

# ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ, CHẤT LƯỢNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG DOLOMIT Ở VIỆT NAM

PGS.TS. NGUYỄN PHƯƠNG, TS. ĐỖ VĂN NHUẬN  
ThS. NGUYỄN THỊ CÚC - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

**D**olomit là đá carbonat có thành phần chủ yếu là khoáng vật dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , trong đó  $\text{MgCO}_3$  chiếm 45,8 %. Dolomit thuộc hệ tinh thể ba phương, thường có các mặt cong, có thể ở dạng cột, thạch nhũ, dạng khối, song tinh dạng tiếp xúc đơn giản, cát khai hoàn hảo ở mặt (1011). Đá thường có màu trắng, xám đến hồng, vết vỡ vỏ sò.

Độ cứng từ 3,5 đến 4 (theo thang độ cứng Moth), ánh thủy tinh đến ánh ngọc trai. Vết vạch màu trắng; tỷ trọng riêng: 2,84÷2,86, Chiết suất:  $n_w=1.679-1.681$   $n_e=1.500$ . Theo kết quả nghiên cứu cho thấy từ năm 2003 đến năm 2009, giá xuất và nhập khẩu dolomit trên thị trường thế giới ngày càng tăng. Giá xuất khẩu dolomit tăng từ 20 \$/tấn đến 34 \$/tấn. Giá nhập khẩu dolomit tăng từ 21 \$/tấn năm 2003 lên 48 \$/tấn năm 2009. Mặt khác, theo dự báo dolomit ngày càng sử dụng nhiều

trong các lĩnh vực công nghiệp; đặc biệt là ở các nước Bỉ, Canada, Ấn Độ, Anh, Đức... Ở nước ta, dolomit được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp luyện kim, sản xuất vật liệu chịu lửa và xử lý môi trường. Nhu cầu về dolomit cho các lĩnh vực công nghiệp trong nước ngày càng gia tăng.

## 1. Thị trường dolomit trên thế giới và Việt Nam

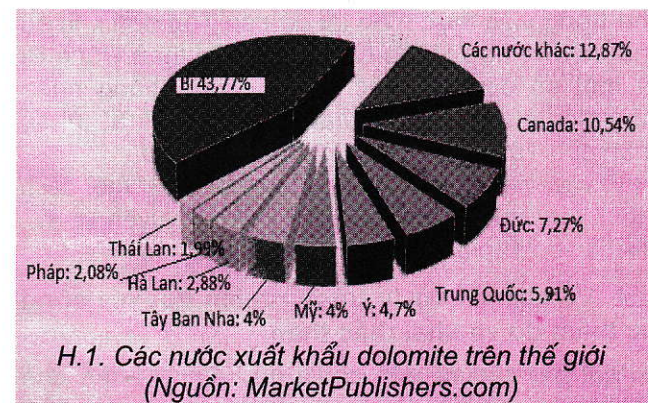
### 1.1. Trên thế giới

Trên thế giới, dolomit không chỉ sử dụng trong ngành công nghiệp luyện kim, vật liệu chịu lửa và ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau như ngành nông nghiệp, xử lý môi trường; ngoài ra còn ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực y học hiện đại. Theo kết quả thống kê cho thấy giá xuất và nhập khẩu dolomit trên thị trường thế giới ngày càng tăng từ năm 2003 đến năm 2009 (Bảng 1).

Bảng 1. Giá xuất và nhập khẩu dolomit từ năm 2003 đến năm 2009 (\$/tấn)

Năm	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Xuất khẩu	20	23	26	26	29	34	34
Nhập khẩu	21	28	25	30	39	45	48

Trong đó các nước xuất khẩu dolomit lớn nhất thế giới năm 2008 là Bỉ (43,77 %), Canada 10,54 %, Đức 7,27 %, Trung Quốc và các nước Ý, Tây Ban Nha, Mỹ..., các nước còn lại chiếm 12,87 %.



Ở Việt Nam, dolomit chủ yếu có nguồn gốc trầm tích, hoặc trầm tích biến chất. Thành phần hóa học của chúng chủ yếu là  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , một ít các oxit  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .... Hiện nay, ngoài các lĩnh vực sử dụng chủ yếu (luyện kim, sản xuất vật liệu chịu lửa và xử lý môi trường), dolomit còn được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau như: sản xuất, gốm, sứ, thủy tinh cao cấp, phụ gia sản xuất các sản phẩm cao su, giấy, sơn, thức ăn gia súc, chất độn phân bón...

Theo số liệu thống kê chưa đầy đủ, nhu cầu dolomit của cả nước hiện tại khoảng 10.000.000 tấn/năm quặng nguyên khai. Căn cứ vào nhu cầu sử dụng dolomit của cả nước trong những năm qua, Thủ tướng chính phủ [1] đã phê duyệt quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản dolomit cho các lĩnh vực công nghiệp (không tính cho công nghiệp luyện kim) như sau:



giai đoạn 2011-2015 là 2 triệu tấn; giai đoạn 2016-2020 là 1 triệu tấn. Tổng cộng nhu cầu cho các lĩnh vực khoáng 3 triệu tấn. Trong công nghiệp luyện kim, theo "Quy hoạch phát triển ngành thép Việt Nam giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025" [4] đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, trong đó nhu cầu về các sản phẩm thép được dự kiến qua từng giai đoạn như sau: năm 2010 đạt 10÷11 triệu tấn; năm 2015 đạt 15÷16 triệu tấn; năm 2020 đạt 20÷21 triệu tấn; năm 2025 đạt 24÷25 triệu tấn.

Trên cơ sở phân bố các nhà máy luyện thép, nguồn nguyên liệu quặng sắt, vị trí địa lý và điều kiện cơ sở hạ tầng cũng như nhu cầu tiêu thụ thép. Theo quy hoạch sẽ thực hiện đầu tư các dự án xây dựng mới và mở rộng công suất các cơ sở sản xuất gang thép hiện có giai đoạn 2007-2015 là 8 dự án và giai đoạn 2016-2020 là 3 dự án, tổng số là 11 dự án. Để đáp ứng nhu cầu dolomit làm phụ gia cho các dự án luyện kim trong cả nước với mục tiêu sản lượng gang thép trình bày trên, dự kiến sản lượng đá dolomit nguyên khai trong mỗi giai đoạn như sau:

- ❖ Năm 2015: 4,2÷4,6 triệu tấn;
- ❖ Năm 2020: 5,6÷5,9 triệu tấn;
- ❖ Năm 2025: 6,7÷7,0 triệu tấn.

Như vậy, để đáp ứng nhu cầu dolomit riêng cho các ngành công nghiệp trong nước giai đoạn 2015-2025 cần đầu tư thăm dò, khai thác khoáng 20 triệu tấn.

## 2. Đặc điểm phân bố, chất lượng dolomit

### 2.1. Đặc điểm phân bố

Theo tài liệu điều tra địa chất, các mỏ và điểm dolomit phân bố chủ yếu ở các tỉnh miền Bắc, miền Trung Việt Nam và ít ở Tây Nguyên. Các kết quả nghiên cứu cho thấy dolomit ở Việt Nam có nguồn gốc chủ yếu là trầm tích và biến chất từ các thành tạo trầm tích carbonat. Chúng thường tạo thành các dải, lớp hoặc dạng thấu kính nằm xen kẽ trong đá vôi và đá vôi dolomit thuộc các hệ tầng Đồng Giao (T2a dg), hệ tầng Sông Chảy, hệ tầng Bó Hiêng (S<sub>2</sub> bh), hệ tầng Mia Lé (D<sub>1</sub> ml), hệ tầng Tòng Bá (O-S?tb), hệ tầng Đồng Đăng ((P<sub>2</sub> đđ), hệ tầng Hà Giang (ε<sub>2</sub> hg), hệ tầng Khao Lộc, hệ tầng Tân Lâm (D<sub>1</sub> tl), hệ tầng Đá Đình (NP-ε<sub>1</sub> đđ), hệ tầng La Khê (C<sub>1</sub> lk), hệ tầng Bắc Sơn (C - Pbs), hệ tầng A Vương (ε-O<sub>1</sub> av) ... Riêng các thành tạo dolomit thuộc tỉnh Quảng Nam nằm xen trong đá phiến, gneis phức hệ Khâm Đức (NP-ε<sub>1</sub> kd) [3]. Đá có màu trắng, trắng sữa, xám, xám tro, đôi khi vàng nhạt... hạt mịn đến thô, phân lớp dày đến dạng khối.

### 2.2. Đặc điểm chất lượng

**a. Thành phần khoáng vật.** Thành phần

khoáng vật chủ yếu là dolomit, không quá 22,3 % calcit hoặc sét; ngoài ra còn có magnesit, hydroxit Fe và Mn, thạch anh (nhiễm silic), chaxedon, thạch cao, anhydrit, ratopkit, chất hữu cơ... Vì vậy, người ta phân chi thành đá dolomit vôi, dolomit macrơ, dolomit cát, dolomit nhiễm sắt, dolomit nhiễm thạch cao, dolomit nhiễm bitum...

**b. Thành phần hóa học.** Kết quả tổng hợp tài liệu từ các công trình điều tra, thăm dò địa chất từ trước cho thấy các mỏ và điểm mỏ dolomit ở nước ta có chất lượng khá tốt, hàm lượng MgO từ 15,47 - 28 %, chủ yếu >17 %; hàm lượng CaO dao động từ 18- 36,93 %; tổng hàm lượng Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> chủ yếu < 5 %; tổng hàm lượng Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O < 2 %. Kết quả thành phần hóa các mỏ dolomit thuộc các tỉnh được tổng hợp ở Bảng 2.

### 2.3. Tài nguyên, trữ lượng quặng dolomit

Tổng hợp tài liệu từ các báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản, tài liệu thăm dò hiện có cho thấy các mỏ dolomit phân bố ở nước ta chủ yếu thuộc mỏ có quy mô nhỏ đến trung bình. Một số mỏ có quy mô tương đối lớn phân bố tập trung ở các tỉnh miền bắc như Hòa Bình, Thái Nguyên, Ninh Bình và Nghệ An.

Tổng tài nguyên xác định (trữ lượng và tài nguyên dự tính) ở các mỏ đã thăm dò đạt gần 137 triệu tấn [2], [3]. Tổng tài nguyên chưa xác định (dự báo cấp 334) đạt khoảng 1.587 triệu tấn [2], [3].

Trữ lượng/tài nguyên ở các mỏ đã thăm dò cơ bản đáp ứng nhu cầu sử dụng trong nước giai đoạn 2015-2025. Tuy nhiên, mức độ nghiên cứu về chất lượng còn hạn chế, chưa đủ cơ sở đánh giá khả năng sử dụng cho các lĩnh vực công nghiệp khác nhau.

## 3. Định hướng sử dụng

### 3.1. Yêu cầu về chất lượng dolomit của một số lĩnh vực sử dụng chính

**a. Trong ngành luyện kim đen.** Dolomit là chất giúp chảy phải có tiêu chuẩn như sau: ≥19 % MgO; không quá: 6 % SiO<sub>2</sub>; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO≤5 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤0,5 %, CKT≤4 % không được lẫn S, P; bẻ cỡ hạt dưới 25 mm không quá 3 %; sức kháng nén tức thời không dưới 300 kG/cm<sup>2</sup>; đá rắn chắc.

**b. Sản xuất magie kim loại.** Quặng dolomit dùng sản xuất magie kim loại bằng thuật nhiệt silic phải đáp ứng các chỉ tiêu sau: MgO≥19,5 %; SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>≤2,5 %; Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O≤0,2 %; cỡ cục 20÷300 mm.

**c. Sản xuất vật liệu chịu lửa và xử lý môi trường.** Yêu cầu về thành phần hóa học của dolomit sử dụng để sản xuất vật liệu chịu lửa như dùng để ốp lò điện luyện thép và lò cán thép phải có tiêu chuẩn MgO≥17 %; SiO<sub>2</sub>≤6 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>≤5 %.



Bảng 2. Bảng tổng hợp thành phần hóa học các mỏ, điểm mỏ dolomit ở Việt Nam [2]

Tỉnh/Thành phố	Thành phần hóa học (%)						
	MgO	SiO <sub>2</sub>	T.Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Sơn La	20,15	0,68÷0,78	1,56	0,41	30,78	0,5	0,13
Yên Bái	19,51÷20,6	0,12÷0,8	0,3÷0,92		-	-	-
Phú Thọ	19,53÷21,0	1,22÷3,22	1,87÷2,65				
Hà Giang	18,9÷21,85	0,08-5,20	0,14÷0,95	0,10÷1,64	27,62÷33,20		
Cao Bằng	17,53÷20,47	1,17÷1,55	1,86	0,17	31,96÷34,62	0,28	
Bắc Kạn	17,80÷20,15	0,4÷2,87	0,27÷1,86	0,17÷0,34	29,91÷31,31	0,21÷0,28	0,14÷0,17
Tuyên Quang	17,8÷19,31	2,87		0,17	30,96÷33,18		
Lạng Sơn	17,1	5,04		0,3	29,93	1,6	0,2
Thái Nguyên	20,29÷20,65	< 0,65			31,18÷31,31		
Hòa Bình	22÷28	0,3÷19	0,5÷1,5	0,34÷0,17	18÷28,5		
Hà Nam	19,3÷22,5				28,7÷33,3		
Ninh Bình	19,26÷21,44	0,54÷1,4	0,04÷0,19	0,06÷0,57	30÷31		
Thanh Hóa							
Nghệ An	20,26÷20,42	0,35÷0,48	0,08÷0,31	0,045÷0,264	31,04÷31,34		
Quảng Bình	19,12÷20,53	0,21÷0,08	0,08÷0,25		32,14÷33,57		
Quảng Trị	19,15				33,09		
Quảng Nam	18,10÷20,47	1,16÷8,75		0,12÷0,64			
Kon Tum	17,03÷21,74	0,25÷8,35	0,03÷0,72		22,68÷22,68		
Gia Lai	15,47÷21,5				24,64÷36,93		

#### d. Trong công nghiệp thủy tinh

Trong phối liệu nấu thủy tinh (thủy tinh cửa, thủy tinh kỹ thuật, thủy tinh chai lọ), dolomit chiếm tỷ lệ 10÷20 % đảm bảo để thủy tinh ra lò chứa khoảng 2÷4 % MgO. Để đảm bảo các yêu cầu đó, đòi hỏi dolomit phải đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật sau: MgO≥19 %; 29÷30 %=CaO; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤0,5 %; CKT≤4 %. Riêng Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> không quá 0,05 % đối với thủy tinh đồ đựng xếp hạng, 0,3 % đối với thủy tinh chai lọ và thủy tinh nửa trắng và không hạn chế đối với thủy tinh chai sẫm màu.

#### e. Trong xử lý môi trường

Ngày nay, một số nơi trên cả nước ta; đặc biệt đối với vùng đồng bằng Bắc Bộ do nguồn nước ngầm được sử dụng khá phổ biến cho sinh hoạt (giếng đào, giếng khoan), nước thường chứa nhiều sắt, mangan cùng một số các kim loại nặng độc khác với hàm lượng hầu hết vượt tiêu chuẩn cho phép về nước sử dụng cho sinh hoạt.

Để bảo đảm tiêu chuẩn 02:2009/BYT cho nước sinh hoạt, người ta đã sử dụng dolomit [5].

#### f. Trong nông nghiệp

Ngoài các lĩnh vực sử dụng chính trên, dolomit còn được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực như làm nguyên vật liệu xây dựng, sản xuất vôi xây dựng thủy lực, vôi xây không khí, vôi xây dolomit. Đối với

nhóm này đòi hỏi dolomit phải có tiêu chuẩn sau : MgCO<sub>3</sub>≤ 40 %; CaCO<sub>3</sub> ≥ 50 %, sét từ 8÷10 %.

Đối với đá làm đá học, đá dăm, đá ốp lát, đá xây dựng, yêu cầu đá dolomit phải đạt các tiêu chuẩn cơ lý sau: độ bền nén ≥ 500 kG/cm<sup>2</sup>, hệ số hóa mềm không vượt quá 10 % và thể trọng không dưới 1,8 g/cm<sup>3</sup>. Đá dăm cần có độ bền nén không dưới 800 kG/cm<sup>2</sup>, ngoài ra còn quy định SO<sub>3</sub> trong đá dăm không quá 1 % và các chỉ tiêu nén đập trong xi lanh, độ mài mòn tang quay, độ bám dính nhựa đường.

#### 3.2. Định hướng sử dụng

Từ kết quả tổng hợp thành phần hóa học (Bảng 2) và tiêu chuẩn kỹ thuật yêu cầu đối với từng lĩnh vực sử dụng nêu trên cho thấy:

❖ Hầu hết các mỏ, điểm mỏ dolomit của Việt Nam có hàm lượng MgO khá cao, chất lượng tương đối ổn định, hàm lượng SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O thấp, đáp ứng nhu cầu kỹ thuật của hầu hết các ngành công nghiệp đòi hỏi chất lượng cao như vật liệu chịu lửa, làm chất chợp dung trong luyện kim, sản xuất thủy tinh cao cấp, xử lý môi trường;

❖ Kết quả tổng hợp tài liệu và đối chiếu với tiêu chuẩn kỹ thuật của các ngành cho thấy dolomit phân bố ở các tỉnh Sơn La, Yên Bái, Phú Thọ, Hà



Giang, Thái Nguyên, Hòa Bình, Hà Nam, Ninh Bình, Nghệ An, Quảng Nam, Quảng Trị, Kon Tum, Gia Lai đều đáp ứng yêu cầu làm chất trợ dung trong luyện kim đen, sản xuất magie kim loại, sản xuất vật liệu chịu lửa và xử lý môi trường;

❖ Dolomit phân bố ở các tỉnh Tuyên Quang, Ninh Bình, Thanh Hóa,... sử dụng chủ yếu sản xuất chất trợ dung trong công nghệ luyện kim, đặc biệt là luyện gang. Một số khu vực đáp ứng yêu cầu sản xuất đá ốp lát, làm vật liệu xây dựng (Thanh Hóa, Ninh Bình...);

❖ Dolomit và các sản phẩm chế biến từ dolomit ở hầu hết các mỏ và điểm mỏ đã điều tra, thăm dò ở các khu vực nêu trên đều đáp ứng được yêu cầu làm nguyên liệu xử lý môi trường nước, đất.

Ngoài ra, dolomit của nước ta còn đáp ứng yêu cầu làm nguyên liệu để xử lý một số chất màu trong nước thải công nghiệp (dệt, nhuộm) và xử lý các loại khí thải chứa axit ở các khu công nghiệp và làng nghề.

#### 4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu cho phép rút ra một số kết luận sau:

❖ Dolomit phân bố tập trung ở các tỉnh miền Bắc và miền Trung, một ít ở Tây nguyên, có nguồn gốc chủ yếu là trầm tích và biến chất từ các thành tạo trầm tích carbonat. Phân bố xen kẽ trong đá vôi và đá vôi dolomit thuộc các hệ tầng có tuổi khác nhau, tập trung chủ yếu trong Triat, Permi, Carbon, Devon, Silur-Ocdovic và ít hơn là trong các thành tạo tiền Cam. Hầu hết các mỏ dolomit có quy mô nhỏ đến trung bình; một số mỏ có quy mô tương đối lớn phân bố tập trung ở các tỉnh, Yên Bái, Phú Thọ, Hà Giang, Thái Nguyên, Hòa Bình, Hà Nam, Ninh Bình, Nghệ An, Quảng Nam, Quảng Trị.... Tổng trữ lượng và tài nguyên dự tính ở các mỏ đã thăm dò đạt gần 137 triệu tấn. Tổng tài nguyên dự báo (cấp 334) đạt khoảng 1.587 triệu tấn;

❖ Trữ lượng tài nguyên ở các mỏ đã thăm dò chỉ đáp ứng đáp ứng nhu cầu sử dụng trong nước giai đoạn 2015-2025. Vì vậy, trong thời gian tới cần đầu tư điều tra, thăm dò ở các khu vực tập trung lớn, gần các hệ tiêu thụ chính như Phú Thọ, Thái Nguyên, Hà Nam, Ninh Bình, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Nam, Quảng Trị, Kon Tum, Gia Lai nhằm đáp ứng yêu cầu làm chất trợ dung trong luyện kim đen, sản xuất vật liệu chịu lửa và xử lý môi trường trong nước và có thể tham gia thị trường nguyên liệu khoáng khu vực và thế giới;

❖ Hầu hết các mỏ, điểm mỏ dolomit đã thăm dò có hàm lượng MgO khá cao, tương đối ổn định, hàm lượng SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O thấp, đáp ứng nhu cầu kỹ thuật của hầu hết các

ngành công nghiệp đòi hỏi chất lượng cao. Tuy nhiên, mức độ nghiên cứu về chất lượng còn hạn chế, chưa đủ cơ sở đánh giá khả năng sử dụng cho các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Vì vậy, trong thời gian tới cần tập chung nghiên cứu về chất lượng, tính chất kỹ thuật và tính chất công nghệ của dolomit; đặc biệt cho lĩnh vực luyện kim, sản xuất gạch chịu lửa và xử lý môi trường. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Xây dựng (2008). Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam đến năm 2020.
2. Liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếm (2007). Báo cáo thống kê, kiểm kê tài nguyên khoáng sản rắn (trừ vật liệu xây dựng thông thường); đánh giá hiện trạng khai thác, sử dụng và đề xuất biện pháp quản lý. Lưu liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếm.
3. Các báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất 1: 200.000, 1:50.000; Báo cáo thăm dò, khai thác dolomit lưu trữ ở TT thông tin tư liệu địa chất và ở các địa phương có hoạt động thăm dò, khai thác đá dolomit.
4. Thủ tướng Chính phủ (số 145/2007/QĐ-TTĐ, 2007). Quy hoạch phát triển ngành thép Việt Nam giai đoạn 2007 - 2015, có xét đến năm 2025.
5. QCVN 02:2009/BYT "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt".

**Người biên tập: Võ Trọng Hùng**

#### SUMMARY

Vietnam is one of the countries that have high potential of dolomite. Dolomite mines deposit in Vietnam from small to medium scale. Besides, these mines consist of relatively large scale situated in the northern provinces, such as Hoà Bình, Thái Nguyên, Ninh Bình and Nghệ An.

The mineral constituent primary consist of dolomite, which varies not very more than 22.3 % calcite or clay; in addition to magnesite, iron hydroxide, Mn hydroxide, quartz (crystalline silica), chalcedony, gypsum, anhydrite, ratovskite, organic matter.

The high quality deposit of dolomite mines in Vietnam range from 15.47 to 28 % MgO, primary more than 17 %; from 18 to 36.93 % CaO; contain not more than 5 % the total of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; and less than 2 % the total of Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O, that meets the high demanding requirements on technical quality.