

GUIDO BONARELLI, EXPLORADOR Y GEÓLOGO INCANSABLE: PIONERO EN LA PROSPECCIÓN DE HIDROCARBUROS EN LA ARGENTINA

Andrea CONCHEYRO^{1,2} y Teresita MONTENEGRO¹

¹ Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2 Ciudad Universitaria - CONICET

² Instituto Antártico Argentino. Dirección Nacional del Antártico, Buenos Aires, Argentina.

E-Mails: andrea@gl.fcen.uba.ar; mon@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN

Guido Bonarelli es un personaje relevante en la geología argentina y constituyó uno de los pilares en la exploración de hidrocarburos de nuestro país. De origen italiano, nació en Ancona, el 25 de julio de 1871 y falleció en Montereano, el 11 de enero de 1951. Se destacó en estratigrafía, relevamiento geológico, geología histórica y paleontología, llegando a ser un especialista en la taxonomía de amonites jurásicos y la estratigrafía de los Apeninos Centrales. Su tarea profesional comenzó en Italia y siguió en el sudeste asiático, América del Sur, Bolivia, Chile, Argentina y Uruguay. Entre 1911 y 1918, trabajó en la Dirección General de Minas, Geología e Hidrografía de la República Argentina. Definió las Sierras Subandinas como un complejo orográfico trascendente y estableció la localización de yacimientos de petróleo y gas natural. Realizó investigaciones también en numerosas provincias argentinas y el litoral pacífico de Chile. Durante su segundo periodo de investigaciones (1923-1927), Guido Bonarelli organizó la sección Geología de Yacimientos Petrolíferos Fiscales y desarrolló la prospección de hidrocarburos en el noroeste argentino, Mendoza, Neuquén y Comodoro Rivadavia. Generó un núcleo de colaboradores, que se ocuparon de intensificar los estudios geológicos con fines exploratorios en el país. Curiosamente Bonarelli en 1891 descubrió un horizonte sedimentario que posee enorme importancia, utilizado como nivel de referencia para caracterizar el evento de anoxia global del Cenomaniano-Turoniano. Dicho horizonte conocido mundialmente como *Livello Bonarelli* rinde un homenaje póstumo a su descubridor.

Palabras clave: *Sierras Subandinas, geología regional, Yacimientos Petrolíferos Fiscales.*

ABSTRACT

Guido Bonarelli, tireless explorer and geologist: pioneer in the prospection of hydrocarbons in Argentina.

Guido Bonarelli is an important figure in the field of geology in Argentina and he constituted one of the most relevant geologists in the oil exploration in our country. Of Italian origin, he was born in Ancona on July 25, 1871 and he died in Montereano, January 11, 1951. He excelled in stratigraphy, geological survey, historical geology and paleontology, becoming a specialist in the taxonomy of Jurassic ammonites and the stratigraphy of the Central Apennines. His professional work began in Italy and continued in Southeast Asia, South America, Bolivia, Chile, Argentina and Uruguay. During 1911-1918, he worked in the Dirección General de Minas, Geología e Hidrografía of Argentina. He defined the Sub-Andean Ranges as an orographic complex and he pointed out the locations of oil and natural gas reservoirs. He developed his researches in several Argentinean provinces and in the pacific Chilean coast. During his second period of research in Argentina (1923 -1927), Guido Bonarelli organized the Geological Division of YPF, and he intensified the oil exploration in the northwestern of Argentina, as well as in the provinces of Mendoza, Neuquén and the Comodoro Rivadavia region. He developed a professional and academic team that dealt with the geology and the hydrocarbon exploration in the country. Bonarelli discovered in 1891 a sedimentary horizon that has great importance and it serves as a baseline to characterize the global anoxic event known to the Cenomanian-Turonian transition. This world-famous skyline has been named *Livello Bonarelli* as a posthumous tribute to his discoverer.

Keywords: *Subandean Hills, regional geology, Yacimientos Petrolíferos Fiscales.*

INTRODUCCIÓN

Durante los siglos XIX y XX, arribaron a

la Argentina numerosos geólogos europeos, procedentes principalmente de Alemania y de Italia. Fueron éstos profe-

sionales que, con sus conocimientos y labor, contribuyeron a la constitución de empresas nacionales y al desarrollo de las

investigaciones geológicas del país.

Entre los geólogos procedentes de Italia, se destacó el Dr. Guido Bonarelli quien, antes de llegar a la Argentina, había trabajado en Borneo, España meridional, Argelia y Túnez contratado por la Royal Dutch (Fig. 1). Su actividad geológica en la República Argentina tuvo lugar en dos periodos, el primero entre los años 1911 y 1918, y el segundo entre 1923 y 1927, que totalizan once años de permanencia en nuestro país.

Durante su primera estadía, Guido Bonarelli trabajó como geólogo de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrografía de la República Argentina y recorrió extensamente el territorio nacional. Definió entonces las Sierras Subandinas como un complejo orográfico y estableció la localización de los campos Capiazuti y Durán, los que fueran posteriores yacimientos de petróleo y gas natural. Asimismo realizó investigaciones geológicas en otras provincias, entre ellas, Tucumán, Mendoza, Entre Ríos, Corrientes, Neuquén, sur de Buenos Aires, el litoral patagónico hasta Tierra el Fuego, y en Chile, Punta Arenas y el litoral pacífico. Durante su segundo periodo de investigaciones, Bonarelli organizó la sección Geología de Yacimientos Petrolíferos Fiscales e intensificó la prospección de hidrocarburos en el noroeste argentino, Mendoza, Neuquén y Comodoro Rivadavia.

Es por esta muy numerosa e infatigable actividad, como así también por su disposición como maestro de notables geólogos, que Bonarelli merece un lugar destacado entre los pioneros de la geología de la Argentina.

SU JUVENTUD Y SUS ESTUDIOS

Guido Bonarelli nació en Ancona, Italia, el 25 de julio de 1871. Sus padres fueron el Conde Giulio Bonarelli y Giulia Salvadori-Paleotti, también hija de nobles de la región. Durante su infancia la familia se trasladó a Gubbio donde el joven salía a recorrer los terrenos que pertenecían a la



Figura 1: Guido Bonarelli en Las Palmas, Islas Canarias, 1 de octubre de 1914. Tomado de Bernoulli y Jenkyns (2009).

familia y fue durante estas salidas, cuando comenzó a coleccionar fósiles. Su interés por el conocimiento e interpretación de los procesos de la naturaleza se despertaron tempranamente en estos recorridos y era su padre quien respondía a sus inquietudes científicas, alentándolo.

Inició los estudios superiores orientados a la geología en 1890 en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Roma. Su temprano y permanente interés por la geología lo llevaron a escribir su primer trabajo científico durante el primer año de carrera de grado en la Facultad. En el curso del año académico

1890-1891, Guido Bonarelli escribió una contribución geológica acerca de la región de Gubbio (Bonarelli 1891) con la que confeccionó el mapa geológico de la zona (Fig. 2). En el perfil del área, identificó el límite Cretácico-Paleógeno y el horizonte que más tarde sería denominado *Livello Bonarelli*. Sobre la base de sus observaciones desarrolló la iniciativa de efectuar una excursión en uno de los cortes geológicos más completos de los Apeninos centrales. Esta excursión aún se realiza en la actualidad y la iniciativa generada por Bonarelli en Gubbio se ha propagado exitosamente a distintas regiones

de los Apeninos italianos.

En 1891, Guido Bonarelli se trasladó a la Universidad de Turín, momento en que inició su carrera académica con el profesor Carlo Felice Parona, por quién sintió una profunda admiración que perduraría el resto de su vida. Fue Parona quien sugirió a Bonarelli dedicarse a la paleontología. Entre 1893 y 1895, aún siendo estudiante, Bonarelli publicó sus primeros estudios científicos sobre geología y paleontología. En 1894 recibió la máxima calificación en la defensa de la tesis de grado en la misma universidad, titulada *Una escursione geologica da Lecco a Como*.

ACTIVIDAD ACADÉMICA

Durante el periodo correspondiente a sus estudios universitarios, Bonarelli se dedicó a la tarea docente como medio de subsistencia y enseñó Ciencias Naturales en institutos privados o públicos. Paralelamente con los últimos años de la carrera universitaria cursó el magisterio en la Facultad de Ciencias Naturales de Turín y obtuvo el diploma con calificación máxima, unos días después de defender su Tesis de Grado en Geología.

En 1895 fue nombrado ayudante de cátedra del profesor Giovanni Capellini en el Instituto Geológico de la Universidad de Bologna. Simultáneamente, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Turín le otorgó el título de Docente Libre de Geología y Paleontología el 11 de abril de 1896 y en 1897 accedió por concurso a la Cátedra de Geología y Mineralogía en el Instituto Agrario Experimental de Perugia. Tempranamente abandonó este cargo al ser contratado por la Royal Dutch para prospectar la región del sudeste asiático y si bien no retornaría a las aulas, Bonarelli mantuvo intacta por el resto de su vida, su vocación docente tal como lo refirieran sus discípulos (Feruglio 1951).

TRABAJOS PROFESIONALES

Inicio de sus actividades

A mediados de 1899, Guido Bonarelli se embarcó rumbo a unas vacaciones en la

isla de Creta, donde permaneció algo menos de un mes. Como resultado de sus observaciones publicó un trabajo sobre la geología de la isla, haciendo referencias a la ecología, agricultura, historia y fósiles (Bonarelli 1900).

Entre 1901-1904 y 1905-1907, Bonarelli fue contratado por la Royal Dutch y se dirigió a Borneo. Esta etapa se caracterizó por largas jornadas de relevamientos a través de la selva en compañía de nativos malayos, hecho que le permitió aprender el idioma y conocer en profundidad la geología y minería de la región.

A fines de 1903, Guido Bonarelli emprendió un largo viaje de regreso a Italia, visitando los principales sitios de interés geológico de Indochina, Japón, Hawai y América del Norte. Demostró, en esta oportunidad, una especial preocupación por conocer los distritos petroleros de Pensilvania y California a fin de acumular una mayor experiencia sobre la geología mundial. No se conocen publicaciones sobre estos estudios debido a que los resultados de los trabajos profesionales realizados para la empresa Royal Dutch requerían una estricta confidencialidad.

En 1907, con un conocimiento global acerca del tema hidrocarburos, Bonarelli manifestó su preocupación por el futuro de los combustibles en Italia. Sin embargo, su advertencia fue ignorada, hecho que produjo un retraso en la producción de petróleo en la península y repercutió en su carrera profesional, ya que por el lapso 1907-1911, no recibió oferta alguna, fuera oficial o privada, para trabajar como geólogo en su país y por lo tanto, ejerció la profesión en España meridional, Argelia y Túnez, contratado por una empresa belga.

Primera estadía de Guido Bonarelli en la Argentina

Debido al hallazgo de un pozo petrolífero en Comodoro Rivadavia en 1907, el gobierno argentino decide crear una empresa petrolera, para lo cual era necesario, entre otras cosas, la incorporación de profesionales competentes. El profesor Gaetano Rovereto, consultor *part-time* del

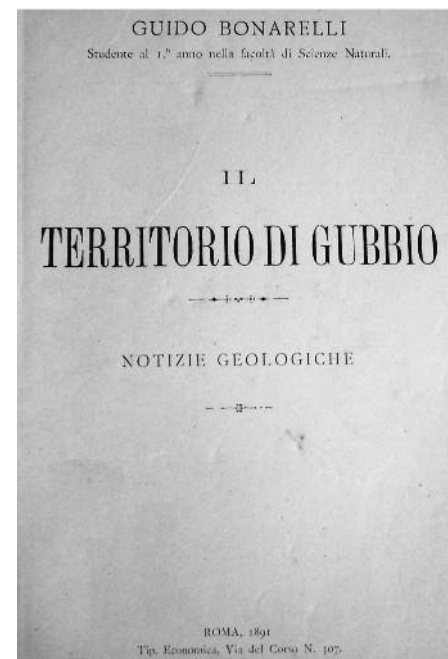


Figura 2: Tapa de la publicación *Il territorio de Gubbio. Notizie geologiche* de Bonarelli (1891).

Ministerio de Obras Públicas, propuso a Guido Bonarelli como geólogo especializado en investigaciones petrolíferas. El 4 de abril 1911, por decreto del presidente Roque Sáenz Peña, Guido Bonarelli fue contratado para trabajar como geólogo en la División de Minas, Geología e Hidrología, bajo la dirección del Ingeniero Enrique Hermitte. Comenzaba para Bonarelli uno de los periodos más comprometidos con la geología argentina y más fructíferos en cuanto a su producción científica.

La actividad de Guido Bonarelli en nuestro país se desarrolló en dos periodos, el primero entre 1911 y 1918, y el segundo entre 1923 y 1927, que suman en total once años de permanencia en Argentina. Durante su primer periodo de labor, Bonarelli recorrió extensamente el territorio nacional trabajando como geólogo de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrografía de la República Argentina. Definió las Sierras Subandinas, las mapeó y estableció la localización de las áreas de Capiazuti y Campo Durán, posteriores yacimientos de gas natural y petróleo, respectivamente. Se ocupó también de efectuar numerosas investigaciones geológi-

cas en el Chaco subandino y en las provincias de Tucumán, Mendoza, Entre Ríos, Corrientes, Neuquén, sur de Buenos Aires, el litoral patagónico hasta Tierra el Fuego y en Chile, Punta Arenas y el litoral pacífico.

Durante su segundo periodo de investigaciones, Bonarelli desarrolló una amplia gestión, organizó la sección Geología de Yacimientos Petrolíferos Fiscales -YPF- e intensificó la prospección de hidrocarburos en el noroeste argentino, como así también en las provincias de Mendoza, Neuquén y Chubut, con especial atención en el área de Comodoro Rivadavia. Constituyó un grupo de trabajo con importantes colaboradores, conocidos posteriormente como la Escuela Italiana, que habría de sustentar las bases de la exploración petrolera de la época, contándose entre sus más destacados discípulos: Egidio Feruglio, Enrico Fossa Mancini, Danilo Ramaccioni, Ivo Conci, María Casanova y Francesco Franceschi. Contemporáneamente, realizó estudios geológicos para la provincia de Corrientes, analizó las regiones comprendidas entre los ríos Paraná y Uruguay, y se ocupó en detalle del Cenozoico pampeano.

Aportes a la geología del petróleo en las Sierras Subandinas

Sobre la base de los trabajos precedentes de Brackebusch, Bodenbender, Keidel, Zuber y Steinmann, Guido Bonarelli definió las Sierras Subandinas como sistema orográfico y concentró sus investigaciones en ellas por su potencial petrolífero estratégico. Después de dos años de trabajo intenso, pudo definir la existencia de ocho anticlinales, cuatro situados en el distrito Orán y cuatro en el distrito Tartagal (Bonarelli 1913a). Entre estos últimos, definió la estructura del anticlinal de Campo Durán, que con el tiempo se revelaría como uno de los yacimientos más importantes del sector norte del país. Por primera vez en la Argentina, se explicaba la existencia de yacimientos de hidrocarburos a través de la presencia de anticlinales. Evidentemente, los frecuentes recorridos y estudios efectuados en los Ape-

linos lo capacitaron para interpretar correctamente estas estructuras geológicas. Sin embargo, el reconocimiento a la labor de Guido Bonarelli no fue inmediato ya que las primeras perforaciones realizadas no alcanzaron los horizontes productivos. A partir de 1933, cuando Bonarelli estaba ya de regreso en Italia, se puso en evidencia la precisión de sus afirmaciones geológicas, porque las perforaciones efectuadas alcanzaron mayor profundidad. El yacimiento de Campo Durán comenzó a ser productivo recién en 1951 y si bien Longobardi, compañero de numerosos trabajos, le había comunicado por carta el éxito que se estaba obteniendo, la muerte de Bonarelli, acontecida en enero de 1951, impidió que llegase a conocer la buena noticia (Longobardi 1970). Hacia fines del primer periodo de estadía en la Argentina, Guido Bonarelli resumió sus trabajos en un informe que entregó a la Dirección de Minas (Bonarelli 1921a). En éste, enumeró todas aquellas regiones petroleras con mejores perspectivas a lo largo y ancho del país, entre ellas: Comodoro Rivadavia, Neuquén y sur de Mendoza, Cacheuta en Mendoza, la puna jujeña y las regiones subandinas de Jujuy, Salta y Bolivia. Evidentemente, su primera estancia en Argentina había sido sumamente productiva ya que, en escasos siete años, definió y estudió las principales cuencas petrolíferas del país. En esta obra, Bonarelli resumió además los estudios llevados a cabo en la zona norte desde 1911 a 1918 (Cuadro 1).

Como evidencia de la calidad de sus investigaciones, se puede destacar el hecho ocurrido en el anticlinal del Quemado. Según sus cálculos, el trépano atravesaría 510 m de rocas sedimentarias desde el Terciario al Devónico hasta alcanzar los calcáreos dolomíticos portadores de petróleo. Un sondeo realizado por Ferrocarriles encontró dicho nivel a los 530 m (Bonarelli, L. 2002). A partir de 1990, cuando se incrementó la explotación petrolífera y gasífera del norte de Argentina, la comunidad científica pudo confirmar la exactitud de las investigaciones de Guido Bonarelli, llevadas a cabo en un

momento en que las técnicas de prospección geofísica aún no se encontraban desarrolladas.

Segunda estadía de Guido Bonarelli en la Argentina

Luego de permanecer en Italia cinco años, donde se desempeñó como alcalde de la ciudad de Gubbio entre 1923 y 1924, Guido Bonarelli regresó a la Argentina invitado por su amigo José María Sobral, nuevo Director General de Minas, con el objeto de que se hiciera cargo de la División Geología. Un año antes, en 1922, se había creado en Argentina la empresa estatal Yacimientos Petrolíferos Fiscales, que era conducida por el coronel Enrique Mosconi y se encontraba en plena organización. Por ese entonces, la administración petrolífera de Comodoro Rivadavia se separaba de la Dirección General de Minas y es así que Bonarelli quedó a cargo de la División Geología de YPF. Necesitó entonces congregarse profesionales idóneos para la organización de esta división y recurrió a jóvenes compatriotas, entre ellos, los profesores Egidio Feruglio y Enrico Fossa Mancini, los doctores Danilo Ramaccioni, María Casanova e Ivo Conci, y el ingeniero Vincenzo Franceschi.

Se iniciaba así, una generación de discípulos de Bonarelli quienes continuarían su obra en la Argentina conformando la escuela italiana dedicada a encarar estudios geológicos enfocados a la búsqueda de hidrocarburos. La conformación de este grupo fue posible gracias a la generosa personalidad del maestro Bonarelli quien, según testimonio de destacados profesionales (Bonarelli, L. 2002), siempre se empeñó en destacar los logros de sus discípulos.

En esta etapa, Bonarelli continuó con los estudios de los yacimientos de petróleo de YPF en Comodoro Rivadavia, Neuquén, Mendoza y las provincias del norte, pero realizó entre 1926 y 1929, un importante trabajo en la provincia de Corrientes en colaboración con el Dr. Ernesto Longobardi, que consistió en un estudio y relevamiento geológico, agroló-

CUADRO 1: Compilación de las actividades realizadas por Guido Bonarelli en el noroeste argentino durante su primera estadía en el país (Bonarelli 1921a).

República Argentina - zona noroeste	
1911: julio-octubre	Estudio del distrito minero Tartagal
1912: julio	Expedición a los alrededores de Salta
1912: julio-octubre	Estudio del distrito minero Orán
1912: octubre-noviembre	Campaña geológica a la quebrada de Humahuaca y alrededores de Tres Cruces
1913: julio-diciembre	Estudio del distrito Minero San Francisco - Quebrada de Humahuaca
1914: enero	Exploración del Departamento de Anta, Salta
1915: mayo-setiembre	Estudios de las áreas petrolíferas al norte del paralelo 22° S hasta Charagua, Bolivia; Tartagal, este de Orán, Departamentos de Ledesma y San Pedro
1917: junio	Estudios en San Pedro, El Quemado y provincia de Jujuy
1918: mayo-junio	Estudio de la sierra de Aguara Güe, Campo Durán, Tartagal, alrededores de Salta y valle del río Juramento

gico y minero acompañado por la confección de un mapa geográfico de la provincia (Bonarelli 1929a).

También como corolario de este periodo fecundo redactó la *Geología de América Meridional* (Bonarelli 1929b, 1932) fruto de los estudios realizados durante sus permanencias en la Argentina.

OBRA CIENTÍFICA

A lo largo de sus 60 años de vida profesional, Guido Bonarelli produjo 165 publicaciones, 237 informes y 65 informes inéditos. Longobardi (1970) y Bonarelli, L. (2002) brindaron en sus reseñas sobre el autor el listado de los mismos.

Su primer trabajo científico, tal como se indicara anteriormente, lo realizó siendo estudiante del primer año de la carrera de grado en Geología y consistió en la descripción de la geología de la comarca de Gubbio, Italia (Bonarelli 1891). Durante su juventud, junto a su labor académica docente, Bonarelli continuó con la elaboración y publicación de trabajos científicos sobre geología y paleontología, estudiando fundamentalmente las faunas de amonites jurásicos y otros invertebrados mesozoicos, colectadas durante las numerosas excursiones geológicas que realizaba por diversas regiones de Italia central. Según menciones de su hijo (Bonarelli, L. 2002), en el primer periodo de actividad científica, su padre produjo medio centenar de publicaciones, particularmente sobre las secuencias sedimentarias jurásicas italianas.

La mayoría de sus trabajos, 283 de ellos, fueron editados en Italia, aún cuando no fueran referidos exclusivamente a la geología de la península. Las publicaciones aparecieron en diferentes revistas, tales como: *Bolletino della Società Geologica Italiana*, *Rivista Italiana di Paleontologia*, *Bolletino del Servizio Geologico Italiano*, *Società Malacologica Italiana*, *American Association of Petroleum Geologists (AAPG)*, *Reale Accademia di Torino*, *Giornale di Geologia*, *Paleontographia Italica*, *Memorie della Accademie di Savoie*, *Istituto Agrario e Il Metano*. Asimismo, como resultado de su trabajo profesional en el sudeste asiático, Bonarelli produjo 18 artículos sobre geología y minería.

Es de destacar que las publicaciones científicas de Guido Bonarelli se acompañan de excelentes ilustraciones y mapas geológicos donde se integra toda la información, aún cuando no le hubiera sido solicitada la confección de los mismos. A lo largo de su vida profesional, el geólogo italiano, relevó, efectuó y publicó 178 mapas geológicos.

Sus 61 contribuciones sobre geología, paleontología y antropología de la Argentina y América del Sur fueron publicadas en los *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería*, el *Boletín de la Dirección General de Minas Geología e Hidrología*, los *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, los *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires*, *Physis*, el *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, *GAEA*, el *Acta de la Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales* de Tucumán y la *Revista*

de *Antropología*, entre las más relevantes. Como resultado de sus investigaciones en el norte de Argentina, Guido Bonarelli publicó trabajos científicos e informes, entre los que se destacan *La estructura geológica y los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Orán, provincia de Salta* (Bonarelli 1914), *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas de Norte, provincias de Salta y Jujuy* (Bonarelli 1921a) y *Fósiles de la Formación Petrolífera del distrito Salta, o Sistema de Salta* (Bonarelli 1927) (Fig. 3).

Es destacable el trabajo que confeccionó sobre las sierras del Alto y Aguara Güe (Bonarelli 1913a). El mismo consiste en un informe de 50 páginas y un mapa de la zona petrolífera, dirigido al Dr. Juan Keidel, jefe de la sección Geología de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, quien a su vez lo remite al Ing. Hermitte, jefe de la Dirección y también al ministro de Agricultura. Ante la carencia de mapas topográficos, Guido Bonarelli realizó una travesía de 54 días con la brújula, y como resultado, confeccionó un mapa a escala 1:100.000 con error centimétrico. En el informe se detalla la información geológica disponible previamente en el área y los manaderos de petróleo que fueran anteriormente explotados. El informe se completa con datos sobre demografía, vías de comunicación y existencia de aguas termales. En esta contribución geológica se introduce por primera vez la teoría de anticlinales (Fig. 4), desestimando la teoría de los geosinclinales. El epílogo de este informe culmina con la siguiente frase de Bonarelli: “*la abundancia de manantiales y la condición tectónica muy regular del terreno petrolífero hacen esperar la presencia de un yacimiento... autorizándome a renovar la declaración de mis previsiones optimistas al respecto. ¡Trabajemos, pues!*” (Bonarelli 1913a: 50).

No menos importantes fueron sus estudios en otras regiones del país. Guido Bonarelli realizó el bosquejo geológico de la provincia de Tucumán en colaboración con el Dr. Franco Pastore (Bonarelli y Pastore 1918) y años después, publicó en Italia, la obra titulada *Geología Tucumana*



Figura 3: Tapas de algunas publicaciones relevantes de Guido Bonarelli efectuadas en el noroeste argentino (Bonarelli 1913a, 1914, 1921a, 1927).

(Bonarelli 1945), del cual dedicó un ejemplar al Dr. Abel Peirano, por entonces Director del Instituto de Geología y Minería de Tucumán, dependiente de la Universidad. Este ejemplar se encuentra depositado en la biblioteca de la Secretaría de Minería de la Nación (Fig. 5).

A partir de sus visitas a la Patagonia austral escribió sobre la geología y *Los Fósiles de Tierra del Fuego* (Bonarelli 1917 a) (Fig. 6), *Tierra del Fuego y sus turberas* (Bonarelli 1917b), y se ocupó también de los bivalvos de la provincia de Santa Cruz (Bonarelli 1918a). Fruto de la investigación con-

junto con el geólogo argentino Juan J. Nágera en la región de Santa Cruz, es la obra *Observaciones geológicas en las inmediaciones del Lago San Martín (Territorio de Santa Cruz)* (Bonarelli y Nágera 1921), en la que se describe *Sanmartinoceras*, amonite característico del Cretácico Inferior de

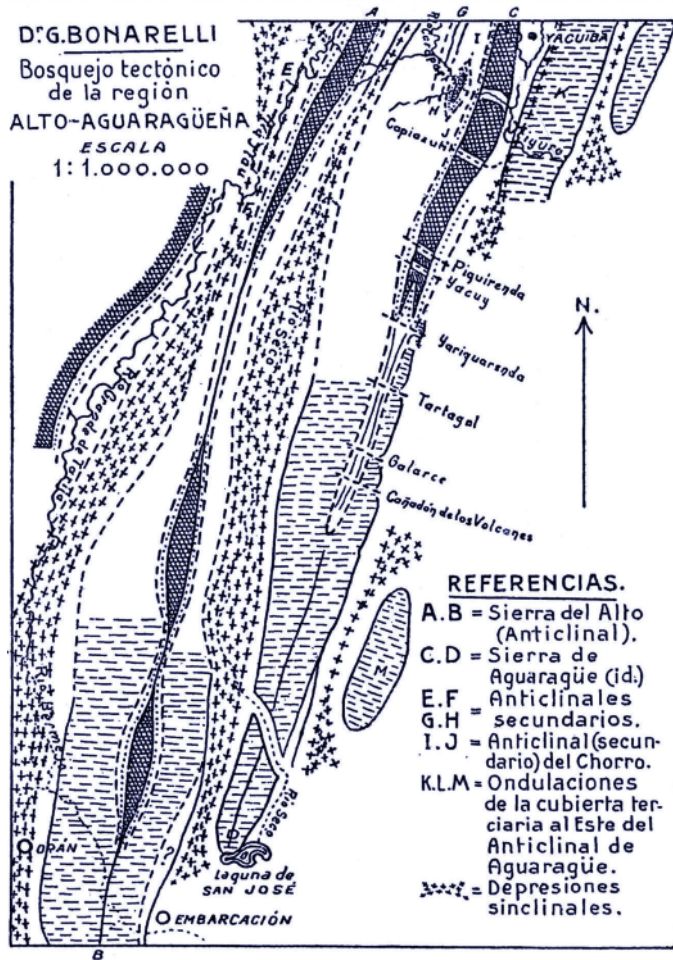


Figura 4: Esquema del anticlinal de Aguaraque, Sierras Subandinas (Bonarelli 1913a).

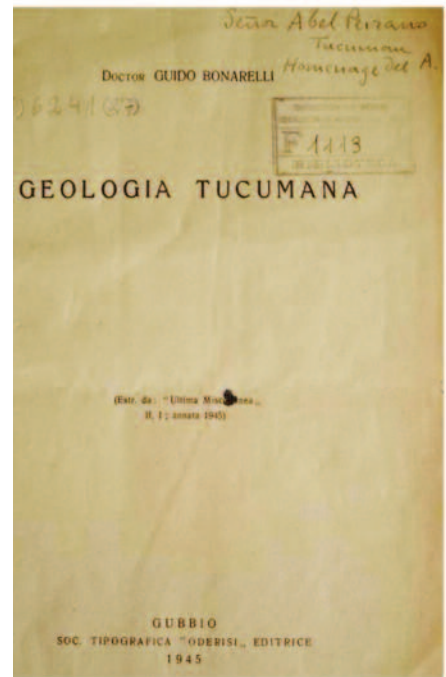


Figura 5: Tapa de *Geología Tucumana* con dedicatoria a Abel Peirano (Bonarelli 1945).

Cuenca Austral.

Con relación al área pampeana, Bonarelli publicó *Fósiles de la ingresión querandina del Buenos Aires* (Bonarelli 1918b) y también se ocupó, junto con Franco Pastore, del granito de la cantera de López Lecube (Bonarelli y Pastore 1915).

Además de estos trabajos realizó varias contribuciones sobre diversos temas de geología y paleontología (Bonarelli 1913b, c, 1915, 1918c, d, e, f, g, 1921b, 1925a, b, Bonarelli y Nágera 1913).

La curiosidad científica de Guido Bonarelli fue amplia, de modo que no restringió sus contribuciones solamente a la geología y la paleontología sino que incurrió además, en estudios sobre antropología. Y de hecho, cerca de la tercera parte de su producción científica está dedicada a historia, política, geografía, arqueología y antropología (Bonarelli 1916, 1918h, i, 1925c). En esta última discipli-

na, publicó trabajos sobre un supuesto fósil humano encontrado en Miramar (Bonarelli 1918j, 1924, 1926).

DE REGRESO EN SU PATRIA

De regreso en Italia en 1927, Guido Bonarelli comenzó a trabajar para AGIP, en principio en Sicilia y luego en los Abruzzos. Era, por ese entonces, el único geólogo italiano con experiencia en todo tipo de yacimientos de hidrocarburos, según refiere su hijo Leonardo (Bonarelli, L. 2002). Esta condición resultó fundamental para que la empresa italiana requiriera de sus servicios. Si bien llevó a cabo estudios e informes enfocados a la prospección petrolífera, no abandonó el trabajo científico, y fue en este periodo que realizó nuevas investigaciones en Sicilia y los Apeninos septentrionales, confeccionando también numerosos mapas. En

1936 abandonó AGIP y se trasladó a la colonia italiana de África Oriental, como director del Servicio Geológico. En ese lugar, paralelamente a su tarea profesional, realizó observaciones sobre los pobladores y sobre los bosques. Posteriormente, entre 1939 y 1944, ya de regreso en Italia, se desempeñó como director del Ente Nacional del Metano (ENM). Si bien durante los años de la Segunda Guerra Mundial, Bonarelli no mantuvo comunicación con sus colegas de Argentina, al terminar la contienda reinició la correspondencia, manifestando entonces en varias oportunidades a sus amigos argentinos la intención de regresar a nuestro país para residir definitivamente aquí, ya que, según sus palabras, “los años transcurridos en la República Argentina fueron los más bellos de mi vida” (Bonarelli, L. 2002). Sin embargo, el físico de este incansable geólogo no acompañó su voluntad ya que enfermó y falleció en Roma el 11 de enero de 1951.

Egidio Feruglio, uno de sus discípulos, en su obituario recordó a su colega y maestro con las siguientes palabras: “*Geólogo y paleontólogo sagaz, fue también un óptimo maes-*

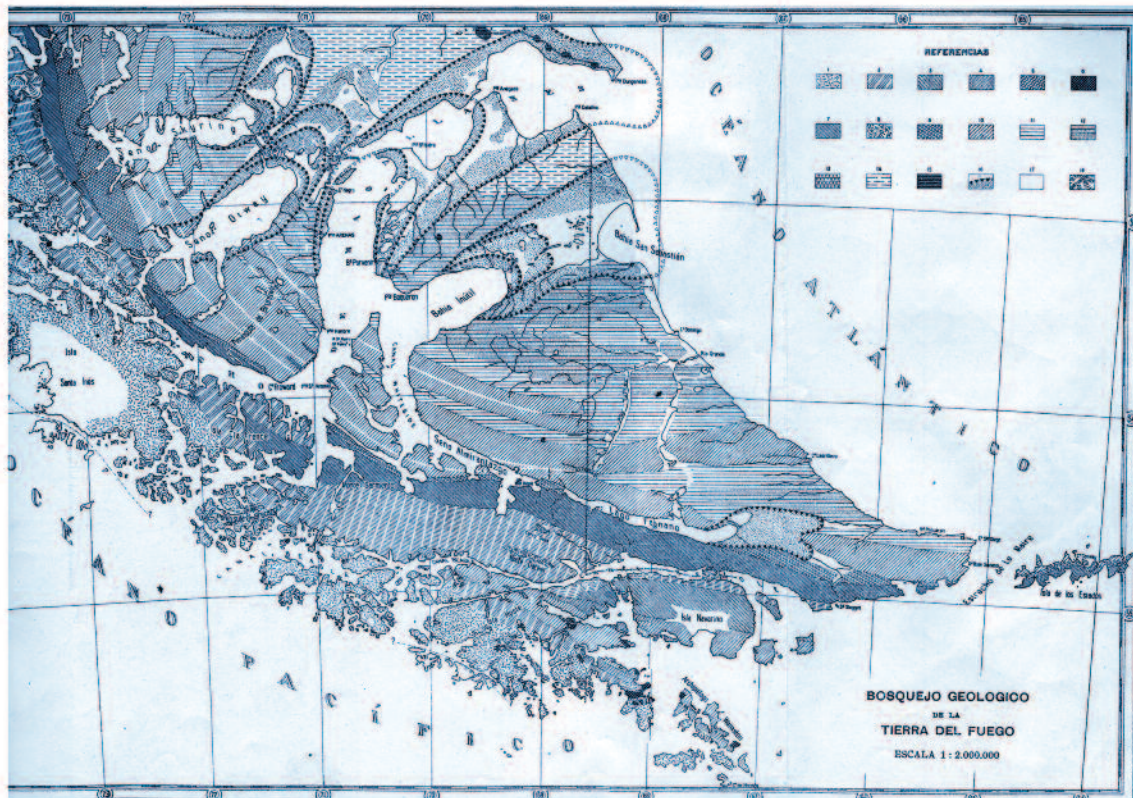


Figura 6: Bosquejo geológico de Tierra del Fuego (Bonarelli 1917b).

tro, no diré de la Cátedra, que ocupó por brevísimo tiempo, pero de la convivencia y camaradería en el trabajo con los jóvenes, a quienes él prodigaba los tesoros de su saber y de su experiencia y de quienes sabía ganarse la simpatía con su palabra cálida y persuasiva, su carácter exuberante y juvenil, el ánimo generoso y el trato cordial con gran señorío? (Feruglio 1951: 7).

EL LIVELLO BONARELLI

En 1891, con la escasa experiencia de joven estudiante de geología, Guido Bonarelli descubrió en los Apeninos Centrales, el nivel u horizonte, hoy en día conocido como *Livello Bonarelli*, que constituye una línea de investigación por excelencia, ya que vincula la estratigrafía, la micropaleontología y la geoquímica con la paleoceanografía. Numerosos estudios realizados en la zona, junto a otros desarrollados en numerosas regiones del planeta, han permitido definir uno de los eventos de anoxia globales, el AOE2 -*Anoxic Oceanic Event 2*-, reconocido para la transición del Cenomaniano al Turoniano.

El *Horizonte Bonarelli* -AOE2- se encuentra localizado en los Apeninos Umbro-Marchigianos de Italia central y corresponde a un nivel poco potente situado entre las formaciones Scaglia Bianca del Cenomaniano y Scaglia Rossa del Turoniano. La litología corresponde a una arcillita de color negro y amarillo que posee un espesor de 0,65m a 1,30 m. Ésta contiene abundante materia orgánica, cuya proporción supera 100 veces a la que poseen los bancos suprayacentes. Asimismo, se destaca un nivel bituminoso portador de numerosos peces. Este horizonte contiene más del 70% de sílice proveniente de esqueletos de radiolarios, sílice que se encuentra en estado amorfo y dificulta el reconocimiento taxonómico de estos fósiles. Se reconoce material volcánico en proporciones inferiores al 10%. Turgeon y Creaser (2008) plantearon la existencia de un importante evento magmático durante el intervalo previo a la depositación del OAE2. Mediciones de Os en sedimentitas provenientes de regiones muy distantes, señalan que este evento habría

sucedido 230.000 años antes de producirse la anoxia y el consecuente pico en la producción de gran cantidad de ^{13}C . Este pulso magmático habría sido un disparador para el gran volumen de materia orgánica que caracteriza al nivel. Cabe agregar que el *Horizonte Bonarelli* es reconocido en África, España, los océanos Atlántico central, Atlántico norte y en South Rise, océano Pacífico.

Por lo antedicho, el *Livello Bonarelli* posee una trascendencia mundial y sirve, sin duda alguna, para rendir tributo al geólogo, naturalista, político, historiador y antropólogo que supo cultivar la amistad y la cooperación con los primeros geólogos argentinos, y que se preocupó por la prospección geológica petrolera de nuestro país como si fuese su segunda patria.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer al Dr. Guillermo Ottone por invitarnos a participar en el *Segundo Congreso Argentino de Historia de la Geología* con la presente contribu-

ción. Al Dr. Victor A. Ramos por generar interés sobre la figura de G. Bonarelli en una de las autoras (AC). Al personal de la Biblioteca del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) por haber facilitado numeroso material bibliográfico de archivo. A G. Angelozzi y C. Fernandez Garrasino por la revisión del manuscrito y las valiosas sugerencias aportadas. Esta es la contribución R-32 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bernoulli, B. y Jenkyns, H. 2009. Ancient oceans and continental margins of the Alpine-Mediterranean Tethys: deciphering clues from Mesozoic pelagic sediments and ophiolites. *Sedimentology* 56: 149-190.
- Bonarelli, G. 1891. Il territorio di Gubbio. *Notizie geologiche*. Tipografia Economica 38p., Roma.
- Bonarelli, G. 1900. Appunti sulla costituzione geologica dell'Isola di Creta. *Memorie della Reale Accademia dei Lincei, sezione V*, 3: 517-548.
- Bonarelli, G. 1913a. Las Sierras Subandinas del Alto y Aguargüie y los yacimientos petrolíferos del Distrito Minero Tartagal, departamento de Orán, provincia de Salta. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 7(4): 1-50.
- Bonarelli, G. 1913b. Exploración de la región petrolífera de Salta. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 76(1): 5-27.
- Bonarelli, G. 1913c. Epirogenia y paleogeografía del sud América. *Physis* 1(5): 221-241.
- Bonarelli, G. 1914. La estructura geológica y los yacimientos petrolíferos del distrito minero de Orán, provincia de Salta. *Boletín de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, serie B*, 9: 1-43.
- Bonarelli, G. 1915. Epirogenia y paleogeografía del sud América. *Physis* 1(8): 499-522.
- Bonarelli, G. 1916. La mandíbula humana de Bañolas. *Physis* 2(12): 399-406.
- Bonarelli, G. 1917a. Fósiles de Tierra del Fuego. *Physis* 3(15): 433-434.
- Bonarelli, G. 1917b. Tierra del Fuego y sus turberas. *Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 12(3): 1-119.
- Bonarelli, G. 1918a. Un *Neoinoceramus* de Santa Cruz. *Physis* 4(17): 317.
- Bonarelli, G. 1918b. Nuevos afloramientos fosilíferos de la ingresión querandina en las inmediaciones de la ciudad de Buenos Aires. *Physis* 4(17): 359.
- Bonarelli, G. 1918c. Hallazgos paleontológicos en Tierra del Fuego. *Physis* 4(16): 102.
- Bonarelli, G. 1918d. Pseudooolitos de Patagonia. *Physis* 4(7): 317.
- Bonarelli, G. 1918e. Hallazgos paleontológicos en la provincia de Salta. *Physis* 4(7): 339.
- Bonarelli, G. 1918f. Nuevas contribuciones geopaleontológicas argentinas. *Physis* 4(7): 351-352.
- Bonarelli, G. 1918g. La "Estheria de Cacheuta". *Physis* 4(17): 362-363.
- Bonarelli, G. 1918h. Alcuni problema d'antropologia sistematica. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 85(1): 5-32.
- Bonarelli, G. 1918i. Alcuni problema d'antropologia sistematica. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 85(3-4): 105-125.
- Bonarelli, G. 1918j. Sobre los hallazgos paleontológicos de Miramar. *Physis* 4(17): 339.
- Bonarelli, G. 1921a. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del Norte (provincias de Salta y Jujuy). *Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, sección Geología, Mineralogía y Minería* 15(1): 1-96.
- Bonarelli, G. 1921b. Origen de los petróleos y en especial de los argentinos. *Primer Congreso Nacional de Química, Actas y Trabajos* 4: 109-115, Buenos Aires.
- Bonarelli, G. 1924. Sobre la posición estratigráfica y antigüedad relativa de los restos de industria humana hallados en Miramar. *Physis* 7(26): 303-309.
- Bonarelli, G. 1925a. Nuevos fósiles devonianos de la República Argentina. *Physis* 8(28): 105.
- Bonarelli, G. 1925b. Tortugas del Sehuense. *Physis* 8(28): 105-106.
- Bonarelli, G. 1925c. Nomenclatura antropotassica. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 100(1-3): 5-15.
- Bonarelli, G. 1926. A propósito di ricerche preistoriche a Miramar (Argentina). *Rivista di Antropologia* 27: 484.
- Bonarelli, G. 1927. Fósiles de la formación petrolífera o "Sistema de Salta". *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 30: 51-116.
- Bonarelli, G. 1929a. Mapa geo-agrológico y mineral de la prov. de Corrientes (Rep. Arg.) y *memoria explicativa*. Tomo I, Imprenta del Estado: 245-456, Corrientes.
- Bonarelli, G. 1929b. *America Meridionale. Geologia*. En *Enciclopedia Italiana*. Volume 2. Istituto Giovanni Treccani. Bestetti e Tumminelli: 880-882, Roma.
- Bonarelli, G. 1932. Geología de América Meridional. *Revista Minera* 4(2): 51-57 (traducción al castellano E. Feruglio).
- Bonarelli, G. 1945. Geología Tucumana. *Última Miscellanea* 2(1): 8-15.
- Bonarelli, G. y Nágera, J.J. 1913. Informe preliminar sobre un viaje de investigación geológica a las provincias de Entre Ríos y Corrientes. *Boletín de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, serie B*, 5, 6 p., Buenos Aires.
- Bonarelli, G. y Nágera, J.J. 1921. Observaciones geológicas en las inmediaciones del Lago San Martín (Territorio de Santa Cruz). *Boletín de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, serie B*, 27, 39 p., Buenos Aires.
- Bonarelli, G. y Pastore, F. 1915. Una cantera de granito cerca de la estación López Lecube (F.C.P.) en el partido de Villarino (prov. de Buenos Aires). *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 27: 127-138.
- Bonarelli, G. y Pastore, F. 1918. Bosquejo geológico de la provincia de Tucumán. *Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Acta*: 27-46, Buenos Aires.
- Bonarelli, L. 2002. Guido Bonarelli (1871-1951). Vida y obra científica. Ediciones del 15° Congreso Geológico Argentino, 136 p., Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1951. Guido Bonarelli. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 70: 1-13.
- Longobardi, E. 1970. Doctor Guido Bonarelli. Su vida y obra en Argentina. *Primer Congreso Argentino de Historia de la Ciencia. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 48: 523-530, Córdoba.
- Turgeon, S.C. y Creaser, R.A. 2008. Cretaceous Oceanic Anoxic Event 2 triggered by massive magmatic event. *Nature* 454: 323-326.

Recibido: 11 de abril, 2011.

Aceptado: 22 de junio, 2011.