debido contribuir poderosamente al relieve de la comarca, tales como las que se observan al sur de las montañas de Hernio y de Udala; pero predominan los pliegues y ondulaciones de los estratos.

Terminado el levantamiento de los Pirineos, con todos los fenómenos concomitantes, entró esta región en un periodo de relativa calma que dura todavía. Su configuración sólo ha variado desde aquella época por efecto de las corrosiones que han hecho resaltar el relieve de las montañas constituidas por las rocas más resistentes, como las calizas y areniscas, á costa de las que están formadas por margas y pizarras, dando así mayor variedad á su complicada topografía.

Los numerosos manantiales minerales, algunos de ellos termales, que brotan en el suelo de Guipúzcoa, pueden considerarse como la última manifestación endógena relacionada con el levantamiento de los Pirineos.

(1) *Mechanismus der Gebirgsbildung.*

## APÉNDICE.

### I.

#### EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

QUE REPRESENTAN LAS DIFERENTES SECCIONES DE ROCAS  
DESCRITAS EN ESTA MEMORIA.

#### LÁMINA III.

**Sección de una muestra de Granito** procedente de la Peña de Aya (V. pág. 92).

Figs. 1 y 2. La fig. 1 se ha obtenido con luz natural, y la 2, que representa la misma sección, con luz polarizada y nicoles cruzados.—En las dos el aumento es de 55 diámetros, y la referencia de los números que en ellas aparecen la siguiente:

Núm. 1.—Cuarzo.

2.—Ortosa.

5.—Oligoclasa.

4.—Biotita, convertida en parte en Clorita.

5.—Granate.

Los feldespatos Ortosa y Oligoclasa (núms. 2 y 5) apenas se distinguen entre sí en la luz natural.

#### LÁMINA IV.

Fig. 1. **Sección de una muestra de Granito** procedente de una galería de las minas de hierro que explota la sociedad *La Bidasoa* en el macizo de Aya y término de Irún (V. pág. 92).

Se ha obtenido con luz polarizada y nicoles cruzados, y su aumento es el de 55 diámetros.

- Núm. 1.—Cuarzo.
- 2.—Ortosa.
- 3.—Muscovita.
- 4.—Clorita.

FIG. 2. **Sección de una muestra de Granito** procedente de Endarlaza (V. pág. 95).

Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 55 diámetros.

- Núm. 1.—Cuarzo.
- 2.—Ortosa.
- 3.—Oligoclasa.
- 4.—Microlina.
- 5.—Biotita, en parte alterada.

LÁMINA V.

FIG. 1. **Sección de Granito con Cuarzo de corrosión**, procedente del paraje llamado *La Cascada*, en el macizo de Aya (Véase pág. 95).

Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 55 diámetros.

- Núm. 1.—Cuarzo granítico.
- 2.—Cuarzo de corrosión.
- 3.—Ortosa (uno de los cristales con microlitos).
- 4.—Oligoclasa (uno de los cristales con microlitos).
- 5.—Biotita.

FIG. 2. **Sección de una muestra de Ofita** recogida, entre Zumarraga y Azcoitia, en el gran macizo de roca hipogénica (Véase pág. 109).

Luz natural.—Aumento de 40 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.
- 2.—Augito.

Núm. 3.—Hornablenda.

4.—Clorita.

5.—Hierro magnético y Hierro titanífero.

6.—Titanita.

7.—Apatita.

LÁMINA VI.

FIG. 1. **Sección de una muestra de Ofita** procedente del gran macizo, entre Zumarraga y Azcoitia (V. pág. 109).

Luz natural.—Aumento de 40 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.
- 2.—Augito.
- 3.—Hornablenda.
- 4.—Clorita.
- 5.—Hierro magnético y Hierro titanífero.
- 6.—Apatita.

FIG. 2. **Sección de una muestra de Ofita** procedente del afloramiento que existe entre Villabona y Asteasu (V. pág. 110).

Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 95 diámetros.

- Núm. 1.—Labradorita.
- 2.—Dialaga.

LÁMINA VII.

FIG. 1. **Sección de una muestra de Ofita** procedente del afloramiento que existe junto al caserío *Otarrea*, término municipal de Ibarra, cerca de Tolosa (V. pág. 110).

Luz natural.—Aumento de 95 diámetros.

- Núm. 1.—Augito; grupo de cristales porfídicos.
- 2.—Oligoclasa.
- 3.—Augito, en su mayor parte convertido en Clorita.
- 4.—Hierro magnético y Hierro titanífero.

Los elementos 2 y 3 forman la pasta microcristalina.

FIG. 2. **Sección de una muestra de Ofita** procedente de Motrico (V. pág. 111).

Luz natural.—Aumento de 48 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
 2.—Cristal de Augito.  
 3.—Augito en granos de distinta orientación cristalográfica.  
 4.—Epidota.  
 5.—Clorita.  
 6.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
 7.—Vidrio isótropo.

LÁMINA VIII.

FIG. 1. **Sección de una muestra de Ofita** alterada, procedente de las cercanías de Tolosa (V. pág. 111).

Luz natural.—Aumento de 90 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
 2.—Clorita.  
 3.—Agrupaciones de cristales de Hierro magnético, Hierro titanífero y Oligisto.  
 4.—Sustancia arcillosa.

FIG. 2. **Sección de una muestra de Ofita** de estructura amigdaloides, procedente de las cercanías de Tolosa (V. pág. 112).

Luz natural.—Aumento de 55 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
 2.—Augito.  
 3.—Augito en granos de distinta orientación cristalográfica y parcialmente transformado en Epidota y Clorita.  
 4.—Epidota.  
 5.—Clorita.  
 6.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
 7.—Calcita.

II.

DESCRIPCIÓN DE DOS ESPECIES NUEVAS

DEL

GÉNERO CASSIOPE

PROCEDENTES DEL SISTEMA CRETÁCEO INFERIOR DE GUIPÚZCOA (1).

POR

DON LUIS MARIANO VIDAL,

Ingeniero jefe del Cuerpo de Minas.

**Cassiope Mac-Phersoni, Vidal.**

LÁMINA IX, FIGS. 1, 2 y 5.

DIMENSIONES.—Longitud. . . . . 27 milímetros.  
 Diámetro de la última vuelta. 12 »

DESCRIPCIÓN.—Concha pequeña, cónica, alargada, espiral regular, compuesta de siete vueltas planas.

Vueltas adornadas con tres cordones granulados, dispuestos en el sentido del arrollamiento.—Uno de ellos está situado junto a la sutura del lado bucal y sus granos son finos y borrosos. Otro va separado de la sutura del lado posterior por una zona estrecha, cuyo ancho es a lo sumo la tercera parte del de la vuelta, y sus granos son más pronunciados que los del primero, contándose diez en un centímetro de longitud al diámetro de ocho milímetros. El tercer cordón, más fino que los dos ya descritos, se halla equidistante entre éstos, y

(1) V. págs. 78 á 79 y 81.

en algunos ejemplares se presenta dividido en dos líneas débilmente granuladas (fig. 5).

El resto de la superficie de la concha no es liso: con auxilio de lente se la ve provista de finos pliegues paralelos á la ornamentación, cruzados por las líneas sinuosas de crecimiento propias del género *Cassiope*.

La última vuelta no la hemos visto bien conservada en ningún ejemplar.

Suelen estar mineralizados por la pirita de hierro.

YACIMIENTO.—Una formación de lignito del tramo Urgaptense.

LOCALIDAD.—Monte Erehina, término de Cestona, provincia de Guipúzcoa.

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS.—Fig. 1, individuo de tamaño natural; fig. 2, fragmento aumentado; fig. 5, fragmento aumentado perteneciente á un individuo que presenta una ligera variante en su ornamentación.

***Cassiope Adan-Yarzæ*, Vidal.**

LÁMINA IX, figs. 4 y 5.

DIMENSIONES.—Altura total. . . . . 22 milímetros.  
Diámetro de la última vuelta. . . . . 8       »

DESCRIPCIÓN.—Concha pequeña, cónica, alargada, compuesta de ocho vueltas adornadas con dos cordones granulados que siguen la dirección del arrollamiento.—Uno de ellos corre junto á la sutura anterior, y el otro está separado de la posterior por un intervalo del mismo ancho que el que media entre ambos cordones é igual al grueso de los mismos.

Las granulaciones son alargadas en el sentido del arrollamiento, y en número de diez en una vuelta completa al diámetro de siete mili-

metros.—Son menos pronunciadas en el cordón del lado bucal que en el otro.

Se notan en la superficie de las vueltas, pero sólo acusándose ligeramente en los ejemplares mejor conservados, las líneas sinuosas de crecimiento de los *Cassiope*.

Ninguno de los ejemplares que hemos examinado conserva la boca.

Esta especie ofrece alguna analogía con los individuos jóvenes del *Cass. Lujani*, Verneuil, sp.; pero es muy fácil de distinguir en su menor ángulo apical, en que sus granos son mucho más gruesos y no redondeados, sino alargados, y en que solo una de las dos series de los mismos granos está próxima á la sutura.

YACIMIENTO.—En una capa de arenisca intercalada entre psamitas y areniscas con orbitolinas del tramo Urgaptense, á no ser que, la circunstancia de que ya esta formación corresponde á la parte superior de la serie pizarreña que el Sr. Adan distingue por bajo de las calizas cenomanenses, haga que deban comprenderse en el tramo Albense.

LOCALIDAD.—Cerca del Puerto de Arlabau, término de Salinas de Leniz, provincia de Guipúzcoa.

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS.—Fig. 4, individuo de tamaño natural; fig. 5, fragmento aumentado.



## CORRECCIONES.

### En el texto.

Página.	Línea.	Dice.	Debe decir.
17	46	Biandez	Biandiz
21	20	Urreyola	Urrejola
33	32	Fricht	Tricht
48	30	Fuchs	Fuess
70	12	Uzcabe	Urcabe
71	Fig. 3. <sup>a</sup>	7—Aluviones del Bidasoa	a—Aluviones del Urumea
75	46	Guipúzcoa, Álava y Navarra	Guipuzcoa y Navarra
80	15	Urregola	Urrejola
80	25	Azorrotz	Aitzorrotz
80	30	<i>Gorografía</i>	<i>Corografía</i>
89	30	aparecen	parecen
106	12	bases	fases
114	28	<i>Elareta</i>	<i>Elazeta</i>
119	30	minas	menas
125	23	necesaria	innecesaria
128	25	Alforo	Alfaro

En la figura 9.<sup>a</sup>, intercalada en la pág. 98, debieran aparecer mucho más acentuados de lo que se indica en el dibujo los pliegues de las margas cenomanenses, al norte del afloramiento de ofita de Vergara.

### En el Mapa.

En el extremo N.E. del plano se ha escrito M.te Olearín Jaizquibel en lugar de M.te Olearzo Jaizquibel.

### En los cortes de la Lámina II.

CORTE NÚM. 6.—Según ya se ha advertido en la pág. 76, al litografiarse este corte se han omitido, en las líneas que señalan la estratificación de las calizas del monte Hernio, los pliegues que debieran aparecer hacia la cumbre y en la depresión designada con el nombre de *Celatum*.

CORTE NÚM. 8.—Las margas cenomanenses (5) que, al norte de Vergara, aparecen en el dibujo simplemente onduladas, debieran formar en corto espacio fuertes y repetidos pliegues, que es lo que en la localidad se verifica; y asimismo los que se representan cerca de Alzola debían haberse figurado más pronunciados.

Los signos que indican la situación de los pueblos de Vergara, Elgoibar, Alzola y Mendaro debieran haberse colocado más bajos.

## ÍNDICE.

	Págs.
PRÓLOGO.....	9

### PRIMERA PARTE.

#### DESCRIPCIÓN FÍSICA.

##### I.

##### SITUACIÓN.—LÍMITES.—EXTENSIÓN.

Situación y límites.....	17
Extensión.....	18

##### II.

##### TOPOGRAFÍA.

Consideraciones acerca del relieve de la provincia.....	49
Noticia hidrográfica: ríos Deva, Urola, Oria, Urumea, Bertandegui y Bidasoa, y sus afluentes.....	21
Cuadro de altitudes.....	27

##### III.

##### CLIMATOLOGÍA.

Regiones que conviene distinguir en la provincia bajo el punto de vista climatológico; temperaturas medias; cantidades de agua llovida en los años 1878 á 1884; vientos reinantes y causas locales á que obedecen; leyes generales que rigen los ciclones y anticiclones.....	30
Resumen de las observaciones meteorológicas hechas en el Instituto de San Sebastián, desde 1. <sup>o</sup> de Enero de 1878 á fin de Diciembre de 1884.....	36
Resumen de observaciones meteorológicas hechas en el Instituto de Vergara.....	40

## SEISMOLOGÍA.

- Sólo se conserva noticia cierta de temblores de tierra ocurridos en fin de Octubre de 1592 y 1.º de Diciembre de 1603. .... 41

## SEGUNDA PARTE.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

## I.

## ROCAS SEDIMENTARIAS.

## Serie primaria.

- SISTEMAS CAMBRIANO Y SILURIANO.—Dificultad de separarlos en la provincia; posición que ocupa la faja *cambrio-siluriana*; caracteres macroscópicos y microscópicos de sus rocas. .... 43
- SISTEMA DEVONIANO.—Sólo aparece una pequeña mancha al sur de la villa de Oyarzun. Posición que ocupan sus rocas en la serie de las paleozóicas; caracteres que al microscopio distinguen las calizas devonianas de las carboníferas. .... 50
- SISTEMA CARBONÍFERO.—El espacio que ocupa en Guipúzcoa es también muy limitado y menor todavía que el supuesto por M. Stuart-Menteath.—Rocas que lo constituyen; inclinaciones que afectan sus capas, cuya posición estratigráfica aparece á veces invertida.—No aparece ningún vestigio de hulla. .... 52

## Serie secundaria.

- SISTEMA TRIÁSICO.—Aparece en la provincia dividido en dos manchones; límites de uno y otro.—Composición bastante uniforme del sistema; rocas dominantes; frecuencia de las fallas; falta de fósiles.—Los derrubios de sus rocas no forman tierras muy fértiles. . . 55
- SISTEMA LIÁSICO.—Rectificación de los límites que en Guipúzcoa se le han asignado por anteriores observadores.—Su composición es en la provincia poco variada y muy limitado el contingente de fósiles que ofrece.—Las capas liásicas han sufrido grandes trastornos, y la región que en el país constituyen es muy quebrada. .... 59
- SISTEMA CRETÁCEO.—Es el que mayor desarrollo adquiere en Guipúzcoa y se halla representado por sus dos grandes divisiones *inferior* y *superior*.—Repartición del sistema; variedad de su composición; notable espesor que alcanza; rectificación á las opiniones de M. Hébert y M. Carez; sucesión de las diferentes hiladas. .... 63

- Explicación de diversos cortes que ponen de manifiesto esa sucesión de las hiladas, á saber:
- Corte desde la Peña de Aya hasta el mar. .... 67
- Otro corte próximamente paralelo al anterior, pero más al Oeste. . . 70
- Corte desde el Puerto de Biandiz hasta el mar, atravesando los montes San Marcos y Uliá. .... 70
- Perfil trazado por la orilla derecha del río Urumea, en el cual aparecen todas las divisiones del Cretáceo de la provincia. .... 71
- Otro perfil por las inmediaciones de Hernani, en el cual aparece el lignito reconocido en las cercanías de esa villa. .... 73
- Corte por Lasarte atravesando los montes Adara, Burunza é Igueldo. . . 73
- Corte desde el SO. de Berástegui hasta el mar, pasando al E. de Toluosa y al O. de Orío. .... 74
- Corte desde la sierra de Aralar hasta el mar, pasando por Amezqueta y Alegria y los montes Hernio, Gazune é Indamendi. .... 75
- Corte desde el confín de la provincia, en la Sierra de Elguea, hasta el Islote de Guetaria, en el cual aparecen los lignitos del monte Erehina, al NE. de Gestona. .... 76
- Corte desde Las Peñas de Zaraya hasta la desembocadura del río Deva. .... 80
- Perfil que demuestra la disposición de las calizas cenomaneenses de la montaña de Udalaiz. .... 83
- Resumen. .... 83

## Serie cuaternaria.

- DEPÓSITOS DILUVIALES Y RECIENTES.—En Guipúzcoa son muy reducidas las superficies cubiertas por depósitos aluviales.—Aluviones del Bidasoa, río de Oyarzun, Urumea, Urola y Deva. .... 84
- Playas marinas; masas de cantos rodados; légamo diluvial de las cavernas; *Ursus spelæus* en las de Aitzquirri y Acategui. .... 86
- Un dolmen en la Sierra de Aralar, término de Zaldivia. .... 88

## II.

## ROCAS HIPOGÉNICAS.

- GRANITO.—En la provincia sólo existe un macizo, formando las cúspides de la Peña de Aya.—Su estructura y composición; abundancia del *cuartzo de corrosión*; estudio microscópico de diferentes secciones.—Diques y filones que atraviesan el granito. .... 90
- OFITA.—La provincia de Guipúzcoa es la región pirenaica más favorecida por las erupciones ofíticas; indicación de los principales afloramientos. .... 95
- Edad de las ofitas. .... 96

	Págs.
Ejemplos de la posición de las ofitas entre las rocas estratificadas.	97
Composición mineralógica de las ofitas de Guipúzcoa.....	99
Estructura de las mismas rocas.....	403
Estudio microscópico de las variedades mejor caracterizadas.....	409

## III.

CRIADEROS METALÍFEROS, COMBUSTIBLES, FÓSILES  
Y MANANTIALES SALINOS.

**Criaderos metalíferos.**

PLOMO.—Filones que cortan las rocas paleozóicas en los términos de Irún, Oyarzun y Berástegui.....	113
Filones-capas entre los estratos paleozóicos.....	113
Criaderos en las rocas del sistema Cretáceo.....	115
ZINC.—Filón de Arditurri; criaderos de Aizgorri.....	116
Hierro.—Son sus menas las que más abundan en la provincia y se presentan en muy diversos yacimientos: <i>Criaderos en las rocas paleozóicas ó en su contacto con el granito:</i> filones de contacto; masas irregulares entre el granito y las rocas paleozóicas; masas irregulares en esas últimas rocas; algunos datos industriales.....	117
<i>Masas irregulares en las calizas del sistema Cretáceo:</i> minas de Cerain y Mutilloa.....	120
<i>Criaderos relacionados con las ofitas</i> en Elduayen, Asteasu y otros puntos.....	121

**Combustibles.**

LIGNITO.—Se conocen dos grupos de capas de este combustible: el de Hernani y el de Cestona.....	121
---	-----

**Manantiales salinos.**

Dos son los más importantes: el de Salinas de Leniz y el de Cegama.	121
---	-----

## IV.

MANANTIALES MINERO-MEDICINALES.

La provincia de Guipúzcoa es una de las más ricas en aguas minerales. Teorías que se han emitido para explicar la termalidad y mineralización de los manantiales.....	124
---	-----

	Págs.
AGUAS SULFURADAS.—Manantiales de Santa Agueda (del Cura, de Los Baños, de la Fuente del Jardín).....	127
Manantial de Arechavaleta (Baños viejos).....	132
Manantial de Otálora (Baños viejos de Arechavaleta).....	134
Manantial de Escoriaza (de Esteibar, núm. 1 de Bolívar, núm. 2 de Bolívar).....	135
Manantiales de Ormaiztegui (de Los Baños; del Castañar).....	139
Manantial de Gaviria.....	144
Manantial de San Juan de Azeoitia.....	145
Otros manantiales.....	146
AGUAS BICARBONATADAS.—Manantial de Alzola.....	146
AGUAS CLORURADO-SÓDICAS.—Manantiales de Cestona (Manantial fuerte y Manantial débil).....	148
AGUAS FERRUGINOSAS.—Manantial de Santa Agueda; manantial de Iturrigorri, en Gaviria.....	152

## V.

MOVIMIENTOS OROGÉNICOS.

Movimientos que han debido actuar en el suelo de Guipúzcoa durante los tiempos geológicos; leyes á que se ajustan los pliegues de la corteza terrestre; relaciones entre el orden de sucesión de los estratos y el sentido de su buzamiento con las zonas profundas del Océano; causas de las dislocaciones estratigráficas.....	154
--	-----

APÉNDICE.

I.—Explicación de las láminas que representan las diferentes secciones de rocas descritas en la Memoria.....	161
II.—Descripción de dos especies nuevas del género <i>Cassiope</i> ( <i>C. Mac Phersoni</i> y <i>C. Adan-Yarze</i> ), procedentes del sistema Cretáceo inferior de Guipúzcoa, por el Ingeniero Jefe de minas D. Mariano Vidal.	163

CORRECCIONES.

En el texto.....	468
En el mapa.....	468
En los cortes de la Lámina II.....	468

## ÍNDICE

DE LAS

LÁMINAS QUE ACOMPAÑAN A ESTA MEMORIA

LÁM. I.

Mapa geológico de la provincia de Guipúzcoa.

LÁM. II.

Ocho cortes geológicos.

LÁM. III.

Dos figuras de una misma sección del granito de la Peña de Aya, obtenida una con la luz natural y la otra con la luz polarizada y nicóles cruzados.

LÁM. IV.

Una sección de un ejemplar de granito, procedente de una galería de las minas de hierro del macizo del Aya, y otra de una muestra de la misma roca procedente de Endarlaza.

LÁM. V.

Una sección de una muestra de granito con cuarzo de corrosión, procedente de La Cascada, y otra de un ejemplar de ofita recogido en el gran macizo hipogénico entre Zumarraga y Azcoitia.

LÁM. VI.

Una sección de muestra de ofita, procedente del macizo entre Zumarraga y Azcoitia, y otra de un ejemplar del afloramiento ofítico que existe entre Villabona y Astcasu.

LÁM. VII.

Una sección de ejemplar de ofita recogido en el afloramiento de las cercanías de Otarra (Ibarra), y otra de una muestra procedente del afloramiento ofítico de Motrico.

LÁM. VIII.

Una sección de un ejemplar de ofita alterada y otra de una muestra de ofita amigdalóide, procedentes las dos de las cercanías de Tolosa.

LÁM. IX.

Representación de dos especies nuevas del género *Cassiope* (*Cass. MacPhersoni*, Vidal y *Cass. Adan-Yarroz*, Vidal), procedentes del sistema Cretáceo inferior de Guipúzcoa.





PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina III.

FIG. 1.—Sección de un ejemplar de **Granito** procedente de las cúspides de la Peña de Aya.—Luz natural.—Aumento de 35 diámetros.

Núm. 1.—Cuarzo.

» 2.—Ortosa.

» 3.—Oligoclasa.

» 4.—Biotita convertida en parte en Clorita.

» 5.—Granate.

Los feldespatos Ortosa y Oligoclasa apenas se distinguen entre sí con la luz natural.

FIG. 2.—La misma sección de la figura anterior y bajo el mismo aumento, pero obtenida con luz polarizada y nícoles cruzados. La referencia de sus números es la indicada para los de la fig. 1.

PROV. DE GUIPÚZCOA.  
C<sup>oa</sup> del M. Geol. de España.

Lám. III.



Fig. 1.



Fig. 2.



Lit. J. M. Mateu, Barquilla, 4 y 6, Madrid.



PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina IV.

FIG. 1.—Sección de un ejemplar de **Granito** procedente de una de las minas de *La Bidasoa* en el macizo de Aya.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 35 diámetros.

- Núm. 1.—Cuarzo.  
» 2.—Ortosa.  
» 3.—Muscovita.  
» 4.—Clorita.

FIG. 2.—Sección de una muestra de **Granito** procedente de Endarlaza.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 35 diámetros.

- Núm. 1 —Cuarzo.  
» 2.—Ortosa.  
» 3.—Oligoclasa.  
» 4.—Microlina.  
» 5.—Biotita, en parte alterada.

PROV. DE GUIPÚZCOA.  
C<sup>on</sup> del M. Geol. de España.

Lám. IV

Fig. 1.



Fig. 2.



Lit. J. M. Mateu, Barquilla, 4 y 6, Madrid.





PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina V.

FIG. 1.—Sección de **Granito con Cuarzo de corrosión** procedente del paraje llamado *La Cascada* en el macizo de Aya.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.—Aumento de 35 diámetros.

- Núm. 1.—Cuarzo granítico.  
» 2.—Cuarzo de corrosión.  
» 3.—Ortosa (uno de los cristales con microlitos).  
» 4.—Oligoclasa (uno de los cristales con microlitos).  
» 5.—Biotita.

FIG. 2.—Sección de un ejemplar de **Ofita** recogido en el gran macizo hipogénico entre Zumarraga y Azcoitia.—Luz natural.—Aumento de 40 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
» 2.—Augito.  
» 3.—Hornablenda.  
» 4.—Clorita.  
» 5.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
» 6.—Titanita.  
» 7.—Apatita.

PROV. DE GUIPÚZCOA.  
C.º del M. Geol. de España.

Lám. V.

Fig. 1.

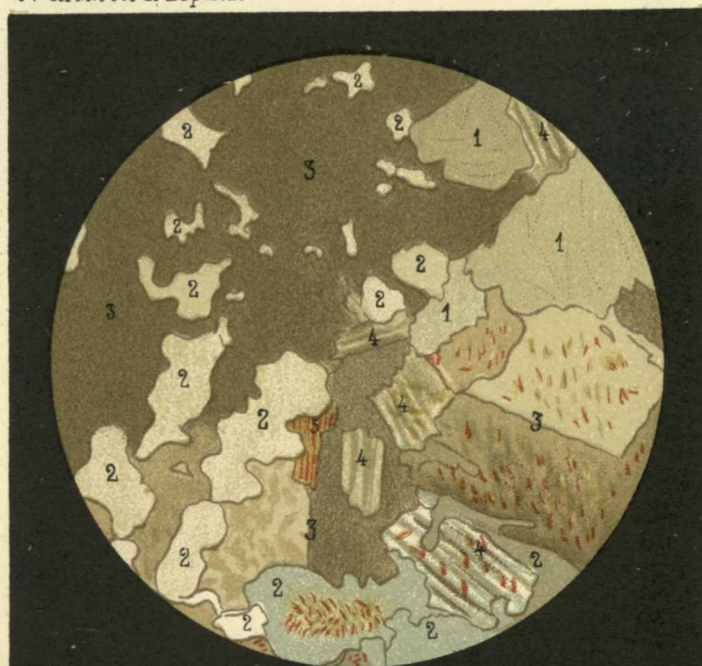


Fig. 2.



Lit. J. M. Mateu, Barquillo, 4 y 6, Madrid.





PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina VI.

FIG. 1.—Sección de una muestra de **Ofita** procedente del gran macizo entre Zumarraga y Azcoitia.—Luz natural.—Aumento de 40 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
» 2.—Augito.  
» 3.—Hornablenda.  
» 4.—Clorita.  
» 5.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
» 6.—Apatita.

FIG. 2.—Sección de un ejemplar de **Ofita** procedente del yacimiento que existe entre Villabona y Asteasu.—Luz polarizada.—Nícoles cruzados.—Aumento de 95 diámetros.

- Núm. 1.—Labradorita.  
» 2.—Dialaga.

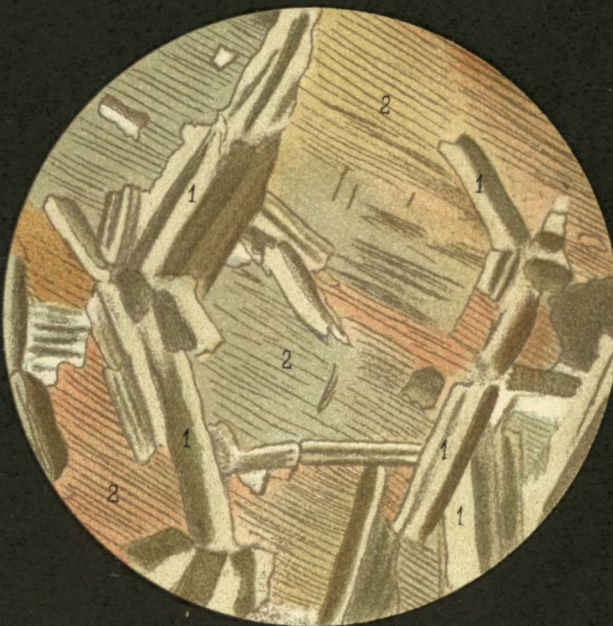
PROV. DE GUIPÚZCOA.  
C<sup>on</sup> del M. Geol. de España.

Lám. VI.

Fig. 1.



Fig. 2.



Lit J.M. Mateu, Barquillo, 4 y 6, Madrid.





PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina VII.

FIG. 1.—Sección de una muestra de la **Ofita** que aflora junto al caserío *Otarrea*, término municipal de Ibarra, cerca de Tolosa.—Luz natural.—Aumento de 93 diámetros.

- Núm. 1.—Augito; grupo de cristales porfídicos.  
» 2.—Oligoclasa.  
» 3.—Augito en su mayor parte convertido en Clorita.  
» 4.—Hierro magnético y Hierro titanífero.

Los elementos 2 y 3 forman la pasta microcristalina.

FIG. 2.—Sección de un ejemplar de **Ofita** procedente de Motrico.—Luz natural.—Aumento de 48 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
» 2.—Cristal de Augito.  
» 3.—Augito en granos de distinta orientación cristalográfica.  
» 4.—Epidota.  
» 5.—Clorita.  
» 6.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
» 7.—Vidrio isótropo.

PROV. DE GUIPUZGOA  
C.º del M. Geol. de España.

Lám. VII.

Fig. 1.



Fig. 2.





PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

Com. del Mapa Geológ.

Lámina VIII.

FIG. 1.—Sección de una muestra de **Ofita alterada** procedente de las cercanías de Tolosa.—Luz natural.—Aumento de 90 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
» 2.—Clorita.  
» 3.—Agrupaciones de Hierro magnético, Hierro titanífero y Oligisto.  
» 4.—Sustancia arcillosa.

FIG. 2.—Sección de un ejemplar de **Ofita de estructura amigdaloides**, procedente de las cercanías de Tolosa.—Luz natural.—Aumento de 35 diámetros.

- Núm. 1.—Oligoclasa.  
» 2.—Augito.  
» 3.—Augito en granos de distinta orientación cristalográfica y parcialmente transformado en Epidota y Clorita.  
» 4.—Epidota.  
» 5.—Clorita.  
» 6.—Hierro magnético y Hierro titanífero.  
» 7.—Calcita.

PROV. DE GUIPÚZCOA.  
C<sup>on</sup> del M. Geol. de España.

Lám. VIII.

Fig. 1.



Fig. 2.



Lit. J. M. Mateu, Barquillo, 4 y 6, Madrid.



PROVINCIA DE GUIPÚZCOA.

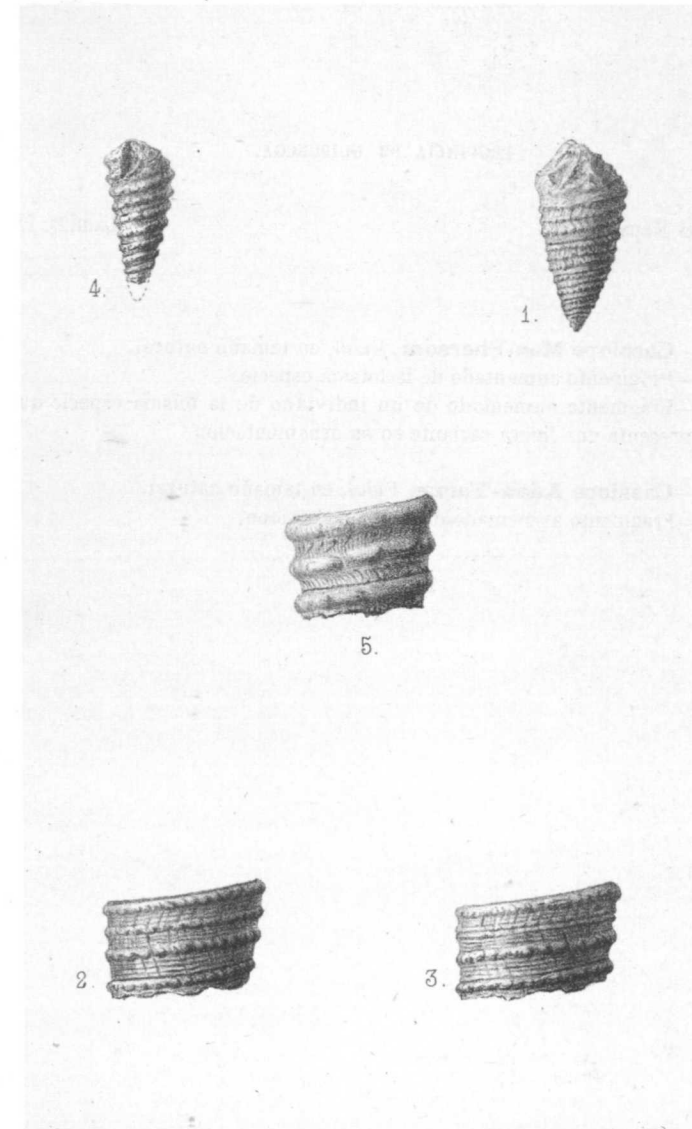
Com. del Mapa Geológ.

Lámina IX.

- FIG. 1.—**Cassiope Mac-Phersoni**, *Vidal*, en tamaño natural.  
» 2.—Fragmento aumentado de la misma especie.  
» 3.—Fragmento aumentado de un individuo de la misma especie que presenta una ligera variante en su ornamentación.
- FIG. 4.—**Cassiope Adan-Yarzæ**, *Vidal*, en tamaño natural.  
» 5.—Fragmento aumentado del mismo Cassiope.

PROV<sup>A</sup> DE GUIPUZCOA.  
C<sup>ta</sup> del M. Geol. de España.

Lám. IX.



Teresa Madasu litog<sup>a</sup>

Lit. de G. Pfeiffer, Madrid.







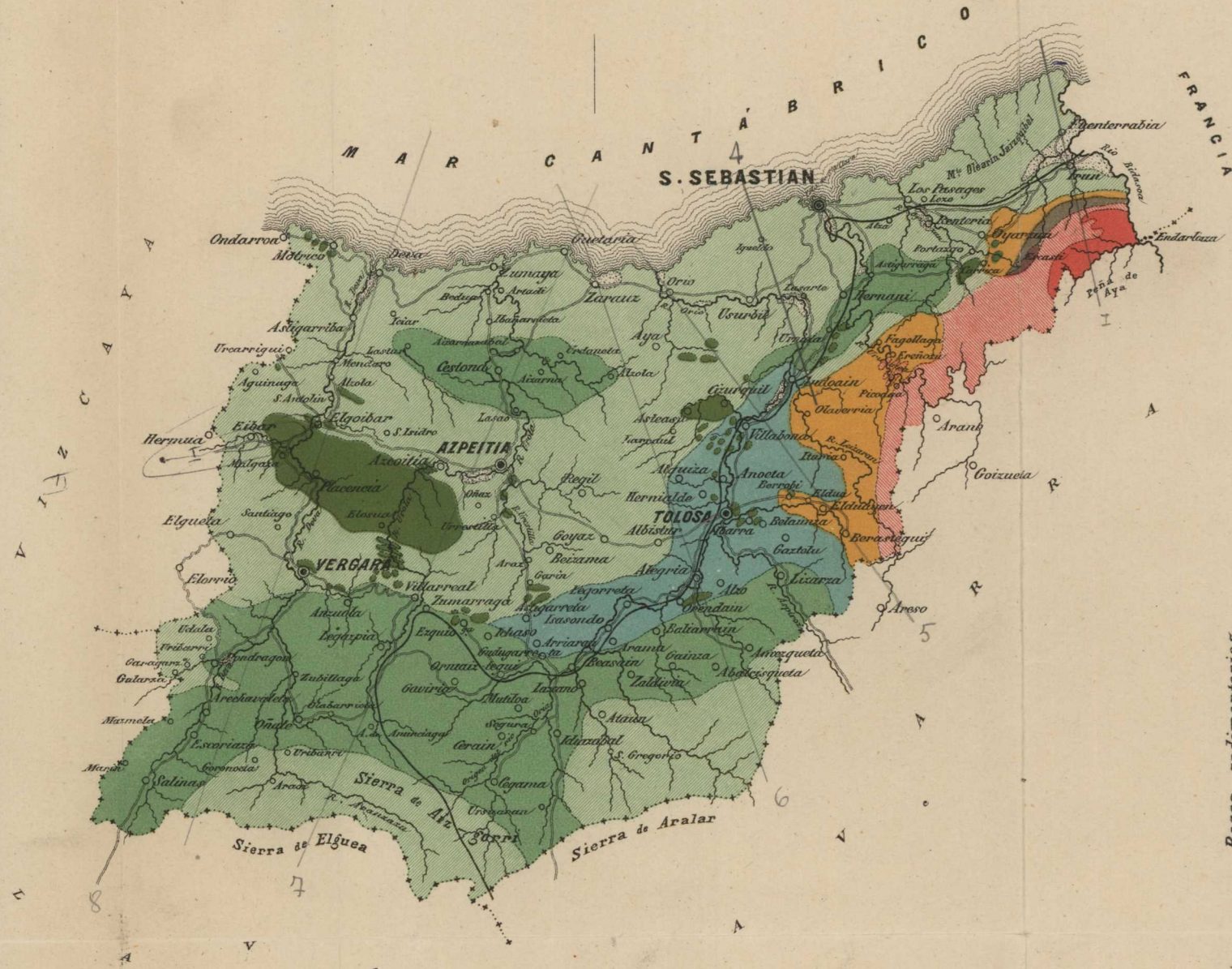
# MAPA GEOLÓGICO en BOSQUEJO DE LA PROVINCIA DE GUIPUZCOA

por el Ingeniero de minas  
D. RAMON ADAN DE YARZA  
1884.

### Signos convencionales.

- ◎ Capital.
- Cabeza de partido.
- Villa.
- Lugar.
- Carretera.
- Ferro-carril.

Escala 1: 400.000.



### EXPLICACION.

SÉRIES.	SISTEMAS	
Rocas sedimentarias.	Quaternaria.  Reciente y diluvial.	
	Secundaria.	Cretáceo inferior.
		Cretáceo superior.
Primaria.	Liásico.	
	Triásico.	
	Carbonífero.	
	Devoniano.	
	Siluriano y Cambriano.	
Rocas hipogénicas.	Ofitas.	
	Granito.	



C O R T E S G E O L Ó G I C O S



EXPLICACION.

- Rocas sedimentarias del*
- Terreno cuaternario
    - a Aluviones.
    - b Areniscas (senonenses?).
    - 5 Margas cenomanenses con lechadas de areniscas.
    - 4 Areniscas cenomanenses.
    - 3 Calizas compactas cenomanenses.
  - Sistema cretáceo superior
  - Cretáceo inferior
    - 2 Pixarras margosas, margas piarreñas, pumitas y areniscas.
    - 1 Calizas compactas.
  - Liásico
    - l Calizas arcillosas.
  - Triásico
    - t Areniscas rojas.
    - t Pudingas.
  - Carbonífero
    - c Calizas, pixarras y areniscas.
  - Devoniano
    - d Caliza y pixarras calíferas.
  - Siluriano y cambriano
    - p Pixarras arcillosas y cuarcitas.
  - Rocas hipogénicas*
    - o Ofita.
    - g Granito.

Escala de  $\frac{1}{100,000}$

para las distancias horizontales y verticales.

M. significa Monte.

