

Thermal History and Timing of Hydrocarbon Expulsion, Maracaibo Basin, Venezuela

INTRODUCTION

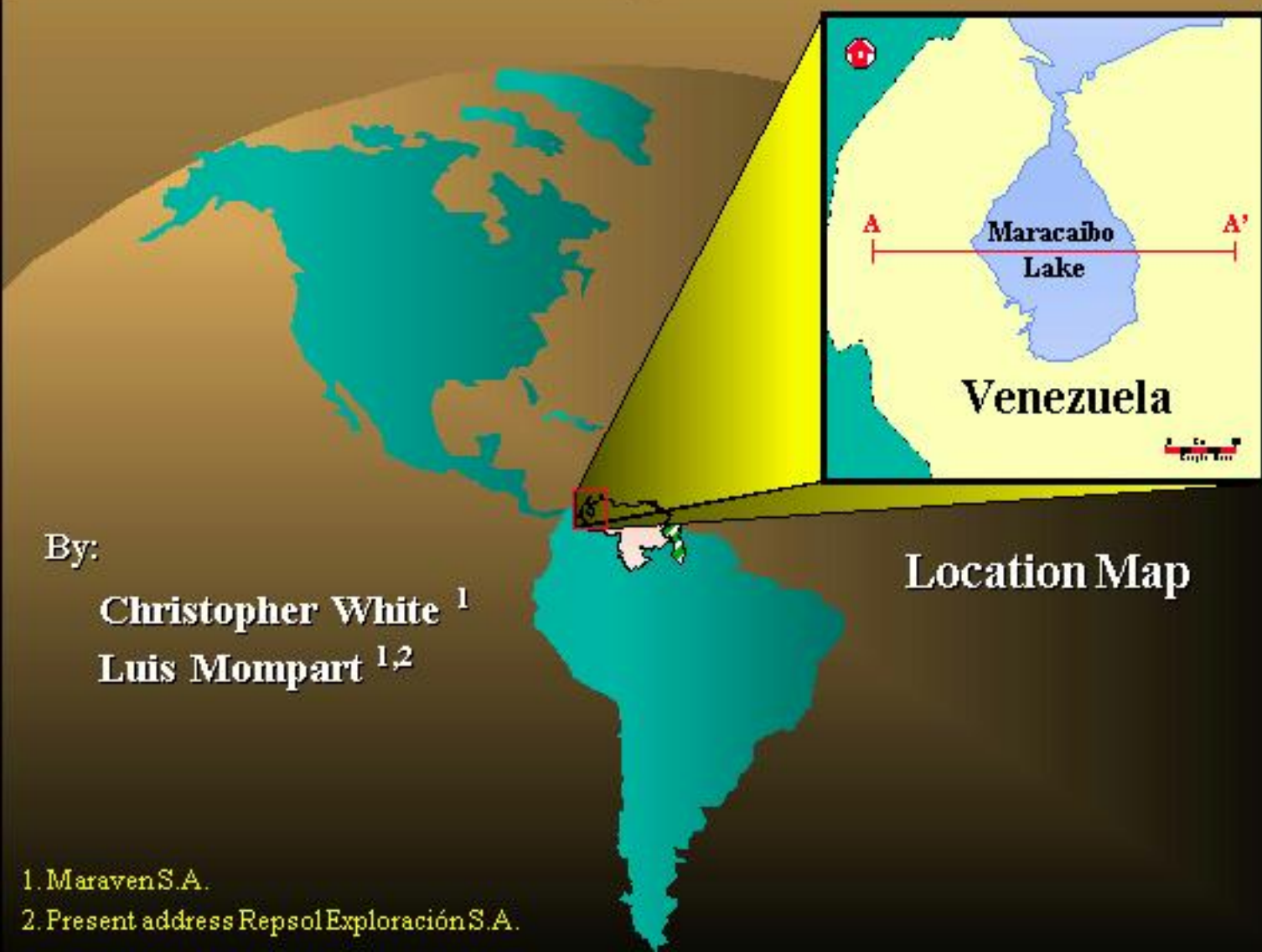
A regional multidisciplinary study provided geothermal gradients, heat flow values, estimates of eroded Eocene sediment thicknesses, vitrinite reflectance measurements, Tmax values, Cretaceous and Tertiary thicknesses, as input for a computerized geological and geochemical modeling.

- With two source rock units:
 - Marine, organic rich Cretaceous La Luna Formation and Machiques Mbr. (Apón Fm).
 - Mainly continental, less prolific, Paleogene Crocuá Group, Misoa and Carbonera formations.
- Two hydrocarbon expulsion phases were defined:
 - First phase (Paleocene/Early Eocene to Middle Eocene) in a pod of active source rock to the NE.
 - Second phase (Oligocene to Recent) in a mostly SW pod of active source rock.

INTRODUCCION

Un estudio multidisciplinario regional suministró gradientes geotérmicos, valores de flujo calorífico, estimación de espesores de sedimentos eoceno erosionados, medidas de reflectancia de vitrinita, valores de Tmax, espesores del Cretácico y Terciario, datos que constituyen la entrada para un modelado geológico y geoquímico computarizado.

- Con dos unidades de rocas madre:
 - Formación La Luna y miembro Machiques (Fm Apón) del Cretácico, ricas en materia orgánica marina.
 - Grupo Crocuá, formaciones Misoa y Carbonera del Paleógeno, menos ricas en materia orgánica, principalmente continental.
- Se definieron dos fases de expulsión de hidrocarburos:
 - La primera en área activa al NE durante Paleoceno/Eoceno Temprano a Eoceno Medio.
 - La segunda en área activa principalmente al SW, desde el Oligoceno al Reciente.



By:

Christopher White¹

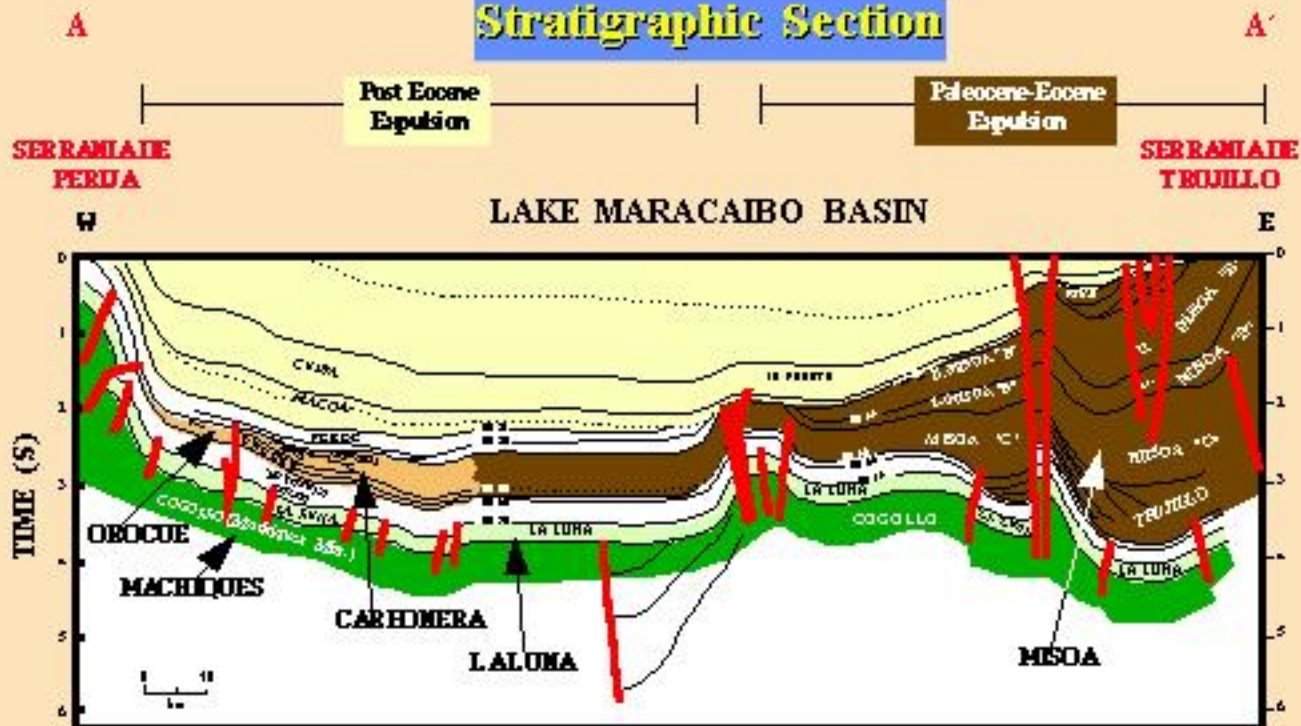
Luis Mompert^{1,2}

Location Map

1. Maraven S.A.

2. Present address Repsol Exploración S.A.

Stratigraphic Section



Cretaceous Source Rocks

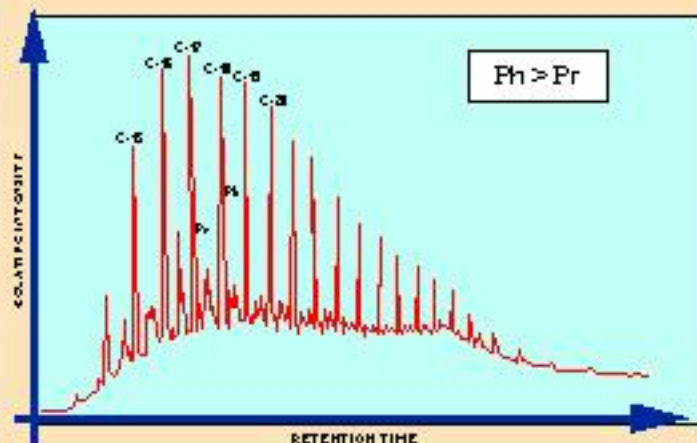
AGE: La Luna Formation goes from late Cenomanian to late Campanian.

Machiques member of Apón Formation is of Aptian age.

ORGANIC MATTER: Mainly Type II (marine origin).

T.O.C.: Original total organic carbon of up to 16%.

Pr/Ph.: Pristane Phytane ratio around .9.



Gas chromatogram of the saturate fraction C15+
La Luna Formation

Paleogene Source Rocks

AGE: Orocué Group / Marcelina Formation go from Early Paleocene to middle Late Paleocene.

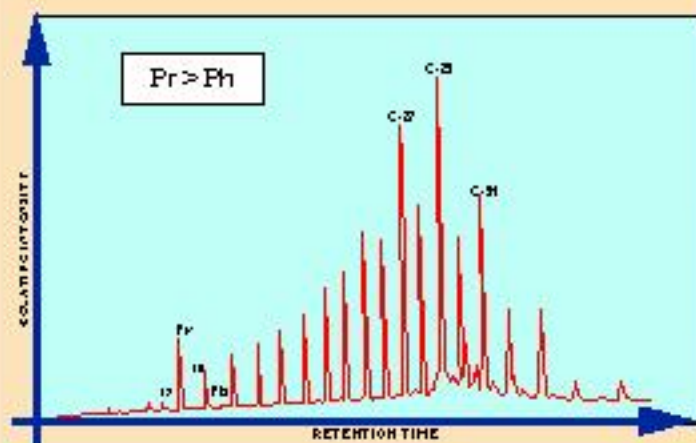
Misosa Formation (its lower portion) covers from earlymost Eocene to end of Early Eocene.

Caronera Formation goes from Middle Eocene (around 44 my) to latest(?) Eocene.

ORG. MATTER: Mainly Type III (land-plant origin).

T.O.C.: Original total organic carbon of up to 2.5%.

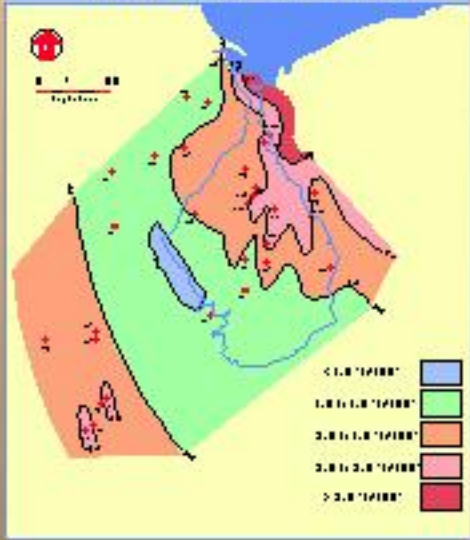
Pr/Ph.: Pristane Phytane ratio between 4 and 6.



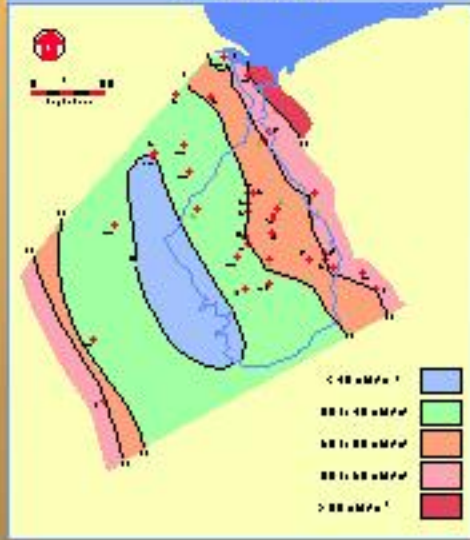
Gas chromatogram of the saturate fraction C15+
Caronera Formation.

Calculated and Measured Data

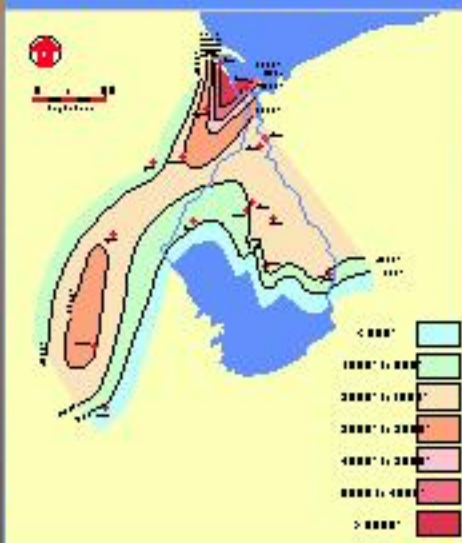
Present Day Geothermal Gradients



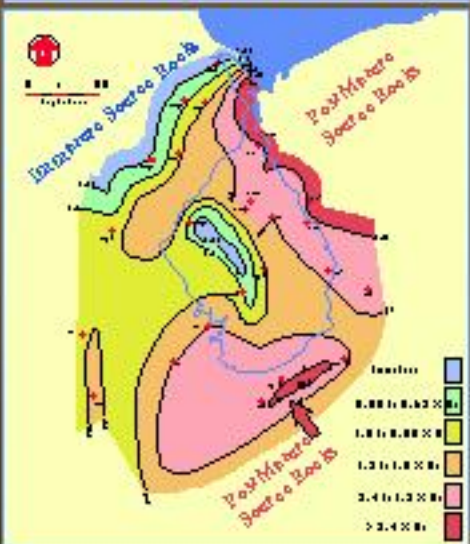
Present Day Heat Flow



Estimates of Eroded Eocene



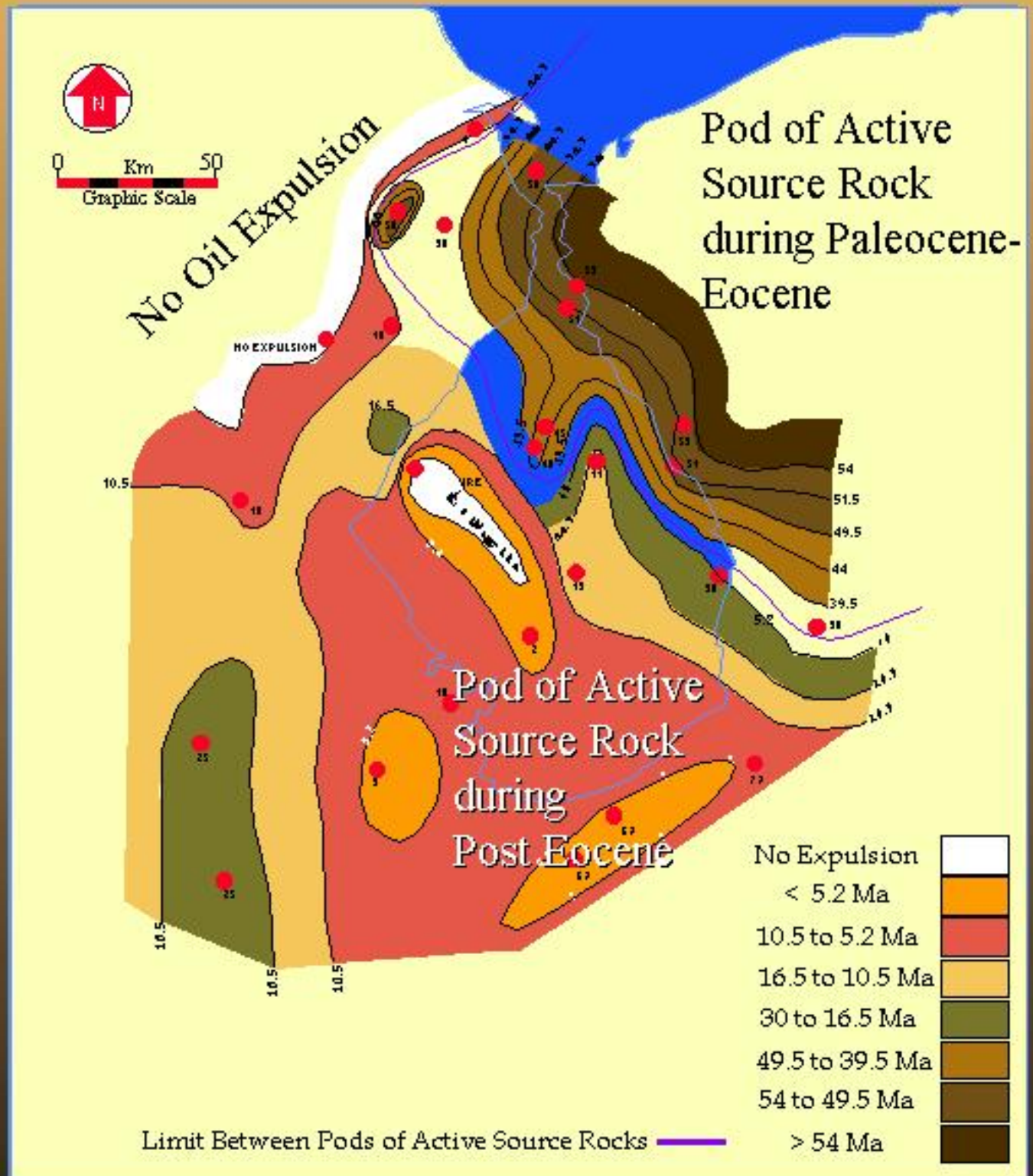
Present Day Maturity Cretaceous Source Rocks



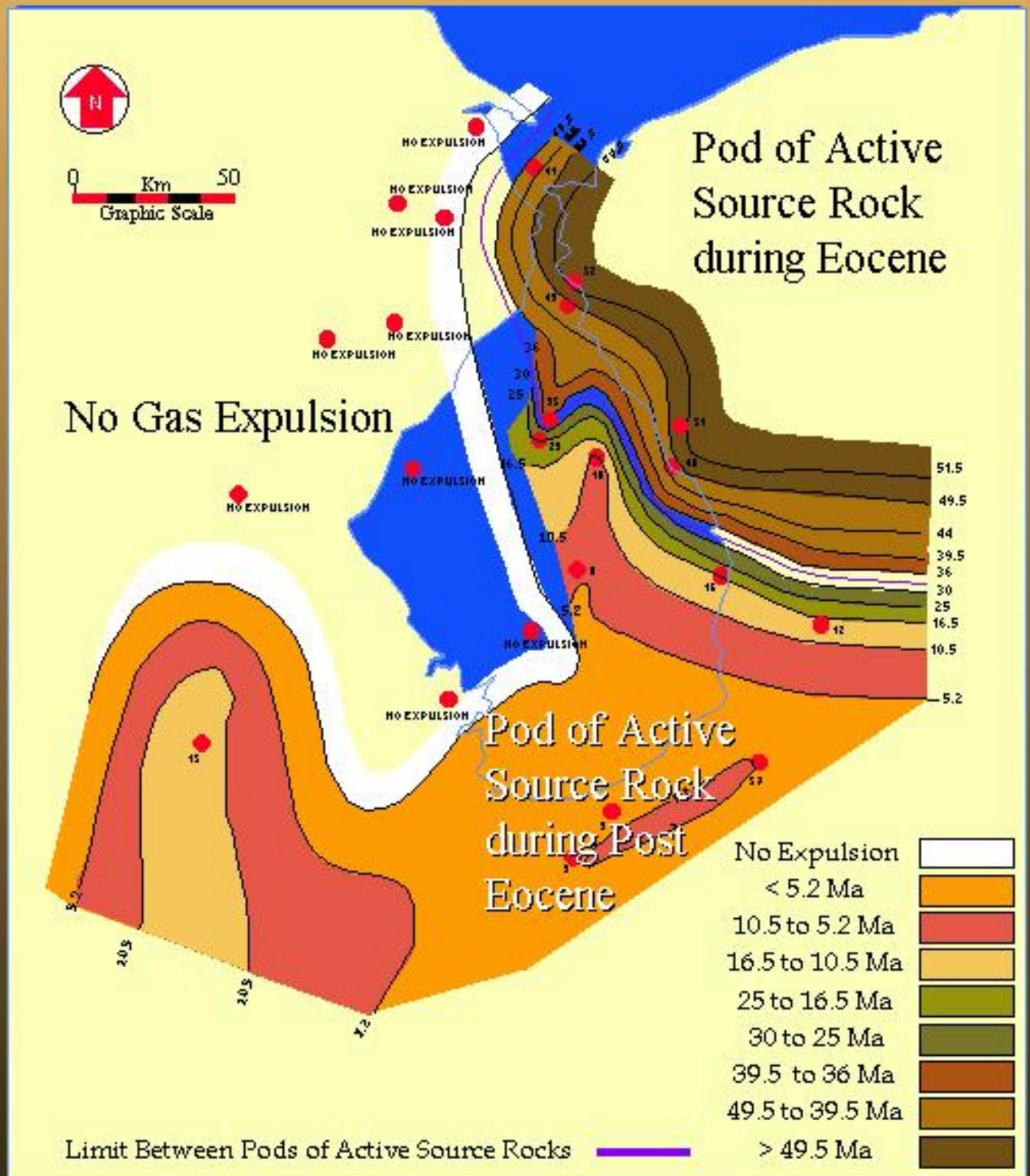
Present Day Maturity Paleogene Source Rocks



Time of Oil Expulsion Cretaceous Source Rocks



Time of Gas Expulsion Cretaceous Source Rocks



Time of Oil and Gas Expulsion Paleogene Source Rocks



0 Km 50
Graphic Scale

No Gas Expulsion
During Post Eocene

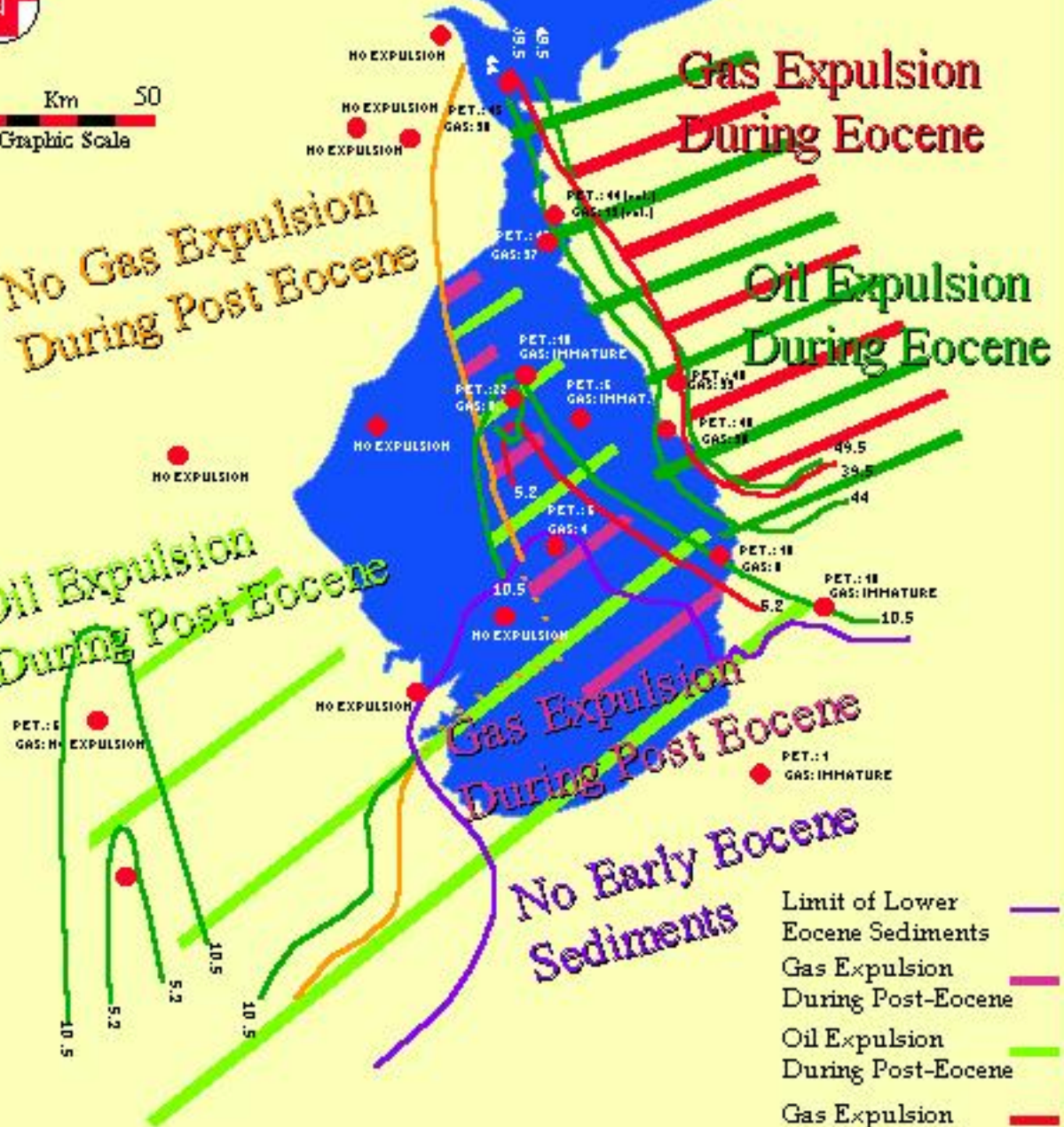
Gas Expulsion
During Eocene

Oil Expulsion
During Eocene

Oil Expulsion
During Post Eocene

Gas Expulsion
During Post Eocene

No Early Eocene
Sediments



Time of Gas Expulsion in Ma	—	5.2	Time of Oil Expulsion in Ma	—	10.5	Time of Gas Expulsion in Ma	—	5.2
	—	39.5		—	44		—	10.5

- Limit of Lower Eocene Sediments
- Gas Expulsion During Post-Eocene
- Oil Expulsion During Post-Eocene
- Gas Expulsion During Eocene
- Oil Expulsion During Eocene

Thermal History and Timing of Hydrocarbon Expulsion, Maracaibo Basin, Venezuela

HIGHLIGHTS

- Much less Eocene sediments were eroded, than previously published.
- The Northeast pod of active source rocks began expelling hydrocarbons earlier, than considered by previous thermal history reconstructions.
- An area of no hydrocarbon expulsion exists below the Southwestern margin of the Lake.

CONCLUSIONS

- Geological and geochemical modeling based on data such as geothermal gradients that increase towards the northeastern and southwestern corners of the Lake Maracaibo basin, with maxima along SSW-NNE structural alignments; heat flow values that also reflect this pattern; less Eocene sediments eroded (1,500 feet in the Lake) than considered previously (10,000+ feet); vitrinite reflectance measurements or estimates, plus Tmax values, that point to pods of active source rocks towards the Northeast and Southwest corners of the basin, separated by a low maturity zone; Cretaceous and Tertiary sediment thicknesses, which all together allowed the reconstruction of the thermal history of Cretaceous and Paleogene source rocks in the region.
- The Cretaceous La Luna Formation began to expell hydrocarbons in the Northeast of the basin during Paleocene/Early Eocene times and up to Middle Eocene the expulsion window migrated towards the Southwest. At present, most of this area is expelling methane. In a second phase of hydrocarbon expulsion, La Luna Formation shifted its pod of active source rocks towards the Southwest of the basin and later towards the Northwest incorporating hydrocarbons from Machiques Member, bypassing the southwestern portion of the lake that does not expell hydrocarbons. The rest of this area is expelling oil except for its Northwestern corner. Gas is being expelled in the trough northwest of the Andes mountains.
- Paleogene source rocks also went through two expulsion phases, however, the Northeast pod of active source rocks is smaller in area and less extensive in time; the Southwest pod of active source rocks is less defined in its coverage, due to areas with absence of source rocks, plus larger variability of quality and extent of same, as is typical of continental to marginal marine source rocks.

ASPECTOS RESALTANTES

- Se produjo menos erosión de los sedimentos eocenos que lo reportado anteriormente.
- El foco activo de generación localizado en el Noroeste comenzó a expulsar hidrocarburos más temprano, que lo considerado en anteriores reconstrucciones térmicas.
- Debajo del margen Suroeste del Lago existe una área de no expulsión de hidrocarburos.

CONCLUSIONES

- Con el soporte del modelado geológico y geoquímico basado en datos tales como, gradientes geotérmicos que incrementan hacia los extremos Noroeste y Suroeste de la Cuenca del Lago de Maracaibo, con máxima a lo largo de lineamientos estructurales SSO-NNE; valores de flujo de calor que también reflejan este patrón; menos cantidad de sedimentos eocenos erosionados (1,500 pies en el lago) que lo considerado en estudios anteriores (10,000+ pies); medidas o estimados de reflectancia de vitrinita que junto con valores de Tmax, señalan la presencia de áreas de focos activos de generación al Noroeste y Suroeste de la cuenca, separadas por una zona de baja madurez, espesores de sedimentos del Cretácico y Terciario, se obtuvo la reconstrucción de la historia térmica de rocas madres cretácicas y paleógenas en la región.
- La Formación La Luna del Cretácico comenzó a expulsar hidrocarburos en el Noroeste de la cuenca durante el Paleoceno/Eoceno Temprano y hasta el Eoceno Medio, produciéndose una migración de la ventana de expulsión hacia el Suroeste. Para el momento actual la mayor parte de esta área es un foco activo de generación de metano. En una segunda fase de expulsión de hidrocarburos, el área activa de la Formación La Luna se trasladó hacia el Suroeste de la cuenca y luego hacia el Noroeste, allí incorporándose la contribución del Miembro Machiques, bordeando el margen Suroeste del lago, (sin expulsión de hidrocarburos). El resto del área está expulsando petróleo a excepción del extremo Noroeste de la cuenca. Un foco activo de generación de gas se localiza en el surco al Noroeste de los Andes.
- Las rocas madres paleógenas también pasaron por dos fases de expulsión, sin embargo, la zona activa al Noroeste es menos extensa en el tiempo y en el espacio; la zona activa del Suroeste no está tan bien definida arealmente, debido a la distribución irregular de las rocas madres, a lo cual se agrega la mayor variabilidad de riqueza orgánica, como corresponde a su condición de sedimentos continentales a marinos marginales.