

terciario más antiguo (Paleoceno) y que constituyen hoy día el grupo de Guaduas. Significando los preludios de la erección de la Cordillera Oriental, ~~la sedimentación~~ el hundimiento y la sedimentación se concentran dentro de ella a las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, enlazadas entre sí por una serie de cuencas menores entre Tunja y Cúcuta y extendidas ~~via~~ desde Bogotá, ~~via de~~ Busagasugá y Cunday hacia el Alto Magdalena. Al lado de la vieja masa terrestre del macizo de Garzón, probablemente también el macizo de Santander y sus vectores emrgen del área de sedimentación. En el valle del Cesar-Magdalena, la sedimentación del tiempo de Guaduas es notablemente marina ^{este ambiente} y se acentúa en el Valle del Cesar. El adelgazamiento de los sedimentos del Guaduas en el borde llanero de la Cordillera Oriental indica que el área de sedimentación ~~tampoco~~ se extendía notablemente hacia la Llanura Oriental. En el Terciario Inferior (Eoceno hasta al parecer Oligoceno Inferior), ~~la modelación de~~ ~~Oriente Andino~~ ~~se acentúa~~ ~~en un área~~ ~~correspondientes~~ a la deposición de las formaciones ^{de Bogotá} en la Cordillera Oriental y de Gualanday-Chorro en el Valle del Magdalena, la modelación del Oriente Andino se acentúa y se manifiesta en el valle del Magdalena por conglomerados y areniscas de grano grueso que significan el surgimiento fuerte de la Cordillera Central y posiblemente también el del flanco occidental de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, los sedimentos no son ~~tan gruesos~~ de grano tan grueso, pero típicamente arenosos, lo cual se interpreta ^{en el sentido de} que los relieves de que provinieron los sedimentos fueron suaves. Como ya se manifiesta en el tiempo de Guaduas, el mar se retira hacia el Caribe y se conserva en forma oscilante en el Valle del Cesar y en la cuenca de Maracaibo. - La diferencia ~~de~~ relativa de niveles entre la Cordillera Oriental por una parte y el valle del Magdalena-Cesar ~~parte~~ y la Llanura Oriental por otra se ^{acentúa} en el resto del Oligoceno y en el Mioceno, cuando por primera vez se nota una hundimiento acentuado con sedimentación ^{de} 4000 a 5000 m de espesor en la Llanura Oriental desde La Macarena ~~hacia~~ y Villavicencio hacia Arauca y los Llanos Venezolanos, o sea en la actual cuenca de Arauca, movimiento que se extendió ~~levemente~~ pero vastamente a toda la Llanura Oriental y que encubrió de sedimentos de poco espesor esta parte de la Orla Andina y el Alto ^{Amazonas}. Los sedimentos de este tiempo (formaciones de San Fernando, Caja, Farallones) van volviéndose conglomeráceos ~~hacia~~ hacia el final del período a lo largo del pie andino como expresión del solevantamiento de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, el hundimiento de las cuencas anteriores prosiguió en forma amenguada en el Oligoceno (formación de Usme), pero no parece haber proseguido en el Mioceno, excepto en la cuenca de Maracaibo que recibió un aporte de sedimentos comparable al de la cuenca de Aracuca. También en el valle del Magdalena, la sedimentación ^{fue} copiosa, especialmente en la cuenca del Carare, y se volvió conglomerácea en el Mioceno, con ^{abundancia acuática y caliza} gran ^{intermediterránea (andesítica)} aporte de material volcánico desde la Cordillera Central. Ya finalizando el Terciario, en el Plioceno, no hay sedimentación notable en el Oriente Andino y esto se debe al solevantamiento de esa comarca que coincidió, ~~con una fase~~ ~~de~~ un período relativamente corto, con una fase de plegamiento y fallamiento intensos que dió origen a la actual configuración del Oriente Andino y en general de la Montaña de Los Andes. Ha sido esta una transformación súbita, comparable a una mutación en el ~~imperio~~ imperio orgánico, ~~que se~~ ~~caracteriza~~ caracteriza al final por un período de glaciación en que los glaciares de las montañas de Colombia descendían hasta 3000 m de altitud. Esta fase ^{que} inició la erosión fuerte y general, corresponde al paroxismo andino, al cual debemos los aspectos actuales o geográficos del país.

Produccion de Rocas Eruptivas

(que crearon la actual conformacion andina)

entre otros efectos

Los movimientos de la corteza terrestre implican la formacion de grietas profundas ~~maxima~~ que se convierten en fallas ~~de raiz~~ de los movimientos de desplazamiento ~~ya los bloques~~ y que pueden llegar hasta la zona ignea que yace bajo la corteza. Entonces ~~la masa ignea, o magma,~~ ^{al ser elevada de presión} ~~en los albores~~ de la tierra formó su primera capa sólida y dió lugar a la derivacion de los primeros sedimentos, tiene ocasion de penetrar a la corteza y quedarse ahí en forma de roca intrusiva o ascender hasta la superficie en forma de roca extrusiva con expresion de volcanismo. Estas rocas ~~estratificacion como los sedimentos,~~ ^{que se llaman macizas,} ~~se diferencian~~ en rocas ácidas ^{de las básicas} del tipo de granitos y pórfidos, en rocas intermediarias del tipo de dioritas y andesitas (porfiritas), en rocas básicas del tipo de gabbros y basaltos y en rocas ultrabásicas, ricas en hierro y las mas pesadas.

Mientras estas rocas eruptivas producen la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos, las rocas sedimentarias contienen los yacimientos sedimentarios, como el carbon, el petróleo, la caliza, el yeso y en veces tambien yacimientos de hierro, como el de Paz de Rio.

Los movimientos ~~de la corteza~~ ^{de la corteza} ~~son el efecto de movimientos~~ ^{de la corteza} ~~verticales, horizontales y tangenciales~~ ^{de la corteza} que producen plegamientos (ondas y ondulaciones del tipo del mar), fallas, sobrescurrimientos, cobijaduras, etc. Su actuacion ^{conlleva a la tectonización} determina el tectonismo de la tierra y este, en combinacion con la erosion define los relieves que contemplamos. Desde que las fañas caracterizadas actualmente por montañas son zonas móviles, es comprensible que ofrezcan una gran variedad de relieves, de rocas, de minerales, de condiciones climatéricas, hidrográficas, de suelos, de ambientes de vida, en contraste con la sencillez ~~y amplia~~ de los aspectos de las orlas y cratonos. Lo mismo implica una diferencia sustancial de actividades humanas, como lo demuestran por ejemplo los contrastes entre los transportes y la posibilidad de mecanizacion entre la Montaña y la Orla o Los Cratonos. Se vé que el grado de intensidad de movimientos de la corteza ^{tambien} responsable del género de vida de la humanidad y para caracterizarlo en un caso especial dentro de la Montaña, se llama la atencion hacia el caracter impulsador que ^{tiene} ~~tiene~~ el habitante del Occidente de Colombia conforme al desenvolvimiento geológico intenso que tuvo esa parte del pais, y el carácter metódico y pausado del habitante del Oriente (andino) del pais donde ha habido una evolucion ~~menos~~ ^{mas} ~~descontinuada~~ regular, y menos agitada y descontinuada, que determinó el establecimiento de la capital de la República.

La intensidad del tectonismo ^{define} por lo visto determina las unidades geológicas del pais con sus ~~determinados~~ ^{determinados} recursos y ambientes que decide sobre las actividades humanas. Para Colombia es singular que tanto las unidades geológicas mayores, como las medianas y menores, coinciden en lo general ~~expresion~~ con las unidades geográficas, principalmente con los relieves. Además el desenvolvimiento de cada unidad geológica ~~tiene~~ ^{tiene} lugar mas o menos en el mismo sitio que ocupa hoy dia. Esto facilita grandemente la interpretacion económica de Colombia.

Con base en esta breve y muy rudimentaria introduccion ~~que~~ ^{que} a las causas y consecuencias que redundaron tras quinientos millones de años de historia ~~identificable~~ ^{identificable} de la tierra en los aspectos presentes de toda la naturaleza, se procede a hacer la descripcion de las unidades geológicas de Colombia. No se puede obviar el uso de expresiones ajenas al ~~comocimiento~~ ^{comocimiento} del lector, pero que pueden ser acicate para conocerlos en los textos de geologia. Tambien se advierte que todavia es poco lo que sabemos de esta maravillosa historia del devenir y que nunca ~~alzaremos~~ ^{alzaremos} a comprender en sus ~~enlazamientos~~ ^{enlazamientos}, probablemente en beneficio de nosotros mismos porque mientras haya misterios por delante, viviremos.

Ha sido don Tulio Ospina, hijo de la Montaña, quien dió a conocer la importancia de las unidades geológicas, al caracterizar la Cordillera Central como "espina dorsal" de Los Andes que separa ~~dos~~ ^{dos} áreas andinas de accion simultánea, pero de ~~distinta~~ ^{distinta} intensidad y produccion distintas, que figuran en el presente estudio como Oriente Andino y Occidente Andinos de Colombia. Reconoció así el orden de la distribucion de los bienes de la naturaleza en Colombia y ~~creó una~~ ^{creó una} geologia colombiana. Francisco José de Caldas, con anterioridad, habia explicado la influencia del ambiente (clima) en los seres organizados; ~~y la~~ ^{y la} diferencia de hábito ^{de vida} en las unidades geológico-geográficas, que ~~constituyen el pais,~~ ^{constituyen el pais,} ~~no ha hecho~~ ^{no ha hecho} caer en cuenta de la trascendencia que ha tenido en el pasado y que tiene y tendrá dicho influjo sobre el conjunto del pais y sus miembros.

~~demuestra~~ ^{demuestra} ~~cuan~~ ^{cuan} ~~variada~~ ^{variada} la trascendencia de esta obra nacional.

en el Occidente de Colombia, durante el Cretácico, e intermitente-mente durante el Terciario, actividad intrusiva, fué bastante. Cordillera Central. En el Oriente de Colombia, la actividad intrusiva, fué menor, y se manifiesta en forma de lavas y andesitas. En el Occidente de Colombia, la actividad intrusiva, fué menor, y se manifiesta en forma de lavas y andesitas. En el Oriente de Colombia, la actividad intrusiva, fué menor, y se manifiesta en forma de lavas y andesitas. En el Occidente de Colombia, la actividad intrusiva, fué menor, y se manifiesta en forma de lavas y andesitas.

34
43

69
43
26

Las Unidades Geológicas Mayores de Colombia ⁴³
(Véase croquis de las unidades geológicas de Colombia) ⁵⁴

Segun se explicó inicialmente, Colombia comprende sectores de las tres unidades continentales de Suramérica que son la Montaña, la Orla y el Cratono; así el país ofrece un campo completo de unidades geológicas. Pero lo mas importante es que su sector andino sea el recorte mas perfecto e instructivo de la constitucion y de la evolucion de una montaña, un caso clave para comprender los problemas de la actuacion geológica, al menos dentro del ciclo M del Mesozóico (edad media de la tierra) y del Cenozóico (edad moderna de la tierra).

Los sectores colombianos de las unidades en cuestion son:

- 1) la Saliente del Vaupés, extension occidental del rígido zócalo de la Guayana hacia el ~~móvil~~ borde de los ~~Andes~~ móviles Andes.
- 2) la Llanura Oriental, parte de la Orla semirígida que separa el zócalo de la montaña.
- 3) el sector colombiano de la Montaña de Los Andes, zona móvil de la Montaña cuya ^{apasionante} ~~variada~~ historia estamos comenzando a leer y comprender.

Los sectores mencionados son la parte terrestre del dominio del país. A ellos hay que agregar las partes sumergidas ~~que geológicamente hacen parte del país~~ de la corteza que geológicamente son parte de Colombia. La digitacion andina hacia el Caribe forma ~~una zona internacionalmente llamada~~ ^{llamada} Colombia ~~situada~~ en la parte occidental del Mar Caribe la cuenca internacionalmente ~~y~~ ^{llamada} de Colombia (véanse cartas marinas modernas) que, en relacion con la posesion de San Andrés y Providencia, es ^{submarina} gran parte colombiana. Desde el litoral del Pacífico se extiende al Oeste la cuenca ^{submarina} del Chocó (internacionalmente no calificada), a la cual sigue mas al Oeste y separada por el lomo sub-^{marino} de Mapé, la cuenca submarina llamada de Panamá. Ambas cuencas probablemente representan ~~la Orla occidental de los Andes~~ el sector extensamente colombiano de la ^{probable} Orla occidental de Los Andes y a esta ^{Orla} sigue mas al Oeste lo que se diseña como ^{vasto} cratono sumergido del Pacífico. Aun cuando estas ~~unidades~~ unidades submarinas de la corteza terrestre no revisten todavia importancia económica, el progreso de la técnica de exploracion y explotacion submarina y el consiguiente interés de los países de extender su soberania a ~~estas~~ tales baldios, incitan a ~~prestar~~ ^{prestar} ~~atencion~~ ^{atencion}, ~~especial~~ ^{especial}, sobre todo desde el punto de vista petrolifero. ^{Las expectativas petroliferas que ofrecen.}

Saliente del Vaupés.

(Véase Mencher, Fichter et al.: Geology of Venezuela and its Oilfields. Bulletin American Ass. of Petrol. Geologists, Vol. 37, No. 4, 1950)

El zócalo Guayanense del cual es parte la Saliente del Vaupés ^{consta de una planicie} ~~es una masa~~ ^{troncal} de rocas néisicas, al menos en parte de origen sedimentario (afloramientos de La Macarena), intruidas por rocas ácidas ^(Este basamento Guayanense) de edad precámbrica y mas probablemente azóica, ^{que se ha vuelto} rígida y estática ^{desde} ~~antes~~ ^{antes} del alba de la vida ^{de} la tierra. ^{Por el canto de muy lejos} En el bajo Orinoco se le ciñe la formacion de mineral de hierro y de cuarcitas ferruginosas de Imataca, precámbrica ^{o eambriona (?)}, intruida por gabbros y basaltos mas modernos. En el interior, el zócalo esta cubierto ^{por} ~~por~~ 2400 m de sedimentos de areniscas, conglomerados, arcillas y tobas volcánicas (convertidas en jaspe) de la formacion de Roroima, única inmersión palpable, de consideración, ^{con respecto a} que sufrió el zócalo, ^{Estos sedimentos} pero ^{que} posteriormente no varió notablemente ~~de~~ ^{de} su posicion horizontal original. Para ^{estas} formaciones post-arcáicas del zócalo es típico que no se hayn encontrado restos orgánicos; ^{Por} comparacion con las rocas del borde andino se cree que la formacion de Roroima pueda corresponder al Mesozóico Inferior y Medio (Triásico y Jurásico) y las rocas básicas, ^{que tambien} las intruyen, al Cretácico. Con posterioridad a estos eventos ^{distancia} no ha habido otros de importancia ^{que} ~~subraya~~ ^{subraya} la inercia del zócalo. - La Saliente del Vaupés presenta una configuración semejante, abstraccion hecha de la actividad eruptiva y volcánica y de la inmersion de la Saliente en el Terciario Superior (Oligo-Mioceno hasta [?] Plioceno) que la cubrió de un manto probablemente delgado de sedimentos ^{parcillosos} y arenosos, con carbon lignítico y lignito. Sobre el basamento néisico-sienítico de la Guayana parece colocarse directamente la formacion del Vaupés, litológicamente ~~mas~~ ^{mas} semejante a la de Roroima (con jaspe), ^{relacionable} hacia la Macarena con el Devoniano fosilifero. La estratificacion cruzada de la formacion del Vaupés ^{en el} permitió a Th. van der Hammen determinar que la fuente de abasto de sedimentos ^{de una} ~~provenia~~ ^{provenia} del Sureste, ^{o sea} ~~sea~~ del curso medio del Amazonas ^{o de} ~~de~~ mas al Sur, definicion que podria ser de interés respecto del origen de ~~de~~ los sedimentos ^{de} ~~de~~ la formacion de Roroima. Ningun indicio ~~existe~~ ^{hay} sobre la existencia de sedimentos paleozóicos, distintos a los ^{de} ~~de~~ la ^{formacion} Arenisca del Vaupés, se ha encontrado hasta la fecha. Cerca del borde andino, en la Macarena, ^{ya} fuera del propio recinto de la Saliente, estos sí se presentan. ^{Es significativo a este respecto que aun en la region de Tebicaya y de Tebas, en el Amazonas, los esquistos cristalinos se hallen casi superficiales, cubiertos de oligo-Mioceno.}

Los relieves que resultaron del desenvolvimiento lento de la Saliente del Vaupés son una planicie ^{moderna} formada por el manto sedimentario del Terciario Superior que oculta la mayor parte del subsuelo profundo, pero que localmente muestra la superposicion sobre el basamento Guayanense (parte oriental de la Saliente) y sobre la Arenisca del Vaupés. Sobre esta planicie, a manera de una digitacion ~~fr~~ rudimentaria ^{Fracturada y se amplía al SSE} que parte desde la zona andina en la Sierra de La Macarena y mas al Sur (véase mapa de la Geographical Society of New York, 1942, escala 1:7,1.000.000), se levantan cerros, mesas y ~~filas~~ tendidos con escarpas, con altitudes hasta de 300 m sobre la planicie, formados de la Arenisca del Vaupés, que se van desvaneciendo hacia la frontera con Venezuela y Brasil y sustituyéndose por montículos y conos de rocas intrusivas ácidas del basamento. El caracter tectónico revela fallas escalenadas que levantan el terreno hacia el Este y que son responsables de los raudales y ~~rios~~ saltos de los afluentes del Orinoco y del Amazonas; además se hallan ondulaciones y ~~en~~ flexuras. En conjunto, la Saliente da la impresion de una zona ~~aplanada~~ levemente arqueada que desciende desde el zócalo Guayanense en direccion hacia los Andes y, por los flancos, hacia ~~los~~ los Llanos Orientales y ~~hacia~~ muy levemente hacia los Llanos Amazónicos. Por sus relieves relativamente bajos, la Saliente contrasta con el zócalo Guayanense que los tiene de gran altitud y extension, y se destaca de la Llanura Oriental que es una planicie. Contrasta con los Andes por la falta de subdivision longitudinal definida, efecto de su rigidez. Así la Saliente del Vaupés viene a ser una unidad geológica y fisiográfica bien definida y solo transicionalmente delimitada hacia los Llanos Amazónicos.

Distanciada de los centros ~~andinos~~ de actividades del pais, cubierta de selva, con rios de navegacion descontínua que fluyen al Orinoco y al Amazonas, la vasta Saliente es prácticamente virgen, inaprovechada y geográfica y geológicamente poco conocida. Sin embargo puede desempeñar un papel importante en el futuro de Colombia porque es parte de un zócalo y porque los zócalos continentales (parte ~~oriental~~ ^{oriental} de Estados Unidos y Canada, Rusia, Brasil, Australia) se han converjido o se estan convirtiendo en potencias dominantes. Al atender al desenvolvimiento de esta Saliente, es necesario encontrar incentivos del subsuelo y de la produccion del suelo que atraigan ^{inversionistas} inmigrantes. Hasta ahora, el basamento Guayanense no ha demostrado contener riquezas de importancia y de transporte lucrativo. Diseminaciones de magnetita en ~~las~~ las sienitas de la sierra de Puerto Arturo, al Oeste de San José del Guaviare, podrian ~~indicar~~ dar esperanza de encontrar yacimientos compactos del mismo mineral, como tambien ^{los senalan} ~~las~~ bolsitas de hierro ~~en~~ y mineral de manganeso ^{en el} encontrado en ^{en} bolsas del Oligo-Mioceno del Apaporis (van der Hammen). Mas atrae por lo pronto la posibilidad de encontrar en el basamento yacimientos uraníferos cuya importancia y valor harian factible una explotacion inmediata e insinúan exploraciones al respecto. La ~~existencia~~ posibilidad de encontrar focos diamantíferos es muy remota, mas que por falta de indicios al respecto como porque el basamento se halla vastamente encubierto por los sedimentos del Terciario Superior y por la Arenisca del Vaupés. ~~Esta~~ ^{Esta} Arenisca no contiene yacimientos, pero sí es de gran importancia como fuente de abasto para material de carreteras que se construyan. El Terciario Superior ofrece carbon lignítico en la parte occidental de la Saliente, pero este no es de interés inmediato. Ante esta incertidumbre, respectivamente inaplicabilidad de los recursos del subsuelo, hay que prestar atención preferente ^{a los modos de} al aprovechamiento ~~de~~ de los recursos forestales y agrícolas del suelo que es de buena calidad en la extension del Terciario Superior, y deficiente en las zonas de afloramiento del basamento y malo en la Arenisca del Vaupés. Los recursos forestales se explotaron y se explotan por concepto de caucho, al parecer el único renglon de produccion del Vaupés; las posibilidades de aprovechar palmas oleaginosas no se conocen. Se insinúa en consecuencia la exploracion forestal de este territorio en cuanto a productos que resistan transporte aéreo a Bogotá, como el caucho. La penetracion agrícola dispone de dos vias importantes del interior, indispensables para el desenvolvimiento del Vaupés, una que va de Bogotá por Villavicencio, San Martin a San José del Guaviare y de ahí al rio Vaupés y de la cual se halla en servicio el trayecto Bogotá-San Martin, en abandono ^{la} de San Martin-San José del Guaviare y por construir en buenas condiciones desde San José al rio Vaupés. La otra via, de mas difícil realizacion y que está por construir, en su totalidad es la de Neiva-San Vicente de Caguan-Sabanas de Yarí-rio Vaupés que daría expansion al Departamento del Huila. Campos aéreos de acuatisaje son abundantes en los rios mayores, como el Guaviare, el Inirida, el Vaupés, el Apaporis y el Caquetá y serian muy útiles para el transporte de productos valiosos. Campos terrestres existen en Mitú y en San José del Guaviare y se pueden instalar fácilmente en las Sabanas de Yarí, al S de La Macarena.

Los Llanos Orientales estan limitados al Oeste, a lo largo de una línea NE muy sostenida desde San Martín hasta Tame, por el frente brusco y alto de la Cordillera Oriental. Al pié de esta faja angosta e irregular de cerros de piedemonte que llega hasta Tame-Macaguane y no se prolonga hacia la confluencia del Cubagón con el Arauca donde el contacto NNW entre llanos y Cordillera aparece súbitamente cortado. Una entrante importante de este borde se halla en el rio Upiá Lengupá, afluente del Upiá, y una saliente está al E de San Martín en rio Guape Norte. -Hacia el Oriente, los Llanos limitan con los cerros bajos de la banda izquierda del Orinoco que son parte del cratono de La Guayana. En el Sur, el límite está largamente definido por el rio Guaviare que tambien separa las sabanas de la selva del Vaupés; en la angostura de Mapiripán, las mesas del mismo nombre traspasan en algo el rio Gauviare y motivaron el trazo del límite al Norte del rio. Entre San José del Guaviare, el límite fisiográfico podria corresponder tambien en un engranaje causado por la digitacion rudimentaria de los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambú que tiene tendencia de curvar y hundirse hacia los Llanos. -Los Llanos Orientales prosiguen entre el pié andino y el Orinoco hacia Venezuela y presentan ahí una elevacion de El Baúl.

Los relieves mas importantes ~~son~~ piedemonte de los Llanos son los cerros y filos del piedemonte contra la Cordillera Oriental. En la parte suroccidental se halla una gran extension de cerros bajos (hasta 20 m de altitud) que forman la Serrania, ubicada entre el Metica y el Manacacias, y ademas los montículos de Apiay. En lo demas los Llanos son planos hasta muy levemente ondulados, con aterrazamientos fluviales en el curso medio de los rios mayores. En tanta extension llana, no solamente ~~son~~ los lomajes del Metica-Manacacias merecen el nombre de Serrania sino que tambien goza de fama como relieve una duna situada al NE de Trinidad.

Dado que la planicie de los Llanos, formada por sedimentos cuaternarios hasta quizá pliocenos (Serrania, Talanqueras), no ofrece afloramientos en el vasto interior, hay que determinar su geologia por indicios en los bordes. El piedemonte está constituido de sedimentos del estuario que se extiende sobre la Llanura Oriental, desde el delta del Orinoco hasta el alto y medio Amazonas. El grueso de los estratos en el piedemonte ~~es~~ tiene entre unos 3000 y 5000 m de espesor y parece alcanzar su máximo en la frontera con Venezuela. En cambio disminuye fuertemente hacia en la Macarena, en el Vaupés y se extingue hacia el Orinoco. Esto da margen para juzgar que en la zona de máxima sedimentacion se halla una cuenca profunda originada en el Oligo-Mioceno en relación con el solventamiento inicial de la Cordillera Oriental. Esta cuenca llamada de Arauca que ~~puede~~ ~~scribirse~~ limita con la Cordillera Oriental, con la Macarena en el SW y con la sierra del Baúl en el NE, no podrá delimitarse sino geofísicamente hacia el Oeste Oriente y por lo tanto este límite en el mapa adjunto debe considerarse preliminar. -A juzgar por los afloramientos de La Macarena y por el adelgazamiento ~~de~~ las formaciones y en gran parte extincion de las formaciones terciarias, ~~estas~~ mesozóicas y paleozóicas, se puede suponer que ~~debe~~ del Oligo-Mioceno de la cuenca de Arauca y el fundamento no haya una cuantía importante de sedimentos, como ha sido probado por perforaciones en la parte venezolana de los Llanos. -

En cuanto a la tectónica, el Oligo-Mioceno del borde de la cordillera se halla fuertemente plegado hasta probablemente sobrescurrido mientras que hacia el Vaupés los estratos reposan vastamente horizontales, y en parte ~~se~~ ~~hallan~~ ~~fallados~~ (Sierra de Puerto Arturo, escarpas del Aracua y de Mapiripán) ~~flexurados~~ (Mapiripán) ~~se~~ ~~juzgar~~ ~~en~~ ~~parte~~ ~~por~~ ~~los~~ ~~accidentes~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~Sierra~~ ~~de~~ ~~Mapiripán~~ ~~sobre~~ ~~los~~ ~~cuales~~ ~~se~~ ~~transgreden~~ pero en parte tambien plegados y fallados, como lo da a entender el terreno entre San José del Guaviare y la Sierra de Puerto Arturo. Esto indica que la intensidad tectónica probablemente disminuye en término medio y proporcionalmente al adelgazamiento del Oligo-Mioceno desde el pié andino hacia el Orinoco y el Guaviare. En lo que atañe a la estructuracion del interior de la cuenca de Arauca, la posible extension de los ramales de La Macarena-Yambú y Puerto Arturo-Chiribiquete puede indicar otros horstés y otras clases de ~~altos~~ geológicos en el subsuelo.

chiribiquete

bloques solocantados

El subsuelo de los Llanos Orientales brinda ~~abundante~~ grandes cantidades de carbon de dos procedencias. El mas antiguo, restringido a afloramientos intermitentes del pié de la Cordillera Oriental, ^{de Barinas hasta Paria} se refiere a la transicion del Cretáceo al Terciario y corresponde al ~~Grupo~~ ^{Grupo} de Guaduas, litológica y palinológicamente. ~~La~~ La calidad es análoga a la del carbon de las cuencas de Bogotá y de Tunja, es decir muy buena; ~~Por la reduccion del espesor de los mantos oscila alrededor de un metro.~~ Por la reduccion de espesor que sufre el Guaduas desde el interior de la Cordillera Oriental hacia el pié oriental de esta, se puede suponer que ~~la~~ ^{el grupo} ~~formacion~~ se extinga pronto en el subsuelo de la cuenca de Arauca y así tambien esta clase de carbon. - El Oligo-Mioceno contiene carbon lignítico y lignito tanto a lo largo del piedemonte como en el Vaupés occidental, lo cual augura una extension considerable en el subsuelo de la cuenca de Arauca. Aparte de ^{el carbon} ser inferior como combustible, los mantos son muy variables en cantidad y calidad, razon por la cual su explotacion en las zonas de afloramientos ^{será en la zona de} ~~no tendrá tanta~~ ^{de} ~~aceptacion~~ como la del carbon del Guaduas.

Las expectativas petrolíferas ^{de} ~~brinda~~ la cuenca de Arauca, ^{se refieren a un campo muy extenso, pero} ~~no se~~ pueden concretar ^{en de finitro} ~~mientras no haya~~ ^{con base en exploraciones geológicas} se conozcan los resultados de ~~las~~ perforaciones que se hicieron en la parte occidental de la cuenca de Arauca. Los sondeos que se hicieron en San Martin y en Orocué se refieren al terreno del borde ^{de} de la cuenca ^{comparaciones con las hechas en Venezuela} y las experiencias hechas en Venezuela demuestran que en ^{los} los bordes el petróleo es demasiado espesor para poder surgir en cantidades comerciales. En cuanto al Oligo-Mioceno, altamente productivo en los Llanos de Venezuela, desde Barinas al Este, los sedimentos ~~del~~ ^{petrolíferos} del estuario son abundantemente marinos en Venezuela, pero se vuelven lacustres y ~~pari~~ paludales al Sur ^{del rio} del rio Arauca, con dos (o mas) ~~por~~ niveles salobres que son el del Humadea y el del Charte (H. Gerth, Geologie von Suedamerika. T.I., Parte 3, pgs. 446). ~~En~~ ^{de} ~~Borntraeger~~, Berlin). Esta circunstancia y la falta de indicios petrolíferos no pronostican buenas esperanzas. ^{de petróleo terciario en la parte colombiana de la cuenca de Arauca} En cambio puede ser una fuente de generacion y de formacion de yacimientos petrolíferos el Cretáceo Superior que tiene tendencia de transgredir desde la Cordillera Oriental hacia la cuenca de Arauca y que se ha encontrado tambien en el fondo llanero de Venezuela. Dichos sedimentos ^{presentan} ~~forman~~ impregnaciones asfálticas abundantes en abundantes sitios desde Villavicencio hasta la Macarena, pero solo una manifestacion de petróleo asfáltico denso con gas en la mitad septentrional del flanco oriental de la Sierra de La Macarena, lo cual corrobora las experiencias ^{de perforación} hechas en el borde ^{del} ~~oriental~~ de la cuenca de Arauca. Desde el ^{de} ~~Cabuyaro~~ al NE, las manifestaciones mejoran en calidad y se ~~hallan~~ ^{presentan} ~~parafinicos~~ y livianas en el Cusiana y al NW de Tame, ~~por~~ ^{de} ~~cierro~~ muy espaciadas. ~~presentan~~ escurrideros de petróleo parafínico en la zona del rio Cusiana y al NW de Tame, que permiten suponer que en las estructuras del subsuelo de la parte suroccidental de la cuenca se halle petróleo. Si esto se confirmara, el desarrollo de los Llanos Orientales recibiria un impulso ~~decisivo~~ ^{energico} y se adelantaria por varios años al desenvolvimiento normal.

Otro recurso de suma importancia para el desenvolvimiento de los Llanos, ^{es la existencia} ~~es~~ la existencia de sal gemas ^{del Valamiriano} en la faja de la Salina de Restrepo, al Norte de ~~Villav~~ Villavicencio, hasta Medina. El yacimiento que ^{se explota} ~~se~~ ^{por disolución de la sal} ~~se~~ ^{de} ~~explota~~ es el de Restrepo, pero este, así como las manifestaciones de sal gema de Medina no han sido explorados geológicamente ^{para} ~~para~~ obtener la pauta de la explotacion. Entre las fuentes ~~saladas~~ ^{de agua salada} de agua salada, la mas importante es la de las Salinas de Chita, ^{que surge del Valamiriano} ~~situada~~ ^{de} ~~en~~ ^{de} ~~la~~ ^{de} ~~media~~ ^{de} ~~falda~~ ^{de} ~~de~~ ^{de} ~~la~~ ^{de} ~~Cordillera~~ ^{de} ~~Oriental~~, en la cabecera del ~~el~~ ^{de} ~~rio~~ ^{de} ~~Casanare~~; otras se hallan en el rio Cravo ~~Norte~~ Sur y en Chámeza. El problema con que tropieza la explotacion es la escasez y el alto costo del combustible. Para solucionarlo, es necesario definir los sitios adecuados de explotacion de carbon y conectarlos por vias con las salinas. La importancia ~~del~~ ^{de} ~~abasto~~ ^{de} ~~de~~ ^{de} ~~los~~ ^{de} ~~Llanos~~ se deduce de que en la actualidad el suministro al ganado es insuficiente e influye sobre el desarrollo de los animales. Estos, para encontrar un sustituto, tienen caminos trillados desde el interior de la planicie hacia el pié de la cordillera donde lamben y hacen socavones en arcillas rojas que pueden contener algo de yeso.

En tiempos de sequia, el abasto con agua potable ^{de los} ~~en~~ ^{de} ~~sitios~~ ^{de} ~~distantes~~ de los rios caudalosos es muy deficiente; ademas se necesita agua para fines agrícola y ganaderos. En la parte occidental de los Llanos, el abasto con agua subterráneo en grandes cantidades y bajo presion artesiana, ~~no~~ ^{de} ~~tiene~~ ^{de} ~~buenas~~ ^{de} ~~expectativas~~ ^{de} ~~segun~~ ^{de} ~~lo~~ ^{de} ~~indica~~ ^{de} ~~el~~ ^{de} ~~declive~~ ^{de} ~~y~~ ^{de} ~~el~~ ^{de} ~~caracter~~ ^{de} ~~por~~ ^{de} ~~do~~ ^{de} ~~de~~ ^{de} ~~los~~ ^{de} ~~sedimentos~~ ^{de} ~~cuaternarios~~ desde el pié de la cordillera hacia el Este. Las perforaciones de la Shell, de Colombia en San Martin encontraron un

Los selváticos Llanos Amazónicos limitan al W Oeste con la parte Sur de la Cordillera Oriental, representada por el Macizo de Garzon. Al hundirse esta cordillera en direccion SW hacia el Alto Caquetá, los Llanos Amazónicos avanzan hacia la Cordillera Central en la zona de Mocoa.

Los selváticos Llanos Amazónicos limitan al Oeste con la parte Sur de la Cordillera Oriental, representada por el Macizo de Garzon; el contacto está caracterizado por entrantes y salientes que se indicaron provisionalmente en el mapa. Al descender y desvanecerse la Cordillera Oriental en el Alto Caquetá, los Llanos Amazónicos avanzan al W hacia el pié oriental de la Cordillera Oriental y Central; como límite geográfico hacia el Norte puede ser la línea Mocoa-Santa Rosa de Sucumbios. Desde el término septentrional de estos Llanos en la Macarena, el límite con la Saliente del Vaupés es de transición y difícil de fijar tanto geográfica como geológicamente. Al abrirse los Llanos Amazónicos hacia el Sur y hacia las zonas Leticia, adquieren una vasta extensión muy grande y traspasan fisiográficamente hacia el curso medio del Amazonas y hacia el Oriente del Ecuador y del Perú.

En contraste con los Llanos Orientales, los Llanos Amazónicos probablemente son también una llanada geológica que llega al Oeste hasta cerca del pié andino. Así lo indica el espesor más reducido del Oligo-Mioceno que tiene el Oligo-Mioceno en el borde oriental del Macizo de Garzon, comparado con el gran espesor en el borde andino desde la Macarena hacia el Nordeste, la constitución de la parte oriental del macizo de Garzon por rocas del basamento Guayanense lo cual indica que la plataforma rígida de la Llanura Oriental penetraba hacia el Occidente formaba ahí una saliente fuerte hacia el Occidente y finalmente la posición casi horizontal de los estratos oligo-miocenos que estarían fuertemente plegados si fuesen gruesos. Estos estratos yacen sobre la arenisca del Vaupés por el río Caquetá aguas abajo (Araracuara). Pero en el Putumayo donde no se conocen asomos de dicha arenisca, pueden colocarse directamente sobre el basamento, según lo indica la superposición del Oligo-Mioceno sobre esquistos cristalinos en Pebas y, probablemente, en Leticia, que no muestran el resquebrajamiento y los relieves respectivos que caracterizan la saliente del Vaupés y el zócalo de la Guayana, cubiertos de la Arenisca del Vaupés. Parece haber así una relación tectónica entre la comarca sometida al hundimiento y al relleno con la Arenisca del Vaupés y con la del Roraima, y la comarca abarcada por esta sedimentación. Además no se tienen informaciones sobre la presencia de rocas graníticas rígidas en los Llanos Amazónicos (excepto el borde del Macizo de Garzon).

Si los Llanos Amazónicos se interpretan por el concepto de la extinción de la Arenisca del Vaupés desde la Saliente del Vaupés hacia el macizo de Garzon, y por la delgada capa hacia el Putumayo y el Amazonas, y por el de la delgada capa oligo-miocena que no engruesa fuertemente desde el interior de dichos Llanos hacia el pié del macizo de Garzon, prácticamente no se puede hablar de una cuenca como en el caso de la de Arauca de los Llanos Orientales. La propia cuenca que se puede llamar del Alto Amazonas y que se extiende hacia el Oriente del Ecuador y del Perú, se inicia en la zona de Mocoa, que aparece fisiográficamente como el piedemonte andino de los Llanos Amazónicos. Sin embargo geológicamente considerada, con base en los estudios de E. Grosse, J. Royo y Gomez y W. Kehrler, la zona de Mocoa es la continuación del valle interandino del Magdalena con el cual la zona comparte el mismo desarrollo del Cretáceo, incluso el volcanismo del Cretáceo Superior, y los sedimentos terciarios, como también las rocas eruptivas. La asimilación de esta zona a los Llanos Amazónicos se debe a que el descenso geológico del macizo de Garzon y de la Cordillera Oriental hacia el alto Caquetá, geográficamente bien definido, se debe geológicamente a una buzada (plunge) de mayores dimensiones, que pone término meridional a la Cordillera Oriental y explica el avance de los Llanos Amazónicos hacia el pié de la Cordillera Oriental. Se considera que el límite geológico entre la zona y los Llanos podría ser la continuación del borde occidental o huilense del macizo de Garzon hacia la confluencia del Guanáes con el Putumayo. - Las salientes del Macizo de Garzon que se presentan al Norte de Florencia y en el Dormilón al Sur de la Macarena se interpretan aquí como complemento de la digitación hacia el Vaupés que se mencionó de la Macarena y de Puerto Arturo. Un límite definido con la Saliente del Vaupés y con la cuenca del Bajo Amazonas tampoco se puede dar geológicamente.

Hacia el Sur de América con sus rasgos de un continente antiguo (ver el mapa)

Se separa del valle del Magdalena se debe a que el terreno interandino del valle, comprendido entre la región de Florencia y Mocoa, ha sido sostenido por un conchudo alto.

(*) Grosse, E. Acerca de la Geología del Sur de Colombia - I - Huila y Caquetá. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Tomo III, pgs. 39-137.
Royo y Gomez, J. - Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. Compilación etc. Tomo V, pgs. 134-139.
Kehrler, W. - Zur Geologie des südlichen Zentral- und Ostkordillere der Republik Kolumbien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. B.B. 80. Abb. B. 1938, pgs. 1-30

COPY 1

LAS UNIDADES GEOLOGICAS DE COLOMBIA.

(LABORES DE DIVULGACION DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL)

Si la corteza de la tierra fuese rígida e inmóvil, o en los dos mil millones de años de su consolidación se hubiese -
vuelto así, ella nos presentaría hoy en día el aspecto de una esfe
ra lisa cubierta del mar, sin continentes y vida terrestre y una -
vida marina primitiva o acaso nula.

La corteza terrestre o litosfera que forma la parte-
exterior del globo terráqueo, vista en espacios de tiempo históri-
cos humanos, solo aparenta ser una masa estática. Mensuras exactas
hechas demuestran que unas partes se hundén, otras en compensación
se levantan a razón de milímetros o partes de milímetros por año.
Si tales movimientos son continuos, en mil años puede formarse una
diferencia de nivel de un metro (a una rata de 1 mm por año), y en
diez mil años de 10 m, lo cual importaría por ejemplo un aumento -
de tierra firme considerable en el caso de una faja costera llana
que se levanta, o una reducción fuerte en el caso de un movimien-
to inmersivo. En los períodos geológicos que se extienden sobre mi
llones de años, el monto de hundimiento y levantamientos puede lle
gar a ser de miles de metros, según se deduce del espesor de los -
sedimentos que han llenado los espacios en hundimiento. Así como
estos movimientos levantan montañas del fondo del mar, pueden su -
mirlas en su totalidad, o en partes, a profundidades hasta abisales
de los océanos, caso que se ha repetido en los Andes y en las de -
más montañas en forma de ciclos. Estas montañas son las zonas -

plásticas de la tierra, sus fajas móviles. En contraposición a ellas están los zócalos continentales o cratonos que en un tiempo temprano de la tierra se convirtieron en una masa de rocas rígidas y que por lo mismo apenas participan en los movimientos de la corteza; son en la "política" de la tierra los núcleos conservadores, como las montañas son su complemento evolucionista. Entre las montañas y los zócalos se extienden las orlas que desempeñan un papel intermedio entre los movimientos intensos de la montaña y el lento de los cratonos. En el mapa adjunto de Suramérica se muestra la subdivisión del continente en dichas unidades, reflejos de la diferencia de intensidad regional de los movimientos de la corteza terrestre. Este mapa ha sido deducido del Mapa Geológico de Suramérica, de W. Stose, escala 1:5.000.000; Geological Society of America, 1950.

Supuesto que no hubiere las fajas plásticas en la corteza terrestre, el lento actuar de los cratonos habría implicado un gran retraso en el desarrollo de la vida orgánica que en las montañas recibe su estímulo de los aspectos ^{ambientes} siempre variables que la obligan a adaptarse. La influencia de un cratón temporalmente aislado de su montaña, sobre el grado de progreso de las especies terrestres, lo demuestra el cratón de Australia con su flora, fauna y humanidad primitivas. Al construir la muralla y formar un aislamiento artificial, el progreso de la China se estancó, como también el progreso de la vegetación en los cerros del Vaupés que quedaron aislados ^{de la tierra firme} por el estuario del Terciario Superior que se extendía desde los Llanos Orientales hacia el Alto Amazonas.

Cuando una faja o una zona de la corteza terrestre se halla en estado de hundimiento, recibe el aporte de sedimentos anorgánicos desde las regiones altas vecinas (lodo, arenas, cascajos, cenizas)

zas volcánicas), a los cuales se agregan en veces grandes masas de lavas submarinas, ^{además} los productos de precipitación del agua del mar y de lagos (sal gema, potass, yeso, algunas calizas) y los que resultan de la acumulación de restos orgánicos, como valvas de invertebrados (calizas), esqueletos y despojos de ^{animales} vertebrados (fosfatos), materias grasas (petróleo) y vegetables (carbón). Según el grado de hundimiento y el monto de aporte de sedimentos, un área puede ser ^{etapas de tiempo} por largo tiempo geológico alternativamente marina, lacustre, pantanosa o bajo aluvial. El espesor que llegan a tener dichos sedimentos, en veces muy variados en su sucesión vertical y en el desarrollo horizontal, puede sobrepasar los diez mil metros y como esta masa de sedimentos tiene alternativas periódicas que son causadas por la aceleración o retardo del hundimiento, por la suspensión temporal de la sedimentación, la intervención de movimientos ^{tectónica} ondulatorios de la corteza, los cambios en la configuración de las zonas proveedoras de sedimentos, etc., resultan divisiones en la ^{de sedimentos} masa que llamamos grupos y formaciones geológicas. El largo tiempo que implica la deposición de cada grupo sedimentario y los diferentes ambientes a que ha estado sometido, ^{cambios} determina una variedad de fauna y flora y ^{que se refiere} sobre todo un cambio de clases, géneros y especies que ^{viene a ser diagnóstico} son determinantes para establecer la edad relativa de los grupos y formaciones. Se puede decir que cada estrato (capa o banco) es una hoja de la historia de la tierra y que las formaciones y grupos son capítulos de ella.

Bajo el peso de las capas superpuestas, bajo la temperatura alta de la profundidad a que llegaron, por la intrusión de rocas ígneas y por los plegamientos y falladuras que sufren, los sedimentos se consolidan y se vuelven roca, es decir sufren un proceso de petrificación o fosilización que afecta también los restos -

orgánicos. En casos extremos, los sedimentos pueden sufrir una alternación tan fuerte que se vuelven cristalinos y se convierten en rocas metamórficas.- Por su parte, el basamento en que se depositaron los sedimentos, en un principio duro, se vuelve plástico a la medida que se hunde (aumento de temperatura) y así susceptible de arrugarse. Este caso se está contemplando en la cuenca de Arauca, donde un sector rígido de la plataforma de la llanura comenzó a hundirse profundamente y a volverse plástica en el Terciario Superior.

Cuando un terreno saturado de sedimentos comienza a levantarse intermitente o definitivamente, queda sometido a la erosión que rebaja su nivel y a la larga puede convertir una montaña en una planicie troncal.

Lo interesante en el desenvolvimiento de una montaña consiste en que su estado actual es la culminación de un ciclo de desenvolvimiento a que ha estado sometida, extendido sobre tiempos geológicos largos y caracterizado por fases semejantes a las de la vida orgánica, desde el estado embrionario a través del juvenil, del de la madurez hasta el senil y el fenecimiento. Estos ciclos o generaciones se han repetido y en Colombia hay indicios muy sugestivos de que actúan en general sobre el mismo terreno, pero solo estamos en condiciones de apreciar el último ciclo que se desarrolla desde el Mesozóico o edad media de la vida de la tierra hasta el Cenozóico o edad nueva de la vida de la tierra, inclusive, o sea sobre un espacio de tiempo de 200 millones de años. Las etapas de este ciclo se pueden determinar mejor en el terreno de evolución acompañada del Oriente Andino de Colombia que en el impulsivo del Occidente. Al iniciarse el hundimiento y la sedimentación sobre el terreno de la probable montaña fenecida al final del Paleozóico (edad antigua de la vida de la tierra), el Oriente Andino era una zona terrestre de bajos relieves (troncal). El hundimiento expresado por deposición de sedimentos y actividad volcánica que comprenden el tiempo y el grupo de Girón, no se extendió sobre todo el Oriente Andino, sino solo sobre los valles del Cesar y del Magdalena y sobre los flancos

cos oriental y occidental de la Cordillera Oriental en Boyacá y en los Santanderes y sobre las partes venezolanas de la Serranía de Perijá y la Sierra de Mérida, dejando un lomo interior que se percibe bien desde el Páramo de Mortiño entre Bucaramanga y Pamplona hacia el Catatumbo (Notestein et al.: Geology of the Barco Concessión. Bulletin - Geol. Soc. of América, Vol. 55, pgs. 1165-1216) y de ahí por el lado occidental de la cuenca de Maracaibo hacia Maracaibo. Desde Cundinamarca hacia el Sur y al parecer en el valle del Magdalena desde Neiva al Sur había evidentemente tierra firme. Mientras en el valle del Cesar y Magdalena penetraba el mar (Triásico de Payandé-Chaparral, Liásico de Morrocoyal al SW del Banco) y la sedimentación alternaba con una intensa actividad ígnea, intrusiva y extrusiva, hacia la actual Cordillera Oriental se depositaban sedimentos de 3000 m de espesor en áreas lacustres y fluviales, en parte desérticas. La configuración por lo visto era enteramente distinta a la actual. Al final del Jurásico (lapso medio del Mesozóico), un movimiento pasajero de contracción (orogenismo) vuelve a cambiar la faz del Oriente Andino, de tal manera que en la tercera y última fase del Mesozóico, o sea en el Cretáceo, el hundimiento se desplaza y se concreta inicialmente (Valanginiano y Hauteriviano) al área de la actual Cordillera Oriental, menos al Macizo de Garzón, y facilita la invasión marina que recibe el aporte de plantas desde la Llanura Oriental. El fuerte del hundimiento, reflejado por 3000 a 5000 m de sedimentos (grupo de Cáqueza) se concentra en cuencas del flanco oriental de la Cordillera Oriental (Cáqueza-Valle de Tenza, Salina de Chita, Barquisimeto). Más tarde, en la subdivisión del Barremiano del Cretáceo, el mar de la Cordillera Oriental, fecundísimo en vida, se extiende hacia el valle del Magdalena-Cesar y al flanco oriental de la Cordillera Central, pero no a la Llanura Oriental y al macizo de Garzón. Perdura así el mar y la sedimentación con leves oscilaciones regionales, hasta poco antes de finali

zar el Cretáceo (Campaniano) y tiene su máximo de sedimentación (5000 m y más) desde el Barremiano hasta el Cenomaniano) (grupo de Villeta) en la zona de Vélez-Muzo-Villeta, es decir en un sector del flanco occidental de la Cordillera Oriental y un mínimo sobre la faja de Guantiva-Macizo de Santander - Catatumbo - Maracaibo. Desde el Turoniano hasta el Campaniano (grupo de Guadalupe) no parecen existir tan fuertes diferencias de hundimiento y de espesor de sedimentos como en el tiempo de Villeta y es posible que el área de sedimentación se haya expandido a la cuenca de Arauca de la Llanura Oriental. En este tiempo de Guadalupe, o sea el tiempo que corresponde a la deposición de los sedimentos del grupo, se manifiesta un volcanismo intermediario notable en el alto Magdalena, de Neiva hacia Mocoa (continuación geológica del valle del Magdalena) que es apenas un leve reflejo del intenso volcanismo básico y de la sedimentación silíceo del Cretáceo que se producía al W de la Cordillera Central, en el Occidente Andino. En la transición del tiempo campaniano al Maestrichtiano (con el cual finaliza el Cretáceo), sobreviene una ligera suspensión de la sedimentación con leve contracción (orogénismo) y erosión regional de los sedimentos recién creados y al continuar el hundimiento en el Maestrichtiano se depositan alternativamente sedimentos marinos (estos sobretodo en el valle del Magdalena y Cesar), lacustres y de ciénagas (origen del carbón de la Cordillera Oriental) que traspasan sin interrupción al Terciario más antiguo (Paleoceno) y que constituyen hoy día el grupo de Guaduas. Significando los preludios de la erección de la Cordillera Oriental, el hundimiento y la sedimentación se concentran dentro de ella a las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, enlazadas entre sí por una serie de cuencas menores entre Tunja y Cúcuta y extendidas desde Bogotá, vía de Fusagasugá y Cunday hacia el Alto Magdalena. Al lado de la vieja masa terrestre del macizo de Garzón, probablemente también el macizo de Santander y sus vectores emergen del área de sedimentación. En el valle del Cesar-Magdalena, la sedimentación del tiempo de Guaduas es notablemente marina y este ambiente se acentúa en el Valle del Cesar. El adelgazamiento de los sedimentos del Guaduas en el

borde llanero de la Cordillera Oriental indica que el área de sedimentación no se extendía notablemente hacia la Llanura Oriental. En el Terciario Inferior (Eoceno hasta al parecer Oligoceno Inferior), correspondientes a la deposición de las formaciones lacustres y fluviales de Bogotá en la Cordillera Oriental y de Gualanday-Chorro en el Valle del Magdalena, la modelación del Oriente Andino se acentúa y se manifiesta en el valle del Magdalena por conglomerados y areniscas de grano grueso que significan el surgimiento fuerte de la Cordillera Central y posiblemente también el del flanco occidental de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, los sedimentos no son de grano tan grueso, pero típicamente arenosos, lo cual se interpreta en el sentido de que los relieves de que provinieron los sedimentos fueron suaves. Como ya se manifiesta en el tiempo de Guaduas, el mar se retira hacia el Caribe y se conserva en forma oscilante en el Valle del Cesar y en la cuenca de Maracaibo. La diferencia relativa de niveles entre la Cordillera Oriental por una parte y el valle del Magdalena-Cesar y la Llanura Oriental por otra se acrecienta en el resto del Oligoceno y en el Mioceno, cuando por primera vez se nota un hundimiento acentuado con sedimentación estuarina de 4000 a 5000 m de espesor en la Llanura Oriental desde La Macarena y Villavicencio hacia Arauca y los Llanos Venezolanos, o sea en la actual cuenca de Arauca, movimiento que se extendió leve pero vastamente a toda la Llanura Oriental y que encubrió de sedimentos de poco espesor esta parte de la Orla Andina y el Alto y Medio Amazonas. Los sedimentos de este tiempo (formaciones de San Fernando, Caja, Farallones) van volviéndose conglomeráceos hacia el final del período a lo largo del pié andino como expresión del sollevamiento de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, el hundimiento de las cuencas anteriores prosiguió en forma amenguada en el Oligoceno (formación de Usme), pero no parece haber proseguido en el Mioceno, excepto en la cuenca de Maracaibo que recibió un aporte de sedimentos comparable al de la cuenca de Arauca. También en el

valle del Magdalena, la sedimentación fué copiosa, especialmente en la cuenca del Carare, y se volvió conglomerácea en el Mioceno, con gran afluencia acuática y eólica de material volcánico intermediario (andesítico) desde la Cordillera Central. Ya finalizando el Terciario, - en el Plioceno, no hay sedimentación notable en el Oriente Andino y esto se debe al solevantamiento de esa comarca que coincidió en un período relativamente corto, con una fase de plegamiento y fallamiento intensos que dió origen a la actual configuración del Oriente Andino y en general de la Montaña de Los Andes. Ha sido ésta una transformación súbita, comparable a una mutación en el imperio orgánico, - que se caracteriza al final por un período de glaciación en que los glaciares de las montañas de Colombia descendían hasta 3000 m de altitud. Esta fase grandiosa que inició la erosión fuerte y general, corresponde al paroxismo andino al cual debemos los aspectos actuales o geográficos del país.

Producción de Rocas Eruptivas

Los movimientos de la corteza terrestre que crearon la actual conformación andina implican entre otros efectos la formación de grietas profundas que se convierten en fallas por desplazamiento de los bloques y que pueden llegar hasta la zona ígnea que yace bajo la corteza. Entonces aliviada de presión la masa ígnea, o magma que en los albores de la tierra formó su primera capa sólida y dió lugar a la derivación de los primeros sedimentos, tiene ocasión de penetrar a la corteza y quedarse ahí en forma de roca intrusiva o ascender hasta la superficie en forma de roca extrusiva con expresión de volcanismo. Estas rocas macizas sin la estratificación de los sedimentos llamadas rocas eruptivas se diferencian en rocas ácidas y livianas del tipo de granitos y pórfidos, en rocas intermediarias del tipo

de dioritas y andesitas (porfiritas), en rocas básicas del tipo de gabbros y basaltos y en rocas ultrabásicas, ricas en hierro y las más pesadas.

El volcanismo ha tenido su más fuerte expresión en el Occidente Andino, durante el Cretáceo, e intermitentemente durante el Terciario. La actividad intrusiva fué intensa también, pero dispersa y se manifiesta con el mayor rigor en la Cordillera Central. En el Oriente Andino tanto la actividad volcánica como la intrusiva fué mínima, excepto en el Jura-Triásico del Valle del Cesar-Magdalena y en el Cretáceo del Alto Magdalena. En la Llanura Oriental y en la Saliente del Vaupés, la actividad ígnea fué nula.

Mientras estas rocas eruptivas producen la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos, las rocas sedimentarias contienen los yacimientos sedimentarios, como el carbón, el petróleo, la caliza, el yeso y en veces también yacimientos de hierro, como el de Paz de Río.

Tectonismo

Los movimientos de la corteza son verticales, horizontales y tangenciales que producen plegamientos (ondas y ondulaciones del tipo del mar), fallas, sobrecurrimientos, cobijaduras, etc. Su agtuación conjunta o aislada determina el tectonismo de la tierra y éste, en combinación con la erosión define los relieves que contemplamos. Desde que las fajas caracterizadas actualmente por montañas son zonas móviles, es comprensible que ofrezcan una gran variedad de relieves, de rocas, de minerales, de condiciones climatéricas, hidrográficas, de suelos, de ambientes de vida, en contraste con la sencillez y amplitud de los aspectos de las orlas y cratonos. Lo mismo implica una diferencia sustancial de actividades humanas, como lo demuestran por ejemplo los contrastes entre los transportes y la posibilidad de mecanización entre la Montaña y la Orla o Los Cratonos. Se vé que el

grado de intensidad de movimientos de la corteza también es responsable del género de vida de la humanidad y para caracterizarlo en un caso especial dentro de la Montaña, se llama la atención hacia el carácter impulsador que manifiesta el habitante del Occidente de Colombia conforme al desenvolvimiento geológico intenso que tuvo esa parte del país, y el carácter metódico y pausado del habitante del Oriente (andino) del país donde ha habido una evolución regular, menos agitada y descontinuada, que determinó el establecimiento ahí de la capital de la República.

La intensidad del tectonismo que depende de la plasticidad de las rocas y ésta de la temperatura (profundidad a que yacen) por lo visto define las unidades geológicas del país con sus consecuentes recursos y ambientes que deciden sobre las actividades humanas. Para Colombia es singular que tanto las unidades geológicas mayores, como las medianas y menores, coinciden en lo general con las unidades geográficas, principalmente con los relieves. Además el desenvolvimiento de cada unidad geológica tiene lugar más o menos en el mismo sitio que ocupa hoy día. Esto facilita grandemente la interpretación económica de Colombia.

Ha sido don Tulio Ospina, hijo de la Montaña, quien dió a conocer la importancia de las unidades geológicas, al caracterizar la Cordillera Central como "espiná dorsal" de Los Andes que separa dos áreas andinas de acción simultánea, pero de intensidad de acción y producción distintas, a saber el Oriente Andino y Occidente Andino de Colombia. Reconoció así el orden de la distribución de los bienes de la naturaleza en Colombia y la idiosincracia de la geología colombiana. Francisco José de Caldas, con anterioridad, había explicado la influencia del ambiente (clima) en los seres organizados;

la diferencia de hábito de vida en las unidades geológico-geográficas demuestra la trascendencia de esta observación.

Con base en esta breve y muy rudimentaria introducción a las causas y consecuencias que redundaron tras quinientos millones de años de historia documentada de la tierra en los aspectos presentes de toda la naturaleza, se procede a hacer la descripción de las unidades geológicas de Colombia. No se puede obviar el uso de expresiones ajenas al conocimiento del lector, pero que pueden ser acicate para conocerlos en los textos de geología. También se advierte que todavía es poco lo que sabemos de esta maravillosa historia del devenir y que nunca alcanzaremos a comprender en sus enlazamientos, probablemente en beneficio de nosotros mismos porque mientras haya misterios por delante, viveremos.

LAS UNIDADES GEOLOGICAS MAYORES DE COLOMBIA

(Véase croquis de las unidades geológicas de Colombia)

Según se explicó inicialmente, Colombia comprende sectores de las tres unidades continentales de Suramérica que son la Montaña, la Orla y el Cratono; así el país ofrece un campo completo de unidades geológicas y de recursos y ambientes de cada una. Pero lo más importante es que su sector andino sea el recorte más perfecto e instructivo de la constitución y de la evolución de una montaña, un caso clave para comprender los problemas de la actuación geológica, al menos dentro del ciclo del Mesozóico (edad media de la tierra) y del Ce

nozóico (edad moderna de la tierra).

Los sectores colombianos de las unidades en cuestión son:

- 1) La Saliente del Vaupés, extensión occidental del rígido zócalo de la Guayana hacia el borde de los móviles Andes.
- 2) La Llanura Oriental, parte de la Orla semirígida que se para el zócalo de la montaña.
- 3) El sector colombiano de la Montaña de Los Andes, zona - móvil de la Montaña cuya apasionante historia estamos - comenzando a leer y comprender.

Los sectores mencionados son la parte terrestre del dominio del país. A ellos hay que agregar las partes sumergidas de la corteza que geológicamente son parte de Colombia. La digitación andina hacia el Caribe forma en la parte occidental del Mar Caribe la cuenca internacionalmente llamada cuenca de Colombia (véanse cartas marinas modernas) que, en relación con la posesión de San Andrés y - Providencia, es en gran parte colombiana. Desde el litoral del Pacífico se extiende al Oeste la cuenca submarina del Chocó (internacionalmente no calificada), a la cual sigue más al Oeste y separada por el lomo submarino de Malpelo, la cuenca submarina llamada de Panamá. Ambas cuencas representan el sector colombiano de la probable Orla occidental de Los Andes y a esta Orla sigue más al Oeste lo que se diseña como el vasto cratono sumergido del Pacífico. Aun cuando estas unidades submarinas de la corteza terrestre no revisten todavía importancia económica, el progreso de la técnica de exploración y explotación submarina y el consiguiente interés de los países de extender su soberanía a tales baldíos, incitan a prestarles atención -

entre otras razones por las expectativas petrolíferas que ofrecen.

Saliente del Vaupés

El zócalo Guayanense (véase Mencher, Fichter et al.: *Geology of Venezuela and its Oil Fields. Bulletin American Ass. of Petrol. Geologists. Vol. 37, No. 4, 1950*) del cual es parte la Saliente del Vaupés consta de una planicie troncal de rocas néisicas, al menos en parte de origen sedimentario (afloramientos de La Macarena), intruídas por rocas ácidas.- Este basamento Guayanense de edad precámbrica y más probablemente azóica se ha vuelto ya rígido y estático en el alba de la vida en la tierra y por lo tanto de muy lento actuar. En el bajo Orinoco se le ciñe la formación de mineral de hierro y de cuarcitas ferruginosas de Imataca, precambriana al parecer, intruída por gabbros y basaltos más modernos. En el interior, el zócalo está cubierto por el grupo volcánico de Pastora y por 2400 m de sedimentos de areniscas, conglomerados, arcillas y tobas volcánicas (convertidas en jaspe) de la formación de Roroima, única inmersión de consideración con respecto de cuenca que sufrió el zócalo. Estos depósitos posteriormente no variaron notablemente la posición horizontal original. Para las formaciones post-arcáicas del zócalo es típico que no se hayan encontrado restos orgánicos. Por comparación con las rocas del borde andino se cree en Venezuela que la formación de Roroima pueda corresponder al Mesozóico Inferior y Medio (Triásico y Jurásico) y las rocas básicas, que las intruyen, al Cretáceo. Con posterioridad a estos eventos distanciados entre sí no ha habido otros de importancia fuera del solevantamiento.- La Saliente del Vaupés presenta una geología semejante, abstracción hecha de la actividad eruptiva y volcánica -

del zócalo y de la inmersión de la Saliente en el Terciario Superior (Oligo-Mioceno hasta ?Plioceno) que la cubrió de un manto probablemente delgado de sedimentos lacustres, salobres y paludales arcillosos y arenosos, con carbón lignítico y lignito. Sobre el basamento néisico-sienítico de La Guayana parece colocarse directamente la formación estéril de la Arenisca del Vaupés, litológicamente semejante a la de Roroima (con jaspe), pero relacionable hacia la Macarena con el Devoniano fosilífero. La estratificación cruzada de la formación del Vaupés en el Apaporis permitió a Th. van der Hammen determinar que la fuente de abasto de sedimentos provenía de una región alta del Sureste, situada en el curso medio del Amazonas o más al Sur, definición que podría ser de interés respecto del origen de los sedimentos y quizá de los diamantes de la formación de Roroima. Ningún indicio sobre la existencia de sedimentos paleozóicos, distintos a los eventualmente paleozóicos de la Arenisca del Vaupés, se ha encontrado hasta la fecha. Cerca del borde andino, en la Macarena, ya fuera del propio recinto de la Saliente, estos sí se presentan. Es significativo a este respecto que aún en la región de Leticia y de Pebas, en el Amazonas, los esquistos cristalinos se hallen casi superficiales, cubiertos de Oligo-Mioceno.

Los relieves que resultaron del desenvolvimiento lento de la Saliente del Vaupés son una planicie moderna formada por el manto sedimentario del Terciario Superior que oculta la mayor parte del subsuelo profundo, pero que localmente muestra la superposición sobre el basamento Guayanense (parte oriental de la Saliente) y sobre la Arenisca del Vaupés. Sobre esta planicie, a manera de una digitación rudimentaria y fracturada que parte y se amplía al SE desde la zona andina en la Sierra de La Macarena y más al Sur (véase mapa de la Geographical Society of New York, 1942, escala 1:1.000.000), se levantan cerros, mesas y tendidos con escarpas, con altitudes hasta de 300 m so

bre la planicie, formados de la Arenisca del Vaupés, que se van desvaneciendo hacia la frontera con Venezuela y Brasil y sustituyéndose por montículos y conos de rocas intrusivas ácidas del basamento. El carácter tectónico revela fallas escalonadas que levantan el terreno hacia el Este y que son responsables de los raudales y saltos de los afluentes del Orinoco y del Amazonas; además se hallan ondulaciones y flexuras. En conjunto, la Saliente da la impresión de una zona levemente arqueada que desciende desde el zócalo Guayanense en dirección hacia los Andes y, por los flancos, hacia los Llanos Orientales y muy levemente hacia los Llanos Amazónicos. Por sus relieves relativamente bajos, la Saliente contrasta con el zócalo Guayanense que los tiene de gran altitud y extensión, y se destaca de la Llanura Oriental que es una planicie. Contrasta con los Andes por la falta de subdivisión longitudinal definida, efecto de su rigidez. Así la Saliente del Vaupés viene a ser una unidad geológica y fisiográfica bien definida y solo transicionalmente delimitada hacia los Llanos Amazónicos.

Distanciada de los centros de actividad del país, cubierta de selva, con ríos de navegación descontínua que fluyen al Orinoco y al Amazonas, la vasta Saliente es prácticamente virgen, inaprovechada y geográfica y geológicamente poco conocida. Sin embargo puede desempeñar un papel importante en el futuro de Colombia porque es parte de un zócalo y porque los zócalos continentales (parte oriental de Estados Unidos y Canadá, Rusia, Brasil, Australia) se han convertido o se están convirtiendo en potencias dominantes. Al atender el desenvolvimiento de esta Saliente, es necesario encontrar incentivos del subsuelo y de la producción del suelo que atraigan inversionistas e inmigrantes. Hasta ahora, el basamento Guayanense no ha demostrado contener riquezas de importancia y de transporte lucrativo. Disseminaciones de magnetita en las sienitas de la sierra de Puerto Arturo, al Oeste de San José del Guaviare, podrían dar esperanza de encontrar ya

cimientos compactos del mismo mineral, como también lo señalan las oolitas de hierro y el mineral de manganeso hallado en bolsas del Oligo-Mioceno del Apaporis (van der Hammen). Mas atrae por lo pronto la posibilidad de encontrar en el basamento yacimientos uraníferos cuya importancia y valor harían factible una explotación inmediata e insinúan exploraciones al respecto. La posibilidad de encontrar focos diamantíferos es muy remota, más que por falta de indicios al respecto como porque el basamento se halla vastamente encubierto por los sedimentos del Terciario Superior y por la Arenisca del Vaupés. Esta Arenisca no contiene yacimientos, pero sí es de gran importancia como fuente de abasto para material de carreteras que se construyan. El Terciario Superior que prácticamente no tiene aliciente petrolífero, ofrece carbón lignítico en la parte occidental de la Saliente, pero éste no es de interés inmediato. - Ante esta incertidumbre, respectivamente inaplicabilidad de los recursos del subsuelo y la falta de exploraciones sistemáticas, hay que prestar atención preferente a los modos de aprovechamiento de los recursos forestales y agrícolas del suelo que es de buena calidad en la extensión del Terciario Superior, deficiente en las zonas de afloramiento del basamento y malo en la Arenisca del Vaupés. Los recursos forestales se explotaron y se explotan por concepto de caucho, al parecer el único renglón de producción del Vaupés; las posibilidades de aprovechar palmas oleaginosas no se conocen. Se insinúa en consecuencia la exploración forestal de este territorio en cuanto a productos que resistan transporte aéreo a Bogotá, como el caucho. La penetración agrícola dispone de dos vías importantes del interior, indispensables para el desenvolvimiento del Vaupés, una que va de Bogotá por Villavicencio, San Martín a San José del Guaviare y de ahí al río Vaupés y de la cual se halla en servicio el trayecto Bogotá-San Martín, en abandono el de San Martín a San José del Guaviare y por construir en buenas condiciones el de San José al río Vaupés. La otra vía, de más difícil realización y que es-

tá por construir en su totalidad es la de Neiva-San Vicente de Caguán-Sabanas de Yarí-rio Vaupés que daría expansión al Departamento del Huila. Campos aéreos de acuaticaje son abundantes en los ríos mayores, como el Guaviare, el Inírida, el Vaupés, el Apaporis y el Caquetá y serían muy útiles para el transporte de productos valiosos. Campos terrestres existen en Mitú y en San José del Guaviare y se pueden instalar fácilmente en las Sabanas de Yarí, al S de La Macarena.

Vale mencionar la flora antigua, preciada en los círculos botánicos colombianos e ingleses, que se encuentra en las mesas y cerros del Vaupés y de La Macarena que crece en el suelo pobre, falto de agua (excepto el de lluvias), fuertemente recalentado durante el día y frío en la noche de la Arenisca del Vaupés. Aparte de que se ha especializado a la vida en este ambiente singular en que la vegetación progresista de los bajos no puede subsistir, ella ha persistido aisladamente desde el Oligoceno hasta posiblemente el Plioceno en islotes que son las eminencias actuales, colocados en un mar de agua dulce y en veces salobre. Este aislamiento y la falta de movimientos orogénicos (de creación de montaña) que varían el ambiente explican cómo una flora antigua puede conservarse allende su término normal.

La Llanura Oriental

Como tal se comprende el extenso territorio ubicado entre el cratono Guayanense y el pié oriental de los Andes estrechado en La Macarena, que es, con diminutas excepciones un llano perfecto, con aterrazamientos hacia la cordillera, un caso topográfico (fisiográfico) como la Pampa Argentina. Al Sur de la Saliente del Vaupés, la Llanura no tiene límite fisiográfico con la extensa llanura del Amazonas, pero geológicamente los afloramientos del basamento Guayanense entre Leticia y Pebas acusan que el propio límite debe hallarse más al Oeste. Es muy posible-

aún que por el Putumayo y el Caquetá dicho límite se acerca a los Andes ya que la topografía da la impresión de que la plataforma de rocas guayanenses y rocas asociadas pueda extenderse hasta ahí, y porque dichas rocas todavía forman la parte oriental del macizo de Garzón en la parte Sur de la Cordillera Oriental. En el Norte, en cambio, el límite fisiográfico y geológico entre la Llanura y la Saliente es más o menos fijo a lo largo del río Guaviare que además forma la división entre la selva del Vaupés y las sabanas de los Llanos Orientales. Siguiendo los sedimentos terciarios desde la Saliente hacia la Cordillera se tiene la noción de cómo aumentan extraordinariamente de grueso en la "Pata de la Cordillera". El límite con los Andes es brusco y relativamente uniforme, con rumbo NE desde Florencia hasta Tames.

En vista de estas diferencias sustanciales entre la parte Norte y Sur de la Llanura Oriental, hay que dividirla en la parte septentrional sabanera o Llanos Orientales y la parte meridional selvática o Llanos Amazónicos. La división entre una y otra es la Sierra de La Macarena, una extensión ya semiorogénica de la Saliente del Vaupés, la única que revela secretos sobre la constitución geológica de la Llanura Oriental en la vecindad de la Montaña.

A grandes rasgos la Llanura Oriental se diferencia de la Saliente del Vaupés porque es una planicie con montículos muy raros / de sedimentos modernos (?Plioceno). Los sedimentos oligo-miocenos engruesan - considerablemente hacia el pie andino donde se hallan fuertemente plegados y sobrecorridos. En contraposición a los Llanos Orientales sabaneros en los Llanos Amazónicos selváticos el manto oligo-mioceno es más delgado y está tectónicamente menos afectado.

La Sierra de La Macarena, división entre los Llanos Orientales y los Llanos Amazónicos, tiene forma oblonga SSE hacia NNW y una longitud

de 120 km y un ancho de 30 a 40 km; la elevación sobre la planicie de que surge es hasta de unos 1000 m. Tectónicamente se halla limitada - al Oeste por una falla alta, expresada topográficamente por un paredón alto y relativamente parejo; al Este se presenta un sistema de fallas con entrantes y salientes, menos fuerte que la falla occidental. Tanto el extremo Norte como el extremo Sur son buzadas (plunges) normales - que también se hallan topográficamente bien expresadas.- El núcleo de la Sierra (véase Trumphy: Pre Cretaceous of Colombia. Bulletin Geological Soc. of Am., Vol. 54, pgs. 1282-1290) consta de neises, sienitas, granosienitas y pórfidos cuarzosos del basamento recubierto primeramente por sedimentos arcillosos y arenosos, muy consolidados y fosilíferos que corresponden al Paleozóico Inferior (Cambriano Superior y Ordoviciano). Estos sedimentos tienen unos 300 m de espesor en La Macarena, mientras que hacia Uribe, en el pié de la Cordillera Oriental, presentan 2000 m de espesor, aumento que coincide con el aumento de espesor del Devoniano en el mismo sentido desde la Llanura hacia el borde andino, respectivamente con la extinción del Carbonífero, probablemente del Jura-Triásico, del Cretáceo y del Terciario Inferior desde el borde andino hacia la Llanura. Esto indica en general una falla o flexura muy antigua que separa la Llanura inerte de los Andes activos, la misma que forma hoy el frente erguido de la Montaña ante la inmensa planicie de los Llanos. Encima del Cambro-Ordoviciano, llamado el grupo de Guéjar, se colocan areniscas (con arcillas rojas) del tipo de la Arenisca del Vaupés que probablemente corresponden al Devoniano. Finalmente sigue, tras otro larguísimo intervalo, una formación relativamente joven que se ha colocado provisionalmente en el límite del Cretáceo al Terciario que traspasa a los sedimentos oligo-miocenos de las puntas Norte y Sur de la Macarena. Como todas estas formaciones han sido plegadas más o menos conformemente, se puede suponer que la Macarena no fué afectada fuertemente por movimientos de la corteza terrestre sino en la gran transformación del área andina de terreno bajo en montaña, el paroxismo que experimentaron los Andes al fin del Tercia -

rio, en un tiempo geológico poco remoto. En contraposición a las zonas aledañas y distante al Norte, el Oligo-Mioceno de La Macarena es de poco espesor, signo que puede interpretarse como preformación lenta de la Sierra durante la sedimentación oligo-miocena.- Merece llamarse la atención hacia el hecho de que al Este de La Macarena (Sierra de Puerto Arturo, Apaporis, Araracuara) no se encuentra el Cambro-Ordoviciano; la Arenisca del Vaupés reposa ahí sobre el basamento.

Los Llanos Orientales están limitados al Oeste, a lo largo de una línea NE muy sostenida y llamativa desde San Martín hasta Tame, - por el frente brusco y alto de la Cordillera Oriental. Al pie de ésta se coloca una faja angosta e irregular de cerros de piedemonte que - llega hasta Tame-Macaguane y no se prolonga de ahí hacia la confluencia del Cubugón con el Arauca donde el contacto NNW entre llanos y - cordillera aparece súbitamente cortado. Una entrante importante de este borde se halla en el río Lengupá, afluente del Upía, y una saliente está al E de San Martín en el río Guape Norte.- Hacia el Oriente, los Llanos limitan con los cerros bajos de la banda izquierda del Orinoco que son basamento del cratono de La Guayana. En el Sur, el límite está largamente definido por el río Guaviare que separa las sabanas de la selva del Vaupés; en la angostura de Mapiripán, las mesas del mismo nombre traspasan en algo el río Guaviare y motivaron el trazo del límite al Norte del río. Entre San José del Guaviare según un concepto preliminar, el límite podría corresponder a un engranaje con la saliente del Vaupés causado por la digitación rudimentaria que se insinúa - mediante los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambi y que tiene tendencia de curvar y hundirse hacia los Llanos.- Los Llanos Orientales prosiguen entre el pie andino y el Orinoco hacia Venezuela y presentan ahí la elevación de El Baúl.

Los relieves más importantes de los Llanos son los cerros y fillos del piedemonte contra la Cordillera Oriental. En la parte suroccidental se halla una gran extensión de cerros bajos (hasta de 20 m de altitud) que forman la Serranía, ubicada entre el Metica y el Manacacias, y además los montículos de Apiay. En lo demás los Llanos son planos hasta muy levemente ondulados, con aterrazamientos en el curso medio de los ríos mayores. En tanta extensión llana, no solamente los lomajes del Metica-Manacacias merecen el nombre de Serranía sino que también goza de fama como relieve una duna situada al NE de Trinidad.

Dado que la planicie de los Llanos, formada por sedimentos cuaternarios hasta quizá pliocenos (Serranía, Talanqueras), no ofrece afloramientos en el vasto interior, hay que determinar su geología por indicios en los bordes. El piedemonte está constituido de sedimentos del estuario-oligo-mioceno que se extendía sobre la Llanura Oriental, desde el delta del Orinoco hasta el alto y medio Amazonas. El grueso de los estratos en el piedemonte es de unos 3000 hasta 5000 m y parece alcanzar su máximo en el curso alto del río Arauca, sobre la frontera con Venezuela. En cambio disminuye fuertemente en la Macarena, en el Vaupés y se extingue hacia el Orinoco. Esto dá margen para juzgar que en la zona de máxima sedimentación se halle una cuenca neoterciaria profunda que corresponde como compensación al solevantamiento inicial de la Cordillera Oriental. Esta cuenca llamada de Arauca que limita con la Cordillera Oriental, con la Macarena en el SW y con la sierra del Baúl en el NE, no podrá delimitarse sino geofísicamente hacia el Oriente y por lo tanto este límite expuesto en el mapa adjunto debe considerarse preliminar.- A juzgar por los afloramientos de La Macarena y por el adelgazamiento y en gran parte extinción de las formaciones eoterciarias, mesozóicas y paleozóicas en el límite llanero-andino se puede suponer que entre el Oligo-Mioceno de la cuenca de Arauca y el basamento no haya una cuantía importante de sedimentos, como ha sido probado por perforaciones en la parte venezolana de los Llanos.- En cuanto a la tectónica, el Oligo-Mioceno del borde de la cordillera se halla fuertemente plegado, hasta probablemente sobrescurrido mientras que hacia-

el Vaupés los estratos reposan vastamente horizontales, pero en parte también plegados y fallados, como lo dá a entender el terreno entre San José del Guaviare y la Sierra de Puerto Arturo. Esto indica que la intensidad tectónica disminuye en término medio y proporcionalmente al adelgazamiento del Oligo-Mioceno desde el pie andino hacia el Orinoco y el Guaviare. En lo que atañe a la estructuración del interior de la cuenca de Arauca, la posible extensión de los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambí indicaría horstes (bloques sollevados de la corteza) y otras clases de estructuras sepultadas en el subsuelo.

El subsuelo de los Llanos Orientales brinda grandes cantidades de carbón de dos procedencias. El más antiguo, restringido a afloramientos intermitentes del pie de la Cordillera Oriental desde Acacias hasta Tame, se refiere a la transición del Cretáceo al Terciario y corresponde al grupo de Guaduas, litológica y palinológicamente. La calidad es análoga a la del carbón de las cuencas de Bogotá y de Tunja, es decir muy buenas; el espesor de los mantos oscila alrededor de un metro. Por la reducción de espesor que sufre el Guaduas desde el interior de la Cordillera Oriental hacia el pie oriental de ésta, se puede suponer que el grupo se extinga pronto en el subsuelo de la cuenca de Arauca y así también esta clase de carbón.- El Oligo-Mioceno contiene carbón lignítico y lignito tanto a lo largo del piedemonte como en el Vaupés occidental, lo cual augura una extensión considerable en el subsuelo de la cuenca de Arauca. Aparte de ser el carbón inferior como combustible, los mantos son muy variables en cantidad y calidad, razón por la cual su explotación en las zonas de afloramiento será más bien local.

Las expectativas petrolíferas de la cuenca de Arauca se refieren a un campo muy extenso, pero no se pueden concretar en definitiva mientras no se conozcan los resultados de perforaciones que se hagan con base en exploraciones geofísicas en la parte occidental de la cuenca de

Arauca. Los sondeos que se hicieron en San Martín y en Orocué se refieren al terreno del borde de la cuenca contra las rocas antiguas y las experiencias hechas en Venezuela demuestran que en esos bordes el petróleo es demasiado espeso para poder surgir en cantidad comercial. En cuanto al Oligo-Mioceno, altamente productivo en los Llanos de Venezuela, desde Barinas al Este, los sedimentos del estuario son a bundantemente marinos y petrolíferos en Venezuela, pero se vuelven la custras y paludales al Sur del río Arauca, con dos (o más) niveles sa lobres que son el del Humadea y el del Charte (H. Gerth, Geologie von Suedamerika. T.I., Parte 3, pg. 446. Borntraeger, Berlín). Esta circunstancia y la falta de indicios petrolíferos no pronostican buenas esperanzas de petróleo terciario en la parte colombiana de la cuenca de Arauca. En cambio puede ser una fuente de generación y de formación de yacimientos petrolíferos el Cretáceo Superior que tiene tendencia de transgredir desde la Cordillera Oriental hacia la cuenca de Arauca y que se ha encontrado también en el fondo llanero de Venezuela. Dichos sedimentos presentan impregnaciones asfálticas en abundantes sitios desde Villavicencio hasta la Macarena, pero solo una ma nifestación de petróleo asfáltico denso con gas en la mitad septentrional del flanco oriental de la Sierra de La Macarena, lo cual corrobora las experiencias de perforación hechas en el borde sur y sur oriental de la cuenca de Arauca. Desde el río Cabuyaro al NE, las ma nifestaciones mejoran en calidad y se presentan escurrideros de petróleo parafínico en la zona del río Cusiana y al NW de Tame que permiten suponer que en las estructuras del subsuelo de la parte suroccidental de la cuenca se halle petróleo. Si esto se confirmara, el de sarrollo de los Llanos Orientales recibiría un impulso energético y se adelantaría por varios años al desenvolvimiento normal.

Otro recurso de suma importancia para el desenvolvimiento de los Llanos en especial de la ganadería, es la existencia de

sal gema del Valanginiano en la faja de la Salina de Restrepo, al Norte de Villavicencio, hasta Medina. El yacimiento que se explota por disolución de la sal es el de Restrepo, pero éste, así como las manifestaciones de sal gema de Medina no han sido explorados geológicamente con el fin de obtener la pauta de la explotación. Entre las fuentes de agua salada, la más importante es la de las Salinas de Chita, que surgen del Valanginiano (litológico) en la media falda de la Cordillera Oriental, en la cabecera del río Casanare; otras se hallan en el río Gravo Sur y en Chámeza. El problema con que tropieza la explotación es la escasez y el alto costo del combustible. Para solucionarlo, es necesario definir los sitios adecuados de explotación de carbón y conectarlos por vías con las salinas. La importancia de la sal en los Llanos se deduce de que en la actualidad el suministro al ganado es insuficiente e influye sobre el desarrollo de los animales. Estos, para encontrar un sustituto, tienen caminos trillados desde el interior de la planicie hacia el pie de la cordillera donde lamen y hacen socavones en arcillas rojas que pueden contener algo de yeso.

En tiempos de sequía, el abasto con agua potable de los sitios distantes de los ríos caudalosos es muy deficiente; además se necesita agua para fines agrícolas y ganaderos. En la parte occidental de los Llanos, el abasto con agua subterránea en grandes cantidades y baja presión artesiana, tiene buenas expectativas según lo indica el declive y el carácter poroso de los sedimentos cuaternarios desde el pie de la cordillera hacia el Este. Las perforaciones de la Shell de Colombia en San Martín encontraron un serio tropiezo en las formaciones modernas por el aflujo inusitado de agua subterránea. - En el interior y en la parte oriental de los Llanos, excepto zonas vecinas a los ríos, la calidad acuífera del subsuelo no se ha aclarado y requiere sondeos a taladro.

En el interior de los Llanos la falta de materiales de construcción de vías y edificios, de carbón para la fabricación de ladrillos y de caliza para cemento son inconvenientes que deben tenerse en cuenta para el futuro. Aún, a lo largo del pie de la Cordillera no hay ya yacimientos importantes de caliza, excepto el del río La Cal, al SW de San Martín.

El suelo de Los Llanos es en parte cascajoso, otras veces arenoso y arcilloso en el pie de la Cordillera y en la "Serranía" y se vuelve gredoso hacia el interior. Proviene principalmente de los sedimentos arenosos y exiguamente calcosos de los grupos cretáceos de Villeta y Guadalupe del frente andino, mezclados durante el transporte con sedimentos arcillosos del grupo del Guaduas y del Terciario. En consecuencia y por concepto del material parental, el suelo solo es de mediana calidad, pero no tan pobre como se acostumbra calificarlo por la vegetación sabanera y por la ínfima y mal nutrida capa vegetal que lleva. Con la precipitación atmosférica que recibe el suelo, los Llanos podrían estar cubiertos por selva y no lo están, a igual que la Pampa Argentina, por el efecto disecador de los vientos (alisios) que los baten. En las vegas donde no influye el viento y en sitios húmedos, la selva sí prospera. Con la ayuda del riego extensas regiones sabaneras de la Pampa han sido transformadas en tierras agrícolas y de pastoreo, aún en la Patagonia inclemente. Los Llanos, comparados con la Pampa, disfrutan de mejor clima, lo cual se expresa por mejores pastos naturales de la vegetación sabanera. En donde ha habido corrales, se obtiene toda la producción tropical que se desee, lo cual indica que el suelo está falto de abono orgánico y es escaso en bacterias. Arada la tierra, como lo ha sido en la zona del Metica-Manacias, produce pasto Puntero que aumenta fuertemente la densidad de población vacuna en relación con las sabanas; en cambio el pasto Gordura que se dá, parece darse pobre en alimentos. En el interior de los Llanos, árboles de mango de gran altura y de abundancia de frutas, levantados por

pasadas generaciones, son una manifestación de que el suelo es más productivo de lo que aparece. El hecho de que las palmas abunden a lo largo de los caños y pantanos indica que el cultivo de palmas oleaginosas (Sarmiento, L. Civilización de Vertiente y Civilización de la Llanura en Colombia. Revista del Banco de la República, Febrero, 1954) puede ser un valioso complemento de la ganadería llanera.

El principal factor para hacer productivo el suelo de los Llanos, consiste, en concepto del autor, en eliminar los efectos disecadores del viento, ya sea mediante regadío o mediante la plantación de hileras de árboles, por ejemplo mangos, como atajo de los vientos. El abono orgánico se podría obtener, acostumbrando al ganado a entrar de noche a los corrales.

La ganadería es la actividad única que sostiene la economía de los Llanos. La falta de reproductores y de sal en abundancia ha producido un ganado de mediano rendimiento que se podría mejorar considerablemente, si se repitiera la buena experiencia que hizo hace 80 años la Compañía Colombia que importó ganado Durham de Inglaterra y lo condujo al alto Magdalena, de ahí por caminos malos a San Juan de Arama y lo aclimató. Los resultados de este cruce con ganado criollo de los Llanos, se pueden palpar todavía en San Martín a través de muchas generaciones, sin renuevo de sangre; comparado este ganado con el cruce de cebú en el resto de los Llanos, es muy superior.

Los parajes de los Llanos naturalmente aptos para agricultura y pastos de cultivo, son los lomajes originalmente selváticos del borde de la cordillera, además las selvas planas entre Villavicencio y La Macarena, el Sarare (Cauca) y las vegas de los ríos.

Siendo tierra plana, los Llanos son de explotación mecánica y extensiva, la más vasta comarca de que dispone el país para estos fines. Disfruta de vías terrestres naturales de tráfico motorizado durante la época

ca de sequía (Diciembre a Marzo), utilizando las divisiones de agua, además de vías acuáticas comunicadas con el Orinoco, navegables en parte aún en verano como el río Meta y el Guaviare que facilitan el comercio de exportación e importación (que subsistió en el siglo pasado). Dadas las grandes distancias dentro de los Llanos y hacia los centros del interior, el hecho de que la mayor parte de los Llanos son campos de aterrizaje, facilitará y generalizará el empleo de la aviación como medio de movilización.

Aún contando con los defectos de transporte de los productos a larga distancia, los Llanos han de desempeñar en el futuro de Colombia un papel muy importante porque la historia mundial enseña que, por razones de producción más económica, mayor facilidad de movilización y criterio sencillo y concreto de los problemas, el poder político y económico se ha trasladado de las Montañas a las Llanuras. Esta sería la finalidad más destacada de los Llanos, como unidad geológica de muy lento desenvolvimiento que le ha imprimido los caracteres actuales.

Los Llanos Amazónicos también representan una planicie, pero son selváticos. Limitan al Oeste con la parte Sur de la Cordillera Oriental, representada por el Macizo de Garzón; el contacto está caracterizado por entrantes y salientes que se indicaron provisionalmente en el mapa. Al descender y desvanecerse la Cordillera Oriental en el Alto Caquetá, los Llanos Amazónicos avanzan fisiográficamente al W hacia el pie oriental de la Cordillera Central; el límite entre ambos puede ser la línea Mocoa-Santa Rosa de Sucumbios. Desde el término septentrional de estos Llanos en la Macarena, el límite con la Saliente del Vaupés es de transición y difícil de fijar tanto geográfica como geológicamente. Al abrirse los Llanos Amazónicos hacia el Sur y hacia Leticia, adquieren una extensión muy grande y traspasan fisiográficamente hacia el curso medio del Amazonas y hacia el Oriente del Ecuador y del Perú.

En contraste con los Llanos Orientales, los Llanos Amazónicos probablemente son también una llanada geológica que llega al Oeste hasta - cerca del pie andino. Así lo indican principalmente el espesor más reducido que tiene el Oligo-Mioceno en el borde oriental del Macizo de Garzón, comparado con el gran espesor en el borde andino de los Llanos Orientales, como también la constitución de la parte oriental del macizo de Garzón por rocas del basamento Guayanense lo cual indica que la plataforma rígida de la Llanura Oriental formaba ahí hasta el Plioceno una saliente fuerte hacia el Occidente y finalmente la posición casi horizontal de los estratos estuarinos oligo-miocenos que estarían fuertemente plegados si fuesen gruesos. Estos estratos yacen al E sobre la arenisca del Vaupés por el río Caquetá aguas abajo (Araracuara), pero en el Putumayo donde no se conocen asomos de dicha arenisca, pueden colocarse directamente sobre el basamento, según lo indica la superposición del Oligo-Mioceno sobre esquistos cristalinos en Pebas y, en Leticia. Los esquistos no muestran el resquebrajamiento y los relieves que caracterizan la saliente del Vaupés y el zócalo de La Guayana, cubiertos de la Arenisca del Vaupés. Parece haber así una diferencia tectónica genética entre la comarca sometida en su tiempo al hundimiento y al relleno con la Arenisca del Vaupés y con la del Roraima y convertida hoy en un domo general, fracturado (zócalo guayanense) con buzada suave (Saliente del Vaupés) hacia el borde andino, y los Llanos Amazónicos no abarcados por esta sedimentación. Además no se tiene información sobre la presencia de rocas graníticas rígidas en los Llanos Amazónicos (excepto el borde del Macizo de Garzón). Se recuerda que van der Hammen determinó el flujo de los sedimentos de la Arenisca del Vaupés desde la Amazonía hacia NW.

Si los Llanos Amazónicos se interpretan por el concepto de la extinción de la Arenisca del Vaupés desde la Saliente del Vaupés hacia el macizo de Garzón, hacia el Putumayo y el Amazonas, y por la delgada capa oligo-miocena que no engruesa fuertemente desde el interior de dichos Lla -

nos hacia el pie del macizo de Garzón, prácticamente no se puede hablar de una cuenca como en el caso de la de Arauca de los Llanos Orientales. La propia cuenca que se puede llamar del Alto Amazonas y que se extiende por el borde andino hacia el Oriente del Ecuador y del Perú, se inicia en la zona de Mocoa, fisiográficamente el piedemonte andino de los Llanos Amazónicos. Sin embargo geológicamente considerada, con base en los estudios de E. Grosse, J. Royo y Gómez y W. Kehrer (1), la zona de Mocoa es la continuación del valle interandino del Magdalena con el cual la zona comparte el mismo desarrollo del Cretáceo, incluso el volcanismo del Cretáceo Superior, y los sedimentos terciarios, como también las rocas eruptivas. Su separación del valle del Magdalena se debe simplemente a que el terreno intermedio del valle, comprendido entre la región de Pitalito y Mocoa, ha sido solevado, y se convirtió en un dintel alto. La asimilación de esta zona a los Llanos Amazónicos se debe a que el descenso geológico del macizo de Garzón y de la Cordillera Oriental hacia el alto Caquetá, que geológicamente corresponde a una buzada (plunge) de mayores dimensiones, pone término meridional a la Cordillera Oriental y explica el avance de los Llanos Amazónicos y de su tipo geológico hacia el pie de la Cordillera Central. Se considera que el límite geológico entre la zona y los Llanos podría ser la continuación del rumbo NE-SW del borde occidental o huilense del macizo de Garzón hacia la confluencia del Guamues con el Putumayo. - Las salientes del Macizo de Garzón que se presentan al Norte de Florencia y en el Dormilón al Sur de La Macarena se interpretan aquí como complemento de la digitación hacia el Vaupés que se mencionó de La Macarena y de Puerto Arturo. Un límite definido con la Saliente del Vaupés y con la cuenca del Bajo Amazonas tampoco se puede dar geológicamente.

(1) Grosse, E. Acerca de la Geología del Sur de Colombia - I - Huila y Caquetá. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Tomo III, pgs. 31-137.

Royo y Gómez, I. - Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia Tomo V, pgs. 134-138.

Kehrer, W. - Zur Geologie des südlichen Zentral - und Ostkordillere der Republik Kolumbien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. B.B. - 80. Abb. B. 1938, pgs. 1-30.

COPY 2

LAS UNIDADES GEOLOGICAS DE COLOMBIA.

(LABORES DE DIVULGACION DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL)

Si la corteza de la tierra fuese rígida e inmóvil, o en los dos mil millones de años de su consolidación se hubiese -
vuelto así, ella nos presentaría hoy en día el aspecto de una esfe-
ra lisa cubierta del mar, sin continentes y vida terrestre y una -
vida marina primitiva o acaso nula.

La corteza terrestre o litosfera que forma la parte-
exterior del globo terráqueo, vista en espacios de tiempo históri-
cos humanos, solo aparenta ser una masa estática. Mensuras exactas
hechas demuestran que unas partes se hundén, otras en compensación
se levantan a razón de milímetros o partes de milímetros por año.
Si tales movimientos son continuos, en mil años puede formarse una
diferencia de nivel de un metro (a una rata de 1 mm por año), y en
diez mil años de 10 m, lo cual importaría por ejemplo un aumento -
de tierra firme considerable en el caso de una faja costera llana
que se levanta, o una reducción fuerte en el caso de un movimien-
to inmersivo. En los períodos geológicos que se extienden sobre mi-
llonas de años, el monto de hundimiento y levantamientos puede lle-
gar a ser de miles de metros, según se deduce del espesor de los -
sedimentos que han llenado los espacios en hundimiento. Así como
estos movimientos levantan montañas del fondo del mar, pueden su-
mir las en su totalidad, o en partes, a profundidades hasta abisales
de los océanos, caso que se ha repetido en los Andes y en las de -
más montañas en forma de ciclos. Estas montañas son las zonas -

plásticas de la tierra, sus fajas móviles. En contraposición a ellas están los zócalos continentales o cratonos que en un tiempo temprano de la tierra se convirtieron en una masa de rocas rígidas y que por lo mismo apenas participan en los movimientos de la corteza; son en la "política" de la tierra los núcleos conservadores, como las montañas son su complemento evolucionista. Entre las montañas y los zócalos se extienden las orlas que desempeñan un papel intermedio entre los movimientos intensos de la montaña y el lento de los cratonos. En el mapa adjunto de Suramérica se muestra la subdivisión del continente en dichas unidades, reflejos de la diferencia de intensidad regional de los movimientos de la corteza terrestre. Este mapa ha sido deducido del Mapa Geológico de Suramérica, de W. Stose, es cala 1:5.000.000; Geological Society of America, 1950.

Supuesto que no hubiere las fajas plásticas en la corteza terrestre, el lento actuar de los cratonos habría implicado un gran retraso en el desenvolvimiento de la vida orgánica que en las montañas recibe su estímulo de los aspectos siempre variables que la obligan a adaptarse. La influencia de un cratón temporalmente aislado de su montaña, sobre el grado de progreso de las especies terrestres, lo demuestra el cratón de Australia con su flora, fauna y humanidad primitivas. Al construir la muralla y formar un aislamiento artificial, el progreso de la China se estancó, como también el progreso de la vegetación en los cerros del Vaupés que quedaron aislados por el estuario del Terciario Superior que se extendía desde los Llanos Orientales hacia el Alto Amazonas.

Cuando una faja o una zona de la corteza terrestre se halla en estado de hundimiento, recibe el aparte de sedimentos anorgánicos desde las regiones altas vecinas (lodo, arenas, cascajos, cenizas -

zas volcánicas), a los cuales se agregan en veces grandes masas de lavas submarinas, los productos de precipitación del agua del mar y de lagos (sal gema, potasas, yeso, algunas calizas) y los que resultan de la acumulación de restos orgánicos, como valvas de invertebrados (calizas), esqueletos y despojos de vertebrados (fosfatos), materias grasas (petróleo) y vegetales (carbón). Según el grado de hundimiento y el monto de aporte de sedimentos, un área puede ser por largo tiempo geológico alternativamente marina, lacustre, pantanosa o bajo aluvial. El espesor que llegan a tener dichos sedimentos, en veces muy variados en su sucesión vertical y en el desarrollo horizontal, puede sobrepasar los diez mil metros y como esta masa de sedimentos tiene alternativas periódicas que son causadas por la aceleración o retardo del hundimiento, por la suspensión temporal de la sedimentación, la intervención de movimientos ondulatorios de la corteza, los cambios en la configuración de las zonas proveedoras de sedimentos, etc., resultan divisiones en la masa que llamamos grupos y formaciones geológicas. El largo tiempo que implica la deposición de cada grupo sedimentario y los diferentes ambientes a que ha estado sometido, determina una variedad de fauna y flora y sobre todo un cambio de clases, géneros y especies que son determinantes para establecer la edad relativa de los grupos y formaciones. Se puede decir que cada estrato (capa o banco) es una hoja de la historia de la tierra y que las formaciones y grupos son capítulos de ella.

Bajo el peso de las capas superpuestas, bajo la temperatura alta de la profundidad a que llegaron, por la intrusión de rocas ígneas y por los plegamientos y falladuras que sufren, los sedimentos se consolidan y se vuelven roca, es decir sufren un proceso de petrificación o fosilización que afecta también los restos -

orgánicos. En casos extremos, los sedimentos pueden sufrir una alternación tan fuerte que se vuelven cristalinos y se convierten en rocas metamórficas.- Por su parte, el basamento en que se depositaron los sedimentos, en un principio ^{rígido} duro, se vuelve plástico a la medida que se hunde (aumento de temperatura) y así susceptible de arrugarse. Este caso se está contemplando en la cuenca de Arauca, donde un sector rígido de la plataforma de la llanura comenzó a hundirse profundamente y a volverse plástica en el Terciario Superior.

Cuando un terreno saturado de sedimentos comienza a levantarse ^{o a contraerse} intermitente o definitivamente, queda sometido a la erosión que rebaja su nivel y a la larga puede convertir una montaña en una planicie troncal.

Lo interesante en el desenvolvimiento de una montaña consiste en que su estado actual es la culminación de un ciclo de desenvolvimiento a que ha estado sometida, extendido sobre tiempos geológicos largos y caracterizado por fases semejantes a las de la vida orgánica, desde el estado embrionario a través del juvenil, del ~~de la~~ ^{madurez} madurez hasta el senil y el fenecimiento. Estos ciclos o generaciones se han repetido y en Colombia hay indicios muy sugestivos de que actúan en general sobre el mismo terreno, pero solo estamos en condiciones de apreciar el último ciclo que se desarrolla desde el Mesozóico o edad media de la vida de la tierra hasta el Cenozóico o edad nueva de la vida de la tierra, inclusive, o sea sobre un espacio de tiempo de 200 millones de años. Las etapas de este ciclo se pueden determinar mejor en el terreno de evolución acom pasada del Oriente Andino de Colombia que en el impulsivo del Occidente. Al iniciarse el hundimiento y la sedimentación sobre el terreno de la probable montaña fenecida al final del Paleozóico (edad antigua de la vida de la tierra), el Oriente Andino era una zona terrestre de bajos relieves (troncal). El hundimiento expresado por deposición de sedimentos y actividad volcánica que comprenden el tiempo y el grupo de Girón, no se extendió sobre todo el Oriente Andino, sino solo sobre los valles del Cesar y del Magdalena y sobre los flan

cos oriental y occidental de la Cordillera Oriental en Boyacá y en los Santanderes y sobre las partes venezolanas de la Serranía de Perijá y la Sierra de Mérida, dejando un lomo interior que se percibe bien desde el Páramo de Mortiño entre Bucaramanga y Pamplona hacia el Cata-tumbo (Notestein et al.: Geology of the Barco Concessión. Bulletin - Geol. Soc. of América, Vol. 55, pgs. 1165-1216) y de ahí por el lado occidental de la cuenca de Maracaibo hacia Maracaibo. Desde Cundinamarca hacia el Sur y al parecer en el valle del Magdalena desde Neiva al Sur había evidentemente tierra firme. Mientras en el valle del Cesar y Magdalena penetraba el mar (Triásico de Payandé-Chaparral, Liásico de Morrocoyal al SW del Banco) y la sedimentación alternaba con una intensa actividad ígnea, intrusiva y extrusiva, hacia la actual Cordillera Oriental se depositaban sedimentos de 3000 m de espesor en áreas lacustres y fluviales, en parte desérticas. La configuración por lo visto era enteramente distinta a la actual. Al final del Jurásico (lapso medio del Mesozóico), un movimiento pasajero de contracción (orogénismo) vuelve a cambiar la faz del Oriente Andino, de tal manera que en la tercera y última fase del Mesozóico, o sea en el Cretáceo, el hundimiento se desplaza y se concreta inicialmente (Valanginiense y Hauteriviense) al área de la actual Cordillera Oriental, menos al Macizo de Garzón, y facilita la invasión marina que recibe el aporte de plantas desde la Llanura Oriental. El fuerte del hundimiento, reflejado por 3000 a 5000 m de sedimentos (grupo de Cáqueza) se concentra en cuencas del flanco oriental de la Cordillera Oriental (Cáqueza-Valle de Tenza, Salina de Chita, Barquisimeto). Más tarde, en la subdivisión del Barremiano del Cretáceo, el mar de la Cordillera Oriental, fecundísimo en vida, se extiende hacia el valle del Magdalena-Cesar y al flanco oriental de la Cordillera Central, pero no a la Llanura Oriental y al macizo de Garzón. Perdura así el mar y la sedimentación con leves oscilaciones regionales, hasta poco antes de finali-

zar el Cretáceo (Campaniano) y tiene su máximo de sedimentación (5000 m y más) desde el Barremiano hasta el Cenomaniano) (grupo de Villeta) en la zona de Vélez-Muzo-Villeta, es decir en un sector del flanco occidental de la Cordillera Oriental y un mínimo sobre la faja de Guantiva-Macizo de Santander - Catatumbo - Maracaibo. Desde el Turoniano hasta el Campaniano (grupo de Guadalupe) no parecen existir tan fuertes diferencias de hundimiento y de espesor de sedimentos como en el tiempo de Villeta y es posible que el área de sedimentación se haya expandido a la cuenca de Arauca de la Llanura Oriental. En este tiempo de Guadalupe, o sea el tiempo que corresponde a la deposición de los sedimentos del grupo, se manifiesta un volcanismo intermediario notable en el alto Magdalena, de Neiva hacia Mocoa (continuación geológica del valle del Magdalena) que es apenas un leve reflejo del intenso volcanismo básico y de la sedimentación silíceo del Cretáceo que se producía al W de la Cordillera Central, en el Occidente Andino. En la transición del tiempo campaniano al Maestrichtiano (con el cual finaliza el Cretáceo), sobreviene una ligera suspensión de la sedimentación con leve contracción (orogenismo) y erosión regional de los sedimentos recién creados y al continuar el hundimiento en el Maestrichtiano se depositan alternativamente sedimentos marinos (estos sobretodo en el valle del Magdalena y Cesar), lacustres y de ciénagas (origen del carbón de la Cordillera Oriental) que traspasan sin interrupción al Terciario más antiguo (Paleoceno) y que constituyen hoy día el grupo de Guaduas. Significando los preludios de la erección de la Cordillera Oriental, el hundimiento y la sedimentación se concentran dentro de ella a las cuencas de Bogotá y de Maracaibo, enlazadas entre sí por una serie de cuencas menores entre Tunja y Cúcuta y extendidas desde Bogotá, vía de Fusagasugá y Cunday hacia el Alto Magdalena. Al lado de la vieja masa terrestre del macizo de Garzón, probablemente también el macizo de Santander y sus vectores emergen del área de sedimentación. En el valle del Cesar-Magdalena, la sedimentación del tiempo de Guaduas es notablemente marina y este ambiente se acentúa en el Valle del Cesar. El adelgazamiento de los sedimentos del Guaduas en el

bordé llanero de la Cordillera Oriental indica que el área de sedimentación no se extendía notablemente hacia la Llanura Oriental. En el Terciario Inferior (Eoceno hasta al parecer Oligoceno Inferior), correspondientes a la deposición de las formaciones lacustres y fluviales de Bogotá en la Cordillera Oriental y de Gualanday-Chorro en el Valle del Magdalena, la modelación del Oriente Andino se acentúa y se manifiesta en el valle del Magdalena por conglomerados y areniscas de grano grueso que significan el surgimiento fuerte de la Cordillera Central y posiblemente también el del flanco occidental de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, los sedimentos no son de grano tan grueso, pero típicamente arenosos, lo cual se interpreta en el sentido de que los relieves de que provinieron los sedimentos fueron suaves. Como ya se manifiesta en el tiempo de Guaduas, el mar se retira hacia el Caribe y se conserva en forma oscilante en el Valle del Cesar y en la cuenca de Maracaibo. La diferencia relativa de niveles entre la Cordillera Oriental por una parte y el valle del Magdalena-Cesar y la Llanura Oriental por otra se acrecienta en el resto del Oligoceno y en el Mioceno, cuando por primera vez se nota un hundimiento acentuado con sedimentación estuarina de 4000 a 5000 m de espesor en la Llanura Oriental desde La Macarena y Villavicencio hacia Arauca y los Llanos Venezolanos, o sea en la actual cuenca de Arauca, movimiento que se extendió leve pero vastamente a toda la Llanura Oriental y que encubrió de sedimentos de poco espesor esta parte de la Orla Andina y el Alto y Medio Amazonas. Los sedimentos de este tiempo (formaciones de San Fernando, Caja, Farallones) van volviéndose conglomeráceos hacia el final del período a lo largo del pié andino como expresión del solevantamiento de la Cordillera Oriental. En el interior de la Cordillera Oriental, el hundimiento de las cuencas anteriores prosiguió en forma amenguada en el Oligoceno (formación de Usme), pero no parece haber proseguido en el Mioceno, excepto en la cuenca de Maracaibo que recibió un aporte de sedimentos comparable al de la cuenca de Arauca. También en el

valle del Magdalena, la sedimentación fué copiosa, especialmente en la cuenca del Carare, y se volvió conglomerácea en el Mioceno, con gran afluencia acuática y eólica de material volcánico intermediario (andesítico) desde la Cordillera Central. Ya finalizando el Terciario, - en el Plioceno, no hay sedimentación notable en el Oriente Andino y - esto se debe al solevantamiento de esa comarca que coincidió en un - período relativamente corto, con una fase de plegamiento y fallamien - to intensos que dió origen a la actual configuración del Oriente An - dino y en general de la Montaña de Los Andes. Ha sido ésta una trans - formación súbita, comparable a una mutación en el imperio orgánico, - que se caracteriza al final por un período de glaciación en que los - glaciares de las montañas de Colombia descendían hasta 3000 m de al - titud. Esta fase grandiosa que inició la erosión fuerte y general, co - rresponde al paroxismo andino al cual debemos los aspectos actuales - o geográficos del país.

Producción de Rocas Eruptivas

Los movimientos de la corteza terrestre que crearon la - actual conformación andina implican entre otros efectos la formación de grietas profundas que se convierten en fallas por desplazamiento - de los bloques y que pueden llegar hasta la zona ígnea que yace bajo - la corteza. Entonces aliviada de presión la masa ígnea, o magma que - en los albores de la tierra formó su primera capa sólida y dió lugar a la derivación de los primeros sedimentos, tiene ocasión de penetrar a la corteza y quedarse ahí en forma de roca intrusiva o ascender - hasta la superficie en forma de roca extrusiva con expresión de vol - canismo. Estas rocas macizas sin la estratificación de los sedimen - tos llamadas rocas eruptivas se diferencian en rocas ácidas y livia - nas del tipo de granitos y pórfidos, en rocas intermediarias del tipo

de dioritas y andesitas (porfiritas), en rocas básicas del tipo de gabbros y basaltos y en rocas ultrabásicas, ricas en hierro y las más pesadas.

El volcanismo ha tenido su más fuerte expresión en el Occidente Andino, durante el Cretáceo, e intermitentemente durante el Terciario. La actividad intrusiva fué intensa también, pero dispersa y se manifiesta con el mayor rigor en la Cordillera Central. En el Oriente Andino tanto la actividad volcánica como la intrusiva fué mínima, excepto en el Jura-Triásico del Valle del Cesar-Magdalena y en el Cretáceo del Alto Magdalena. En la Llanura Oriental y en la Saliente del Vaupés, la actividad ígnea fué nula.

Mientras estas rocas eruptivas producen la mayoría de los yacimientos de minerales metálicos, las rocas sedimentarias contienen los yacimientos sedimentarios, como el carbón, el petróleo, la caliza, el yeso y en veces también yacimientos de hierro, como el de Paz de Río.

Tectonismo

Los movimientos de la corteza son verticales, horizontales y tangenciales que producen plegamientos (ondas y ondulaciones del tipo del mar), fallas, sobrecurrimientos, cobijaduras, etc. Su actuación conjunta o aislada determina el tectonismo de la tierra y éste, en combinación con la erosión define los relieves que contemplamos. Desde que las fajas caracterizadas actualmente por montañas son zonas móviles, es comprensible que ofrezcan una gran variedad de relieves, de rocas, de minerales, de condiciones climatéricas, hidrográficas, de suelos, de ambientes de vida, en contraste con la sencillez y amplitud de los aspectos de las orlas y cratonos. Lo mismo implica una diferencia sustancial de actividades humanas, como lo demuestran por ejemplo los contrastes entre los transportes y la posibilidad de mecanización entre la Montaña y la Orla o Los Cratonos. Se vé que el

grado de intensidad de movimientos de la corteza también es responsable del género de vida de la humanidad y para caracterizarlo en un caso especial dentro de la Montaña, se llama la atención hacia el carácter impulsador que manifiesta el habitante del Occidente de Colombia conforme al desenvolvimiento geológico intenso que tuvo esa parte del país, y el carácter metódico y pausado del habitante del Oriente (andino) del país donde ha habido una evolución regular, menos agitada y discontinuada, que determinó el establecimiento ahí de la capital de la República.

La intensidad del tectonismo que depende de la plasticidad de las rocas y ésta de la temperatura (profundidad a que yacen) por lo visto define las unidades geológicas del país con sus consecuentes recursos y ambientes que deciden sobre las actividades humanas. Para Colombia es singular que tanto las unidades geológicas mayores, como las medianas y menores, coinciden en lo general con las unidades geográficas, principalmente con los relieves. Además el desenvolvimiento de cada unidad geológica tiene lugar más o menos en el mismo sitio que ocupa hoy día. Esto facilita grandemente la interpretación económica de Colombia.

Ha sido don Tulio Ospina, hijo de la Montaña, quien dió a conocer la importancia de las unidades geológicas, al caracterizar la Codrillera Central como "espinas dorsales" de Los Andes que separa dos áreas andinas de acción simultánea, pero de intensidad de acción y producción distintas, a saber el Oriente Andino y Occidente Andino de Colombia. Reconoció así el orden de la distribución de los bienes de la naturaleza en Colombia y la idiosincracia de la geología colombiana, Francisco José de Caldas, con anterioridad, había explicado la influencia del ambiente (clima) en los seres organizados;

la diferencia de hábito de vida en las unidades geológico-geográficas demuestra la trascendencia de esta observación.

Con base en esta breve y muy rudimentaria introducción a las causas y consecuencias que redundaron tras quinientos millones de años de historia documentada de la tierra en los aspectos presentes de toda la naturaleza, se procede a hacer la descripción de las unidades geológicas de Colombia. No se puede obviar el uso de expresiones ajenas al conocimiento del lector, pero que pueden ser acicate para conocerlos en los textos de geología. También se advierte que todavía es poco lo que sabemos de esta maravillosa historia del devenir y que nunca alcanzaremos a comprender en sus enlazamientos, probablemente en beneficio de nosotros mismos porque mientras haya misterios por delante, viviremos.

LAS UNIDADES GEOLOGICAS MAYORES DE COLOMBIA

(Véase croquis de las unidades geológicas de Colombia)

Según se explicó inicialmente, Colombia comprende sectores de las tres unidades continentales de Suramérica que son la Montaña, la Orla y el Cratono; así el país ofrece un campo completo de unidades geológicas y de recursos y ambientes de cada una. Pero lo más importante es que su sector andino sea el recorte más perfecto e instructivo de la constitución y de la evolución de una montaña, un caso clave para comprender los problemas de la actuación geológica, al menos dentro del ciclo del Mesozóico (edad media de la tierra) y del Ce

nozóico (edad moderna de la tierra).

Los sectores colombianos de las unidades en cuestión son:

- 1) La Saliente del Vaupés, extensión occidental del rígido zócalo de la Guayana hacia el borde de los móviles Andes.
- 2) La Llanura Oriental, parte de la Orla semirígida que se para el zócalo de la montaña.
- 3) El sector colombiano de la Montaña de Los Andes, zona - móvil de la Montaña cuya apasionante historia estamos - comenzando a leer y comprender.

Los sectores mencionados son la parte terrestre del dominio del país. A ellos hay que agregar las partes sumergidas de la corteza que geológicamente son parte de Colombia. La digitación andina hacia el Caribe forma en la parte occidental del Mar Caribe la cuenca internacionalmente llamada cuenca de Colombia (véanse cartas marinas modernas) que, en relación con la posesión de San Andrés y - Providencia, es en gran parte colombiana. Desde el litoral del Pacífico se extiende al Oeste la cuenca submarina del Chocó (internacionalmente no calificada), a la cual sigue más al Oeste y separada por el lomo submarino de Malpelo, la cuenca submarina llamada de Panamá. Ambas cuencas representan el sector colombiano de la probable Orla occidental de Los Andes y a esta Orla sigue más al Oeste lo que se diseña como el vasto cratono sumergido del Pacífico. Aun cuando estas unidades submarinas de la corteza terrestre no revisten todavía importancia económica, el progreso de la técnica de exploración y explotación submarina y el consiguiente interés de los países de extender su soberanía a tales baldíos, incitan a prestarles atención -

entre otras razones por las expectativas petrolíferas que ofrecen.

Saliente del Vaupés

El zócalo Guayanense (véase Mencher, Fichter et al.: *Geology of Venezuela and its Oil Fields*. Bulletin American Ass. of Petrol. Geologists. Vol. 37, No. 4, 1950) del cual es parte la Saliente del Vaupés consta de una planicie troncal de rocas néisicas, al menos en parte de origen sedimentario (afloramientos de La Macarena), intruídas por rocas ácidas.- Este basamento Guayanense de edad precámbrica y más probablemente azóica se ha vuelto ya rígido y estático en el alba de la vida en la tierra y por lo tanto de muy lento actuar. En el bajo Orinoco se le ciñe la formación de mineral de hierro y de cuarcitas ferruginosas de Imataca, precambriana al parecer, intruída por gabbros y basaltos más modernos. En el interior, el zócalo está cubierto por el grupo volcánico de Pastora y por 2400 m de sedimentos de areniscas, conglomerados, arcillas y tobas volcánicas (convertidas en jaspe) de la formación de Roroima, única inmersión de consideración con aspecto de cuenca que sufrió el zócalo. Estos depósitos posteriormente no variaron notablemente la posición horizontal original. Para las formaciones post-arcáicas del zócalo es típico que no se hayan encontrado restos orgánicos. Por comparación con las rocas del borde andino se cree en Venezuela que la formación de Roroima pueda corresponder al Mesozóico Inferior y Medio (Triásico y Jurásico) y las rocas básicas, que las intruyen, al Cretáceo. Con posterioridad a estos eventos distanciados entre sí no ha habido otros de importancia fuera del sollevamiento.- La Saliente del Vaupés presenta una geología semejante, abstracción hecha de la actividad eruptiva y volcánica -

entre otras razones por las expectativas petrolíferas que ofrecen.

Saliente del Vaupés

El zócalo Guayanense (véase Mencher, Fichter et al.: *Geology of Venezuela and its Oil Fields. Bulletin American Ass. of Petrol. Geologists. Vol. 37, No. 4, 1950*) del cual es parte la Saliente del Vaupés consta de una planicie troncal de rocas néisicas, al menos en parte de origen sedimentario (afloramientos de La Macarena), intruídas por rocas ácidas. Este basamento Guayanense de edad precámbrica y más probablemente azóica se ha vuelto ya rígido y estático en el alba de la vida en la tierra y por lo tanto de muy lento actuar. En el bajo Orinoco se le ciñe la formación de mineral de hierro y de cuarcitas ferruginosas de Imataca, precambriana al parecer, intruída por gabbros y basaltos más modernos. En el interior, el zócalo está cubierto por el grupo volcánico de Pastora y por 2400 m de sedimentos de areniscas, conglomerados, arcillas y tobas volcánicas (convertidas en jaspe) de la formación de Roroima, única inmersión de consideración con aspecto de cuenca que sufrió el zócalo. Estos depósitos posteriormente no variaron notablemente la posición horizontal original. Para las formaciones post-arcáicas del zócalo es típico que no se hayan encontrado restos orgánicos. Por comparación con las rocas del borde andino se cree en Venezuela que la formación de Roroima pueda corresponder al Mesozóico Inferior y Medio (Triásico y Jurásico) y las rocas básicas, que las intruyen, al Cretáceo. Con posterioridad a estos eventos distanciados entre sí no ha habido otros de importancia fuera del solevantamiento. La Saliente del Vaupés presenta una geología semejante, abstracción hecha de la actividad eruptiva y volcánica

del zócalo y de la inmersión de la Saliente en el Terciario Superior (Oligo-Mioceno hasta ?Plioceno) que la cubrió de un manto probablemente delgado de sedimentos lacustres, salobres y paludales arcillosos y arenosos, con carbón lignítico y lignito. Sobre el basamento néisico-sienítico de La Guayana parece colocarse directamente la formación esteril de la Arenisca del Vaupés, litológicamente semejante a la de Roroima (con jaspe), pero relacionable hacia la Macarena con el Devoniano fosilífero. La estratificación cruzada de la formación del Vaupés en el Apaporis permitió a Th. van der Hammen determinar que la fuente de abasto de sedimentos provenía de una región alta del Sureste, situada en el curso medio del Amazonas o más al Sur, definición que podría ser de interés respecto del origen de los sedimentos y quizá de los diamantes de la formación de Roroima. Ningún indicio sobre la existencia de sedimentos paleozóicos, distintos a los eventualmente paleozóicos de la Arenisca del Vaupés, se ha encontrado hasta la fecha. Cerca del borde andino, en la Macarena, ya fuera del propio recinto de la Saliente, estos sí se presentan. Es significativo a este respecto que aún en la región de Leticia y de Pebas, en el Amazonas, los esquistos cristalinos se hallen casi superficiales, cubiertos de Oligo-Mioceno.

Los relieves que resultaron del desenvolvimiento lento de la Saliente del Vaupés son una planicie moderna formada por el manto sedimentario del Terciario Superior que oculta la mayor parte del subsuelo profundo, pero que localmente muestra la superposición sobre el basamento Guayanense (parte oriental de la Saliente) y sobre la Arenisca del Vaupés. Sobre esta planicie, a manera de una digitación rudimentaria y fracturada que parte y se amplía al SE desde la zona andina en la Sierra de La Macarena y más al Sur (véase mapa de la Geographical Society of New York, 1942, escala 1:1.000.000), se levantan cerros, mesas y tendidos con escarpas, con altitudes hasta de 300 m so

bre la planicie, formados de la Arenisca del Vaupés, que se van desvaneciendo hacia la frontera con Venezuela y Brasil y sustituyéndose por montículos y conos de rocas intrusivas ácidas del basamento. El carácter tectónico revela fallas escalonadas que levantan el terreno hacia el Este y que son responsables de los raudales y saltos de los afluentes del Orinoco y del Amazonas; además se hallan ondulaciones y flexuras. En conjunto, la Saliente da la impresión de una zona levemente arqueada que desciende desde el zócalo Guayanense en dirección hacia los Andes y, por los flancos, hacia los Llanos Orientales y muy levemente hacia los Llanos Amazónicos. Por sus relieves relativamente bajos, la Saliente contrasta con el zócalo Guayanense que los tiene de gran altitud y extensión, y se destaca de la Llanura Oriental que es una planicie. Contrasta con los Andes por la falta de subdivisión longitudinal definida, efecto de su rigidez. Así la Saliente del Vaupés viene a ser una unidad geológica y fisiográfica bien definida y solo transicionalmente delimitada hacia los Llanos Amazónicos.

Distanciada de los centros de actividad del país, cubierta de selva, con ríos de navegación descontínua que fluyen al Orinoco y al Amazonas, la vasta Saliente es prácticamente virgen, inaprovechada y geográfica y geológicamente poco conocida. Sin embargo puede desempeñar un papel importante en el futuro de Colombia porque es parte de un zócalo y porque los zócalos continentales (parte oriental de Estados Unidos y Canadá, Rusia, Brasil, Australia) se han convertido o se están convirtiendo en potencias dominantes. Al atender el desarrollo de esta Saliente, es necesario encontrar incentivos del subsuelo y de la producción del suelo que atraigan inversionistas e inmigrantes. Hasta ahora, el basamento Guayanense no ha demostrado contener riquezas de importancia y de transporte lucrativo. Diseminaciones de magnetita en las sienitas de la sierra de Puerto Arturo, al Oeste de San José del Guaviare, podrían dar esperanza de encontrar ya

cimientos compactos del mismo mineral, como también lo señalan las oolitas de hierro y el mineral de manganeso hallado en bolsas del Oligo-Mioceno del Apaporis (van der Hammen). Mas atrae por lo pronto la posibilidad de encontrar en el basamento yacimientos uraníferos cuya importancia y valor harían factible una explotación inmediata e insinúan exploraciones al respecto. La posibilidad de encontrar focos diamantíferos es muy remota, más que por falta de indicios al respecto como porque el basamento se halla vastamente encubierto por los sedimentos del Terciario Superior y por la Arenisca del Vaupés. Esta Arenisca no contiene yacimientos, pero sí es de gran importancia como fuente de abasto para material de carreteras que se construyan. El Terciario Superior que prácticamente no tiene aliciente petrolífero, ofrece carbón lignítico en la parte occidental de la Saliente, pero éste no es de interés inmediato. - Ante esta incertidumbre, respectivamente inaplicabilidad de los recursos del subsuelo y la falta de exploraciones sistemáticas, hay que prestar atención preferente a los modos de aprovechamiento de los recursos forestales y agrícolas del suelo que es de buena calidad en la extensión del Terciario Superior, deficiente en las zonas de afloramiento del basamento y malo en la Arenisca del Vaupés. Los recursos forestales se explotaron y se explotan por concepto de caucho, al parecer el único renglón de producción del Vaupés; las posibilidades de aprovechar palmas oleaginosas no se conocen. Se insinúa en consecuencia la exploración forestal de este territorio en cuanto a productos que resistan transporte aéreo a Bogotá, como el caucho. La penetración agrícola dispone de dos vías importantes del interior, indispensables para el desenvolvimiento del Vaupés, una que va de Bogotá por Villavicencio, San Martín a San José del Guaviare y de ahí al río Vaupés y de la cual se halla en servicio el trayecto Bogotá-San Martín, en abandono el de San Martín a San José del Guaviare y por construir en buenas condiciones el de San José al río Vaupés. La otra vía, de más difícil realización y que es-

tá por construir en su totalidad es la de Neiva-San Vicente de Caguán-Sabanas de Yarí-rio Vaupés que daría expansión al Departamento del Huila. Campos aéreos de acuaticaje son abundantes en los ríos mayores, como el Guaviare, el Inírida, el Vaupés, el Apaporis y el Caquetá y serían muy útiles para el transporte de productos valiosos. Campos terrestres existen en Mitú y en San José del Guaviare y se pueden instalar fácilmente en las Sabanas de Yarí, al S de La Macarena.

Vale mencionar la flora antigua, preciada en los círculos botánicos colombianos e ingleses, que se encuentra en las mesas y cerros del Vaupés y de La Macarena que crece en el suelo pobre, falto de agua (excepto el de lluvias), fuertemente recalentado durante el día y frío en la noche de la Arenisca del Vaupés. Aparte de que se ha especializado a la vida en este ambiente singular en que la vegetación progresista de los bajos no puede subsistir, ella ha persistido aisladamente desde el Oligoceno hasta posiblemente el Plioceno en islotes que son las eminencias actuales, colocados en un mar de agua dulce y en veces salobre. Este aislamiento y la falta de movimientos orogénicos (de creación de montaña) que varían el ambiente explican cómo una flora antigua puede conservarse allende su término normal.

La Llanura Oriental

Como tal se comprende el extenso territorio ubicado entre el cratono Guayanense y el pié oriental de los Andes estrechado en La Macarena, que es, con diminutas excepciones un llano perfecto, con aterrazamientos hacia la cordillera, un caso topográfico (fisiográfico) como la Pampa Argentina. Al Sur de la Saliente del Vaupés, la Llanura no tiene límite fisiográfico con la extensa llanura del Amazonas, pero geológicamente los afloramientos del basamento Guayanense entre Leticia y Pebas acusan que el propio límite debe hallarse más al Oeste. Es muy posible-

aún que por el Putumayo y el Caquetá dicho límite se acerca a los Andes ya que la topografía da la impresión de que la plataforma de rocas guayanenses y rocas asociadas pueda extenderse hasta ahí, y porque dichas rocas todavía forman la parte oriental del macizo de Garzón en la parte Sur de la Cordillera Oriental. En el Norte, en cambio, el límite fisiográfico y geológico entre la Llanura y la Saliente es más o menos fijo a lo largo del río Guaviare que además forma la división entre la selva del Vaupés y las sabanas de los Llanos Orientales. Siguiendo los sedimentos terciarios desde la Saliente hacia la Cordillera se tiene la noción de cómo aumentan extraordinariamente de grueso en la "Pata de la Cordillera". El límite con los Andes es brusco y relativamente uniforme, con rumbo NE desde Florencia hasta Tames.

En vista de estas diferencias sustanciales entre la parte Norte y Sur de la Llanura Oriental, hay que dividirla en la parte septentrional sabanera o Llanos Orientales y la parte meridional selvática o Llanos Amazónicos. La división entre una y otra es la Sierra de La Macarena, una extensión ya semiorogénica de la Saliente del Vaupés, la única que revela secretos sobre la constitución geológica de la Llanura Oriental en la vecindad de la Montaña.

A grandes rasgos La Llanura Oriental se diferencia de la Saliente del Vaupés porque es una planicie con montículos muy raros formada de sedimentos modernos (?Plioceno). Los sedimentos oligo-miocenos en gruesan considerablemente hacia el pie andino donde se hallan fuertemente plegados y sobrescurridos. En contraposición a los Llanos Orientales sabaneros en los Llanos Amazónicos selváticos el manto oligo-mioceno es más delgado y está tectónicamente menos afectado.

La Sierra de La Macarena, división entre los Llanos Orientales y los Llanos Amazónicos, tiene forma oblonga SSE hacia NNW y una longitud

de 120 km y un ancho de 30 a 40 km; la elevación sobre la planicie de que surge es hasta de unos 1000 m. Tectónicamente se halla limitada - al Oeste por una falla alta, expresada topográficamente por un paredón alto y relativamente parejo; al Este se presenta un sistema de fallas con entrantes y salientes, menos fuerte que la falla occidental. Tanto el extremo Norte como el extremo Sur son buzadas (plunges) normales - que también se hallan topográficamente bien expresadas.- El núcleo de la Sierra (véase Trumphy: Pre Cretaceous of Colombia. Bulletin Geological Soc. of Am., Vol. 54, pgs. 1282-1290) consta de neises, sienitas, granosienitas y pórfidos cuarzosos del basamento recubierto primeramente por sedimentos arcillosos y arenosos, muy consolidados y fosilíferos que corresponden al Paleozóico Inferior (Cambriano Superior y Ordoviciano). Estos sedimentos tienen unos 300 m de espesor en La Macarena, mientras que hacia Uribe, en el pié de la Cordillera Oriental, presentan 2000 m de espesor, aumento que coincide con el aumento de espesor del Devoniano en el mismo sentido desde la Llanura hacia el borde andino, respectivamente con la extinción del Carbonífero, probablemente del Jura-Triásico, del Cretáceo y del Terciario Inferior desde el borde andino hacia la Llanura. Esto indica en general una falla o flexura muy antigua que separa la Llanura inerte de los Andes activos, la misma que forma hoy el frente erguido de la Montaña ante la inmensa planicie de los Llanos. Encima del Cambro-Ordoviciano, llamado el grupo de Güéjar, se colocan areniscas (con arcillas rojas) del tipo de la Arenisca del Vaupés que probablemente corresponden al Devoniano. Finalmente sigue, tras otro larguísimo intervalo, una formación relativamente joven que se ha colocado provisionalmente en el límite del Cretáceo al Terciario que traspasa a los sedimentos oligo-miocenos de las puntas Norte y Sur de la Macarena. Como todas estas formaciones han sido plegadas más o menos conformemente, se puede suponer que la Macarena no fué afectada fuertemente por movimientos de la corteza terrestre sino en la gran transformación del área andina de terreno bajo en montaña, el paroxismo que experimentaron los Andes al fin del Tercia -

rio, en un tiempo geológico poco remoto. En contraposición a las zonas aledañas y distante al Norte, el Oligo-Mioceno de La Macarena es de poco espesor, signo que puede interpretarse como preformación lenta de la Sierra durante la sedimentación oligo-miocena.- Merece llamarse la atención hacia el hecho de que al Este de La Macarena (Sierra de Puerto Arturo, Apaporis, Araracuara) no se encuentra el Cambro-Ordoviciano; la Arenisca del Vaupés reposa ahí sobre el basamento.

Los Llanos Orientales están limitados al Oeste, a lo largo de una línea NE muy sostenida y llamativa desde San Martín hasta Tame, - por el frente brusco y alto de la Cordillera Oriental. Al pie de ésta se coloca una faja angosta e irregular de cerros de piedemonte que - llega hasta Tame-Macaguane y no se prolonga de ahí hacia la confluencia del Cubugón con el Arauca donde el contacto NNW entre llanos y - cordillera aparece súbitamente cortado. Una entrante importante de este borde se halla en el río Lengupá, afluente del Upía, y una saliente está al E de San Martín en el río Guape Norte.- Hacia el Oriente, los Llanos limitan con los cerros bajos de la banda izquierda del Orinoco que son basamento del cratono de La Guayana. En el Sur, el límite está largamente definido por el río Guaviare que separa las sabanas de la selva del Vaupés; en la angostura de Mapiripán, las mesas del mismo nombre traspasan en algo el río Guaviare y motivaron el trazo del límite al Norte del río. Entre San José del Guaviare según un concepto preliminar, el límite podría corresponder a un engranaje con la saliente del Vaupés causado por la digitación rudimentaria que se insinúa - mediante los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambi y que tiene tendencia de curvar y hundirse hacia los Llanos.- Los Llanos Orientales prosiguen entre el pie andino y el Orinoco hacia Venezuela y presentan ahí la elevación de El Baúl.

Los relieves más importantes de los Llanos son los cerros y fillos del piedemonte contra la Cordillera Oriental. En la parte suroccidental se halla una gran extensión de cerros bajos (hasta de 20 m de altitud) que forman la Serranía, ubicada entre el Metica y el Manacacias, y además los montículos de Apiay. En lo demás los Llanos son planos hasta muy levemente ondulados, con aterrazamientos en el curso medio de los ríos mayores. En tanta extensión llana, no solamente los lomajes del Metica-Manacacias merecen el nombre de Serranía sino que también goza de fama como relieve una duna situada al NE de Trinidad.

Dado que la planicie de los Llanos, formada por sedimentos cuaternarios hasta quizá pliocenos (Serranía, Talanqueras), no ofrece afloramientos en el vasto interior, hay que determinar su geología por indicios en los bordes. El piedemonte está constituido de sedimentos del estuario oligo-mioceno que se extendía sobre la Llanura Oriental, desde el delta del Orinoco hasta el alto y medio Amazonas. El grueso de los estratos en el piedemonte es de unos 3000 hasta 5000 m y parece alcanzar su máximo en el curso alto del río Arauca, sobre la frontera con Venezuela. En cambio disminuye fuertemente en la Macarena, en el Vaupés y se extingue hacia el Orinoco. Esto dá margen para juzgar que en la zona de máxima sedimentación se halle una cuenca neoterciaria profunda que corresponde como compensación al solevantamiento inicial de la Cordillera Oriental. Esta cuenca llamada de Arauca que limita con la Cordillera Oriental, con la Macarena en el SW y con la sierra del Baúl en el NE, no podrá delimitarse sino geofísicamente hacia el Oriente y por lo tanto este límite expuesto en el mapa adjunto debe considerarse preliminar.- A juzgar por los afloramientos de la Macarena y por el adelgazamiento y en gran parte extinción de las formaciones eoterciarias, mesozóicas y paleozóicas en el límite llanero-andino se puede suponer que entre el Oligo-Mioceno de la cuenca de Arauca y el basamento no haya una cuantía importante de sedimentos, como ha sido probado por perforaciones en la parte venezolana de los Llanos.- En cuanto a la tectónica, el Oligo-Mioceno del borde de la cordillera se halla fuertemente plegado hasta probablemente sobrescurrido mientras que hacia-

el Vaupés los estratos reposan vastamente horizontales, pero en parte también plegados y fallados, como lo dá a entender el terreno entre San José del Guaviare y la Sierra de Puerto Arturo. Esto indica que la intensidad tectónica disminuye en término medio y proporcionalmente al adelgazamiento del Oligo-Mioceno desde el pie andino hacia el Orinoco y el Guaviare. En lo que atañe a la estructuración del interior de la cuenca de Arauca, la posible extensión de los ramales de La Macarena-Chiribiquete y Puerto Arturo-Yambí indicaría horstes (bloques sollevados de la corteza) y otras clases de estructuras sepultadas en el subsuelo.

El subsuelo de los Llanos Orientales brinda grandes cantidades de carbón de dos procedencias. El más antiguo, restringido a afloramientos intermitentes del pie de la Cordillera Oriental desde Acacias hasta Tame, se refiere a la transición del Cretáceo al Terciario y corresponde al grupo de Guaduas, litológica y palinológicamente. La calidad es análoga a la del carbón de las cuencas de Bogotá y de Tunja, es decir muy buenas; el espesor de los mantos oscila alrededor de un metro. Por la reducción de espesor que sufre el Guaduas desde el interior de la Cordillera Oriental hacia el pie oriental de ésta, se puede suponer que el grupo se extinga pronto en el subsuelo de la cuenca de Arauca y así también esta clase de carbón. - El Oligo-Mioceno contiene carbón lignítico y lignito - tanto a lo largo del piedemonte como en el Vaupés occidental, lo cual augura una extensión considerable en el subsuelo de la cuenca de Arauca. A parte de ser el carbón inferior como combustible, los mantos son muy variables en cantidad y calidad, razón por la cual su explotación en las zonas de afloramiento será más bien local.

Las expectativas petrolíferas de la cuenca de Arauca se refieren a un campo muy extenso, pero no se pueden concretar en definitiva - mientras no se conozcan los resultados de perforaciones que se hagan con base en exploraciones geofísicas en la parte occidental de la cuenca de

Arauca. Los sondeos que se hicieron en San Martín y en Orocué se refieren al terreno del borde de la cuenca contra las rocas antiguas y las experiencias hechas en Venezuela demuestran que en esos bordes el petróleo es demasiado espeso para poder surgir en cantidad comercial. En cuanto al Oligo-Mioceno, altamente productivo en los Llanos de Venezuela, desde Barinas al Este, los sedimentos del estuario son abundantemente marinos y petrolíferos en Venezuela, pero se vuelven lacustres y paludales al Sur del río Arauca, con dos (o más) niveles salobres que son el del Humadea y el del Charate (H. Gerth, Geologie von Suedamerika. T.I., Parte 3, pg. 446. Borntraeger, Berlín). Esta circunstancia y la falta de indicios petrolíferos no pronostican buenas esperanzas de petróleo terciario en la parte colombiana de la cuenca de Arauca. En cambio puede ser una fuente de generación y de formación de yacimientos petrolíferos el Cretáceo Superior que tiene tendencia de transgredir desde la Cordillera Oriental hacia la cuenca de Arauca y que se ha encontrado también en el fondo llanero de Venezuela. Dichos sedimentos presentan impregnaciones asfálticas en abundantes sitios desde Villavicencio hasta la Macarena, pero solo una manifestación de petróleo asfáltico denso con gas en la mitad septentrional del flanco oriental de la Sierra de La Macarena, lo cual corrobora las experiencias de perforación hechas en el borde sur y suroriental de la cuenca de Arauca. Desde el río Cabuyaro al NE, las manifestaciones mejoran en calidad y se presentan escurrideros de petróleo parafínico en la zona del río Cusiana y al NW de Tame que permiten suponer que en las estructuras del subsuelo de la parte suroccidental de la cuenca se halle petróleo. Si esto se confirmara, el desarrollo de los Llanos Orientales recibiría un impulso energético y se adelantaría por varios años al desenvolvimiento normal.

Otro recurso de suma importancia para el desenvolvimiento de los Llanos en especial de la ganadería, es la existencia de

sal gema del Valanginiano en la faja de la Salina de Restrepo, al Norte de Villavicencio, hasta Medina. El yacimiento que se explota por disolución de la sal es el de Restrepo, pero éste, así como las manifestaciones de sal gema de Medina no han sido explorados geológicamente con el fin de obtener la pauta de la explotación. Entre las fuentes de agua salada, la más importante es la de las Salinas de Chita, que surgen del Valanginiano (litológico) en la media falda de la Cordillera Oriental, en la cabecera del río Casanare; otras se hallan en el río Gravo Sur y en Chámeza. El problema con que tropieza la explotación es la escasez y el alto costo del combustible. Para solucionarlo, es necesario definir los sitios adecuados de explotación de carbón y conectarlos por vías con las salinas. La importancia de la sal en los Llanos se deduce de que en la actualidad el suministro al ganado es insuficiente e influye sobre el desarrollo de los animales. Estos, para encontrar un sustituto, tienen caminos trillados desde el interior de la planicie hacia el pie de la cordillera donde lamen y hacen socavones en arcillas rojas que pueden contener algo de yeso.

En tiempos de sequía, el abasto con agua potable de los sitios distantes de los ríos caudalosos es muy deficiente; además se necesita agua para fines agrícolas y ganaderos. En la parte occidental de los Llanos, el abasto con agua subterránea en grandes cantidades y baja presión artesiana, tiene buenas expectativas según lo indica el declive y el carácter poroso de los sedimentos cuaternarios desde el pie de la cordillera hacia el Este. Las perforaciones de la Shell de Colombia en San Martín encontraron un serio tropiezo en las formaciones modernas por el aflujo inusitado de agua subterránea. - En el interior y en la parte oriental de los Llanos, excepto zonas vecinas a los ríos, la calidad acuífera del subsuelo no se ha aclarado y requiere sondeos a taladro.

En el interior de los Llanos la falta de materiales de construcción de vías y edificios, de carbón para la fabricación de ladrillos y de caliza para cemento son inconvenientes que deben tenerse en cuenta para el futuro. Aún, a lo largo del pie de la Cordillera no hay ya ya cimientos importantes de caliza, excepto el del río La Cal, al SW de San Martín.

El suelo de Los Llanos es en parte cascajoso, otras veces arenoso y arcilloso en el pie de la Cordillera y en la "Serranía" y se vuelve gredoso hacia el interior. Proviene principalmente de los sedimentos arenosos y exiguamente calcosos de los grupos cretáceos de Villeta y Guadalupe del frente andino, mezclados durante el transporte con sedimentos arcillosos del grupo del Guaduas y del Terciario. En consecuencia y por concepto del material parental, el suelo solo es de mediana calidad, pero no tan pobre como se acostumbra calificarlo por la vegetación sabanera y por la ínfima y mal nutrida capa vegetal que lleva. Con la precipitación atmosférica que recibe el suelo, los Llanos podrían estar cubiertos por selva y no lo están, a igual que la Pampa Argentina, por el efecto disecador de los vientos (alisios) que los baten. En las vegas donde no influye el viento y en sitios húmedos, la selva sí prospera. Con la ayuda del riego extensas regiones sabaneras de la Pampa han sido transformadas en tierras agrícolas y de pastoreo, aún en la Patagonia inclemente. Los Llanos, comparados con la Pampa, disfrutan de mejor clima, lo cual se expresa por mejores pastos naturales de la vegetación sabanera. En donde ha habido corrales, se obtiene toda la producción tropical que se desea, lo cual indica que el suelo está falto de abono orgánico y es escaso en bacterias. Arada la tierra, como lo ha sido en la zona del Metica--Manacias, produce pasto Puntero que aumenta fuertemente la densidad de población vacuna en relación con las sabanas; en cambio el pasto Gordura que se dá, parece darse pobre en alimentos. En el interior de los Llanos, árboles de mango de gran altura y de abundancia de frutas, levantados por

incluida como cordillera (anticlinorio) en Los Andes y de que el límite Andes-Llanura se desvanezca, puede guardar relación con la depresión del Bajo Amazonas que separa los escudos de La Guayana y del Brasil.

El grupo del Limbo del Piedemonte de la Llanura Oriental consta en el sector de Puerto Asis hasta San Vicente del Caguán de areniscas, en parte finamente conglomeráceas sin un intermedio destacado arcilloso y carbonáceo, y en cambio con intercalaciones gredosas. En la Macarena, comienza a manifestarse la tridivisión en el Limbo Basal arenoso con "porcelanita" local, la Arcilla del Limbo y la Arenisca del Limbo o Limbo Superior. La presencia de Globigerinae en la Arcilla del Limbo acusa una incursión marina. En las perforaciones de San Martín, sin embargo, esta subdivisión no resalta porque el Limbo Superior tiende a volverse arcilloso y a menguar la claridad del límite con el San Fernando. Desde Villavicencio hacia Tame y el río Márdua, la tridivisión en los afloramientos es acentuada. El Limbo Basal arenoso se confunde con las areniscas del Senoniano y lleva dos bancos de esquisto arcilloso negro (El Morro); la Arcilla del Limbo consta, según el sitio típico de El Morro en el pié andino del río Cravo Sur, de un miembro inferior formado de arcillas esquistosas grises con intercalación de bancos de arenisca y de carbón, y de otro superior gredoso abigarrado; el Limbo Superior que litológica y palinológicamente coincide con la Arenisca del Mirador de Venezuela Occidental consta de areniscas de grano medio hasta grueso. Esta sucesión del Morro que abarca desde el Maestrichtiano al Eoceno Medio es litológicamente idéntica a la del Maestrichtiano-Paleoceno "Inferior" de la cuenca de Bogotá, tratándose de un caso interesante de migración de facies dentro del tiempo, palinológicamente controlado, desde el interior de la Cordillera Oriental hacia su pié llanero que despista al geólogo de campo. En efecto, el Maestrichtiano "Superior" areno

ca de sequía (Diciembre a Marzo), utilizando las divisiones de agua, además de vías acuáticas comunicadas con el Orinoco, navegables en parte aún en verano como el río Meta y el Guaviare que facilitan el comercio de exportación e importación (que subsistió en el siglo pasado). Dadas las grandes distancias dentro de los Llanos y hacia los centros del interior, el hecho de que la mayor parte de los Llanos son campos de aterrizaje, facilitará y generalizará el empleo de la aviación como medio de movilización.

Aún contando con los defectos de transporte de los productos a larga distancia, los Llanos han de desempeñar en el futuro de Colombia un papel muy importante porque la historia mundial enseña que, por razones de producción más económica, mayor facilidad de movilización y criterio sencillo y concreto de los problemas, el poder político y económico se ha trasladado de las Montañas a las Llanuras. Esta sería la finalidad más destacada de los Llanos, como unidad geológica de muy lento desenvolvimiento que le ha imprimido los caracteres actuales.

Los Llanos Amazónicos también representan una planicie, pero son selváticos. Limitan al Oeste con la parte Sur de la Cordillera Oriental, representada por el Macizo de Garzón; el contacto está caracterizado por entrantes y salientes que se indicaron provisionalmente en el mapa. Al descender y desvanecerse la Cordillera Oriental en el Alto Caquetá, los Llanos Amazónicos avanzan fisiográficamente al W hacia el pie oriental de la Cordillera Central; el límite entre ambos puede ser la línea Mocoa-Santa Rosa de Sucumbios. Desde el término septentrional de estos Llanos en la Macarena, el límite con la Saliente del Vaupés es de transición y difícil de fijar tanto geográfica como geológicamente. Al abrirse los Llanos Amazónicos hacia el Sur y hacia Leticia, adquieren una extensión muy grande y traspasan fisiográficamente hacia el curso medio del Amazonas y hacia el Oriente del Ecuador y del Perú.

En contraste con los Llanos Orientales, los Llanos Amazónicos probablemente son también una llanada geológica que llega al Oeste hasta - cerca del pie andino. Así lo indican principalmente el espesor más reducido que tiene el Oligo-Mioceno en el borde oriental del Macizo de Garzón, comparado con el gran espesor en el borde andino de los Llanos Orientales, como también la constitución de la parte oriental del macizo de Garzón por rocas del basamento Guayanense lo cual indica que la plataforma rígida de la Llanura Oriental formaba ahí hasta el Plioceno una saliente fuerte hacia el Ocidente y finalmente la posición casi horizontal de los estratos estuarinos oligo-miocenos que estarían fuertemente plegados si fuesen gruesos. Estos estratos yacen al E sobre la arenisca del Vaupés por el río Caquetá aguas abajo (Araracuara), pero en el Putumayo donde no se conocen asomos de dicha arenisca, pueden colocarse directamente sobre el basamento, según lo indica la superposición del Oligo-Mioceno sobre esquistos cristalinos en Pebas y, en Leticia. Los esquistos no muestran el resquebrajamiento y los relieves que caracterizan la saliente del Vaupés y el zócalo de La Guayana, cubiertos de la Arenisca del Vaupés. Parece haber así una diferencia tectónica genética entre la comarza sometida en su tiempo al hundimiento y al relleno con la Arenisca del Vaupés y con la del Roraima y convertida hoy en un domo general, fracturado (zócalo guayanense) con buzada suave (Saliente del Vaupés) hacia el borde andino, y los Llanos Amazónicos no abarcados por esta sedimentación. Además no se tiene información sobre la presencia de rocas graníticas rígidas en los Llanos Amazónicos (excepto el borde del Macizo de Garzón). Se recuerda que van der Hammen determinó el flujo de los sedimentos de la Arenisca del Vaupés desde la Amazonía hacia NW.

Si los Llanos Amazónicos se interpretan por el concepto de la extinción de la Arenisca del Vaupés desde la Saliente del Vaupés hacia - el macizo de Garzón, hacia el Putumayo y el Amazonas, y por la delgada capa oligo-miocena que no engruesa fuertemente desde el interior de dichos Lla -

nos hacia el pie del macizo de Garzón, prácticamente no se puede hablar de una cuenca como en el caso de la de Arauca de los Llanos Orientales. La propia cuenca que se puede llamar del Alto Amazonas y que se extiende por el borde andino hacia el Oriente del Ecuador y del Perú, se inicia en la zona de Mocoa, fisiográficamente el piedemonte andino de los Llanos Amazónicos. Sin embargo geológicamente considerada, con base en los estudios de E. Grosse, J. Royo y Gómez y W. Kehrer (1), la zona de Mocoa es la continuación del valle interandino del Magdalena con el cual la zona comparte el mismo desarrollo del Cretáceo, incluso el volcanismo del Cretáceo Superior, y los sedimentos terciarios, como también las rocas eruptivas. Su separación del valle del Magdalena se debe simplemente a que el terreno intermedio del valle, comprendido entre la región de Pitalito y Mocoa, ha sido solevantado y se convirtió en un dintel alto. La asimilación de esta zona a los Llanos Amazónicos se debe a que el descenso geológico del macizo de Garzón y de la Cordillera Oriental hacia el alto Caquetá, que geológicamente corresponde a una buzada (plunge) de mayores dimensiones, pone término meridional a la Cordillera Oriental y explica el avance de los Llanos Amazónicos y de su tipo geológico hacia el pie de la Cordillera Central. Se considera que el límite geológico entre la zona y los Llanos podría ser la continuación del rumbo NE-SW del borde occidental o huilense del macizo de Garzón hacia la confluencia del Guamues con el Putumayo. - Las salientes del Macizo de Garzón que se presentan al Norte de Florencia y en el Dormilón al Sur de La Macarena se interpretan aquí como complemento de la digitación hacia el Vaupés que se mencionó de La Macarena y de Puerto Arturo. Un límite definido con la Saliente del Vaupés y con la cuenca del Bajo Amazonas tampoco se puede dar geológicamente.

(1) Grosse, E. Acerca de la Geología del Sur de Colombia - I - Huila y Caquetá. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Tomo III, pgs. 31-137.

Royo y Gómez, J. - Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo. Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia Tomo V, pgs. 134-138.

Kehrer, W. - Zur Geologie des südlichen Zentral - und Ostkordillere der Republik Kolumbien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc. B.B. - 80. Abb. B. 1938, pgs. 1-30.
