



Caracterización diagenética de las areniscas reservorios del miembro informal Lower Nia, sur de la cuenca del Ucayali, Perú

Camilo Olimpo Rojas González

Repsol Exploración Perú, Av. Víctor A. Belaúnde 147, Vía Principal 103, Lima, Perú (camilo.rojas@repsol.com)

Palabras claves: cementación, coronas, diagénesis, litoareniscas, Lower Nia, porosidad, permeabilidad, subfelsareniscas.

1. Introducción

El miembro informal Lower Nia presente en la cuenca del Ucayali (sudeste del Perú) ha sido previamente el objeto de análisis mineralógicas, estructurales y petrográficas debido a su importancia como reservorio de gas y condensado, así mismo por sus excepcionales propiedades petrofísicas (Viera et al., 2002; Disalvo et al., 2003; Seminario et al., 2004; León et al., 2008; Ibáñez et al., 2011). Sin embargo, los mecanismos potenciales de diagénesis (Ibáñez et al., 2011) y la temporalidad de los mismos que causan impacto en su rol como roca reservorio han recibido poca atención.

Con el fin de caracterizar las areniscas reservorios de esta unidad se describe a continuación la tipificación de los minerales y eventos diagenéticos que se presentan en este set de rocas, basándose en estudios petrográficos, petrológicos y SCAL realizados en coronas de perforación tomadas de este miembro en los diferentes campos (Kinteroni, Mipaya, Pagoreni, San Martín, Cashiriari) que se desarrollan en el área sur de esta cuenca de antepaís subandina.

Así mismo se caracteriza la asociación mineralógica diagenética, su temporalidad general y la relación con la porosidad y permeabilidad de estas rocas, considerando que los minerales diagenéticos preservados en las areniscas del Lower Nia son indicadores de los tipos de fluidos que han migrado a través de la cuenca (Pitman et al., 1997) y de su potencial como reservorio (Fig. 1).

2. Marco geológico

La cuenca del Ucayali corresponde a un depocentro subandino generado por la carga tectónica acaecida por el levantamiento de la Cordillera de los Andes (Disalvo et al., 2010) y cuyo eje principal presenta una dirección NW-SE.

Esta cubeta sedimentaria yace entre la parte oriental de la Cordillera de los Andes (límite occidental), el Arco de Contaya (límite norte), el Arco de Fitzcarrald (límite sur) y el Escudo Precámbrico Brasileño (límite oriental), abarcando en su registro geológico más de 8000 metros de estratos cuyas edades varían desde el Ordovícico hasta el Holoceno (Viera et al., 2002; Disalvo et al., 2003; Seminario et al., 2004; León et al., 2008; Ibáñez et al., 2011).

Los estudios estratigráficos, estructurales y tectónicos de la cuenca, realizados para el desarrollo de las reservas gasíferas allí ubicadas, han determinado la existencia de seis ciclos sedimentarios generales (Ordovícico, Silúrico-Devónico, Carbonífero-Pérmico, Pérmico-pre-Cretácico, Cretácico, y Terciario; Disalvo et al., 2010). También se reconocen tres dominios tectónicos (zona sin deformación andina; zona externa de deformación andina suave; y zona interna de deformación compleja; Disalvo et al., 2010), que resultan principalmente de eventos distensivos paleozoicos (Pérmico; León et al., 2008) y del "diastrofismo" andino (Eoceno-Pleistoceno).

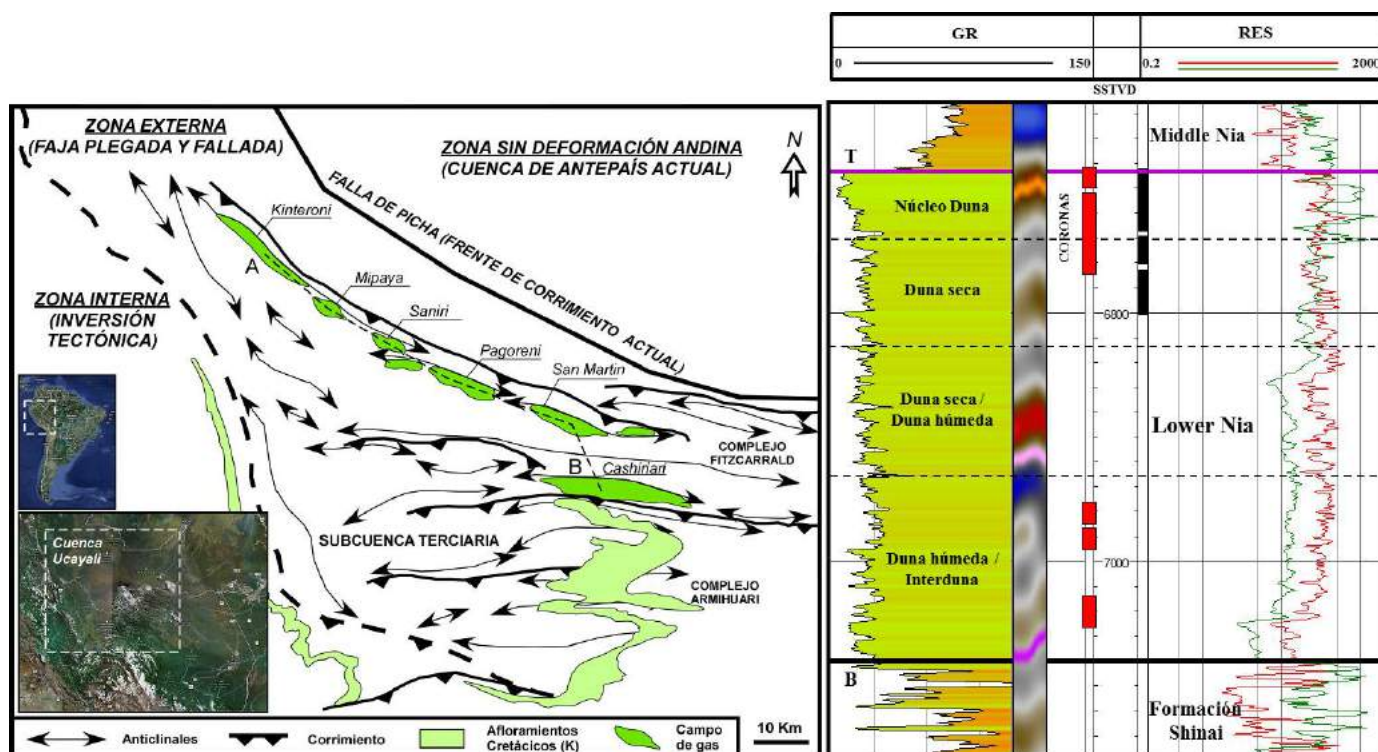


Figura 1. Ubicación general del área de estudio y columna litológica del miembro informal Lower Nia. (modificado de Disalvo et al., 2010).

El miembro informal Lower Nia se encuentra dentro del ciclo Pérmico-pre-Cretácico, siendo conformado por una sucesión de subfelsareniscas y litoareniscas de grano fino a medio, bien seleccionadas, de color rojizo, y cuyo espesor en el área sur de la cuenca del Ucayali es variable de noroeste a sudeste, encontrándose espesores de ~140 m en los anticlinales noroccidentales de Kinteroni y Mipaya, y reduciéndose hasta desaparecer contra la discordancia regional del Cretácico (denominada localmente como discordancia de la base del Cretácico o por su sigla "DBK") hacia el sudeste de los anticlinales de San Martín y Cashiriari.

En el área del estudio, el Lower Nia se halla suprayaciendo a las pelitas y carbonatos marinos de la Formación Shinai, de edad Pérmico (Seminario et al., 2004), e infrayace a las pelitas y samitas del miembro Middle Nia de la Formación Nia Kaatsirinkari (Cretácico?).

Hacia la parte oriental de la cuenca, este set de estratos está limitado hacia el tope por la discordancia erosiva cretácica ("DBK") con una relación angular de aproximadamente 2° (Disalvo et al., 2010), lo cual genera la desaparición de gran parte de la unidad. Debido a que es una unidad estéril en registro fósil, no es posible asignarle una edad definida. Sin embargo, palinomorfos encontrados en el Pongo de Mainique y el pozo San Martín 1X sugieren que podría tener una edad Triásico superior a Jurásico inferior (Seminario et al., 2004).

Genéticamente, estas areniscas han sido categorizadas como originadas en un ambiente eólico con presencia de corrientes fluviales efímeras, depósitos lacustres y zonas de sabkha (Viera et al., 2002; Disalvo et al., 2003; Seminario et al., 2004; León et al., 2008; Disalvo et al., 2010; Ibañez et al., 2011).

3. Diagénesis sedimentaria en el Lower Nia

Las subfelsareniscas y litoareniscas del miembro informal Lower Nia presentan una gran variedad de minerales diagenéticos, que resultan de las diversas condiciones físico-químicas a las que esta unidad fue sometida en su historia geológica, siendo notable el desarrollo de tres tipos de materiales cementantes (dolomita, cuarzo, y arcillas), el crecimiento de costras arcillosas-hematíticas alrededor de los granos, la presencia de dos variedades de feldspatos potásicos diagenéticos (sobrecrecido y en cristales) y el desarrollo de arcillas diagenéticas de tipo illita e illita-esmectita en el espacio intergranular.

El desarrollo de esta suite mineralógica fue acompañada a su vez por eventos de compactación mecánica, presión-disolución, disolución, alteración y precipitación con resultados texturales y un orden temporal determinado e íntimamente ligado a la disponibilidad de los iones de aluminio (Al^{+3}), potasio (K^{+}), calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), y silicio (Si^{+4}) (generadores principales de la mayoría de los minerales diagenéticos) en los detritos y fluidos de dichas areniscas.

Es importante anotar que la presencia y abundancia de los minerales y eventos diagenéticos varían a lo largo del área de estudio debido a su dependencia a la temperatura, presión y fluidos a los que fue sometida la unidad, así mismo a la carga de hidrocarburos y el tiempo de su arribo a estas areniscas.

En términos generales, se determinó que las cantidades porcentuales de illita son más altas al noroeste del área de estudio y que decrecen hacia el sudeste, siendo la illita subordinada por interestratificados illita-esmectita en

relación inversa (aumenta su proporción hacia el sudeste), así mismo la ocurrencia de los principales minerales cementantes de estas areniscas (dolomita, cuarzo y arcillas) siguen un tren de mineralización inversa al de los minerales arcillosos siendo estos a su vez

dependientes de las características del sedimento original (selección, madures, composición, etc.) así como de la temporalidad de cristalización en la secuencia diagenética general.

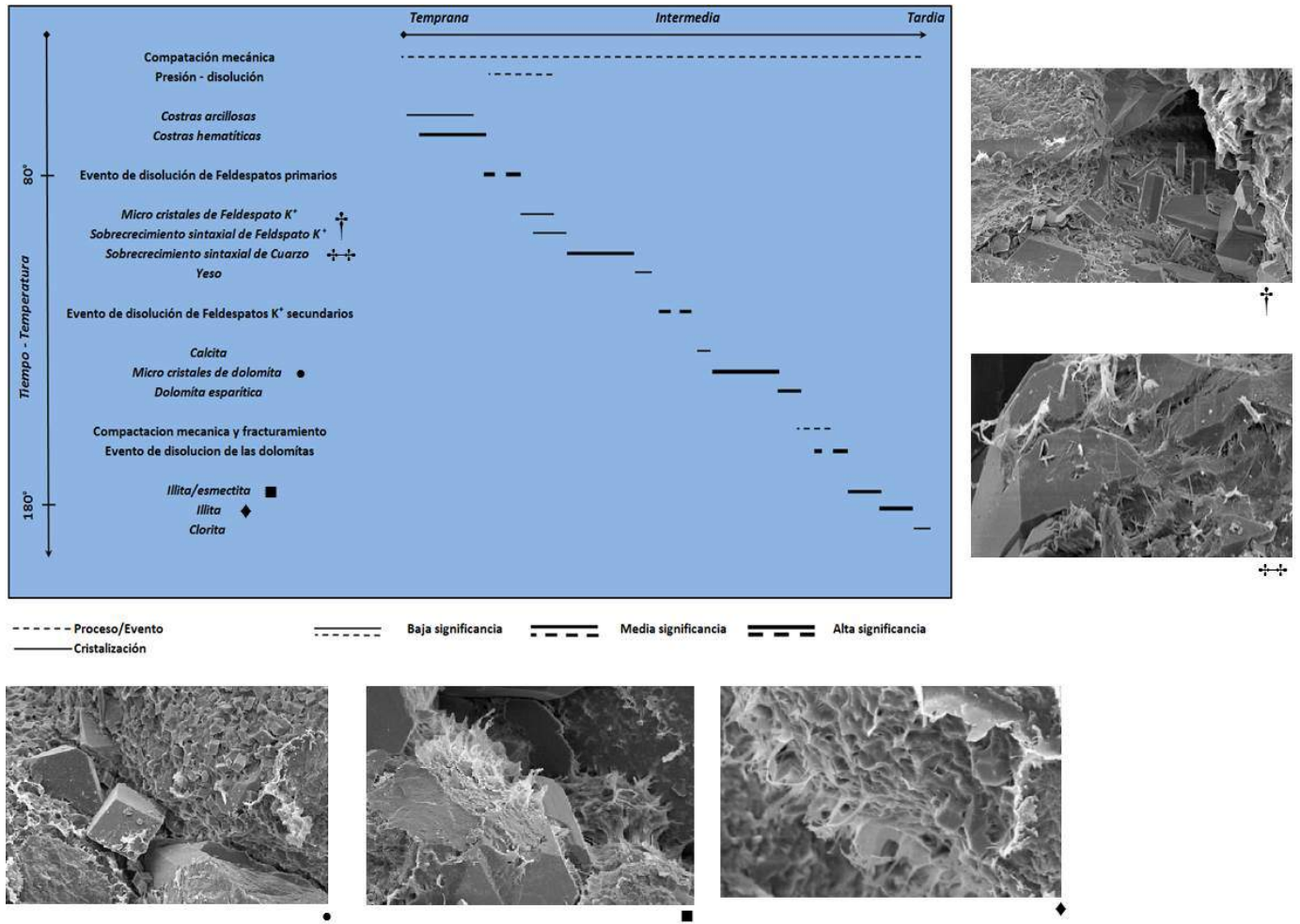


Figura 2. Fases diagenéticas presentes en el miembro informal Lower Nia.

Teniendo como base los estudios petrográficos ópticos y de difracción de rayos X realizados en las areniscas del Lower Nia, diez tipos de cementos y minerales diagenéticos han sido identificados. Son, en orden de importancia: cemento dolomítico esparítico, cemento de cuarzo sobrecrecido, cemento arcilloso, cemento hematítico, costras de hematita-arcilla, cemento de feldespato potásico, microcristales de feldespato potásico, cemento de calcita, cemento de calcita-dolomita, y cemento de yeso, los cuales han sido producto de la evolución química y física que se llevó a cabo en el miembro informal Lower Nia hasta la actualidad y que directamente ha dejado su impronta en el actual arreglo poral (Fig. 2).

4. Etapas diagenéticas

Los eventos diagenéticos registrados en las areniscas del Lower Nia son categorizados en tres etapas a lo largo de su evolución, las cuales están demarcadas por las distintas

paragénesis minerales, así como por los procesos que las originaron. Estas etapas siguen el patrón normal del desarrollo diagenético de una arenisca madura, con escasos componentes reactivos (cuarzo y feldespato) y un grado de selección alto, pudiendo de esta forma ser clasificadas en el sentido de Meunier (2005) y Surdam (1989) en etapas de diagénesis temprana, intermedia y tardía, las cuales son caracterizadas cada una por una asociación mineral determinada, así como por un rango de temperatura y presión específica.

5. Conclusiones

La diagénesis acaecida en las subfelsesareniscas y litoareniscas del Lower Nia consistió en una serie de procesos físico-químicos que permitieron la preservación de un gran porcentaje del volumen poral de los sedimentos originales, siendo los principales eventos:

- 1) el crecimiento de arcillas de tipo illita e illita/esmectita;

- 2) el desarrollo de sobrecrecimientos de cuarzo y feldespatos secundarios en la rocas;
- 3) el desarrollo de dolomitas esparíticas y microcristalinas autigénicas;
- 4) el establecimiento de tres eventos de disolución mineral y
- 5) la migración del hidrocarburo (gas - condensado) en las areniscas.

Estos eventos diagenéticos son directa consecuencia de la composición inicial de los sedimentos (rica en detritos de cuarzo y feldespato principalmente), el ambiente deposicional originario (eólico), los tipos de fluidos que pasaron a través de ellas (meteóricos, compactacionales, termobáricos, y los asociados a los hidrocarburos), así como la movilidad de los iones de potasio (K^+), aluminio (Al^{+3}) y calcio (Ca^{+2}) en el medio. Las distintas paragénesis minerales encontradas en las subfelsesareniscas y litoareniscas del Lower Nia, reflejan el paso de éstas por tres etapas diagenéticas generales (temprana, intermedia, y tardía) marcadas por distintas asociaciones mineralógicas definidas, y que son el reflejo de la transformación de las especies minerales (arcillas, feldespatos, y dolomitas) ante los constantes cambios de presión, temperatura, y pH del medio en el que coexistieron.

Referencias

- Disalvo, A., Arteaga, M., Chung, J. 2003. Lote 88 "Camisea": Geometría y origen de las trampas de gas, cuenca Ucayali, Este de Perú. Pluspetrol Operaciones S.A., Buenos Aires, Argentina.
- Disalvo, A., Ching, J.C., Seminario, F., Luquez, J., Arteaga, M., Gabulle, J., Davis, S., Valencia, K., Santa Anna, M.B. 2010. Sistemas petroleros del gran Camisea, sur de la cuenca del Ucayali, Perú. XV Congreso Peruano de Geología, Cusco.
- Ibáñez, S.B., Soave, L., Aguirre, C. 2011. Kinteroni 57-29-2D ST well, Core #3 (Lower Nia Formation): Sedimentologic, petrographic, diagenetic, scanning electron microscope, and mineralogic study. LCV, Lima.
- Ibáñez, S.B., Soave, L., Aguirre, C. 2011. Kinteroni 57-29-3D well, Core #3 (Lower Nia Formation): Sedimentologic, petrographic, diagenetic, scanning electron microscope, and mineralogic study. LCV, Lima.
- Larsen, G., Chlingar, G.V. 1979. Diagenesis in sediments and sedimentary rocks. Developments in sedimentology, vol. 25A, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- León, W., Reynante, S. 2008. Las facies pérmicas en la faja plegada del lote 57 (Montañas del Sira - Cuenca Ucayali). INGEPET EXPR-3-WL-20. Repsol Exploración Perú.
- Meunier, A. 2005. Clays. Editorial Springer, Germany.
- Pitman, J.K., Goldhaber, M.B., Spöetl, C. 1997. Regional diagenetic patterns in the St. Peter Sandstone: Implications for brine migration in the Illinois basin. U.S. Geological Survey 2094-A, Washington, U.S.A.
- Seminario, F., Lúquez, J., Blanco, S. 2004. Las rocas reservorios productivas del gran Camisea, cuenca Ucayali, Perú. INGEPET EXPL-1-FS-208, Pluspetrol Operaciones S.A. Perú.
- Surdam, R.C., Crossey, L.J., Hagen, E.S., Heasler, H.P. 1989. Organic-inorganic interactions and sandstone diagenesis. AAPG Bulletin, v. 73, p. 1-23.
- Viera, A., Disalvo, A., Arteaga, M., Lúquez, J., Blanco, S., Gutiérrez, A. 2002. Estratigrafía secuencial y sistemas deposicionales de los principales reservorios del área de Camisea y sus alrededores, cuenca Ucayali, oriente de Perú. INGEPET EXPR-3-AD-12, Pluspetrol Operaciones S.A. Perú.