

**DOCUMENTO DI PROGRAMMAZIONE DELLE
ATTIVITA' ESTRATTIVE - D.P.A.E.**

VOLUME I

RELAZIONE



TERZO STRALCIO

MATERIALI PER USO INDUSTRIALE



REGIONE PIEMONTE

DOCUMENTO DI PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE – D.P.A.E.

TERZO STRALCIO

MATERIALI PER USO INDUSTRIALE

RELAZIONE

INDICE

1. PREMESSA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
2. OBIETTIVI, CONTENUTI E METODO.....	1
3. IL DPAE E I PIANI PROVINCIALI NEL CONTESTO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	5
3.1. IL CONTENUTO DEL DPAE.....	5
3.2. LA VALENZA VINCOLISTICO-TERRITORIALE DEL DPAE.....	6
3.3. IL RAPPORTO TRA IL DPAE E LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO	7
3.4. LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI AMBIENTALI DELLE LIMITAZIONI IMPOSTE DALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO	8
3.5. LA VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI PROGETTI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVA.....	9
4. INQUADRAMENTO GENERALE.....	11
4.1 PREMESSA.....	11
4.2 ANALISI DELLA STRUTTURA PRODUTTIVA.....	12
4.3 REPERIMENTO DEI MATERIALI.....	21
4.3.1 Materiali argillosi per ceramica e laterizi	21
4.3.2 Materiali carbonatici e silicatici per cemento	24
4.3.3 Materiali solfatici per gesso.....	25
4.3.4 Materiali quarzosi per vetro e ceramica	26
4.4 ASPETTI AMBIENTALI E PAESISTICI.....	27
5. ARGILLE.....	30
5.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE.....	30
5.1.1 Premessa.....	30
5.1.2 Requisiti e impieghi dei materiali.....	30
5.1.3 L'industria italiana dei laterizi.....	33
5.1.4 L'industria italiana delle piastrelle.....	38
5.1.5 L'industria italiana della ceramica da tavola.....	38
5.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI	39
5.2.1 Proprietà tecnologiche delle argille piemontesi per laterizi.....	39
5.2.2 Proprietà tecnologiche delle argille per sottofondo di discariche.....	45
5.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO	53
5.3.1 Premessa.....	53
5.3.2 Inquadramento geologico regionale	54
5.4 CARATTERISTICHE DELLE CAVE	67
6. CALCARI E DOLOMIE	73
6.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE.....	73
6.1.1 Premessa.....	73
6.1.2 Requisiti ed impieghi dei materiali.....	75
6.1.3 L'industria italiana della calce	82
6.1.4 L'industria italiana del cemento.....	87

6.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI	93
6.2.1 Caratteri Petrografici e Chimici dei Calcari Subbrianzonesi e Brianzonesi utilizzati nell'Industria Cementiera Cuneese	93
6.2.2 Caratteri Petrografici e Chimici della facies calcarea della Pietra da Cantoni	94
6.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO	95
6.3.1 Premessa	95
6.3.2 Inquadramento geolitologico e giacimentologico	96
6.3.3 Distribuzione delle cave	107
6.3.4 Cartografia tematica	108
6.3.5 Conclusioni	108
6.4 CARATTERISTICHE DELLE CAVE	109
7. GESSI	113
7.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE	113
7.1.1 Premessa	113
7.1.2 Requisiti ed impieghi dei materiali	113
7.1.3 L'industria italiana del gesso	117
7.2 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO	120
7.2.1. Premessa	120
7.2.2 Inquadramento geolitologico e giacimentologico	122
7.2.3 Cartografia tematica	124
7.3 CARATTERISTICHE DELLE CAVE	125
8. MATERIALI SILICEI.....	129
8.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE	129
8.1.1 Premessa	129
8.1.2 Requisiti ed impieghi dei materiali	129
8.1.3 L'industria vetraria nazionale	130
8.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI	133
8.2.1 Sabbie da vetro	133
8.2.2 Prodotti per ceramica	136
8.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO	137
8.3.1 Premessa	137
8.3.2 Inquadramento geolitologico e giacimentologico	138
8.3.3 Cartografia tematica	142
8.4 CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITÀ DI CAVA	142
9. ALTRI MATERIALI	146
9.1 PREMESSA	146
9.2 DISCARICHE DIVENTATE GIACIMENTI	146
9.3 INERTI SPECIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI	148
10. CONCLUSIONI.....	151

1. PREMESSA

Il presente Documento di Programmazione è stato redatto sulla base degli studi condotti dal Politecnico di Torino – Dipartimento di Georisorse e Territorio in relazione al Contratto di consulenza Rep. N. 3689 ed è riferito al comparto estrattivo relativo ai “Materiali per uso industriale”, che nel seguito verrà indicato come DPAE III.

Il Documento fa seguito a quello relativo al comparto relativo agli “Inerti da calcestruzzo, conglomerati bituminosi e tout-venant per riempimenti e sottofondi (DPAE I)” e a quello relativo alle “Pietre ornamentali (DPAE II)”.

è concordemente ritenuto opportuno e utile suddividere corrispondentemente il DPAE in tre diversi e autonomi documenti, in modo da renderne più agevole la consultazione da parte dei soggetti privati ed istituzionali interessati.

Ovviamente il Documento segue, nelle sue diverse parti, una comune impostazione metodologica ed ha una veste normativa unitaria.

Così, analogamente al DPAE I e II, il DPAE III si articola nei seguenti elaborati: RELAZIONE, TAVOLE DI PIANO, NORME DI INDIRIZZO ed ANNESSI.

2. OBIETTIVI, CONTENUTI E METODO

Una delle motivazioni di fondo della pianificazione dell'attività estrattiva di cava risiede nella necessità di conciliare le esigenze di tutela del territorio e dell'ambiente con quelle socio-economiche della produzione di materie prime minerarie: entrambi gli obiettivi configurano infatti un irrinunciabile interesse pubblico tale da giustificare l'intervento pianificatorio da parte della Pubblica Amministrazione.

Il Documento di programmazione delle Attività Estrattive (DPAE) ha quindi il compito di disciplinare lo svolgimento nel territorio regionale dell'attività estrattiva con l'obiettivo di far coesistere la corretta utilizzazione della risorsa mineraria, dal punto di vista tecnico-economico, con la tutela dell'ambiente e la fruizione ottimale delle altre possibili risorse del territorio.

Con riferimento ai materiali per uso industriale la ricerca è intesa ad ottenere: il quadro conoscitivo della situazione produttiva attuale, con riferimento anche alla sua evoluzione storica recente; la localizzazione dei siti di interesse estrattivo e la caratterizzazione dei materiali; il significato socio-economico del settore e le previsioni di sviluppo nel medio-lungo termine; l'inquadramento ambientale e l'analisi dei vincoli territoriali; inoltre, intende fornire contributi metodologici per la programmazione dell'attività estrattiva del comparto in oggetto e, in particolare, informazioni e conoscenze utili per l'elaborazione di politiche di valorizzazione e tutela delle risorse, di ottimizzazione del loro impiego, nonché per strategie di controllo ambientale e di organizzazione dell'attività nel contesto territoriale, anche attraverso un'analisi critica della normativa vigente e delle sue interrelazioni con le altre disposizioni territoriali e ambientali.

Per quanto riguarda l'impostazione metodologica, tenendo conto di questi obiettivi e della peculiarità del comparto oggetto di studio, è risultato necessario prendere in esame separatamente i settori produttivi relativi ai singoli prodotti di cava, analizzando e sviluppando per ciascuno l'insieme delle tematiche della ricerca. Ne è conseguenza l'illustrazione dei risultati, nella presente Relazione, per capitoli tematici dedicati ad Argille, Calcari e Dolomie per calce, cemento e per altri usi, Gessi, Materiali silicei e altri materiali per uso industriale.

Analogamente a quanto fatto per i precedenti due Stralci del DPAE, anche in questo caso il quadro di riferimento informativo e normativo di dettaglio del comparto è demandato alle Norme di Attuazione, dove è articolato per ambiti sub-regionali, individuati con riferimento ai confini provinciali.

Questa impostazione deriva oltre che dalla positiva esperienza fatta con i precedenti Stralci, anche dalle esigenze delle recenti deleghe provinciali in materia.

Lo scopo principale della ricerca è infatti quello di delineare un quadro di indirizzi regionali per la pianificazione di scala provinciale, affinché questa possa seguire un modello tecnico di riferimento comune, così da ottenere piani provinciali omogenei in grado di costruire un quadro regionale unitario e coerente, pur nel rispetto delle autonome scelte politiche delle singole amministrazioni provinciali.

Il primo compito del documento di programmazione è quello di appurare la consistenza del valore della risorsa oggetto di pianificazione, il che va fatto tenendo conto della peculiarità dei materiali industriali.

Ai fini della valutazione del significato economico di queste materie prime, ben diversa è la situazione rispetto, ad esempio, a un giacimento di pietre ornamentali, il cui valore commerciale è definibile in modo più diretto ed univoco.

In ogni caso è più che mai valida la considerazione che già è stata fatta a proposito degli inerti impiegati nell'industria delle costruzioni: il significato dell'estrazione di queste materie prime non risiede tanto nel loro valore commerciale, quanto piuttosto nel ruolo che queste hanno nelle industrie che le utilizzano.

Pertanto, per ogni tipo di minerale industriale prodotto in Piemonte, si procederà alla stima del significato economico della relativa attività estrattiva, oltre che valutando i quantitativi e il corrispondente valore della produzione mineraria, anche – là dove è possibile – considerando gli effetti economici del loro impiego nelle diverse industrie di trasformazione.

Per quanto riguarda invece la struttura produttiva, generatrice dell'offerta di mercato, questa è strettamente legata alle limitate formazioni geologiche utili esistenti e individuate sul territorio, nell'ambito delle quali si collocano i bacini estrattivi, a loro volta limitati sia in numero che in estensione superficiale.

L'analisi della potenziale disponibilità della risorsa richiede un procedimento che – analogamente a quanto già visto per i due precedenti Stralci – può essere così riassunto.

Sul territorio la risorsa è presente con diversi gradi di qualità e in quantità limitate e, soprattutto, in diverse condizioni di sfruttabilità. Il primo passo, dunque, è quello del censimento

della risorsa nella sua distribuzione territoriale per tipo litologico e relative caratteristiche applicative e commerciali.

La successiva analisi degli aspetti tecnico-estrattivi è essenziale al fine di valutare, oltre allo stato dell'arte della tecnologia del settore, anche la conseguente potenzialità produttiva del medesimo.

Lo sfruttamento del giacimento, là dove la formazione geologica è definibile come tale – e cioè l'estrazione del minerale utile risulta tecnicamente ed economicamente fattibile- è tuttavia soggetto ad una serie di limitazioni, riconducibili sostanzialmente al criterio della compatibilità ambientale, intesa in senso lato, sia come sostenibilità degli impatti dell'attività estrattiva da parte delle varie componenti ambientali, sia come rispetto del complesso dei vincoli che la normativa in atto contempla per disciplinare gli usi del suolo.

Nell'ambito delle aree di interesse giacimentologico, soggette alle limitazioni ambientali e vincolistiche di cui si è detto, sono attualmente operanti le attività estrattive, le quali presentano una distribuzione spaziale per addensamenti, che configurano dei bacini estrattivi. Il quadro territoriale dei giacimenti, delle limitazioni ambientali e vincolistiche e dei bacini estrattivi, consente di configurare i possibili scenari evolutivi delle potenzialità estrattive dei bacini stessi e delle limitazioni a cui essi vanno incontro.

Il presente documento mira dunque a fornire questo quadro territoriale e a delineare i possibili scenari verso i quali il DPAE deve far evolvere l'attività estrattiva.

Ciò premesso, va subito precisato che le indicazioni di ordine territoriale, fornite dal presente documento, hanno necessariamente un carattere orientativo, quale deve appunto essere proprio del livello regionale. In altri termini, l'informazione sui giacimenti e sulle loro limitazioni ambientali e vincolistiche, avendo un dettaglio territoriale tipico della pianificazione regionale, svolge una funzione di orientamento delle scelte localizzative dell'attività estrattiva, la cui operatività è demandata in sede attuativa.

All'interno del quadro delle elaborazioni sopra delineato ve ne è una che, per certi versi, costituisce il problema cruciale di ogni piano regionale delle attività estrattive, cioè: l'individuazione delle limitazioni ambientali e vincolistiche. Questa operazione mette in gioco sia i contenuti territoriali del DPAE, sia il rapporto che deve sussistere tra DPAE e pianificazione territoriale nel suo complesso: a tale problema è dedicato il prossimo capitolo.

3. IL DPAE E I PIANI PROVINCIALI NEL CONTESTO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Il DPAE detta indirizzi vincolanti per la redazione dei Piani Provinciali di settore (PAEP) della più generale attività di pianificazione del territorio.

In quanto tali i due strumenti pongono due problemi:

- il contenuto del DPAE
- il rapporto dei Piani delle Attività Estrattive Provinciali (PAEP) con il complesso della pianificazione territoriale e, in particolare, con il quadro dei vincoli che questo pone.

3.1. IL CONTENUTO DEL DPAE

Le considerazioni che seguono sono già state oggetto di trattazione nel DPAE Primo e Secondo Stralcio. Avendo scelto di distinguere il DPAE in tre stralci occorre che ognuno dei documenti risulti autonomo ma, al tempo stesso, rigorosamente coerente con gli altri per le parti comuni; pertanto qui verranno riprese in gran parte quelle considerazioni, perché hanno valenza generale, ma si introdurranno alcune specificazioni rese necessarie dalle particolarità del settore dei materiali ad uso industriale.

Si potrebbe aggiungere che l'impostazione generale, che è stata data con il DPAE Primo e Secondo Stralcio, ancora prima dell'approvazione della L.R. 44/2000, ha avuto piena conferma proprio da detta legge, la quale non parla più di Piano ma di Documento di programmazione, che ha cioè il compito di fornire indirizzi alla pianificazione provinciale e di regolamentare in modo chiaro e razionale i rapporti con la pianificazione a valenza territoriale e paesistica, conciliando le imprescindibili finalità della tutela paesistico - ambientale con le esigenze della valorizzazione economica del settore della estrazione dei materiali ad uso industriale.

La corretta soluzione di tale problema deve avvenire, in un quadro di coerenze, almeno a due livelli:

- il primo riguarda il rapporto con il complesso della pianificazione del territorio e in particolare con il quadro dei vincoli che questa pone;

- il secondo che chiama in causa il ruolo che il DPAE deve svolgere come quadro di riferimento programmatico della procedura di VIA, alla quale è affidata la valutazione di compatibilità ambientale dei singoli interventi attuativi del DPAE.

3.2. LA VALENZA VINCOLISTICO-TERRITORIALE DEL DPAE

Sin dal Primo Stralcio del DPAE si è scelto di evitare che esso assumesse un qualche contenuto di operatività, in ordine alla localizzazione delle singole cave: il DPAE fornisce indirizzi normativi omogenei ai vari PAEP, affidando ad essi il compito di individuare azzonamenti che condizionino i comportamenti localizzativi, in coerenza con le più generali scelte di pianificazione territoriale di spettanza delle Province. La scelta finale, relativa alla ubicazione delle singole cave e alla loro compatibilità ambientale, va ovviamente demandata al momento della valutazione dei relativi progetti e secondo le modalità previste dalla procedura di VIA.

Infatti la valutazione della compatibilità ambientale dipende sia dalla sensibilità delle varie componenti ambientali del territorio, che dal tipo di attività, dalle sue modalità di svolgimento e dalle modalità del recupero ambientale: in altri termini, il progetto dell'attività e la sua ottimizzazione, attraverso un esame sistematico delle alternative, costituiscono un elemento informativo di importanza decisiva per la valutazione della compatibilità.

Sulla base di tali considerazioni si può evincere quanto sia improprio richiedere soprattutto al DPAE una perimetrazione, con carattere di azzonamento normativo, di aree dove l'attività estrattiva sia ammessa, nel rispetto di determinate condizioni, e di aree dove questa sia da escludersi. Ciò che al più, sulla base dell'informazione disponibile, il DPAE può fare è di fornire delle indicazioni orientative sia su potenziali limitazioni, sia su possibili sviluppi (ed è appunto questa la soluzione qui adottata).

Rimane comunque il fatto che, in linea di principio, alcune aree possono a priori essere impedita all'attività estrattiva. Ma, in proposito, sorge un interrogativo: se l'individuazione di tali aree debba essere attribuita alla programmazione regionale di settore, qual è il DPAE, o se non debba, e a quali condizioni, essere assegnata alla pianificazione territoriale di tipo globale, cioè ai piani territoriali, regionale e provinciali, e ai piani regolatori generali dei comuni, o alla pianificazione territoriale mirata specificamente alla tutela delle aree ad elevata valenza

paesistico-ambientale (piani paesistici e piani dei parchi) sulla base della programmazione regionale e dei PAEP.

3.3. IL RAPPORTO TRA IL DPAE E LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO

Al momento, il rapporto tra il DPAE o documenti di programmazione e di pianificazione che regolano altri settori e la pianificazione del territorio, alle varie scale, non è stato definito in termini legislativi attraverso una precisa delimitazione dei rispettivi campi di competenza, in ordine alle limitazioni localizzative delle attività estrattive.

Ciò che in generale si può comunque affermare è che un programma di settore che pervenga ad un azzonamento territoriale limitativo dell'attività estrattiva finisce, di fatto, per sostituirsi alla pianificazione territoriale: un siffatto azzonamento finirebbe, infatti, per essere limitativo di una grande quantità di altre attività, che abbiano capacità impattanti analoghe (se non più gravi) a quelle dell'attività estrattiva; ma proprio per questo esteso effetto normativo, tale azzonamento è opportuno che rimanga di competenza della pianificazione territoriale globale e non della programmazione di settore: eventuali azzonamenti limitativi delle varie attività di settore devono essere lasciati agli strumenti propri della pianificazione del territorio; anche se, almeno per quanto concerne l'attività estrattiva, l'imposizione di limitazioni deve preventivamente misurarsi con la programmazione di settore (d'altra parte questo dovrebbe essere il modo normale attraverso cui la pianificazione territoriale si rapporta alle varie pianificazioni di settore).

Ciò che occorre definire più precisamente è proprio il modo secondo cui deve intendersi questo "preventivo misurarsi con la programmazione di settore"; in altri termini, va precisamente e correttamente definita la ripartizione delle competenze tra la programmazione settoriale e la pianificazione globale.

È chiaro come, in questo quadro, risultino irrazionali quelle norme della pianificazione territoriale che precludono a priori la possibilità localizzativa delle attività estrattive, senza una seria valutazione di compatibilità ambientale. Così come risulterebbe irrazionale pretendere che la scelta localizzativa sia attribuita, senza limitazioni, al solo programma di settore e ai suoi strumenti attuativi.

In linea teorica, si dovrebbe configurare una situazione in cui alla pianificazione del territorio venga confermato ciò che già la legge le riconosce come compito suo proprio, cioè

quello di porre delle limitazioni localizzative ai vari tipi di attività, e alla programmazione di settore (e soprattutto alla sua gestione per progetti) venga riconosciuto il compito di verificare il rispetto dei requisiti di compatibilità ambientale impliciti in quelle limitazioni localizzative che riguardano specificamente l'attività settoriale.

In questa ripartizione di ruoli possono insorgere situazioni conflittuali laddove le limitazioni poste dalla pianificazione del territorio assumono il carattere di vincolo preclusivo dell'attività estrattiva: il problema dunque è di risolvere razionalmente i motivi del conflitto tra diverse esigenze di tutela del territorio e delle sue risorse, tra cui (non va mai dimenticato) vi è anche la risorsa primaria dei prodotti dell'attività estrattiva.

Il punto cruciale della questione è dunque riconducibile a due aspetti:

1) una chiara definizione dei criteri, alla luce dei quali la pianificazione del territorio può e deve imporre limitazioni all'attività estrattiva;

2) una altrettanto chiara definizione dei requisiti alla luce dei quali un progetto di attività estrattiva può essere considerato compatibile dal punto di vista ambientale.

Sia nell'uno che nell'altro caso ciò di cui c'è bisogno è di individuare un metodo, il più appropriato, per valutare gli effetti ambientali sia di norme limitative dell'attività estrattiva (quali possono essere quelle tipiche della pianificazione del territorio) sia dell'attuazione di determinati progetti di attività estrattiva, ciò che appunto compete alla gestione del DPAE e delle procedure di VIA che ormai, con la legge regionale n. 40/1998, sono parte organica della sua gestione.

Vediamo qui di seguito come sia possibile risolvere questi problemi.

3.4. LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI AMBIENTALI DELLE LIMITAZIONI IMPOSTE DALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO

La pianificazione del territorio può porre una serie di vincoli all'attività estrattiva, fino al limite di impedirne la localizzazione all'interno di determinate aree.

È evidente che tali norme hanno impatti diversi secondo il tipo di aree interessate: al limite, nel caso di un'area di scarso interesse estrattivo, l'impatto di tale norma sul settore può essere considerato trascurabile; viceversa, nel caso in cui tali limitazioni vengano ad incidere su aree dove siano rinvenibili giacimenti importanti o, addirittura, dove l'attività è già in atto e dove la limitazione inneschi processi rilocalizzativi, si producono degli impatti che riguardano sia le attività estrattive sia il territorio interessato dagli eventuali processi rilocalizzativi.

Dal punto di vista metodologico, dunque, è da considerarsi inadeguata qualunque limitazione che non prenda in esame tutti i potenziali impatti che la limitazione stessa è in grado di innescare; non si può, in linea di principio, escludere che una norma di vincolo che, ad esempio, inneschi la spinta alla ricerca di siti alternativi, specie quelli che riguardano consistenti poli estrattivi, produca impatti che, a bilancio fatto, risultino a saldo negativo.

Con questo non si intende sostenere che vincoli preclusivi non debbano essere posti; molto più semplicemente si intende richiamare l'attenzione sulla corretta valutazione degli impatti ambientali ed economici di tali vincoli, in modo da rendere chiaro ciò che con essi si guadagna e ciò che si perde.

Dovrebbe dunque valere una regola in base alla quale la pianificazione del territorio possa imporre vincoli preclusivi dell'attività estrattiva solo alla luce di adeguate valutazioni di compatibilità ambientale. Ma a questo punto sorge un interrogativo: come può la pianificazione del territorio limitare le attività estrattive senza fare i conti con la programmazione di settore?

Si potrebbe dunque concludere che ogni vincolo territoriale, che concerna bacini e poli estrattivi, debba preventivamente passare al vaglio della programmazione di settore, alla quale compete di valutare i problemi specifici del rapporto tra attività estrattiva e territorio.

Un'analoga conclusione dovrebbe valere non solo per i bacini e i poli estrattivi esistenti, ma anche per quelli potenziali, cioè per le aree di interesse giacimentologico, per le quali ogni vincolo che, senza adeguate valutazioni, precluda a priori un possibile sfruttamento potrebbe tradursi nell'impossibilità di configurare una diversa e più razionale distribuzione spaziale delle attività estrattive.

3.5. LA VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI PROGETTI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVA

Da quanto sopra consegue che:

a) il DPAE non deve contenere azzonamenti territoriali che limitino operativamente le possibilità localizzative; esso indica indirizzi e criteri di carattere orientativo che devono essere rispettati in sede progettuale e attuativa, lasciando alla pianificazione del territorio il compito, ad essa proprio, di stabilire il quadro generale delle limitazioni, le quali comunque devono tenere in debita considerazione le esigenze di razionale sfruttamento della risorsa estrattiva;

b) il DPAE ha comunque un compito suo proprio che è quello di individuare i bacini e i poli estrattivi oltre che le aree di potenziale interesse estrattivo e di tutelarne la possibilità di un razionale sfruttamento;

c) le scelte localizzative di carattere operativo vengono demandate alla gestione del DPAE e dei conseguenti Piani Provinciali, cioè in sede di valutazione dei singoli progetti, i cui contenuti devono pertanto essere adeguatamente disciplinati, tenendo conto del fatto che i progetti delle attività estrattive rientrano ormai nell'ambito delle procedure di VIA nei termini prescritti dalla l.r. 40/1998.

In altri termini si può affermare che:

- il DPAE ha il compito fondamentale di individuare sia i giacimenti sia i bacini e i poli estrattivi e di tutelarne la possibilità di una razionale gestione;
- la pianificazione del territorio, nell'esercizio della sua funzione vincolistica, deve tenere conto delle esigenze di tutela dei giacimenti, dei bacini e dei poli estrattivi, nel senso che esercita tale funzione in un quadro di compatibilità la cui valutazione compete anche al DPAE (potremmo dire che tra pianificazione del territorio e pianificazione di settore si istituisce una interazione di tipo consensuale, soprattutto là dove si tratti di imporre limitazioni forti all'esercizio dell'attività estrattiva);
- la decisione sulla localizzazione puntuale delle singole attività estrattive è affidata al momento gestionale del DPAE, ai Piani Provinciali, ai singoli progetti e alla disciplina della valutazione di impatto ambientale dei progetti, secondo quanto stabilito dalle procedure di VIA previste dalla legge regionale;
- il DPAE e le conseguenti norme dei PAEP, attraverso la prescrizione del tipo di studi e previsioni, sono alla base di una progettazione ambientalmente compatibile.

4. INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 PREMESSA

I materiali per uso industriale oggetto di produzione di cava sono soltanto una parte della più ampia categoria di minerali che, coerentemente con la denominazione – sintetica e non sufficiente a chiarirne le caratteristiche – sono impiegati per svariati scopi industriali e non appartengono alle categorie dei minerali metalliferi (estratti per ricavarne metalli) e dei minerali energetici.

L'elenco dei materiali per uso industriale di cava e dei relativi impieghi è lunghissimo. Basti pensare che comprendono, senza pretendere di esaurirne l'elenco:

- Materiali per l'industria ceramica (dai laterizi alle porcellane)
- Materiali per l'industria vetraria
- Materiali per la produzione di cemento, calce e gesso
- Materiali per carica di gomma, carta, plastica e altri prodotti
- Materiali per isolamento termico, elettrico, acustico
- Materiali per rivestimenti antiusura e per abrasivi
- Materiali per la produzione di additivi per mangimi e di correttivi dei suoli agrari
- Pigmenti naturali e materiali per pigmenti artificiali.
- Materiali per l'industria metallurgica

È anche difficile una classificazione dei materiali industriali, dal momento che hanno ben poco in comune tra loro, salvo alcune caratteristiche dell'attività estrattiva che li riguarda.

Questa è, in generale, un'industria “ancillare” e, come tale, subordinata alle esigenze e alle imposizioni dell'industria di trasformazione che, a valle, utilizza i minerali: inevitabili sono le “specificazioni” e i controlli di qualità a cui i prodotti, dai più umili ai più pregiati, devono sottostare per poter essere accettati.

Altra caratteristica generale è costituita dal fatto che nessun prodotto può considerarsi esclusivo per un determinato uso, perché quasi tutti, in pratica, sono surrogabili con altri prodotti, o miscele di prodotti, naturali o sintetici.

Si assiste, inoltre, a una continua “creazione” di nuovi materiali industriali, frutto dell'inventiva e della capacità di immaginazione dei produttori primari, che sempre più orientano la loro attività in base alle esigenze degli utilizzatori: così una terra o una pietra, prima

insignificanti, diventano la base di una nuova e fiorente industria e rimpiazzano un materiale prima ritenuto insostituibile, come succede ad esempio per certe discariche di granito, utilizzate come materia prima quarzoso-feldspatica per il gres porcellanato.

Si capisce dunque come l'importanza e il significato economico di questi minerali vengano a dipendere da tanti fattori: in particolare, oltre che dalle caratteristiche naturali, da quelle ottenibili dai trattamenti, più o meno complessi, in grado di trasformare un minerale inutile in un prodotto vendibile, o in una serie di prodotti i cui valori commerciali possono differire anche di più ordini di grandezza.

Un calcare polverizzato e ventilato può così acquistare un valore anche 100 volte maggiore di quello dello stesso minerale venduto come pietrisco. Così è anche per i minerali quarzosi: il valore della sabbia silicea impiegata per filtri o per fonderia può crescere di un ordine di grandezza quando la sabbia sia usata per ceramica o vetreria ordinaria o per refrattari, e di un ulteriore ordine di grandezza se trova impiego per la produzione di vetri per ottica. Le differenti possibilità di impiego, e quindi i ben differenti valori del prodotto, dipendono dalla sua composizione mineralogica e chimica (in termini di purezza, rispetto a sostanze inquinanti, come il ferro), oltre che dalla granulometria: per questo, con opportuni trattamenti si possono, oggi ottenere anche prodotti di alta qualità a partire da un grezzo scadente.

4.2 ANALISI DELLA STRUTTURA PRODUTTIVA

L'analisi della struttura produttiva inizia con un inquadramento generale dell'attività estrattiva piemontese, sulla base dei dati disponibili presso il Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva, con particolare riguardo ai risultati dell'indagine conoscitiva svolta per mezzo di apposite schede compilate per ogni attività produttiva piemontese del comparto in esame.

La situazione temporale alla quale ci si riferisce è aggiornata alla fine del 1999: data la continua evoluzione della situazione risulta inevitabile che si possano riscontrare incongruenze tra i valori numerici riportati, che qui si commentano, e quelli di elaborazioni successive. Ciò non influisce però sulla sostanza e sulle conclusioni dell'analisi che si è inteso effettuare.

Il numero di cave, concernenti la coltivazione di materiali per uso industriale ufficialmente operanti, risulta pari a 69, esercite da quasi altrettante imprese (65).

La superficie complessiva attualmente autorizzata all'attività di cava (per i materiali oggetto del presente documento) è pari a 9,5 km², corrispondente allo 0,04 % della superficie della regione.

Nelle successive tabelle 4.1-4.13 sono riportati i dati più significativi della struttura produttiva attuale relativa alle cave piemontesi di materiali per uso industriale, disaggregati per ambiti provinciali.

Le cave attive – e ancor più la relativa produzione – risultano distribuite sul territorio in modo tutt'altro che omogeneo.

Per quanto riguarda il numero, il 52% delle cave attive appartiene a due province, Alessandria e Cuneo, ed è ripartito equamente fra esse (18 cave cadauna); il 20% compete a Torino (14 cave), il 15% ad Asti (10 cave), il rimanente 15% essendo distribuito tra Vercelli (6), Biella (2) e Novara (1), mentre la provincia del Verbano Cusio Ossola è attualmente del tutto priva di questo tipo di attività.

Per quanto riguarda i quantitativi prodotti, questi ammontano ad un totale di quasi 10 milioni di t/anno, costituite per il 45% da calcari e dolomie, per il 35% da argille, per il 16% da sabbie silicee e per circa il 4% da gessi. Della produzione complessiva oltre il 60% risulta realizzato in provincia di Cuneo, il 20% in provincia di Alessandria, il restante 20% essendo ripartito fra Torino (7%), Asti (5%) e Vercelli (4%), mentre risultano molto inferiori gli altri contributi.

Passando a considerare la distribuzione per materiali, si rileva che, numericamente, hanno assoluta prevalenza le cave di argilla (53, pari al 77% del totale) concentrate nelle province di Alessandria (17) e Torino (14), ma presenti su tutte le province, con l'esclusione del solo VCO (7 a Cuneo, 6 ad Asti, 6 a Vercelli, 2 a Biella, 1 a Novara).

Molto concentrate sono invece le produzioni degli altri materiali: delle 9 cave di calcare e scisti per cemento, 8 sono in provincia di Cuneo ed 1 in provincia di Alessandria; le 5 cave di gesso si trovano in provincia di Asti, e 1 in provincia di Alessandria, mentre delle 4 di materiali silicei 3 si trovano in provincia di Cuneo ed 1 in provincia di Asti.

Per quanto si è detto sulle caratteristiche peculiari di questo settore, molta importanza hanno gli stabilimenti, dove si svolge una fase essenziale della valorizzazione dei materiali di cava.

Dei 45 stabilimenti complessivi, 30 sono costituiti da fornaci per laterizi, 8 da cementifici e calcifici, mentre 4 sono impianti di trattamento per sabbie silicee e 3 per gessi.

Queste considerazioni servono a dare una prima idea generale della localizzazione e del rilievo che l'attività estrattiva ha nei singoli ambiti, ma per una miglior comprensione della situazione, e soprattutto per un corretto giudizio sul significato economico della struttura produttiva, è indispensabile considerare separatamente i singoli sotto-settori caratterizzati dalla coltivazione di un solo prodotto o da un gruppo omogeneo di prodotti. E' ciò che verrà fatto nei successivi capitoli di questa Relazione, mentre i rispettivi risultati verranno ripresi nel quadro di riferimento informativo, per ambiti giacimentologici, nelle Norme di indirizzo.

In questa sede ci si limita a sottolineare, tra i dati globali significativi e in aggiunta a quelli già illustrati, quelli relativi all'occupazione: 313 risultano i lavoratori in cava, che, aggiunti ai 1322 addetti dei 45 stabilimenti, danno un totale ufficiale di 1635 posti di lavoro in termini di manodopera diretta dovuta a questo settore di attività estrattiva. E' un numero di tutto rispetto, il cui significato socioeconomico potrà essere meglio apprezzato dopo l'analisi di dettaglio della struttura produttiva dei singoli settori industriali a cui sono destinate le materie prime oggetto di coltivazione.

Tab. 4.1 Cave attive di materiali per uso industriale

Cave Attive	Torino	Biella	Vercelli	Novara	VCO	Asti	Alessandria	Cuneo	Piemonte
Argilla	14	2	6	1	0	6	17	7	53
Calcare e altre materie prime per cemento	0	0	0	0	0	0	1	8	9
Gessi	0	0	0	0	0	5	1	0	3
Materiali Silicei	0	0	0	0	0	1	0	3	4
Totale	14	2	6	1	0	12	19	18	69

Tab. 4.2 Superficie interessata da cave attive di materiali per uso industriale

	Torino [km ²]	Biella [km ²]	Vercelli [km ²]	Novara [km ²]	VCO [km ²]	Alessandria [km ²]	Asti [km ²]	Cuneo [km ²]	Piemonte [km ²]
Superficie territoriale	6.830	913,04	2.087,84	1.338,79	2.255,10	3.560,4	1.510,78	6.902,72	25.398,67
Cave attive	14	2	6	2	0	18	11	18	69
Sup. interess. da cave attive	0,75	0,21	0,90	0,08	0	2,03	2,27	3,25	9,50
Percentuale della sup. interes. da cave attive	0,01	0,02	0,04	0,01	0,00	0,06	0,15	0,05	0,04

Tab. 4.3 Attività produttive di materiali per uso industriale in Piemonte

AMBITI	MATERIALE	IMPRESE	CAVE		STABILIMENTI		PRODUZIONE CAVE	
		numero	numero	addetti	numero	addetti	utile	scarto
		n	n	n	n	n	t	t
TORINESE	ARGILLE	12	14	51	10	134	668.800	58.000
	CALCARI	-	-	-	-	-	-	-
	SABBIE SILICEE	-	-	-	-	-	-	-
	GESSI	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALE TORINESE	12	14	51	10	134	668.800	58.000
BIELLESE	ARGILLE	2	2	7	1	22	180.000	-
	CALCARI	-	-	-	-	-	-	-
	SABBIE SILICEE	-	-	-	-	-	-	-
	GESSI	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALE BIELLESE	2	2	7	1	22	180.000	-
VERCELLESE	ARGILLE	3	6	38	1	22	405.000	18.000
	CALCARI	1	-	-	1	33	-	-
	SABBIE SILICEE	-	-	-	-	-	-	-
	GESSI	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALE VERCELLESE	4	6	38	2	55	405.000	18.000
NOVARESE e VCO	ARGILLE	2	1	2	1	9	17.000	-
	CALCARI	-	-	-	-	-	-	-
	SABBIE SILICEE	-	-	-	-	-	-	-
	GESSI	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALE NOVARESE	2	1	2	1	9	17.000	-
ASTIGIANO	ARGILLE	6	6	17	4	63	125.000	12.550
	CALCARI	-	-	-	-	-	-	-
	SABBIE SILICEE	1	1	3	1	4	60.000	18.000
	GESSI	3	3	17	3	80	341.800	50.000
	TOTALE ASTIGIANO	10	10	37	8	147	526.800	80.550
ALESSANDRINO	ARGILLE	17	17	63	7	165	1.660.900	210.000
	CALCARI	2	1	4	2	106	450.000	-
	SABBIE SILICEE	-	-	-	-	-	-	-
	GESSI	1	1	3	-	-	68.000	-
	TOTALE ALESSANDRINO	20	19	70	9	271	2.178.900	210.000
CUNEESE	ARGILLE	8	7	28	6	118	446.000	3.000
	CALCARI	5	8	64	5	396	4.090.000	14.500
	SABBIE SILICEE	3	3	19	3	113	1.576.000	250.000
	GESSI	-	-	-	-	-	-	-
	TOTALE CUNEESE	16	18	111	14	627	6.112.000	267.500
TOTALE REGIONE		66	70	316	45	1.265	10.088.500	634.050

Tab. 4.4 Provenienza delle materie prime lavorate negli stabilimenti piemontesi

AMBITI	STABILIMENTI	PROVENIENZA MATERIALI				
		Cave proprie	Cave altrui			
			locali	regionale	nazionale	Internaz.
		t	t	t	t	t
TORINESE	Fornaci	420.400	-	74.400	6.400	-
	cementifici e calcifici	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE TORINESE	420.400	-	74.400	6.400	-
BIELLESE	Fornaci	90.000	18.000	-	-	-
	cementifici e calcifici	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE BIELLESE	90.000	18.000	-	-	-
VERCELLESE	Fornaci	53.000	48.000	5.000	-	-
	cementifici e calcifici	30.000	-	-	40.000	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE VERCELLESE	83.000	48.000	5.000	40.000	-
NOVARESE e VCO	fornaci	17.000	-	-	-	-
	cementifici e calcifici	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE NOVARESE	17.000	-	-	-	-
ASTIGIANO	fornaci	96.875	15.830	3.500	-	-
	cementifici e calcifici	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	60.000	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	261.800	-	-	-	-
	TOTALE ASTIGIANO	418.675	15.830	3.500	-	-
ALESSANDRINO	fornaci	351.000	106.100	-	-	-
	cementifici e calcifici	450.000	-	105.000	-	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE ALESSANDRINO	801.000	106.100	105.000	-	-
CUNEESE	fornaci	242.000	-	191.100	-	-
	cementifici e calcifici	3.893.000	-	-	92.000	-
	stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	1.576.000	-	-	-	-
	stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-	-
	TOTALE CUNEESE	4.292.000	-	191.100	92.000	-
TOTALE REGIONE		7.541.075	187.930	379.000	138.400	-

Tab. 4.5 Destinazione dei prodotti degli stabilimenti piemontesi

AMBITI	STABILIMENTI	DESTINAZIONE PRODOTTI			
		locale	regionale	nazionale	internazionale
		t	t	t	t
TORINESE	Fornaci	139.240	194.579	81.065	1.800
	Cementifici e calcifici	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE TORINESE	139.240	194.579	81.065	1.800
BIELLESE	Fornaci	-	42.000	28.000	-
	Cementifici e calcifici	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE BIELLESE	-	42.000	28.000	-
VERCELLESE	Fornaci	63.700	8.500	8.500	4.300
	Cementifici e calcifici	-	48.000	32.000	-
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE VERCELLESE	63.700	56.500	40.500	4.300
NOVARESE e VCO	Fornaci	13.600	-	2.400	-
	Cementifici e calcifici	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE NOVARESE	13.600	-	2.400	-
ASTIGIANO	Fornaci	23.260	54.540	16.040	360
	Cementifici e calcifici	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	3.000	15.000	42.000	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	61.215	162.685	29.000
	TOTALE ASTIGIANO	26.260	130.755	220.725	29.360
ALESSANDRINO	Fornaci	35.800	158.650	144.500	30.550
	Cementifici e calcifici	126.854	473.147	355.014	29.159
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	-	-	-	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE ALESSANDRINO	162.654	631.797	499.514	59.709
CUNEESE	Fornaci	172.590	114.920	66.890	-
	Cementifici e calcifici	755.200	996.600	438.415	31.785
	Stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee	235.900	92.500	1.247.600	-
	Stabilimenti di lavorazione dei gessi	-	-	-	-
	TOTALE CUNEESE	1.163.690	1.204.020	1.752.905	31.785
TOTALE REGIONE		1.569.144	2.259.651	2.625.109	126.954

Tab. 4.6 Produzione di argille nei diversi ambiti

AMBITI	IMPRESE	CAVE		STABILIMENTI		PRODUZIONE CAVE	
	numero	numero	addetti	numero	addetti	utile	
	n	n	n	n	n	t	% sul totale regionale
TORINESE	12	14	51	10	134	668.800	19,1%
BIELLESE	2	2	7	1	22	180.000	5,1%
VERCELLESE	3	6	38	1	22	405.000	11,6%
NOVARESE e VCO	2	1	2	1	9	17.000	0,5%
ASTIGIANO	6	6	17	4	63	125.000	3,6%
ALESSANDRINO	17	17	63	7	165	1.660.900	47,4%
CUNEESE	8	7	28	6	118	446.000	12,7%
TOTALE	50	53	206	30	533	3.502.700	100,0%

Tab. 4.7 Tipologie di prodotti delle fornaci piemontesi

AMBITI	TIPO DI PRODOTTO							
	Forati e tramezze	Mattoni pieni, semipieni, faccia a vista e blocchi da muratura	Blocchi per murature portanti e per murature termoisolanti	Blocchi da solaio	Blocchi alleggeriti (alveolati)	Tegole e coppi	Altro	TOTALE PRODUZ. FORNACI
	t	t	t	t	t	t	t	t
TORINESE	167.700	156.500	-	40.000	16.484	36.000	-	416.684
BIELLESE	-	70.000	-	-	-	-	-	70.000
NOVARESE e VCO	16.000	-	-	-	-	-	-	16.000
ASTIGIANO	20.200	30.700	31.500	11.500			300	94.200
VERCELLESE	20.000	20.000	45.000	-	-	-	-	85.000
ALESSANDRINO	12.000	158.250	-	104.000	-	94.000	1.250	369.500
CUNEESE	94.700	121.200	-	102.500	-	-	36.000	354.400
TOTALE REGIONE	330.600	556.650	76.500	258.000	16.484	130.000	37.550	1.405.784

Tab. 4.8 Produzione di calcari e delle altre materie prime per cemento e calce

AMBITI	IMPRESE	CAVE		STABILIMENTI		PRODUZIONE CAVE	
	numero	numero	addetti	numero	addetti	utile	
	n	n	n	n	n	t	% sul totale regionale
TORINESE	-	-	-	-	-	-	0%
BIELLESE	-	-	-	-	-	-	0%
VERCELLESE	1	-	-	1	33	-	0%
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-	-	0%
ASTIGIANO	-	-	-	-	-	-	0%
ALESSANDRINO	2	1	4	2	106	450.000	10%
CUNEESE	5	8	64	5	396	4.090.000	90%
TOTALE	8	9	68	8	535	4.540.000	100%

Tab. 4.9 Tipologie di prodotti dei cementifici e calcifici piemontesi

AMBITI	TIPI DI PRODOTTO						
	Cemento	Calce idraulica	Malte per intonaci	Calce idrata	Calce viva	Altro	TOTALE PRODUZ. CEMENTIFICI E CALCIFICI
	t		t	t	t	t	t
TORINESE	-	-	-	-	-	-	-
BIELLESE	-	-	-	-	-	-	-
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-	-	-
ASTIGIANO	-	-	-	-	-	-	-
VERCELLESE	70.000	-	10.000	-	-	-	80.000
ALESSANDRINO	962.000	22.100	-	-	-	-	984.100
CUNEESE	1.750.000	-	-	66.000	95.000	311.000	2.222.000
TOTALE REGIONE	2.782.000	22.100	10.000	66.000	95.000	311.000	3.286.100

Tab. 4.10 Produzione di sabbie silicee nei diversi ambiti

AMBITI	IMPRESE	CAVE		STABILIMENTI		PRODUZIONE CAVE	
	numero	numero	addetti	numero	addetti	t	% sul totale regionale
	n	n	n	n	n		
TORINESE	-	-	-	-	-	-	0,0%
BIELLESE	-	-	-	-	-	-	0,0%
VERCELLESE	-	-	-	-	-	-	0,0%
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-	-	0,0%
ASTIGIANO	1	1	3	1	4	60.000	3,7%
ALESSANDRINO	-	-	-	-	-	-	0,0%
CUNEESE	3	3	19	3	113	1.576.000	96,3%
TOTALE REGIONE	4	4	22	4	117	1.636.000	100,0%

Tab. 4.11 Tipologie di prodotti degli stabilimenti piemontesi di lavorazione delle sabbie silicee

AMBITI	TIPI DI PRODOTTO				
	Sabbia per edilizia, industria chimica e quarzo ventilato	Sabbie per vetro cavo e per vetro piano	Fini per ceramica o cementifici	Altro	Totale produzione stabilimenti di lavorazione delle sabbie silicee
	t	t	t	t	t
TORINESE	-	-	-	-	-
BIELLESE	-	-	-	-	-
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-
ASTIGIANO	36.000	-	12.000	12.000	60.000
VERCELLESE	-	-	-	-	-
ALESSANDRINO	-	-	-	-	-
CUNEESE	423.000	230.000	920.000	3.000	1.576.000
TOTALE REGIONE	459.000	230.000	932.000	15.000	1.636.000

Tab. 4.12 Produzione di gesso nei diversi ambiti

AMBITI	IMPRESE	CAVE		STABILIMENTI		PRODUZIONE CAVE	
	numero	numero	addetti	numero	addetti	utile	
	n	n	n	n	n	t	% sul totale regionale
TORINESE	-	-	-	-	-	-	0%
BIELLESE	-	-	-	-	-	-	0%
VERCELLESE	-	-	-	-	-	-	0%
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-	-	0%
ASTIGIANO	3	3	17	3	80	341.800	83%
ALESSANDRINO	1	1	3	-	-	68.000	17%
CUNEESE	-	-	-	-	-	-	0%
TOTALE	4	4	20	3	80	409.800	100%

Tab. 4.13 Tipologie di prodotti degli stabilimenti piemontesi di lavorazione del gesso

AMBITI	TIPI DI PRODOTTO				
	Scagliola	Gesso emidrato	Gesso anidro	Altro	TOTALE PRODUZIONE STABILIMENTI DI LAVORAZIONE DEL GESSO
	t	t	t	t	t
TORINESE	-	-	-	-	-
BIELLESE	-	-	-	-	-
NOVARESE e VCO	-	-	-	-	-
ASTIGIANO	32.000	30.000	20.000	170.900	252.900
VERCELLESE	-	-	-	-	-
ALESSANDRINO	-	-	-	-	-
CUNEESE	-	-	-	-	-
TOTALE REGIONE	32.000	30.000	20.000	170.900	252.900

4.3 REPERIMENTO DEI MATERIALI

4.3.1 MATERIALI ARGILLOSI PER CERAMICA E LATERIZI

Nella carta tematica a vengono indicati per i giacimenti di argille da laterizio i principali bacini estrattivi.

Per bacino estrattivo si intende quella parte dell'ambito geogiacimentologico interessata dalla presenza di cave attive o attualmente anche inattive, ma che storicamente hanno avuto interesse estrattivo, in cui la risorsa ha ancora un particolare interesse, sia per le riserve presenti che per la qualità dei materiali.

L'individuazione di questi bacini, pur non esaurendo tutte le potenziali situazioni di interesse giacimentologico della regione, vuole quindi porre l'attenzione su quelle particolari zone in cui, al presente, si tende a concentrare la collocazione degli stabilimenti e delle cave, nonché su quelle aree in cui si riconoscono realtà giacimentologiche di potenziale interesse per uno sviluppo in un prossimo futuro.

L'esigenza di produzioni significative dal punto di vista industriale e a minor costo spinge alla ricerca di giacimenti di notevoli cubature, in grado di fornire prodotti di qualità costante nel tempo; nel contempo la diffusione degli interventi antropici sul territorio tende a limitare fortemente le disponibilità dei terreni per nuovi insediamenti estrattivi, ed anche per possibili ampliamenti.

In questa ottica, coerentemente con i criteri di tutto il DPAE una particolare attenzione dovrebbe essere rivolta alla tutela della risorsa, nel contesto ovviamente degli altri usi del suolo e della difesa dell'ambiente; tale salvaguardia, mentre può indirizzare le ulteriori indispensabili indagini di dettaglio per un più completo quadro conoscitivo delle risorse, non vuole ostacolare determinati usi del territorio, come ad esempio l'utilizzazione agraria, mentre dovrebbe tendere a rendere più consapevole l'attuazione di quegli indispensabili interventi antropici sostanzialmente incompatibili con la coltivazione mineraria delle materie prime.

Le aree che, in base alle considerazioni sopra esposte, sono emerse come le più idonee per la coltivazione possono essere individuate secondo quanto segue:

- *Settore meridionale dell'alta pianura Cuneese e Monregalese*, dove i giacimenti si ritrovano in connessione con argille sia marine plioceniche che di alterazione di depositi fluviali quaternari e dei basamenti cristallini. Normalmente essi hanno una buona potenza e favorevoli condizioni per l'industria, legate alla presenza di diverse qualità di argille che favorisce la voluta miscelazione delle materie prime.
- *Settore della bassa Langa Cuneese*, dove vengono coltivate argille marnose terziarie con spessori rilevanti (superiori ai 20 m); l'attività produttiva in queste zone può disporre di argille plastiche provenienti dalle limitrofe aree dell'albese e dell'Altopiano di Poirino, da miscelare ai prodotti estratti in loco.
- *Settore dell'Altopiano di Poirino*, in cui affiorano, su una grande estensione e con potenza mediamente superiore ai 10 metri, sedimenti argillosi quaternari e villafranchiani. I materiali coltivati si distinguono per un elevato contenuto in minerali delle argille che conferisce elevata plasticità agli impasti e compattezza ai manufatti; l'elevata percentuale di frazione argillosa conferisce anche una permeabilità molto bassa ed una buona capacità di scambio, parametri questi che rendono i materiali idonei per sottofondo di discariche. In base a tali aspetti giacimentologici, questo bacino estrattivo si configura come una delle realtà più interessanti, nel territorio piemontese, per l'estrazione delle argille.
- *Settore del Canavese*, dove attualmente vengono coltivati i materiali della copertura argillificata dei depositi quaternari; questi materiali presentano buone caratteristiche tecnologiche per i laterizi, mentre la potenza dei giacimenti è generalmente piuttosto ridotta. Caratteristiche differenti competono ai depositi affioranti nell'alto Canavese (Castellamonte), dove i materiali presentano un contenuto mineralogico che li rende idonei ad utilizzi nel campo dei cotti ad elevata compattezza (grès e cottoforte) e dei semirefrattari; per questi

motivi, pur non essendo attualmente presenti attività estrattive, questa zona continua a mantenere un potenziale interesse minerario.

- *Settore della pianura Vercellese*, dove lungo una fascia prospiciente l'orlo del terrazzo rissiano in sinistra del Po affiorano depositi fluviali limoso-argillosi coltivati sia per l'industria del laterizio che per l'argilla espansa; dal punto di vista delle riserve, pur non riscontrandosi notevoli spessori (mediamente intorno ai 5 metri) l'omogeneità e l'estensione areale dei depositi rendono questo sito relativamente interessante per l'attività estrattiva.
- *Settore dell'alta pianura Biellese e Vercellese*, dove lungo la fascia pedemontana compreso fra Biella e Gattinara affiorano depositi villafranchiani fortemente argillificati, con spessori superiori ai 10 metri e sul terrazzo quaternario a valle si estende una potente copertura di paleosuolo, anch'esso di rilevante potenza. La fascia pedemontana è caratterizzata dalla presenza di argille con elevati tenori in illite e caolinite che contribuiscono a dare buone caratteristiche ai prodotti, in termini di compattezza del cotto e refrattarietà; per tali caratteristiche questi depositi sono localmente sfruttati come materiali per l'industria del grès e della ceramica ed in parte sono oggetto di estrazione quali materiali di prima categoria mineraria (Lozzolo).
- *Settore della pianura del Po alla confluenza Tanaro*, dove nel territorio compreso fra Valenza e Bassignana affiorano argille fluviali limose, gialle, ricoperte da un paleosuolo rosso-bruno; questi depositi hanno complessivamente spessori intorno alla decina di metri e rappresentano, per la loro distribuzione granulometrica, delle buone miscele naturali per l'industria dei laterizi.
- *Settore della pianura Tortonese*, dove affiorano in destra Scrivia, a valle di Tortona, depositi fluviali a granulometria fine che ricoprono, con spessori relativamente modesti (intorno ai 5 metri), le alluvioni ghiaiose quaternarie. In questa zona attualmente l'attività estrattiva è limitata a poche aziende, anche per i limitati spessori dei giacimenti coltivabili; una possibile ripresa dell'attività potrebbe determinarsi con un uso integrato di queste argille con quelle provenienti dalla zona delle colline tortonesi, dove esistono discrete potenzialità estrattive, al momento non molto utilizzate.
- *Settore della pianura del Tanaro ad ovest di Alessandria*, dove affiorano estesamente depositi fluviali argilloso-limosi, con argille di buona qualità e con spessori rilevanti (superiori alla decina di metri), direttamente poggianti su sedimenti argillosi in facies lacustre-salmastra. Data la costanza di caratteristiche granulometriche e le potenziali

cubature presenti, questo settore si presenta come uno dei più favorevoli per l'estrazione di materiali argillosi nel territorio del Piemonte orientale.

- *Settore dell'Astigiano a nord di Asti*, dove affiorano estesamente, lungo un'ampia fascia disposta E-W, le argille marnose marine plioceniche; dal punto di vista giacimentologico si tratta di giacimenti di notevole cubatura (potenze coltivabili spesso superiori ai 30 m), in cui i materiali presentano però una scarsa plasticità; ciò rende necessaria la miscelazione con argille di natura diversa, spesso non facilmente reperibili in zone prossime. Questo fatto, che probabilmente ha costituito un fattore limitante, potrebbe essere superato in un'ottica di maggiore concentrazione delle attività produttive, tale da rendere vantaggioso l'uso integrato di materiali provenienti da zone non distanti (ad esempio dal Bacino dell'altopiano di Poirino).
- *Settore collinare Astigiano ad occidente di Asti*, dove affiorano principalmente i depositi in facies di transizione tra l'ambiente marino e quello continentale (villafranchiano). Essi sono generalmente piuttosto disomogenei granulometricamente, con alternanze di argille plastiche di buona qualità tecnologica e livelli sabbioso-ciottolosi che limitano l'estensione dei giacimenti. Date queste limitazioni, l'attività estrattiva si presenta attualmente in fase di progressiva contrazione; una possibile ripresa potrebbe determinarsi con l'uso integrato dei materiali a maggior plasticità e provenienti da questi depositi, con quelli marnosi presenti in zone adiacenti dell'Astigiano.

4.3.2 MATERIALI CARBONATICI E SILICATICI PER CEMENTO

Si tratta essenzialmente di marne, sul cui sfruttamento venne avviata l'industria cementiera Casalese e che nel tempo hanno perso quasi completamente la loro importanza economica, attualmente surrogate da calcari con alto tenore in CaCO_3 e basso contenuto in MgCO_3 che, miscelati con additivo silico-alluminoso, permettono la produzione di cemento Portland artificiale.

Marne con caratteristiche di minerali di prima categoria sono presenti, sia pure in volumi di entità non grandissima ma ancora economicamente significativa, nel Monferrato e nell'Alessandrino, dove sono oggetto di concessione mineraria. Dal punto di vista geologico, le prime appartengono alla formazione della Pietra da Cantoni e le seconde alla copertura autoctona della Zona Sestri-Voltaggio.

Depositi calcarei di rilevante estensione e localmente con caratteristiche chimiche idonee sia per il loro utilizzo nella produzione di cemento e calce, sia per altri usi sono noti soltanto nel Cuneese, dove si è rilocalizzata l'industria cementiera piemontese, si è concentrata la produzione della calce e viene pure estratto per altri usi un calcare ad alto tenore.

Dal punto di vista geologico i calcari sopra citati appartengono a differenti unità strutturali: la copertura autoctona del Massiccio Cristallino dell'Argentera, le Zone Brianzone, Subbrianzone e Piemontese Esterna. Più in dettaglio dalla prima proviene il calcare ad alto tenore, dalla seconda e terza il calcare utilizzato nei cementifici e dall'ultima quello utilizzato per la calce.

I caratteri chimici degli additivi silico-alluminosi, necessari per la produzione del cemento Portland artificiale, sono assai meno vincolanti di quelli del calcare: molteplici sono quindi le rocce potenzialmente utilizzabili, anche se attualmente vengono coltivati soltanto calcescisti della Zona Piemontese Esterna.

4.3.3 MATERIALI SOLFATICI PER GESSO

Si tratta sostanzialmente di gessi (solfato di calcio biidrato) naturali, che in Piemonte si ritrovano essenzialmente in due formazioni guida: le rocce carbonatiche Triassiche (costituite talora da carniole con associate lenti anidritiche e gessose) e la Formazione gessoso-solfifera, d'età Miocenica (frequentemente rappresentata da banchi e lenti di gesso di notevole potenza ed estensione).

Le prime affiorano essenzialmente nel settore sud-occidentale dell'arco alpino Cuneese, dalla Valle Stura di Demonte alla Val Maira, e nel settore nord-occidentale dell'arco alpino Torinese (Valle di Susa); la seconda si dispone in due grandi fasce che attraversano, da Ovest ad Est, l'intero Piemonte centrale, correndo la prima da Pecetto (Torino) a Montalberto (Alessandria), la seconda da S. Vittoria d'Alba (Cuneo) a Paderna (Alessandria).

Un tempo coltivati abbastanza intensamente, i giacimenti Triassici sono ormai tutti abbandonati, per un insieme di fattori tra cui vanno ricordati: la scarsa accessibilità, spesso limitata alla stagione estiva (quote di frequente molto elevate), la scarsa cubatura, la notevole percentuale di sterile (per lo più di natura carbonatica e/o anidritica). A solo parziale compensazione, il gesso di questi giacimenti, sempre microcristallino, è assai spesso d'ottima

qualità, ad elevato grado di bianco e con scarsa presenza di inquinanti quali ossidi o minerali argillosi.

I giacimenti della formazione gessoso-solfifera (Bacini del Basso Monferrato), di contro, forniscono attualmente la totalità della produzione piemontese di gesso, con le cave ancora attive concentrate tutte nel settore centrale (Astigiano ed Ovest dell'Alessandrino) della fascia di affioramento settentrionale. Si tratta di gessi per lo più macrocristallini, in masse di notevole potenza ed estensione, talora interessati da fenomeni di carsismo e sempre con presenza di quantitativi modesti (alcune unità per cento) di inquinanti argillosi. In genere è buona l'accessibilità ai siti di cava e facile la coltivabilità, anche in sotterraneo.

4.3.4 MATERIALI QUARZOSI PER VETRO E CERAMICA

Tre sono, in Piemonte, le principali formazioni di riferimento per la produzione di sabbie silicee per l'industria.

Un tempo essenzialmente ottenuti, nella regione, dalla coltivazione di piccoli giacimenti lentiformi di sabbie quarzose del Pliocene Superiore (Villafranchiano Inferiore), questi materiali provengono ora in prevalenza dall'abbattimento di ammassi rocciosi di quarziti Triassiche.

Le sabbie quarzose del Pliocene Inferiore sono concentrate in sostanza nella provincia di Asti (Bacino dell'Astigiano); esse presentano, in genere, cubature relativamente modeste e risultano costituite da sabbie a granulometria medio-fine, assai pure anche se talora debolmente inquinate, nelle frazioni più grossolane, da ossidi di ferro. Notevole è altresì la percentuale di scarto, dovuta alla presenza di finissimi.

Le quarziti Triassiche, più o meno impure per la presenza di feldspati, affiorano abbastanza diffusamente in tutto l'arco alpino occidentale, anche se i maggiori affioramenti si hanno nel settore Sud, dalla Val Vermenagna alla Val Varaita (Ambito Cuneese, Bacino Vermenagna). Si tratta di quarziti a grana da fine a grossa, compatte ma spesso assai fratturate; la variabilità del contenuto in quarzo e la presenza di talora frequenti spalmature di ematite sono compensate dall'estensione degli affioramenti e dalla per lo più agevole accessibilità.

Da segnalare anche tre ulteriori, possibili fonti di congeneri materiali, due delle quali ancora attualmente oggetto di coltivazione.

In primo luogo, i depositi di alterazione superficiale dei porfidi nel Biellese nord-orientale, attualmente interessati da attività mineraria di prima categoria anche per la produzione di sabbie quarzoso-feldspatiche (prima categoria).

In secondo luogo, la formazione Miocenica delle Arenarie di Vicoforte (Ambito Cuneese), dove le tipiche arenarie silicee, un tempo coltivate persino quale pietra da taglio, presentano sporadicamente banchi poco cementati, in grado di fornire un materiale quarzoso più che discreto.

Infine, senza una localizzazione precisa ma diffusi su tutto l'arco alpino piemontese, i filoni e le lenti di quarzo che, non di rado, si incontrano ospitati nelle rocce gneissiche e granitoidi, così frequentemente affioranti sul territorio regionale, ed alcuni dei quali furono coltivati sino a tempi recenti. Si tratta di giacimenti in grado di fornire un materiale assai pregiato per purezza e grado di cristallinità (molto adatto, ad esempio, per la produzione di ferrosilicio per l'industria dei semiconduttori); la modesta cubatura e la casuale collocazione, tuttavia, ne aggravano le problematiche di impatto ambientale, rendendo attualmente dubbia una coltivazione economicamente interessante.

4.4 ASPETTI AMBIENTALI E PAESISTICI

Come si è precisato nelle parti che precedono, il DPAE è un documento regionale che fornisce gli indirizzi e le linee guida per la pianificazione a carattere più operativo di competenza delle Province e dei Comuni e per i progetti relativi al settore dell'attività estrattiva.

Questo indirizzo si applica anche agli aspetti ambientali e paesistici, con riferimento ai quali il DPAE fornisce un inquadramento generale relativo ai principali bacini estrattivi, fornendo al contempo indirizzi e criteri alla pianificazione provinciale e comunale e per la progettazione.

Non va dimenticato che i vincoli di tutela ambientale, territoriale e paesistica, che possono limitare l'esercizio dell'attività estrattiva, sono esogeni al DPAE, nel senso che la loro definizione è di competenza della pianificazione del territorio (regionale, provinciale e comunale) oltre che della legislazione in materia.

Di più il DPAE, in applicazione della l.r. 40/1998 disciplina la materia relativa alla valutazione di compatibilità ambientale, indicando i criteri per la fase di *screening* dei progetti

che devono sottostare alla procedura di VIA o di verifica, oppure che sono esentati da ambedue le suddette procedure.

Altre indicazioni, che concorrono a disciplinare la trattazione degli aspetti ambientali e paesistici nel settore dell'attività estrattiva, vengono fornite nelle specifiche tecniche (inserite nelle Norme di indirizzo del presente documento) alle quali deve attenersi la progettazione delle cave in modo che essa assuma il carattere di progettazione mirata ai criteri di sostenibilità.

Ciò detto, per quanto attiene in modo specifico il contenuto informativo del DPAE relativamente agli aspetti ambientali e paesistici, va ribadito quanto già affermato in sede dei due precedenti stralci del DPAE relativi al settore degli aggregati e a quello delle pietre ornamentali. In coerenza con la natura della programmazione e della pianificazione territoriale regionale, il livello di definizione spaziale a cui, a questa scala, si può giungere, non consente di pervenire ad una valutazione puntuale che, al limite riguardi la singola cava. Pertanto ci si deve limitare a fornire un inquadramento di larga maglia per bacini estrattivi, quale quello reso possibile dal sistema informativo regionale. In questo quadro ciascun bacino estrattivo è stato caratterizzato tramite l'inserimento nel contesto delle unità di paesaggio di area vasta.

Per quanto concerne l'inquadramento paesistico-ambientale di area vasta si è dovuto fare riferimento alle basi informative omogenee disponibili a livello regionale costituite dai seguenti documenti cartografici in scala 1: 250.000:

- Carta dei paesaggi agrari e forestali del Piemonte;
- Carta delle aree ambientali antropizzate e dei beni architettonici e urbanistici;
- Carta forestale del Piemonte;
- Carta della capacità d'uso dei suoli del Piemonte ai fini agricoli e forestali.

Soprattutto le prime due carte costituiscono documenti importanti in quanto offrono un quadro sufficientemente dettagliato per una pianificazione di area vasta quale è quella regionale, relativamente al paesaggio naturale, la prima, e al paesaggio culturale, la seconda, fornendo una prima grande categorizzazione degli ambiti paesistici del Piemonte e una prima suddivisione secondo gradi di sensibilità paesistica. È appunto a queste categorie di unità di paesaggio che si fa riferimento negli indirizzi normativi del DPAE.

Data l'importanza degli interventi di recupero naturalistico e paesistico dei siti di cava si è ritenuto importante procedere ad un apposito studio mirato a valutare l'efficacia delle tecniche e degli interventi di recupero, in modo tale da fornire indicazioni e indirizzi che rendano più efficaci tali interventi. Nello studio appositamente condotto dall'IPLA (vedasi l'apposito annesso

esclusivamente riferito alle aree calcaree del Sud Piemonte), sono censite in particolare le piante spontaneamente diffuse o da utilizzare nel restauro dell'ambiente, ed è studiato sia l'aspetto dinamico, che è di preminente importanza ai fini di un recupero da parte delle piante delle superfici nude delle cave non più attive, sia l'aspetto ecologico-floristico così da porre in relazione i fattori ambientali locali con i diversi stadi di colonizzazione dei detriti.

5. ARGILLE

5.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE

5.1.1 PREMESSA

Come si è già sottolineato, il significato economico dell'estrazione delle materie prime minerarie non risiede tanto nel loro valore commerciale, quanto piuttosto nel ruolo che esse hanno nelle industrie che le utilizzano.

Questo vale in particolare per la grande famiglia dei materiali argillosi, che presentano una vastissima gamma di impieghi e il cui valore in generale è strettamente legato alla possibilità e capacità locale di valorizzazione, soprattutto in termini di valore aggiunto realizzabile nei diversi prodotti finiti.

In funzione delle loro caratteristiche mineralogiche, chimiche e tecnologiche, i materiali argillosi costituiscono le materie prime basilari per i vari comparti dell'industria ceramica, che com'è noto comprende una vastissima gamma di prodotti, dai laterizi alle piastrelle, ai sanitari, alla ceramica da tavola, alle varie tipologie di porcellana.

È necessario quindi prendere anzitutto in considerazione tali caratteristiche, con riferimento ai requisiti richiesti per i diversi impieghi.

5.1.2 REQUISITI E IMPIEGHI DEI MATERIALI

Classificazione dei prodotti

In base alle loro caratteristiche tecnologiche ed al loro utilizzo i prodotti ceramici possono essere suddivisi in:

LATERIZI	laterizio per murature laterizio per strutture orizzontali laterizio per coperture laterizio per pavimentazione; laterizio per blocchi termoisolanti
PIASTRELLE	Monocottura Bicottura gres porcellanato altri materiali
SANITARI	
CERAMICA DA TAVOLA	Terracotta, faenza, maiolica, terraglia ...
PORCELLANA	
ARGILLA ESPANSA	

Nell'ambito dei laterizi, i materiali per murature sono classificabili in vari sottogruppi a seconda della loro funzione (strutturale, tamponamento, divisorio), il formato (mattoni, blocchi), la percentuale di foratura (pieni, semipieni, forati) e la natura della materia prima che può essere argilla tal quale o additivata con particolari prodotti che modificano la consistenza del prodotto dopo cottura (laterizi normali, laterizi alleggeriti in pasta).

I laterizi per strutture orizzontali sono impiegati o come elementi di solai che costituiscono i piani degli edifici ovvero come supporto per le coperture; possono essere suddivisi in elementi per solai da gettare in opera con casseratura, per solai realizzati con travetti e per solai preconfezionati a pannelli.

I laterizi per coperture possono essere distinti in tegole curve (coppi) e tegole piane; la differenza sostanziale fra queste due categorie, oltre che nella forma, sta nel tipo di giunzione tra i diversi elementi, in quanto per i primi la tenuta agli agenti atmosferici è affidata alla semplice sovrapposizione degli elementi, mentre nelle seconde è affidata ad una serie di incastri e risalti su tre lati.

Fra i materiali per pavimentazione il laterizio trova attualmente impiego particolarmente in opere di ristrutturazione con prodotti molto vari per forma, spessore e rifinitura della faccia esterna; la produzione si incentra soprattutto su piastrelle realizzate con prodotti ceramici compatti (cottoforte e vari tipi di grès) in cui il materiale presenta una struttura a grana fine che conferisce al prodotto buone caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza ad attacchi chimici ed al gelo.

Data l'elevata qualità raggiunta dai prodotti sanitari e dall'oggettistica, per questi tipi di prodotti vengono richieste materie prime altamente selezionate, non rinvenibili a livello industriale fra i materiali nazionali; l'approvvigionamento viene quindi quasi esclusivamente da giacimenti esteri.

L'argilla espansa è un inerte leggero, ottenuto attraverso un procedimento di cottura ad alta temperatura (clinkerizzazione) di speciali argille. Questo prodotto viene utilizzato per la confezione di calcestruzzi leggeri, aventi una densità compresa fra 700 e 1200 kg/m³, per i quali siano richiesti requisiti di leggerezza ed isolamento, nonché per il confezionamento di strati isolanti nelle intercapedini.

Caratteristiche delle materie prime

Per la produzione del supporto dei materiali ceramici sono utilizzati i seguenti materiali:

- *le argille*, che hanno la funzione di plastificante;
- *gli smagranti*, costituiti da quarzo o materiali inerti (chamotte), aventi la funzione di ridurre il ritiro e costituire lo scheletro portante del prodotto cotto;
- *i fondenti*, costituiti principalmente da carbonati, feldspati e fosfati, che hanno la funzione di abbassare la temperatura di vetrificazione dell'impasto, rendendo il prodotto compatto ed impermeabile dopo la cottura.

Le materie prime utilizzate per la produzione di laterizi e terrecotte consistono essenzialmente in argille marnose e silts, in cui la frazione argillosa ha funzione plastificante, la frazione limosa e sabbiosa ha funzione smagrante e strutturale e la frazione carbonatica ha funzione fondente.

La composizione mineralogica è normalmente costituita da minerali fillosilicatici tra cui illite e caolinite sono quelli più comuni, mentre la clorite e la smectite sono generalmente meno rappresentate; in particolare una eccessiva presenza di smectite può indurre nella miscela valori di ritiro in essiccamento ed in cottura eccessivi, con conseguente crepatura o deformazione del manufatto. Associati ai minerali argillosi sono anche il quarzo e frequentemente feldspato, calcite ed ossidi di ferro. Minerali sfavorevoli in fase di lavorazione o per il prodotto sono essenzialmente quelli che producono efflorescenze (soprattutto i solfati) o quelli solubili; un eccessivo contenuto in carbonati, infine, tende a ridurre l'intervallo di greificazione portando a prodotti eccessivamente porosi. Percentualmente la composizione media fra i vari tipi di minerali, per le diverse tipologie di laterizi, prevede circa il 40-45% di minerali delle argille, il 15-20% di carbonati ed il 40-45% di quarzo e feldspati.

Relativamente alle caratteristiche tecnologiche dei materiali dopo cottura a diverse temperature, si può osservare che al crescere della temperatura di cottura si verifica un incremento del ritiro che può oscillare mediamente fra 3% e 7% (in taluni casi questo valore può diminuire fino a 1,5%), per temperature di cottura di 1100°C. Parallelamente, al crescere della temperatura di cottura da 800°C a 1100°C decresce l'assorbimento d'acqua, passando da valori medi compresi fra il 15% ed il 25% a valori di 10- 15%. Queste variazioni sono più sensibili in prodotti confezionati con argille plastiche rispetto a quelli derivanti da impasti in cui prevalgono le argille magre, nonché in materiali privi di carbonati rispetto alle argille marnose. La resistenza

meccanica è compresa fra 5 e 30 MPa per cottura a 900-1000°C e può oltrepassare i 40 MPa nei cotti a 1100°C; naturalmente anche questo parametro è fortemente influenzato dalla porosità, in quanto tanto minore è questo fattore tanto più elevata sarà la resistenza meccanica. La presenza di moderati tenori in carbonati, determinando una microporosità, tende a far aumentare la resistenza a flessione, a parità di assorbimento d'acqua.(Dondi M. et alii - *Comportamento in cottura delle argille italiane per laterizi*- CNR-IRTEC, Faenza).

Viste in tal modo le caratteristiche richieste a queste materie prime per apprezzarne l'importanza è ora necessario considerare il ruolo che i comparti industriali in cui sono impiegate hanno nel sistema socio economico nazionale.

A tal fine e anche per rilevare il peso relativo del Piemonte nel quadro nazionale, si procede ad illustrare brevemente la situazione dell'industria italiana dei laterizi, settore nel quale il Piemonte ha una presenza significativa. Si fornisce inoltre un sintetico quadro dell'industria delle piastrelle e di quella dei prodotti ceramici da tavola, la cui conoscenza è importante ai fini della valutazione del significato economico complessivo dell'industria ceramica italiana.

5.1.3 L'INDUSTRIA ITALIANA DEI LATERIZI

Le dimensioni dell'industria italiana dei laterizi sono imponenti, se si considera che nel 1998 la produzione è stata di 16.230.000 t, pari a 290 kg di laterizi per abitante.

Confermate le previsioni di una leggera crescita rispetto al 1997, risultano positive le previsioni sull'andamento del comparto per il prossimo futuro, in relazione al forte impulso dato da ristrutturazioni e rinnovo del patrimonio edilizio abitativo esistente, nonché dell'incremento del settore delle costruzioni industriali e del genio civile.

A fronte di una produzione in crescita, risulta in diminuzione il numero degli stabilimenti, da 275 nel 1997 a 251 nel 1998. E' la prosecuzione di un trend di concentrazione della produzione, che, analogamente a quanto si è verificato in tutti i Paesi Europei (v. Fig. 5.1), ha visto diminuire gli impianti, in Italia, del 70% negli ultimi 22 anni; erano infatti ben 823 nel 1975.

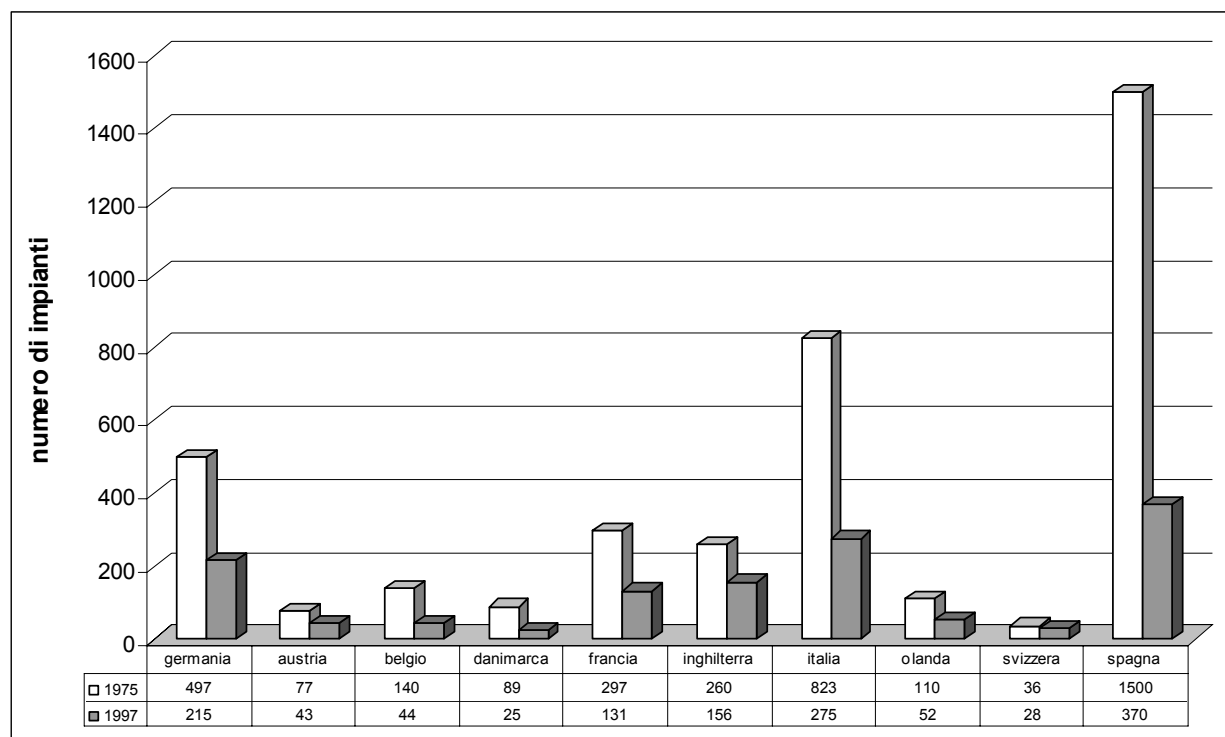


Figura 5.1 Numero di impianti per laterizi in Europa (fonte ASSOLATERIZI)

Il confronto con la situazione europea consente di constatare che l'Italia è tuttora uno dei paesi a più alto numero di unità produttive: solo la Spagna ne ha un numero maggiore; la tendenza alla concentrazione della produzione è però prevedibile che debba ancora proseguire, dal momento che la produttività media, che ha raggiunto in Italia le 64.000 t per impianto, è ancora lontana dalla media europea, pari a circa 83.000 t.

Per quanto riguarda la distribuzione della produzione nazionale per aree geografiche, si rileva che oltre la metà dei volumi prodotti (54%) compete alle Regioni settentrionali, il 23% al Centro, il 16% al Sud e il 7% alle Isole (Fig. 5.2).

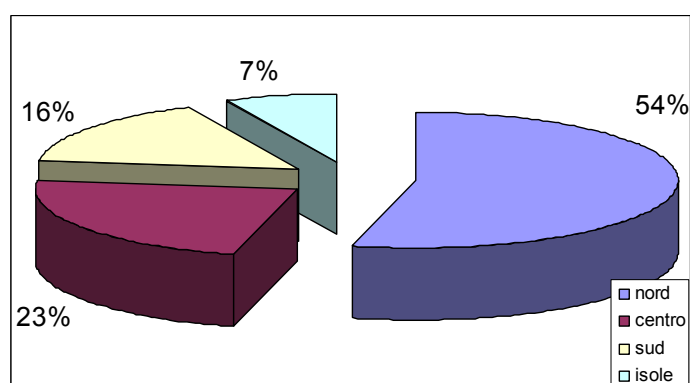


Figura 5.2 produzione di laterizi per aree geografiche, 1998

I recenti raggruppamenti e fusioni aziendali hanno ulteriormente migliorato la curva di concentrazione del settore, dalla quale risulta che il 50% della produzione è realizzato da soli 34 Gruppi o Imprese (v. Fig:5.3)

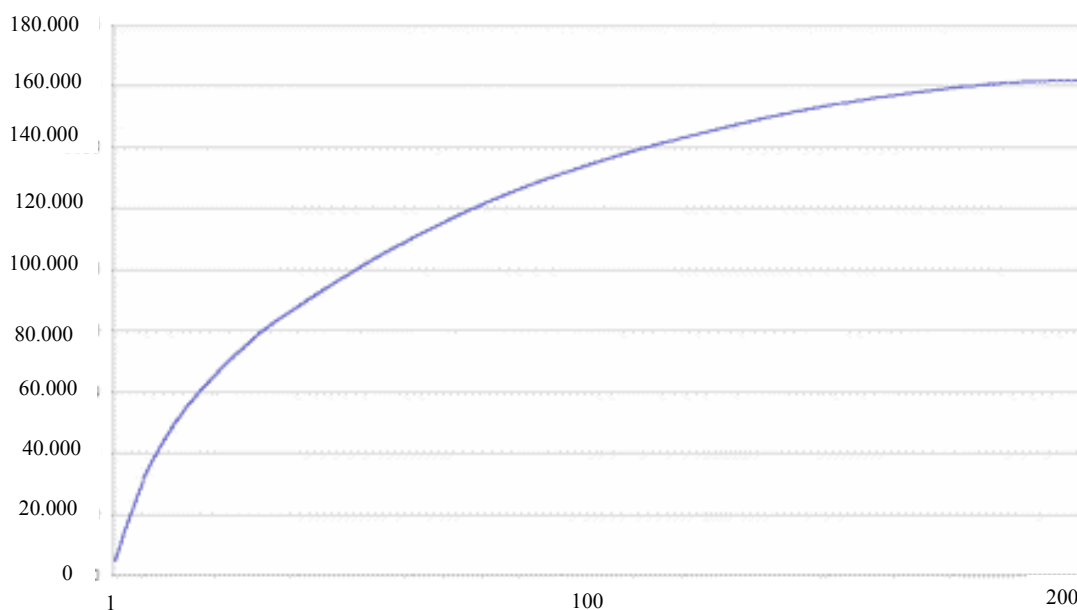


Figura 5.3 Curva di concentrazione della produzione di laterizi: in ordinate sono riportate le produzioni espresse in centinaia di tonnellate, in ascisse il numero di aziende, 1998 (fonte ASSOLATERIZI)

Scendendo nel dettaglio, si possono analizzare i risultati produttivi delle diverse tipologie, anche per avere un'idea dell'andamento delle richieste del mercato.

Nella tabella 5.1 è riportata la distribuzione della produzione del 1998 per aree geografiche e per tipologie: i dati contrassegnati "Piemonte Liguria" si possono considerare, in prima approssimazione, significativi per il Piemonte, in quanto in Liguria è attivamente operativa una sola fornace sul totale di 33.

Con riferimento ai dati totali e medi nazionali nel comparto delle murature, e con riferimento alle partizioni esterne, è in discesa la produzione di mattoni pieni e semipieni comuni, peraltro ampiamente compensata dal consistente aumento della produzione dei blocchi, analogamente a quanto accade per i laterizi alleggeriti in pasta. Si può individuare la tendenza a

produrre elementi di più facile lavorabilità in cantiere, da porre in opera in minor tempo e capaci di dare la muratura grezza finita in una sola operazione.

Nel campo degli elementi per muratura non portanti verticali, diminuisce nel complesso la produzione di foratame per partizioni interne, mentre un vero balzo ha avuto la produzione di mattoni faccia a vista in pasta molle, con un aumento del 21 % rispetto al '97.

E' per contro diminuita la produzione degli estrusi, quella dei pressati e praticamente di tutti gli elementi per solaio. In aumento invece le produzioni di elementi per copertura, tegole e coppi.

Tab 5.1 Produzione nazionale di laterizi: ripartizione per aree geografiche e per tipologia di prodotto (fonte ASSOLATERIZI)

PRODUZIONE 1998	MURO NORMALE	ALLEGGERITO	FORATE TRAMEZZI	FACCIA A VISTA	SOLAIO	TAVELLONI	COPERTURE	ALTRI	TOTALE									
n. = numero di fornaci	n.	t	n.	t	n.	t	n.	t	n.	t								
REGIONE																		
Piemonte - Liguria	22	540.261	6	59.651	18	238.517	5	73.075	12	270.729	0	0	3	149.250	4	37.947	33	1.459.430
Lombardia	18	605.909	11	455.813	8	669.752	2	1.201	8	477.648	3	52.500	5	98.978	3	24.684	29	2.383.486
Triveneto	17	689.959	15	728.010	11	312.225	2	133.500	13	414.574	5	68.735	12	477.963	6	163.367	42	2.988.354
Emilia - Romagna	14	282.574	12	273.156	8	510.664	7	272.065	10	378.410	3	107.177	3	71.190	0	0	29	1.895.237
AREA NORD	71	2.118.703	44	1.516.630	45	1.731.158	16	479.841	43	1.541.361	11	228.412	23	797.381	13	225.998	133	8.726.507
Toscana	11	251.994	8	265.057	9	178.255	2	33.100	5	139.188	8	281.056	10	359.266	4	113.640	22	1.621.555
Marche - Umbria	11	222.362	5	144.233	7	240.482	8	264.197	7	307.943	1	21.976	7	359.103	7	41.523	22	1.601.818
Lazio	4	27.289	0	0	2	156.981	0	0	3	158.734	0	0	1	108.750	0	0	4	451.753
AREA CENTRO	26	501.645	13	409.290	18	575.718	10	297.297	15	605.865	9	303.032	18	827.119	11	155.163	48	3.675.126
Abruzzo - Molise	8	130.105	4	42.191	7	136.444	1	25	8	163.697	1	10	1	430	1	282	9	473.185
Campania	5	89.525	1	22.354	3	139.635	4	126.700	2	162.770	0	0	1	630	1	55	10	541.669
Puglia - Basilicata	3	40.953	7	348.695	6	274.818	0	0	6	360.824	0	0	1	24.750	0	0	10	1.050.039
Calabria	13	110.618	6	55.710	12	217.398	3	15.400	10	91.720	3	25.849	4	32.943	2	1.515	14	551.152
AREA SUD	29	371.201	18	468.950	28	768.295	8	142.125	26	779.011	4	25.859	7	58.753	4	1.852	43	2.616.045
Sicilia	16	84.871	8	77.095	13	190.719	4	4.420	13	167.101	3	8.088	6	96.092	4	2.254	19	630.640
Sardegna	7	88.476	8	120.647	8	230.589	2	8.000	6	134.847	0	0	0	0	0	0	8	582.560
AREA ISOLE	23	173.347	16	197.742	21	421.308	6	12.420	19	301.948	3	8.088	6	96.092	4	2.254	27	1.213.200
ITALIA 1998	149	3.164.896	91	2.592.612	112	3.496.479	40	931.683	103	3.228.185	27	565.391	54	1.779.345	32	385.267	251	16.230.878

5.1.4 L'INDUSTRIA ITALIANA DELLE PIASTRELLE

L'industria italiana delle piastrelle ha dimensioni impressionanti: nei 345 stabilimenti gestiti da 261 imprese concentrate per l'80% in un unico grande distretto industriale nelle province di Modena e Reggio, nel 1999 si sono prodotti 606 Mm² di piastrelle; si tratta di una quantità sufficiente a piastrellare un'ipotetica autostrada larga 15 m e di lunghezza pari alla circonferenza della Terra all'altezza dell'equatore. Il fatturato realizzato, in aumento del 7% rispetto al '98, è stato di 4,87 miliardi di euro.

L'importanza del settore è dovuta soprattutto al fatto che il 70% della produzione viene venduta all'estero, per un valore, nel 1999 di 3,39 miliardi di euro dando quindi un notevole contributo positivo alla bilancia commerciale e offrendo un'occupazione diretta a oltre 31000 addetti, ciascuno dei quali ha pertanto realizzato un fatturato di circa 160.000 euro.

L'analisi dell'andamento storico e delle tendenze evolutive indicano che il settore è in buona salute, continuando a crescere e adattandosi con grande flessibilità alle esigenze di cambiamento, in termini di innovazione sia di prodotto che di processo, imposte dal mercato. In particolare si registra negli ultimi anni un forte ricambio nelle tipologie prodotte, che vede crescere fortemente il gres porcellanato (+ 70% dal '97 al '99), la cui quota di mercato ha raggiunto ormai il 36%, a scapito della monocottura e della bicottura. Corrispondentemente gli investimenti si sono mantenuti molto elevati, dell'ordine del 7% del fatturato.

5.1.5 L'INDUSTRIA ITALIANA DELLA CERAMICA DA TAVOLA

Il comparto della ceramica e porcellana per uso domestico e ornamentale, a differenza di quello delle piastrelle, presenta un'attività distribuita in modo sorprendentemente omogeneo su tutto il territorio nazionale, dato che praticamente in tutte le venti Regioni italiane opera qualcuna delle 3500 imprese del settore, che danno lavoro a circa 19000 addetti. Si tratta di un settore in cui prevalgono le piccole e piccolissime imprese a carattere artigianale (l'80% ha meno di 5 addetti), ma a fianco di queste esiste un buon numero di imprese industriali di medie dimensioni dove sono occupati circa la metà degli addetti complessivi

Il fatturato del settore è stato, nel 1998, 880 milioni di euro. Più del 40% di questo (370 milioni di euro) deriva dall'export, la qual cosa ha consentito - nonostante consistenti importazioni in particolare di porcellana - di realizzare un saldo positivo della bilancia commerciale di 124 milioni di euro.

Il significato economico di questo settore, oltre che dai suddetti valori finanziari emerge anche dalla elevatissima intensità di manodopera, nonché dalla struttura dei costi di produzione che lo caratterizzano. L'intensità di manodopera, riferendosi in questo caso specialmente a manodopera femminile e riguardando spesso aree del Paese lontane da importanti siti industriali, costituisce un fattore positivo, dal momento che la disoccupazione rappresenta attualmente uno dei principali problemi per l'economia italiana.

Estrapolando i dati relativi a un campione significativo di imprese, si ricava che l'incidenza sul fatturato del costo del personale è di circa il 37%, quella delle materie prime è del 27%, mentre il valore aggiunto è pari al 52% del valore del prodotto. Ciò significa che, se è vero che il valore della produzione per addetto è molto piccolo rispetto alla media dell'industria italiana (circa 1/3), è però molto più elevato, in proporzione, il contributo che ogni addetto dà alla realizzazione del valore aggiunto del settore: il valore aggiunto pro-capite è infatti pari al 53% del valore prodotto, contro il 26% medio dell'industria manifatturiera. Si tratta dunque di un settore che crea molta occupazione, e questa opera in modo particolarmente efficiente.

La situazione generale del settore si presenta peraltro di non facile gestione ai fini del mantenimento di questo «modello italiano» di produzione, a causa del costo del lavoro, dei costi energetici, della pressione fiscale e dei crescenti vincoli normativi. Gli strumenti necessari per mantenere i vantaggi competitivi sono rappresentati da economie di gestione, flessibilità, creatività e sinergie fra le piccole imprese.

5.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI

5.2.1 PROPRIETÀ TECNOLOGICHE DELLE ARGILLE PIEMONTESI PER LATERIZI

Caratteristiche mineralogiche

Pur essendo piuttosto variabile nelle varie aree di affioramento e nelle diverse formazioni, mediamente, le argille che costituiscono i sedimenti miocenici presentano, fra i fillosilicati, un'associazione di illite e caolinite prevalenti e spesso in percentuali quasi uguali fra loro, mentre la clorite è generalmente presente in percentuali subordinate; fra gli altri minerali il quarzo è sempre abbondante, mentre la calcite ed i feldspati sono generalmente presenti in proporzioni variabili.

Composizione simile hanno anche i sedimenti marini pliocenici che si caratterizzano per una notevole costanza mineralogica per quanto riguarda i minerali del gruppo delle argille,

mentre si può riscontrare spesso una variabilità nel contenuto in carbonati, con passaggio da termini prevalentemente argillosi ad argille marnose.

Nei depositi di transizione in facies villafranchiana ed in quelli quaternari continentali fluviali si può riscontrare una marcata variabilità mineralogica, per quanto riguarda la frazione argillosa, mentre per i minerali detritici costante è la presenza del quarzo e molto frequente l'assenza di carbonati; in particolare fra i fillosilicati tende a prevalere l'illite, mentre la variabile presenza di caolinite e quella saltuaria degli interstratificati può essere giustificata alla luce di particolari condizioni di alterazione e della diversificazione degli apporti che condizionano notevolmente la sedimentazione in ambienti continentali.

Caratteristiche granulometriche

I sedimenti argillosi marini miocenici e pliocenici si contraddistinguono per una relativa costanza di caratteristiche granulometriche; in esse le classi 2-20 μ m e 20-40 μ m sono le più rappresentate, con medie di circa il 50% la prima e 25% la seconda; la frazione <2 μ m è altresì mediamente presente con circa il 20%, mentre relativamente scarse sono le classi >40 μ m con percentuali di circa il 5%.

Notevolmente più variabile è invece la granulometria dei sedimenti villafranchiani e quaternari fluviali e di copertura eluviale, dove la distribuzione granulometrica è condizionata dalle caratteristiche dell'ambiente in cui si sono svolti i fenomeni di sedimentazione e di alterazione pedogenetica; fra questi materiali si possono infatti ritrovare sia depositi in cui la frazione <2 μ m è decisamente prevalente (anche superiore all'80%), sia materiali in cui la frazione argillosa, limosa e sabbiosa è rappresentata con percentuali pressoché uguali fra loro. In linea di massima, fra i depositi fluviali si possono ritrovare materiali particolarmente ricchi in frazione argillosa nei sedimenti in facies villafranchiana (Altopiano di Poirino, Astigiano, Alessandrino), mentre i depositi legati a sedimentazione fluviale in ambiente francamente continentale sono piuttosto caratterizzati da maggiore eterogeneità granulometrica, con frazione limosa e sabbiosa particolarmente abbondante. I prodotti di alterazione superficiale di alluvioni ghiaiose e sabbiose sono infine piuttosto eterogenei, anche in funzione del grado di alterazione subito, potendosi ritrovare in essi, oltre che ciottoli completamente argillificati, anche frazioni lapidee quarzose grossolane che non hanno subito trasformazione ad opera degli agenti meteorici.

Caratteristiche tecnologiche

Il *ritiro all'essiccamento* evidenzia il comportamento degli impasti nelle fasi di lavorazione precedenti la cottura, dal quale può derivare, in caso di marcati ritiri, la perdita delle caratteristiche di forma e l'insorgere di crepe nel manufatto; rispetto a questo parametro le argille a maggiore plasticità, quaternarie e villafranchiane, si contraddistinguono per valori piuttosto marcati ($\Delta L/L\% > 3$), mentre le plioceniche hanno tendenzialmente comportamento intermedio ($\Delta L/L\% = 1-2$) e le mioceniche hanno valori inferiori all'1%.

Fra gli effetti prodotti dalla temperatura in fase di cottura delle argille sono particolarmente significativi il ritiro che il materiale subisce e la conseguente variazione di porosità; collegata con quest'ultima sono anche la resistenza meccanica e la gelività del prodotto. Normalmente eccessivi ritiri in fase di cottura possono danneggiare il manufatto, mentre bassi ritiri possono significare alti assorbimenti d'acqua e scarsa resistenza meccanica; importante è inoltre la gradualità con cui nell'intervallo di temperatura compreso fra i 1000°C ed i 1100°C avvengono queste modificazioni, in quanto se esse si verificano troppo bruscamente può risultare difficile il controllo della temperatura ottimale di cottura.

Le argille villafranchiane ad elevata plasticità mostrano generalmente, nell'intervallo di temperatura 900°C - 1150°C, un graduale ritiro lineare fino a circa il 12%, accompagnato da un'elevata riduzione degli assorbimenti d'acqua, fino al 5%.

Le argille mioceniche o plioceniche con modesto contenuto in carbonati presentano un comportamento alla cottura caratterizzato da bassi ritiri (talora espansione fino a 1100°C e poi ritiro) e assorbimenti d'acqua piuttosto elevati che decrescono in un arco molto breve di temperatura (fra i 1100°C ed i 1150°C).

Le argille plioceniche o mioceniche ad elevato contenuto in carbonati presentano scarsi ritiri oltre i 1000°C ed assorbimenti molto elevati (oltre il 30%) d'acqua, fino alla completa fusione che avviene in un arco molto breve di temperatura.

Le argille quaternarie infine, data la loro eterogeneità, hanno comportamenti difficilmente caratterizzabili a priori, ma generalmente intermedi fra quelli sopra schematizzati.

Relativamente all'idoneità per l'utilizzo nel campo dei laterizi si può osservare che le argille plastiche villafranchiane presentano un comportamento in cottura "ottimale" per quanto riguarda l'assorbimento d'acqua (valori a 1000°C circa 24%) ed "accettabile" per il ritiro lineare (valori a 1000°C circa 3%). Gli altri tipi di argille viceversa presentano comportamenti "ottimali"

per il ritiro lineare, mentre non giungono neanche ad "accettabile" per quanto riguarda l'assorbimento d'acqua (generalmente superiore al 30% a 1000°C).

Queste considerazioni trovano una conferma nel fatto che a livello industriale si vada generalizzando l'impiego di miscelazione fra diversi tipi di materia prima, per giungere a prodotti cotti con buoni requisiti tecnologici. In effetti nel territorio piemontese non sono normalmente presenti litotipi argillosi che si caratterizzino per requisiti ottimali sotto tutti i diversi aspetti tecnologici; ciò impone di pensare alla miscelazione ed alle modalità di cottura come i due settori in cui si può agire per rendere sempre più competitivi i prodotti.

A titolo di esempio infine sono stati selezionati alcuni tipi di prodotti provenienti da diverse aree geografiche e che impiegano diversi litotipi, di essi vengono presentate in Tab.5.2 le caratteristiche di porosità e resistenza meccanica; in essa sono evidenti le diversificazioni di valori fra i vari prodotti, in generale tuttavia si può osservare che la maggior parte di questi valori rientra in quelli medi della produzione nazionale (Fabbri-Dondi, *La produzione del laterizio in Italia*, CNR-IRTEC).

*Tab. 5.2 Caratteristiche tecnologiche di alcuni prodotti dell'industria piemontese dei laterizi (i campioni con * sono stati analizzati presso il DIGET del Politecnico di Torino, gli altri sono stati dedotti dai certificati eseguiti a cura delle imprese)*

Area di provenienza	Numero campione	Geologia	Assorbim. Acqua %	Resist. flessione [MPa]
Pianura torinese	1	Quaternario	14.5	-
	2	Quaternario	13.3	17.5
	3*	Villafr./Plioc.	15.9	17.6
	4*	Villafranchiano	20.1	8.1
Alta pianura cuneese	5	Quatern./Mioc.	-	21.6
Astigiano	6	Pliocene	14.5	9.5
	7	Pliocene	14.5	10.8
	8	Pliocene	13.3	-
	9	Pliocene	15.7	15.0
	10*	Plioc./Villafr.	28.8	12.2
	11*	Plioc./Villafr.	13.2	15.8
	12*	Villafr./Mioc.	26.7	4.9
Alta pianura novarese	13	Quaternario	9.5	9.5
	14	Quaternario	15.6	-
Alessandrino	15	Quaternario	-	22.6
	16	Quater./Plioc.	13.0	10.5
	17	Quatern./Mioc.	-	8.6

Materie prime per ceramica

Giacimenti con discreta consistenza di argille per refrattari e prodotti ceramici si ritrovano in diverse zone della regione piemontese. Alcuni di essi hanno un valore pressoché unicamente storico, in quanto in passato erano oggetto di coltivazione per produzione di manufatti di pregio che hanno rappresentato a livello locale importanti voci nella produzione; si ricordano le ceramiche di Mondovì, le ceramiche e le stufe di Castellamonte, i refrattari ed i sanitari di Lozzolo e Boca.

Attualmente gran parte di questa attività, legata alla produzione prevalentemente artigianale, è abbandonata o si rifornisce di materie prime provenienti dall'estero.

L'unico bacino estrattivo di materiali di prima categoria mineraria (soggetti al vincolo della concessione mineraria) attualmente attivo, si trova in una zona posta a cavallo del F. Sesia, nell'alta pianura vercellese e novarese, compresa fra i comuni di Masserano, Lozzolo e Boca.

Questi giacimenti sono localizzati in depositi, sovente di non grande estensione, nella parte sommitale delle colline granitiche e porfiriche, rappresentandone la parte esterna trasformata dai processi di alterazione meteorica nel corso del Pleistocene inferiore.

Di maggiore cubatura ed interesse industriale sono i depositi sedimentari di ambiente di transizione deltizi-lagunari che si rinvencono nella fascia pedemontana fra i rilievi cristallini e le alluvioni quaternarie; essi sono costituiti da alternanze di livelli di argille plastiche e sabbie limose, con intercalati orizzonti di conglomerati completamente alterati e caolinizzati.

I materiali costituenti questi depositi sono rappresentati da caolini e sabbie caolinitiche aventi caratteristiche granulometriche e mineralogiche piuttosto variabili, la cui genesi è da porsi in relazione al trasporto e sedimentazione dei prodotti della intensa degradazione fisico-chimica delle rocce cristalline silicee presenti nelle zone a monte.

Queste argille caolinitiche, che in passato sono state utilizzate in diversi settori dell'industria ceramica - refrattari per forni, klinker per pavimenti e rivestimenti, grès ceramico per piastrelle e tubazioni e sanitari- attualmente vengono impiegate in prevalenza nella formulazione di impasti per piastrelle prodotte in monocottura. Un possibile sviluppo nell'uso di questa risorsa si può individuare nella fabbricazione di prodotti greificati di buona qualità in cui i diversi materiali presenti in questa area possono entrare come componente prioritaria di opportune e mirate miscele.

Materie prime per inerti leggeri

La capacità espansiva delle argille può essere vista come la risultante di diversi fattori, i più importanti dei quali sono:

- *Composizione mineralogica*, illite, smectite, in alcuni casi la clorite (nei termini ricchi di Fe) e gli interstratificati, possiedono generalmente un buon potere espandente, intorno ai 1200°C; la caolinite ed in parte la clorite sono perlopiù prive di tale potere. La presenza di caolinite, però, grazie al suo alto punto di fusione, contribuisce ad ampliare il campo piroplastico dell'argilla, fatto questo molto importante per il processo industriale. Fra i minerali accessori, i feldspati agiscono come fondenti, abbassando la temperatura di vetrificazione, riducendo altresì il campo piroplastico, i carbonati, in non grande percentuale e finemente dispersi nella massa argillosa, facilitano l'espansione liberando CO₂.
- *Composizione granulometrica*, ai fini dell'espansione è influente soprattutto la frazione <2µm, in quanto la presenza di classi granulometriche molto fini impedisce la fuga verso l'esterno dei gas che si producono alle alte temperature, contribuendo così alla formazione di prodotti scoriacei a bassa porosità efficace.
- *Composizione chimica*, i composti che giocano un ruolo importante nell'espansione sono essenzialmente gli ossidi di Fe, i carbonati e la sostanza organica, controversa è invece la funzione svolta dagli alcali. In particolare gli ossidi di Fe svolgono funzione di fondente e liberano CO₂ tramite reazioni di riduzione. I carbonati e la sostanza organica liberano anidride carbonica, determinante per l'espansione, in modo variabile anche in funzione del processo produttivo; a bruschi innalzamenti di temperatura corrisponde infatti unicamente, all'interno dell'aggregato, la dissociazione della sostanza organica, mentre per innalzamenti più gradualmente si raggiunge una maggiore temperatura interna, capace di determinare anche la reazione dei carbonati.

Sulla base di queste caratteristiche, tenuto altresì conto delle complesse reazioni che condizionano il comportamento espansivo delle argille, a livello del tutto generale si può affermare che nel territorio piemontese i materiali che presentano una migliore idoneità a questo particolare tipo di utilizzo sono quelli provenienti dal Complesso Argilloso Indifferenziato (Argille Scagliose e Argille Varicolori auct.), affiorante nell'area collinare del Tortonese-Pavese ed in quella di Lauriano-Verrua Savoia; nella prima è attiva una cava che coltiva questo materiale, mentre nella seconda non esiste alcuna attività estrattiva in atto. Le argille provenienti

da questa formazione si caratterizzano sia per una prevalenza della componente mineralogica illite e sia per la presenza di carbonati ed ossidi di Fe, nonché per una notevole abbondanza della frazione $<2\mu\text{m}$.

Fra gli altri depositi argillosi presenti nella regione un'altra attività estrattiva coltiva argille quaternarie fluviali nella bassa pianura vercellese. In questo caso i materiali sono poveri di illite, mentre contengono prevalentemente caolinite e smectite, i carbonati sono poco rappresentati; pur presentando una minore idoneità all'espansione, essi sono ugualmente impiegabili, in quanto il processo espansivo, pur se moderato, avviene in un arco di temperatura più esteso.

Più in generale si può ritenere che la argille quaternarie e villafranchiane, che hanno bassi o nulli tenori in carbonati, non risultano idonee a questa applicazione, in quanto, pur avendo un'elevata percentuale di frazione fine, presentano scarsi valori di espansione; le argille marnose mioceniche e plioceniche, al contrario, a causa dell'elevato tenore in carbonati, presentano moderati effetti di espansione a temperature di riscaldamento intorno ai 1300°C , risultando pertanto non molto idonee per questo tipo di impiego, salvo non modificarne il comportamento con idonea miscelazione.

5.2.2 PROPRIETÀ TECNOLOGICHE DELLE ARGILLE PER SOTTOFONDO DI DISCARICHE

Aspetti normativi

In fase di progetto e realizzazione di una discarica notevole importanza assume la scelta della tipologia di rivestimento, naturale o costruito, da porre in opera a seconda che esista o meno un idoneo livello argilloso alla base della stessa discarica. La scelta più frequente è oggi quella dei rivestimenti costruiti in cui i materiali naturali sono accoppiati a quelli artificiali. A proposito delle caratteristiche fisiche e chimiche che i materiali naturali impiegati in tali rivestimenti debbano avere, la normativa italiana non entra nel merito, se non per specificare i requisiti minimi relativi allo spessore ed al coefficiente di permeabilità.

La legge italiana norma, per quanto riguarda il rivestimento argilloso di fondo, sia lo spessore, da 1 a 1,5 m, che il coefficiente di permeabilità, minore o uguale a 10^{-6} - 10^{-7} cm/s, in funzione della categoria della discarica, senza dare altre indicazioni circa gli altri parametri fisici, geotecnici, mineralogici e chimici.

Esistono a livello internazionale una serie di suggerimenti, sempre in genere non ufficiali, sui valori più opportuni delle caratteristiche fisico-geotecniche del rivestimento argilloso; alcune normative americane (stato del Wisconsin 1990) prevedono per quanto riguarda il materiale argilloso:

- strati di argilla che possano trattenere il percolato e proteggere la falda per almeno quindici anni;
- frazione fine (passante al vaglio 200 ASTM) che sia $>50\%$
- limite liquido $>30\%$
- limite plastico $>15\%$
- percentuale minerali argillosi $>25\%$

D.E. Daniel della University of Texas suggerisce i requisiti orientativi del materiale da usare per il rivestimento:

- quantità di fine (passante al vaglio 200 ASTM) $>30\%$;
- indice di plasticità $>10\%$;
- quantità di ghiaia (trattenuto al vaglio 4 ASTM) $<10-20\%$ con granuli non superiori a 25-50 mm.

L'eventuale percentuale di ghiaia può influenzare in modo negativo il coefficiente di permeabilità; a tal proposito sempre Daniel indica i requisiti minimi per raggiungere una conducibilità idraulica di 10^{-7} cm/s da parte di un materiale tipicamente argilloso:

- percentuale di fine $>25\%$
- indice di plasticità $>10\%$
- eventuale presenza di ghiaia $<50\%$
- dimensioni massime delle particelle 25-50 mm.

All'atto della compattazione il terreno non deve essere troppo secco, altrimenti si ottengono valori di conducibilità idraulica troppo elevati, né deve essere troppo umido, perché si avrebbero difficoltà nella compattazione e possibilità di successive fessurazioni per essiccamento; ci vuole quindi un idoneo contenuto d'acqua che dovrà oscillare attorno al valore naturale di non più del 2-4%.

Alcune normative tedesche (German Technical Guideline Waste) fanno riferimento ad un doppio strato di materiale argilloso da posarsi sul fondo della discarica, denominato in terminologia anglosassone, DMBL. I due distinti strati argillosi cui si fa riferimento vengono

posati per assolvere a diverse funzioni; precisamente il primo con il compito di fungere da "filtro chimico" per il percolato, il secondo con la funzione di garantire l'impermeabilità a lungo termine. Il primo strato, chiamato anche "attivo", deve essere composto da materiali con alto valore della superficie specifica e della capacità di scambio cationico, quindi risultano adatti materiali tipicamente argillosi con contenuto di minerali smectitici, al limite questo primo strato potrebbe essere costituito da bentonite (Wagner, 1991).

Il secondo strato, chiamato anche "inattivo", deve garantire l'impermeabilità quindi di primaria importanza risulta essere il coefficiente K che, in tali normative tedesche, si ritiene debba essere 10^{-10} m/s. Lo spessore di quest'ultimo strato varierà comunque in funzione delle caratteristiche idrauliche del materiale ma, dai dati raccolti dagli autori, sarà sempre intorno ai 100-150 cm, mentre lo strato superiore "attivo", avrà uno spessore che risulta funzione principale del volume di inquinanti che si prevede possano percolare dall'entrata in esercizio dell'impianto di smaltimento; tale spessore può comunque essere stimato variabile da qualche decimetro a massimo un metro.

Idoneità delle argille piemontesi

Per fornire un quadro sintetico delle principali caratteristiche fisico-geotecniche e chimico-mineralogiche delle argille piemontesi ai fini del loro utilizzo per i rivestimenti delle discariche, sono state campionate le più rappresentative formazioni presenti sul territorio, potenzialmente interessate a questo particolare impiego dei materiali (Barisone, Bottino, Crivellari 1994, Proc. 7th Int. IAEG Congr.).

In particolare sono stati prelevati campioni rappresentativi provenienti dalle seguenti quattro aree geologiche:

- *Altopiano di Poirino*, giacimenti nei Comuni di Cambiano, Casanova, Pralormo e Sommariva del Bosco.
- *Bassa Langa*, giacimenti nei Comuni di Dogliani e Monforte d'Alba
- *Astigiano*, giacimenti nei Comuni di Castagnole M.to, Calliano, Castell'Alfero, Montechiaro.
- *Alta pianura biellese, vercellese novarese*, giacimenti nei Comuni di Masserano, Lozzolo, Maggiora.

Sulle argille delle diverse formazioni sono state effettuate le seguenti determinazioni:

- variazioni dei limiti di Atterberg al variare del pH (Tab.5.3);
- analisi granulometrica (Tab. 5.4);
- resistenza al taglio (Tab. 5.5);
- permeabilità (Tab. 5.6);
- mineralogia (Tab. 5.7);
- capacità di scambio cationico (Tab. 5.8).

La maggiore idoneità dei campioni può essere rapportata alle seguenti caratteristiche generali:

- minor variazione possibile dei limiti di Atterberg, in presenza di condizioni di pH diverso da 7;
- maggior contenuto di frazione argillosa;
- maggiore resistenza al taglio;
- permeabilità minore, soprattutto in campioni rimaneggiati per costipamento;
- presenza di minerali argillosi del gruppo delle smectiti;
- elevata capacità di scambio cationico.

Particolare attenzione è stata posta ai processi di scambio cationico, in quanto essi possono far variare il coefficiente di permeabilità e la resistenza al taglio; in modo particolare merita attenzione il fatto che i valori di permeabilità imposti dalla legge siano dati rispetto all'acqua, mentre un percolato presenta valori di pH sicuramente diversi dal neutro. In quest'ottica assume quindi notevole importanza la previsione del comportamento del materiale argilloso in seguito al contatto con composti simulanti un percolato.

Tra i campioni analizzati le *argille dell'Altopiano di Poirino* (Pleistocene inf.) presentano un aumento medio di W_L e W_P rispettivamente del 21% e del 32% se trattati a pH 11, mentre, anche se presente, non è altrettanto uniforme la diminuzione di tali limiti a pH 3. Questi campioni hanno un contenuto di argilla medio alto variando infatti dal 50 all' 88%; questa elevata presenza di fine, conferisce una buona impermeabilità, presentano infatti valori di K_i variabili con ordine di grandezza che va da 10^{-10} a 10^{-8} m/s e valori di K_r da 10^{-10} a 10^{-9} m/s. Per quanto riguarda la mineralogia, queste argille sono caratterizzate da una netta presenza di illite e caolinite e, in circa metà dei campioni, da smectite, mentre sporadicamente si rileva la presenza di clorite; tra i minerali detritici è abbondante il quarzo, i feldspati sono presenti in piccola quantità e praticamente assenti i carbonati. I valori della CSC sono risultati medio alti ed in funzione dell'elevato contenuto di argilla, essendo mediamente di 20 meq/100 g (minimo 12,

massimo 35 meq/100g). Dal confronto di tutti questi risultati con la normativa italiana e con alcune normative e raccomandazioni tecniche straniere si conclude che le formazioni argillose dell'*Altopiano di Poirino* potrebbero essere impiegate come rivestimento per discariche da RSU di 1^a cat.. Si esprime invece un giudizio con riserva sul loro impiego in discariche per rifiuti tossici e nocivi essendo il valore di K al limite dell'accettabilità; a tal proposito si ritiene che maggiori informazioni, per poter esprimere un giudizio univoco su quest'ultimo punto, possano essere acquisite da prove di tipo edometrico e da prove eseguite a scala maggiore su campioni costipati secondo procedure standardizzate.

Le argille marnose della *Formazione di S. Agata Fossili* (Miocene sup.) presentano variazioni dei limiti di consistenza molto meno marcati e più casuali delle precedenti; esse hanno un contenuto di argilla variabile dal 69 all'83%, anche se al loro interno risultano piuttosto uniformi con C_u variabile da 2 a 2,5. Mineralogicamente sono tutte composte da illite, caolinite, clorite e smectite (questi ultimi due minerali sono presenti in percentuali minori dei precedenti), notevole è la percentuale di quarzo e carbonati; più precisamente dalle analisi calcimetriche si rileva una percentuale di CaCO_3 media del 28%. Rilevando che i valori della CSC, sempre in funzione del contenuto di argilla, sono medio-bassi, non si ritiene del tutto idoneo il loro impiego come barriera chimica, mentre come impermeabilizzante si renderebbe necessaria una maggiore serie di prove di permeabilità e di costipamento.

I campioni provenienti dalle *Argille di Lugagnano* (Pliocene) fanno rilevare una diminuzione media del 10 e del 9%, a pH 3, rispettivamente di W_L e W_P , mentre sono meno costanti le variazioni a pH 11; esse presentano un contenuto di argilla variabile dal 35 al 75% e, mineralogicamente, sono tutti composti da illite, caolinite e, marginalmente, da clorite, il quarzo è sempre abbondantemente presente mentre lo sono meno i carbonati e i feldspati. Questi ultimi due fattori contribuiscono a rendere bassi i valori della CSC, compromettendone l'impiego come barriera chimica per il percolato mentre, analizzando i risultati delle altre prove (dove si nota, per esempio, che i valori del coefficiente di permeabilità, sia K_i che K_r sono sempre $< 10^{-8}$ m/s) si ritiene accettabile il loro impiego come strato impermeabilizzante per le discariche da RSU di 1^a cat.

Le argille dell'*alta pianura biellese, vercellese e novarese* (Pleistocene) presentano valori dei limiti di consistenza sia a pH neutro che a pH 3 e 11, che rientrano negli intervalli consigliati

per il progetto e le loro variazioni non sono così marcate come avviene per i precedenti campioni. Esse sono esclusivamente composte da illite e caolinite con notevole presenza di quarzo, mentre marginale è la percentuale di feldspati e carbonati. Questi campioni presentano però valori medio bassi del contenuto di argilla ($< 56\%$) che compromette seriamente il coefficiente K. I valori K_r e K_i sono quasi tutti uguali a 10^{-8} m/s pertanto, essendo il requisito minimo imposto dalla normativa italiana di 10^{-8} m/s, il loro impiego come rivestimento per il sottofondo delle discariche dovrebbe essere escluso salvo che, con adeguato costipamento non si riesca a far rientrare la permeabilità nei valori stabiliti dalla legge.

Tab.5.3 Limiti di consistenza (plasticità e liquidità) in presenza di liquidi a diverso chimismo

Area di provenienza	Numero campione	W_L			W_P			I_P		
		PH7	pH3	PH11	pH7	pH3	pH11	pH7	pH3	PH11
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	82	77	95	36	37	38	46	40	57
	2	54	53	66	27	33	38	27	20	28
	3	40	41	49	21	20	28	19	21	21
	4	38	38	41	20	24	28	18	14	13
	5	45	42	49	22	21	32	23	21	17
	6	55	54	65	28	26	36	27	28	29
	7	31	33	38	22	20	30	9	13	8
	8	41	46	63	24	23	30	17	23	33
Bassa Langa Miocene sup.	9	41	40	40	24	21	22	17	19	18
	10	47	34	50	24	27	29	23	7	21
	11	42	38	52	20	20	24	22	18	28
Astigiano Pliocene	12	49	42	51	27	24	27	22	18	24
	13	38	35	36	26	25	26	12	10	10
	14	60	52	60	31	28	36	29	24	24
	15	62	57	69	29	25	36	33	32	33
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	65	65	68	35	29	40	30	36	28
	17	70	68	70	29	29	34	41	39	36
	18	44	43	48	28	26	31	16	17	17

Tab. 5.4 Composizione granulometrica e coefficiente di uniformità

Area di provenienza	Numero campione	% Argilla	% Limo	% Sabbia	Coeff. Uniformità C_u
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	88	12	-	3.3
	2	80	18	2	4
	3	50	38	12	5
	4	48	46	6	10
	5	59	31	10	2.5
	6	73	24	3	2
	7	56	33	11	5
	8	50	42	8	5
Bassa Langa Miocene sup.	9	69	17	14	2.5
	10	83	13	4	2.5
	11	69	23	8	2
Astigiano Pliocene	12	60	36	4	2
	13	35	42	23	33
	14	51	43	6	15
	15	75	23	2	1.2
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	31	21	48	150
	17	56	28	16	6.6
	18	43	20	37	50

Tab.5.5 Caratteristiche geotecniche di coesione e resistenza al taglio

Area di provenienza	Numero campione	C' [kPa]	Picco	Residuo
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	98	34	20
	2	25	20	17
	5	93	28	20
	7	55	28	24
Bassa Langa Miocene sup.	9	45	20	17
	11	60	24	18
Astigiano Pliocene	12	65	26	18
	13	53	28	22
	14	35	23	16
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	40	27	19
	17	30	24	16
	18	35	30	26

Tab. 5.6 Permeabilità misurata su campioni indisturbati e rimaneggiati per costipamento

Area di provenienza	Numero campione	$K_{\text{indisturbato}}$ [m/s]	$K_{\text{rimaneggiato}}$ [m/s]	K_r/K_i [m/s]
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	$7.5 \cdot 10^{-8}$	$6.1 \cdot 10^{-9}$	0.08
	2	-	$1.42 \cdot 10^{-10}$	-
	4	-	$1.96 \cdot 10^{-9}$	-
	5	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$2.9 \cdot 10^{-10}$	0.006
	6	-	$1.46 \cdot 10^{-10}$	-
	7	$2.57 \cdot 10^{-10}$	$8.64 \cdot 10^{-9}$	33.6
Bassa Langa Miocene sup.	11	-	$1.57 \cdot 10^{-9}$	-
Astigiano Pliocene	12	$2.3 \cdot 10^{-8}$	-	-
	13	$1.92 \cdot 10^{-8}$	$3.23 \cdot 10^{-8}$	1.68
	14	$2.4 \cdot 10^{-8}$	-	-
	15	$2.73 \cdot 10^{-10}$	$2.44 \cdot 10^{-9}$	8.94
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	$2.5 \cdot 10^{-8}$	$1.72 \cdot 10^{-8}$	0.69
	17	$3.33 \cdot 10^{-8}$	$3.16 \cdot 10^{-9}$	0.095
	18	$7.3 \cdot 10^{-7}$	$3.4 \cdot 10^{-8}$	0.047

Tab. 5.7 Composizione mineralogica; le percentuali si riferiscono alla frazione argillosa ($< 2\mu\text{m}$), + indica una stima dell'abbondanza dei minerali detritici

Area di provenienza	Numero campione	Mineralogia						
		Illite	Caolinite	Clorite	Smectite	Quarzo	Feldspato	Calcite
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	25	55	-	20	+++	++	(+)
	2	25	50	-	25	+++	+	+
	3	45	25	-	30	++++	+	(+)
	4	50	-	-	50	+++++	(+)	-
	5	45	55	-	-	++++	+	-
	6	40	15	-	45	+++++	(+)	-
	7	35	45	20	-	++++	+	-
	8	-	60	-	40	+++++	(+)	-
Bassa Langa Miocene sup.	9	40	35	15	10	+++	(+)	++
	10	45	40	10	5	+++	(+)	++
	11	30	40	20	10	++	(+)	+++
Astigiano Pliocene	12	60	40	-	-	++	+	++
	13	100	-	-	-	+++	+	+
	14	40	40	20	-	++	+	++
	15	40	45	15	-	++	+	++
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	30	70	-	-	++++	+	-
	17	50	50	-	-	+++++	-	-
	18	40	60	-	-	++++	+	-

Tab.5.8 Capacità di scambio cationico

Area di provenienza	Numero campione	CSC [meq/100g]
Altopiano di Poirino Pleistocene inf.	1	35.00
	2	25.46
	3	16.92
	4	16.80
	5	16.22
	6	24.78
	7	12.21
	8	23.34
Bassa Langa Miocene sup.	9	11.89
	10	10.56
	11	8.67
Astigiano Pliocene	12	7.23
	13	7.90
	14	6.17
	15	5.20
Alta pianura biellese, vercellese, novarese Pleistocene	16	7.48
	17	17.87
	18	17.55

5.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO

5.3.1 PREMESSA

Il presente inquadramento ha lo scopo di fornire una definizione di massima, a scala regionale, delle principali caratteristiche litologiche, geo-giacimentologiche e tecnologiche delle principali formazioni argillose oggetto di coltivazione.

Data questa impostazione, estesa sull'intera area piemontese, questo inquadramento presuppone necessariamente un carattere di estrema sintesi della problematica, peraltro piuttosto articolata, relativa all'uso industriale dell'argilla ed ai connessi aspetti di coltivazione delle materie prime argillose; con i dati in essa compendati è comunque possibile individuare le macrozone del territorio regionale più interessanti dal punto di vista geo-giacimentologico, nonché alcune delle caratteristiche mineralogiche e tecnologiche medie che caratterizzano i diversi depositi argillosi, in vista del loro attuale utilizzo, nonché in prospettiva di potenziali nuovi impieghi.

Allo scopo di giungere ad una definizione delle caratteristiche di "qualità" e di spessore dei potenziali giacimenti si è proceduto ad una ricostruzione dell'assetto stratigrafico delle

diverse aree, basandosi sui dati geologici esistenti, integrati da sopralluoghi e dall'esame di stratigrafie di sondaggi.

Sulla base della elaborazione di questi dati è stato anche possibile giungere, in collaborazione con il CSI - Piemonte, alla redazione di due carte tematiche alla scala 1/250.000, in cui sono state rappresentate per intervalli di valori, rispettivamente, le caratteristiche di qualità-potenza, dei giacimenti e la distribuzione delle attività produttive, in rapporto alla esistenza di condizioni particolarmente favorevoli per l'attività estrattiva (bacini estrattivi).

La qualità dei giacimenti è stata valutata in relazione alla granulometria, mineralogia e comportamento alla cottura, mentre per la potenza degli orizzonti di materiale utile si è presa in considerazione essenzialmente la parte dei giacimenti economicamente coltivabili.

Per una più attendibile valutazione delle caratteristiche tecnologiche dei prodotti in rapporto alla composizione delle argille utilizzate, si è ritenuto opportuno effettuare alcune prove di laboratorio (le più significative fra quelle normalmente eseguite per la caratterizzazione tecnologica) su campioni prelevati dai prodotti delle varie fornaci. Tali prove sono state finalizzate all'accertamento della resistenza meccanica, tramite determinazione della resistenza a flessione e della porosità su cotto; i risultati ottenuti sono stati quindi posti in relazione con la formazione geologica di provenienza dei materiali allo scopo di evidenziare l'idoneità di tali materie prime a fornire prodotti dotati di determinate caratteristiche tecnologiche.

5.3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Dal punto di vista della caratterizzazione geologica delle formazioni prevalentemente argillose, nella regione piemontese si possono individuare tre diversi ambienti geologici, nettamente distinti fra loro per la natura, l'età dei terreni e la morfologia del territorio;

- Depositi plio-quadernari delle aree pedemontane;
- Depositi quadernari della pianura principale;
- Depositi terziari delle Langhe e del Monferrato.

Nelle aree pedemontane i depositi argillosi affiorano in modo discontinuo in lembi isolati poggiati direttamente sul basamento scistoso-cristallino; questi depositi sono perlopiù legati a sedimentazione in facies villafranchiana e sono a loro volta coperti dai depositi fluviali e fluvio-glaciali del Pleistocene antico (Mindel) dell'alta pianura. Allo sbocco delle principali vallate

alpine, inoltre, entro i principali anfiteatri ed apparati morenici rissiani e wurmiani, sono presenti limitati depositi di argille lacustri, talora torbose, legate alle fasi cataglaciali.

Entro la estesa fascia occupata dai sedimenti fluviali quaternari della pianura padana, generati da un forte accumulo di detriti in zona di subsidenza, si rinvencono formazioni a prevalenza argillosa sia in corrispondenza della sommità dei depositi ghiaioso-sabbiosi, sia in corrispondenza di zone di sedimentazione fluviale caratterizzata da bassa energia. I sedimenti quaternari sono prevalentemente formati da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi, disposti in lenti e livelletti con stratificazione piuttosto irregolare, localmente ricoperti da una copertura loessica argillificata. Questi depositi costituiscono un sistema di ampie conoidi fluvio-glaciali e pluviali-fluviali appiattite e terrazzate, il cui apice si colloca in corrispondenza con lo sbocco dei fiumi nella pianura. All'interno di tali conoidi esistono localmente zone in cui tendono a prevalere, con potenze di molti metri, sedimenti a granulometria fine limoso-argillosa, legati a fasi di trasporto fluviale in condizioni di bassa energia. La parte più superficiale di questi depositi è inoltre generalmente ricoperta da un paleosuolo argilloso più o meno ferrettizzato, secondo l'età del deposito stesso; in particolare i paleosuoli mindeliani sono a "ferretto tipico", con argille di colore rosso-bruno e scheletro a ciottoli alteratissimi, mentre i paleosuoli rissiani sono caratterizzati da materiali argillosi con colorazione giallo-arancio e ciottoli più o meno alterati.

La ampia zona collinare che occupa la parte centro meridionale della regione, il Monferrato e le Langhe, geologicamente denominata Bacino Terziario Piemontese (BTP), è caratterizzata da un insieme di litologie appartenenti ad una potente serie sedimentaria marina di età terziaria che ricopre le formazioni più antiche, cretaceo-eoceniche, generalmente non affioranti. In particolare questa serie sedimentaria, la cui età va dall'Oligocene fino al Pliocene, con massimo sviluppo dei terreni miocenici, è prevalentemente detritica, con formazioni conglomeratiche-arenacee nei terreni oligocenici, alternanze di marne ed arenarie in quelli miocenici e marne argillose, sabbie e argille nei terreni pliocenici.

La sedimentazione oligo-miocenica in questa zona è rappresentata inizialmente da sequenze di depositi grossolani di ambiente continentale o di transizione; ad essa segue quindi una sedimentazione di mare profondo, con marne e potenti sequenze arenaceo-argillose, legate ad un rapido approfondimento del bacino. I corpi arenacei sono in genere interpretati come depositi di correnti di torbida a bassa efficienza dei meccanismi di trasporto, in un bacino caratterizzato da più depressioni; i livelli prevalentemente marnoso-siltosi, al contrario, sono messi in rapporto con la diminuzione degli apporti terrigeni grossolani ed una più scarsa

sedimentazione pelagica. La continua alternanza di corpi torbiditici imballati nelle marne, probabilmente legata ai movimenti sinsedimentari del substrato e dell'entroterra alpino, caratterizza il BTP fino alla fine del Miocene.

Il cessare dei movimenti di subsidenza, durante il Messiniano, provoca condizioni paleoambientali particolari con mare poco profondo e circolazione ristretta: le litofacies predominanti sono costituite da depositi fini quali marne ed argille, con intercalazioni di banchi calcarei e lenti di gesso.

La successiva sedimentazione trasgressiva del Pliocene è rappresentata da argille di mare relativamente profondo con alla sommità sabbie contenenti frequenti fossili di faune litorali. Il passaggio verso i sovrastanti depositi continentali quaternari è rappresentato da una sequenza regressiva, con sedimentazione marino-marginale controllata dalle maree e sedimenti fluvio-lacustri, in facies villafranchiana, presente soprattutto nel settore occidentale del BTP.

Dal punto di vista delle possibilità estrattiva dei materiali argillosi, le formazioni utili affioranti nel territorio piemontese possono essere raggruppate, in base alle loro caratteristiche litologiche, geologiche e tecniche in diverse sequenze.

Sequenza miocenica: corrispondono ai sedimenti di mare profondo costituiti da potenti corpi arenacei o arenaceo-pelitici, passanti sia lateralmente che verticalmente a facies più spiccatamente marnose. Verso l'alto la sequenza miocenica passa a facies di transizione in ambiente evaporitico (*Tortoniano p.p.* e *Messiniano*) in cui le marne e le argille hanno quasi sempre un sensibile contenuto in gesso.

In fase di valutazione delle risorse potenziali la ricerca può essere indirizzata verso le zone limitrofe ai grossi corpi arenacei, caratterizzate da potenti sequenze marnose legate a sedimentazione pelagica, che presentano una discreta omogeneità di caratteristiche litologiche e maggior presenza della frazione argillosa rispetto a quella carbonatica. Risultano invece meno sfruttabili per l'industria del laterizio quei depositi del Miocene superiore in cui è significativa la presenza di solfati.

All'interno del BTP, dove questa sequenza affiora estesamente, le formazioni geologiche che più si presentano idonee sotto quest'aspetto sono: le *Marne di S. Agata Fossili*, le *Marne di Dogliani* e le *Marne di Paroldo*.

Sequenza pliocenica: corrispondono a sedimenti legati ad un bacino in evoluzione, con facies piuttosto differenziate sia verticalmente che orizzontalmente; alla base sono presenti potenti orizzonti di argille marnose (facies *piacenziana auct.*), ad essi seguono superiormente depositi sabbiosi nella parte settentrionale del bacino (facies *astiana auct.*), mentre nella parte centrale e meridionale tendono a prevalere alternanze di lenti argillose e lenti sabbiose.

I depositi che hanno interesse per l'attività estrattiva sono rappresentati essenzialmente dai sedimenti marnoso-argillosi in facies *piacenziana* (*Formazione delle Argille di Lugagnano*), affioranti estesamente nell'astigiano e nella bassa Langa. In queste aree tali sequenze si presentano litologicamente piuttosto monotone e le locali diminuzioni del contenuto in carbonati rendono i siti maggiormente interessanti per l'attività di cava.

Sequenza villafranchiana: questa sequenza corrisponde a depositi prevalentemente fluvio-lacustri di transizione fra i sedimenti continentali fluviali e quelli marini (facies *villafranchiana auct.*); i depositi vi presentano una generale eterogeneità di facies, con continue variazioni verticali e laterali di litologia. Ciò comporta una certa difficoltà nell'individuazione, all'interno di questa sequenza, delle aree più idonee alla coltivazione dei materiali argillosi; uno studio sedimentologico dettagliato è pertanto necessario per poter individuare l'ubicazione delle litofacies più francamente argillose che risultano essere quelle legate a sedimentazione in piana di marea ed in bacini palustri. Oltre che nella classica area dell'astigiano, questa sequenza affiora più o meno estesamente in numerose località poste ai margini della zona collinare del BTP, nonché delle zone pedemontane; essa è altresì presente nelle aree di pianura, dove è spesso ricoperta da depositi fluviali di non grande spessore.

Sequenza quaternaria: è composta in prevalenza da depositi a granulometria grossolana legati agli apporti fluviali in periodo interglaciale; solo localmente si possono trovare depositi a granulometria limo-argillosa dovuta a sedimentazione in particolari condizioni di bassa energia di trasporto, in facies lacustre o di piana di esondazione. I sedimenti più antichi (*Mindel-Riss* e *Riss-Wurm*) sono normalmente ricoperti da un livello, potente alcuni metri, di suolo più o meno argillificato, in rapporto all'età stessa del deposito.

Le zone che presentano maggior interesse estrattivo sono essenzialmente quelle in cui i depositi fluviali limoso-argillosi sono presenti con maggiore potenza ed estensione areale; esse

sono presenti sia lungo la pianura del Po, a Sud di Torino e sia lungo il corso del Tanaro, ad Ovest di Alessandria.

Altre zone di interesse estrattivo sono anche quelle in cui affiorano con notevole spessore i suoli fortemente argillificati del Pleistocene medio-superiore, ubicate soprattutto nel cuneese, nell'altopiano di Poirino, nel vercellese e nel biellese.

Fra i depositi di origine marina, circa il 23% della produzione annuale proviene da cave che coltivano argille mioceniche, mentre il 4% coltiva argille plioceniche. All'interno delle argille di origine continentale circa il 19% della produzione annua proviene da depositi in facies villafranchiana, mentre circa il 54% da depositi quaternari fluviali o da paleosuoli argillificati (vedi tab. 5.9).

Fra le riserve autorizzate, circa il 30% è costituito da argille marnose mioceniche, il 7% plioceniche, mentre il 11% ed il 52% sono costituiti rispettivamente da depositi villafranchiani e quaternari (vedi tab. 5.10).

Tab. 5.9 Tipologie di depositi argillosi coltivati in Piemonte

Provincia	Tot. Produzione (t/a)	Miocene (%)	Pliocene (%)	Villafranchiano (%)	Quaternario (%)
TO	668.800	1	-	73	26
AT	125.000	-	90	10	-
VC	405.000	-	-	-	100
CN	446.000	69	-	16	15
AL	1.660.900	29	1	5	65
NO	17.000	-	-	-	100
BI	180.000	-	-	-	100
TOTALE REGIONALE	3.502.700	23	4	19	54

Tab. 5.10 Tipologie di depositi argillosi coltivati in Piemonte

Provincia	Tot. Riserve (t/a)	Miocene (%)	Pliocene (%)	Villafranchiano (%)	Quaternario (%)
TO	3.418.000	15	-	41	44
AT	1.138.000	-	97	3	-
VC	2.042.000	-	-	-	100
CN	818.200	86	-	13	1
AL	10.793.000	49	4	8	39
NO	200.000	-	-	-	100
BI	3.400.000	-	-	-	100
TOTALE REGIONALE	21.809.200	30	7	11	52

Depositi argillosi del cuneese

Geomorfologia

L'area del Piemonte meridionale compresa entro questo ambito, interessata dalla presenza di depositi di argille, è essenzialmente la parte meridionale della pianura del Tanaro e la zona collinare delle Langhe.

La zona di pianura si caratterizza morfologicamente per la presenza, ai piedi dei rilievi alpini, di una vasta zona pianeggiante caratterizzata dai corsi dei fiumi Po, Varaita, Maira, Grana, Stura, Pesio e Tanaro che si raccordano alla pianura principale tramite una serie di scarpate più o meno incise.

Questa parte della pianura si unisce ai rilievi alpini meridionali attraverso alcuni terrazzi alti (Eula, Roracco, Pianfei, Beinette) caratterizzati da superfici blandamente ondulate, sviluppate su suoli molto potenti ed evoluti. Nel settore centro orientale, al bordo dell'area collinare delle Langhe, sono presenti gli altopiani isolati di Fossano, Salmour e Magliano Alpi, collegati alla pianura da scarpate alte mediamente 20-30 m; questi altopiani presentano caratteristiche molto simili a quelle dei terrazzi pedemontani ai quali possono essere correlati per età di formazione e pedogenesi.

Il settore orientale di questo ambito è interamente occupato dai rilievi collinari delle Langhe, del Roero e delle colline Braidesi, caratterizzate da modeste elevazioni ed acclività dei versanti; all'interno di questa area, il reticolato idrografico minore è caratterizzato da fondovalli piuttosto angusti e con scarsi depositi alluvionali, mentre i corsi d'acqua principali, Tanaro e Belbo scorrono entro valli moderatamente larghe, anch'esse con depositi alluvionali di potenza piuttosto ridotta.

Geologia e Giacimentologia

I principali depositi argillosi che affiorano in questo ambito sono riferibili essenzialmente alle coperture quaternarie che sormontano i terrazzi alti della pianura, dislocati lungo i margini pedemontani e pedecollinari, nonché alle formazioni terrigene terziarie, che costituiscono l'ampia zona collinare delle Langhe, del Roero e dei Colli Braidesi.

- *Depositi miocenici*: affiorano estesamente in corrispondenza della zona collinare delle Langhe e corrispondono ai sedimenti di mare profondo costituiti da potenti corpi arenacei o arenaceo-pelitici, passanti sia lateralmente che verticalmente a facies più spiccatamente marnose. Questa sequenza termina superiormente con le argille e marne gessifere del Tortoniano e del Messiniano. Alla sommità dei depositi miocenici, in alcuni settori dell'ambito (Monregalese e settore a Nord del Tanaro) affiorano i sedimenti argillosi e marnosi della sequenza pliocenica passanti gradualmente alle sabbie siltose in facies astiana.

Queste argille presentano colore generalmente grigio-azzurro e possono avere tenori variabili di carbonati che condizionano notevolmente la loro attitudine a fornire materie prime per l'industria.

Le formazioni che più risultano idonee per la coltivazione di argille sono quelle delle *Marne di Paroldo*, *Marne di Murazzano*, *Marne di Dogliani* e *Marne di S.Agata Fossili*. Le formazioni del Miocene inferiore (*Rocchetta* e *Monesiglio*) non rivestono in genere interesse estrattivo a causa dell'elevato contenuto in carbonati e della frequente alternanza di livelli arenacei, mentre quelle appartenenti al Miocene superiore (*Tortoniano* e *Messiniano*) non si prestano a fornire materie prime per i laterizi per il loro contenuto in solfati.

- *Depositi pliocenici*: affiorano prevalentemente nell'area pedemontana monregalese ed in sinistra Tanaro nella zona collinare del Roero e dei Colli Braidesi; essi sono costituiti da potenti orizzonti di argille marnose grigio-azzurre con intercalazioni di sabbie gialle, che localmente possono raggiungere alcuni metri di potenza. La sommità di questa sequenza è rappresentata da sedimenti siltoso-sabbiosi che localmente possono essere stati completamente erosi ed essere sostituiti dai depositi fluviali-lacustri fortemente alterati in facies villafranchiana.
- *Depositi fluvio-lacustri quaternari*: sono ubicati essenzialmente nella parte settentrionale dell'ambito (Carmagnola e Salmour) ed in Val Tanaro (in prossimità di Alba), in corrispondenza di sedimenti a granulometria fine ascrivibili a sedimentazione di origine fluviale, in facies di piana esondabile o lacustre; in generale si tratta di depositi limoso-

argillosi giallo-bruni, con scarsa presenza di carbonati, di potenza variabile e, localmente, superiore alla decina di metri.

- *Depositi di copertura dei terrazzi quaternari*: sono essenzialmente riferibili ai sedimenti del Pleistocene inferiore (Mindel) ed in parte del Pliocene superiore (Villafranchiano auct.), caratterizzati da granulometria molto variabile, passanti verso l'alto ad un paleosuolo con argille rosso-brune potente localmente diversi metri. Coperture di paleosuolo argilloso rosso e di loess argillificato giallastro, con spessore fino ad alcuni metri affiorano anche, in maniera discontinua, al di sopra dei depositi fluviali rissiani, lungo il margine occidentale della pianura. Le alluvioni quaternarie medio-recenti poggiano su depositi alluvionali più antichi prevalentemente grossolani, con un elevato grado di alterazione che ha condotto la frazione lapidea ad una elevata argillificazione; tali depositi tuttavia sono scarsamente affioranti su tutta l'area di pianura e praticamente non hanno interesse per l'attività estrattiva.

Depositi argillosi dell'area torinese

Geomorfologia

L'area del Piemonte centrale interessata dalla presenza di potenziali giacimenti di argille per l'industria del laterizio è essenzialmente rappresentata dal settore di pianura del Po e dei suoi affluenti di sinistra, compresa fra il Pellice e la Dora Baltea, nonché dalla zona dell'altopiano di Poirino e della Collina di Torino.

La zona di pianura si caratterizza morfologicamente per la presenza, ai piedi dei rilievi alpini, di una vasta zona pianeggiante formata dalle conoidi appiattite dei fiumi provenienti dalle principali vallate alpine (Pellice, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Orco e Dora Baltea) che si raccordano alla pianura principale del Po tramite una serie di scarpate più o meno incise.

Nel settore Sud-Est dell'ambito torinese si sviluppa un'ampia zona subpianeggiante, denominata "Altopiano di Poirino", compresa fra la Collina di Torino ed i rilievi del Braidese, sopraelevata rispetto al livello della pianura principale, che rappresenta un relitto di una estesa pianura riferibile al Quaternario antico.

Il settore orientale è infine occupato dai rilievi della Collina di Torino e dell'alto Monferrato costituenti la parte fondamentale della struttura ad anticlinale, affiorante estesamente in destra orografica del Po a Sud ed ad Est di Torino.

Geologia e Giacimentologia

I principali depositi argillosi che affiorano in questo ambito sono riferibili essenzialmente sia alle coperture quaternarie che ricoprono le alluvioni fluvio-glaciali rissiane terrazzate che costituiscono la parte di pianura compresa fra i margini pedemontani ed il corso del fiume Po, sia ai sedimenti del Quaternario antico dell'Altopiano di Poirino che, infine, alle formazioni terrigene terziarie della Collina di Torino.

- *Depositi terziari:* sono costituiti prevalentemente da alternanze di sedimenti arenacei e marnosi di età compresa fra l'Eocene ed il Miocene. All'interno di questa sequenza i depositi che risultano potenzialmente più idonei per l'escavazione appartengono alla Formazione delle Marne di Antognola, rappresentata nella zona di Brusasco-Brozolo da marne grigio-verdastre, con intercalazione di livelletti arenacei; in questa zona il tetto della formazione è rappresentato da un livello di argille rosse di alterazione delle marne, potente alcuni metri. Meno idonei per l'elevato contenuto in carbonati, anche se in passato oggetto di coltivazione, risultano essere i sedimenti riferiti alla Formazione delle Marne di Gassino ed al Complesso di Terno Forà.
- *Depositi fluviali pleistocenici:* sono costituiti da sedimenti del Quaternario antico a granulometria prevalentemente fine, con alternanza di livelli siltosi ed argillosi, ognuno potente 4-5 m, profondamente interessati da fenomeni pedogenetici che hanno interessato questa sequenza a partire dal Pleistocene medio. Essi affiorano con continuità su un'area di circa 400 km² (Cambiano, Poirino Riva di Chieri), ricoprendo i sottostanti depositi sabbioso-ghiaiosi in facies villafranchiana, a loro volta profondamente alterati. Le argille dei livelli superiori presentano distribuzioni granulometriche variabili, con contenuto in argilla compreso fra 50% e 90%, mentre la frazione limosa varia fra il 40% ed il 10%; i carbonati sono generalmente assenti e fra i minerali delle argille talora è presente in discrete percentuali la smectite.
- *Depositi di copertura pedogenetica quaternaria:* sono costituiti dai prodotti dell'alterazione delle alluvioni ghiaioso-sabbiose pleistoceniche, che in alcuni casi costituiscono coperture continue con potenze superiori ai 5 m ed in altri affiorano in modo discontinuo e con spessori ridotti. Le aree in cui questa copertura è più estesa sono quelle poste in corrispondenza delle conoidi fluvio-glaciali della Dora Riparia, Stura di Lanzo, nell'area canavesana della Vauda (Lombardore, Front) in destra Malone e del terrazzo in sinistra Orco (Fogizzo, S.Giusto). Si tratta normalmente di depositi di argille e limi argillosi rosso-bruno con presenza di ossidi di

manganese, che in alcune zone (Torrazza Piemonte) possono essere ricoperte da argille sabbiose fluviali di colore giallo. Nelle zone pedemontane ed in particolare in prossimità di Bricherasio e Castellamonte, infine, le argille eluviali di copertura sono sovrapposte a sedimenti plio-pleistocenici in facies villafranchiana, in cui i processi di alterazione hanno intensamente caolinizzato i conglomerati gneissici, producendo locali adunamenti di argille ad elevato contenuto in quarzo e caolinite, anticamente utilizzati nell'industria del refrattario e del grès.

Depositi argillosi dell'area di pianura biellese, vercellese, novarese

Geomorfologia

L'area di pianura a Nord del Po, nel settore compreso fra la Dora Baltea ed il Ticino, interessata dalla presenza di potenziali giacimenti di argille per l'industria del laterizio, si caratterizza morfologicamente per la presenza di una vasta zona pianeggiante formata dalle conoidi appiattite dei fiumi provenienti dalle principali vallate alpine (Dora Baltea, Cervo, Elvo Sesia e Ticino) che si raccordano alla pianura principale del Po e dei suoi affluenti tramite una serie di terrazzi più o meno marcati. La parte settentrionale di questo settore di pianura (la Baraggia) è costituita da colline appiattite e dossi isolati originati da depositi fluviali antichi e, nell'alto novarese, da depositi morenici mindeliani e rissiani, profondamente erosi ed alterati.

Geologia e Giacimentologia

I principali depositi argillosi che affiorano in questo ambito sono riferibili essenzialmente alle coperture quaternarie che ricoprono le alluvioni fluvio-glaciali, rissiane, terrazzate, che costituiscono la parte di pianura compresa fra i margini pedemontani ed il corso del fiume Po. Questi sedimenti del Quaternario medio-recente poggiano sulle sequenze in facies villafranchiana più antiche, costituite da livelli ghiaioso-sabbiosi che si alternano a livelli a granulometria più fine (silt ed argille), in cui sono presenti numerosi lenti di argille torbose. Questi depositi di transizione si ritrovano saltuariamente dove i corsi d'acqua scorrono maggiormente incisi, mentre affiorano estesamente nella fascia pedemontana, dove poggiano direttamente sul substrato roccioso che sovente si presenta profondamente alterato.

- *Depositi villafranchiani argillificati:* sono costituiti da argilla plastica grigia passante superiormente ad argille e sabbie rosso-brune e conglomerato caolinizzato; essi ricorrono in

corrispondenza di numerosi piccoli lembi di antichi accumuli deltizi, attualmente isolati fra loro dall'erosione, affioranti lungo la fascia che va da Biella alla Val Sesia. Dato l'ambiente di sedimentazione di questi materiali, la stratigrafia dei giacimenti è molto complessa a causa di variazioni di facies molto brusche che possono condizionarne la possibilità di impiego. Nella zona di Lozzolo e di Boca questi depositi, per le loro caratteristiche mineralogiche, forniscono materie prime per prodotti ceramici e sono quindi classificati di prima categoria mineraria; nella rimanente parte degli affioramenti pedemontani queste argille sono state in passato coltivate anche per il laterizio o per il gres e cottoforte.

- *Depositi fluvio-glaciali rissiani:* sono costituiti da sedimenti a granulometria prevalentemente fine, con alternanza di livelli siltosi ed argillosi, interessati in superficie da fenomeni pedogenetici che hanno prodotto un paleosuolo argilloso di colore giallo-arancio. Questi depositi, che costituiscono parte del lembo fluvio-glaciale affiorante a SW di Vercelli, possono essere messi in relazione con fasi di sedimentazione di piana esondabile, probabilmente condizionate dall'esistenza di un bacino lacustre interno alle cerchie moreniche dell'anfiteatro di Ivrea. All'interno di questa area, in prossimità di Trino, si trova un orizzonte di argilla limosa le cui particolari caratteristiche di espansione alla cottura ne fanno materia prima per la fabbricazione di inerti leggeri.
- *Depositi di copertura pedogenetica quaternaria:* sono costituiti dai prodotti dell'alterazione delle alluvioni ghiaioso-sabbiose mindeliane e rissiane, che costituiscono coperture continue con potenze sovente superiori ai 5m. Le aree in cui questa copertura è più estesa sono quelle poste in corrispondenza dei terrazzi alti settentrionali (Baraggia) mindeliani, profondamente alterati con argille rosso-brune, ricche in ossidi ed idrossidi di ferro. Minore potenza hanno le coperture dei depositi fluvioglaciali rissiani terrazzati compresi fra il Cervo ed il Ticino, dove mediamente le coperture di paleosuolo non superano i cinque metri.

Depositi argillosi dell'area alessandrina

Geomorfologia

Dal punto di vista morfologico l'area alessandrina si può suddividere in due zone diversificate, poste rispettivamente ad occidente ed a oriente rispetto alla città di Alessandria. Elemento caratterizzante la prima è la blanda morfologia della zona collinare che rappresenta la terminazione della struttura Casale-Valenza, a Sud della quale si estende la pianura costituita

dalle alluvioni del Tanaro e del Belbo. L'area di pianura alessandrina ad oriente di Alessandria, si caratterizza morfologicamente per la presenza di una serie articolata di terrazzi fluviali, la cui altezza decresce dagli oltre 50 m nel settore meridionale, ai piedi della fascia collinare, fino a quasi annullarsi nelle zone centrali della pianura. Questa vasta zona pianeggiante risulta formata dalle conoidi appiattite dei fiumi provenienti dalle principali vallate appenniniche (Curone, Scrivia e Bormida), ricoperte dalle alluvioni postglaciali del Tanaro e del Po, che formano la parte principale della pianura. A Sud questo settore di pianura confina con i rilievi collinari dell'Acquese e del Tortonese, in cui si alternano forme morfologiche più o meno rilevate a dolci versanti, in funzione delle condizioni litologiche locali che vedono alternarsi formazioni meno erodibili a litotipi prevalentemente marnosi ed argillosi.

Geologia e Giacimentologia

I principali depositi argillosi che affiorano in questo ambito sono riferibili sia ai depositi mio-pliocenici che costituiscono l'apparato collinare che borda la pianura, sia ai sedimenti fluviali quaternari antichi, in facies villafranchiana, che occupano vaste aree della pianura e sono sovrapposti a sedimenti pliocenici sabbiosi e marnosi rappresentanti la prosecuzione in profondità delle strutture collinari, che infine ai paleosuoli che ricoprono le alluvioni fluvio-lacustri terrazzate.

- *Depositi di argille varicolori:* sono costituiti da argille molto plastiche, sovente con elevati contenuti in illite e smectite, con inclusi blocchi eterometrici lapidei a diversa litologia; intercalate a queste argille si ritrovano spesso argille grigie fogliettate prive di inclusi. Pur trattandosi di affioramenti sovente isolati fra loro, essi raggiungono spessori notevoli, superiori ai 50 metri.
- *Depositi mio-pliocenici:* sono costituiti in prevalenza da formazioni di argille marnose marine di età compresa fra il Miocene superiore ed il Pliocene medio; in questa serie di sedimenti le formazioni che meglio si prestano alla coltivazione sono quelle delle Marne di S. Agata Fossili e quella delle Argille di Lugagnano. Si tratta di argille marnose grigio-azzurre, con contenuto in carbonati che può raggiungere il 35% e che localmente passano a silts e sabbie fini. Non idonee sono invece le argille del Tortoniano e del Messiniano, a causa della presenza di intercalazioni di gessi.
- *Depositi fluvio-lacustri antichi:* sono costituiti da sedimenti a diversa granulometria sia in facies villafranchiana, fortemente alterati con prodotti di alterazione rossastri, che in facies

francamente fluviali, di piana esondabile, limoso argillosi, con prodotti di alterazione giallastri. Questi ultimi sono particolarmente abbondanti nel settore ad Ovest di Alessandria, dove antiche condizioni di stretta morfologica della Val Tanaro determinavano condizioni di sedimentazione legata ambienti a drenaggio ridotto.

- *Depositi di copertura pedogenetica quaternaria*: sono costituiti da argille bruno-rossastre, di potenza in genere compresa tra i 5-6 m, prodotti di alterazione pedogenetica delle sottostanti alluvioni ghiaioso-sabbiose. Le aree in cui questa copertura è più estesa sono quelle poste in corrispondenza dei terrazzi alti quaternari antichi presenti nella parte meridionale dell'area e nella zona di Valenza. Un'altra zona in cui questi depositi superficiali hanno una discreta potenza e continuità è quella posta in destra Scrivia, a Nord di Tortona, dove l'alterazione superficiale ha interessato i sedimenti fluviali prevalentemente fini della conoide di questo fiume.

Depositi argillosi dell'astigiano

Geomorfologia

La morfologia della zona è caratterizzata da dolci ondulazioni, con collinette di altezza oscillante tra i 60 ed i 70 metri (cime sui 230 m s.l.m. e fondovalle attorno ai 160 m s.l.m.) con fianchi a pendenza generalmente regolare. Una tale situazione morfologica è conseguente ad incisioni del suolo ad opera del reticolato idrografico poco ramificato, caratterizzato da deboli pendenze di fondo e da corsi d'acqua a regime torrentizio di bassa portata media annua.

Geologia e Giacimentologia

L'intera area fa parte della sinclinale astigiana, in cui affiora una potente sequenza di depositi prevalentemente terrigeni, legati al ciclo sedimentario pliocenico, passanti verso l'alto ai depositi alluvionali quaternari. Questa sequenza è stata modellata dai movimenti tettonici riferibili alle fasi orogenetiche tardo-alpine ed alle più recenti fasi quaternarie. Stante la facile erodibilità della maggior parte dei litotipi affioranti, su queste strutture si è impostata l'attività erosiva degli agenti esogeni che hanno portato all'attuale modellamento morfologico della zona.

La successione pliocenica inizia con depositi argillosi di mare aperto, trasgressivi su quelli del Miocene, a cui succede verso l'alto una serie regressiva, caratterizzata da ripetute alternanze di sedimenti di mare poco profondo. Le successive facies di transizione verso

l'ambiente francamente continentale presentano alternanze piuttosto irregolari e con frequenti eteropie di sedimenti a granulometria eterogenea, con una certa prevalenza dei termini pelitici.

- *Depositi pliocenici*: sono rappresentati essenzialmente dai sedimenti marini marnoso-argillosi grigio-azzurri, in facies di mare profondo (Piacenziano), i cui spessori superano sovente i 200 metri; essi si presentano in questa zona generalmente monotoni per quanto riguarda le caratteristiche sedimentologiche e per la giacitura isoclinale sub-orizzontale, leggermente immergente verso l'asse della sinclinale astigiana. Ai fini estrattivi le aree più interessanti possono essere individuate nelle zone a più basso contenuto in carbonati ed in quelle in cui la sovrastante copertura di sabbie fini (*facies astiana*) non raggiunge spessori eccessivamente elevati, tali da rendere necessaria la messa a discarica di grandi volumi di materiali sabbiosi, scarsamente riutilizzabili.
- *Depositi fluvio-lacustri plio-pleistocenici*: sono rappresentati da sedimenti caratterizzati da una generale eterogeneità di facies; le litofacies più ricche di argilla sono essenzialmente quelle corrispondenti a piane di marea ed a quelle lacustri che si rinvencono essenzialmente nella parte intermedia della sequenza. La variabilità orizzontale e verticale di questi depositi rende difficile la valutazione della potenzialità estrattiva; alla presenza di accumuli litologicamente eterogenei e di non grande cubatura si contrappone la qualità dei materiali, spesso migliori rispetto ai termini pliocenici, per una più elevata presenza di minerali delle argille, la plasticità ed un minor contenuto di carbonati.

5.4 CARATTERISTICHE DELLE CAVE

Depositi argillosi del cuneese

Attualmente l'attività produttiva si concentra prevalentemente nel monregalese dove vengono utilizzate argille villafranchiane e paleosuoli quaternari antichi; una modesta attività permane anche nelle aree collinari di Grinzane e Dogliani. Dal punto di vista delle potenzialità produttive, zone con discrete potenzialità sono gli alti terrazzi di Pianfei, Magliano Alpi, e Salmour, dove però le riserve non sono particolarmente cospicue per il limitato spessore di copertura coltivabile e le aree collinari dove le formazioni mioceniche presentano minor percentuale in carbonati e contemporaneamente assenza di solfati (essenzialmente la Formazione di S. Agata Fossili).

Nella Provincia di Cuneo sono operanti 6 fornaci, mentre le cave di argille attive assommano a 7, cinque delle quali sono di proprietà delle aziende che esercitano le fornaci.

Circa il 25% della produzione piemontese di laterizi proviene da questa provincia.

Fra le fornaci nessuna adotta impasti costituiti da un unico tipo di argilla, mentre tre di esse operano con impasti composti da due tipi di materiale (marna ed argilla rossa) e le restanti usano tre componenti nella formazione dell'impasto (marna, argilla rossa, argilla gialla).

La produzione copre un ampio spettro di prodotti, articolandosi a grandi linee nel seguente modo: 27% forati e tramezze, 34% elementi per murature, 29% blocchi per solaio, 10% altri tipi di lavorazione. Fra le cave cinque sono di versante, con coltivazione prevalente per riprofilatura e coltivano marne argillose mioceniche e plioceniche, mentre due sono a fossa in zone di pianura e coltivano livelli alluvionali a granulometria fine o paleosuoli di età quaternaria.

Depositi argillosi dell'area torinese

Attualmente l'attività produttiva ed estrattiva si concentra prevalentemente in due zone: la zona di Santena, Cambiano e Pralormo e la zona del basso canavese di Torrazza P.te e Foglizzo. Dal punto di vista delle potenzialità estrattive l'area di maggiore interesse è rappresentata dall'Altopiano di Poirino, sia per la potenza dei livelli argillosi sfruttabili che per le caratteristiche dei materiali, ricchi di frazione argillosa e perlopiù privi di carbonati; un'altra area potenzialmente interessante per la qualità delle argille è quella dell'alto canavese (Castellamonte), anche se attualmente in essa non opera nessuna attività produttiva. Le zone di pianura del basso canavese si caratterizzano per la presenza di materiali con discrete caratteristiche tecnologiche ma modeste riserve.

Nella Provincia di Torino sono operanti 10 fornaci, mentre le cave di argille attive assommano a 14, 10 delle quali sono di proprietà delle aziende che esercitano le fornaci, circa il 30% della produzione piemontese viene lavorato in questa provincia.

Fra le fornaci tre adottano impasti costituiti da un unico tipo di argilla (argille gialle di deposito fluviale dell'area in sinistra Orco), cinque di esse operano con impasti composti da due tipi di materiale (marna ed argilla rossa ovvero argilla rossa magra ed argilla gialla grassa) e le restanti due usano tre componenti nella formazione dell'impasto (marna, argilla rossa, argilla gialla).

La produzione copre un ampio spettro di prodotti, articolandosi a grandi linee nel seguente modo: 40% forati e tramezze, 37% elementi per murature, 10% blocchi per solaio, 9% elementi per coperture, 4% laterizi alveolati.

Fra le cave una è di versante, con coltivazione prevalente per riprofilatura e coltiva marne argillose mioceniche, mentre tredici sono a fossa in zone di pianura e coltivano sia i livelli alluvionali a granulometria fine, sia i paleosuoli argillificati di età quaternaria.

Depositi argillosi dell'area di pianura biellese, vercellese, novarese

Attualmente l'attività produttiva ed estrattiva si concentra prevalentemente nella zona di Masserano e Gattinara; un'altra attività è altresì presente nella zona di Maggiora, nell'alto novarese e nella pianura vercellese. Dal punto di vista delle potenzialità estrattive l'area di maggiore interesse è rappresentata dalla fascia collinare pedemontana e dai terrazzi della Baraggia che corre fra Biella e Gattinara, sia per la potenza dei livelli argillosi sfruttabili che per le caratteristiche dei materiali, soprattutto dove affiorano i depositi villafranchiani ricchi di caolinite e privi di carbonati, parte di essi è ancora sfruttato, in regime di miniera, come materia prima per l'industria della ceramica e del refrattario (Boca, Lozzolo). Un'altra area potenzialmente interessante, dove affiorano argille di buona qualità, è quella del terrazzo in sinistra Sesia (zona Ghemme), anche se attualmente in essa non opera nessuna attività produttiva nel campo dei materiali di seconda categoria mineraria. Le zone della pianura vercellese si caratterizzano per la presenza di materiali con discrete caratteristiche tecnologiche ma con modeste riserve.

Nelle Province di Biella, Vercelli e Novara sono operanti 3 stabilimenti, mentre le cave di argille attive assommano a 9, 5 delle quali sono di proprietà delle aziende che esercitano le fornaci, circa il 12% della produzione piemontese viene lavorato in queste province.

Fra le fornaci due adottano impasti costituiti da un unico tipo di argilla (argille gialle di deposito fluviale dell'area di Maggiora e argille rosse della Baraggia), ed una usa tre componenti nella formazione dell'impasto (marna, argilla rossa magra, argilla rossa grassa); un'ultima azienda, infine, produce argilla espansa per inerti leggeri, utilizzando un unico componente che proviene dalla zona di Lucedio presso Trino.

La produzione si articola nelle seguenti tipologie di prodotti: 19% forati e tramezze, 53% elementi per murature, 28% blocchi termoisolanti.

Fra le cave una è di versante, con coltivazione su un unico gradone, mentre le altre otto sono a fossa in zone di pianura e coltivano sia i livelli alluvionali a granulometria fine, sia i paleosuoli argillificati mindeliani e rissiani.

Depositi argillosi dell'area alessandrina

Le formazioni terziarie sono state coltivate sia nella zona collinare di Pontestura e Mombello nel versante meridionale della collina di Casale che nel tortonese. Un caso diverso (in quanto rappresenta l'unica situazione piemontese di estrazione di questo tipo di argilla) è infine rappresentato dalle argille varicolori, appartenenti al Complesso Caotico Indifferenziato, affiorante estesamente nelle colline dell'Oltrepo pavese, che vengono localmente coltivate (nei pressi di Pozzol Groppo) come materia prima per argille espanse. Le aree di pianura maggiormente interessate dall'estrazione sono quelle poste in corrispondenza dei terrazzi alti del Quaternario antico presenti nella zona di Valenza e quella posta in destra Scrivia, a Nord di Tortona ed in sinistra Tanaro, ad Ovest di Alessandria, dove vengono coltivati i sedimenti fluviali prevalentemente fini dei depositi alluvionali di questi fiumi.

Attualmente nella Provincia di Alessandria sono operanti 7 stabilimenti, mentre le cave di argille attive assommano a 17, 7 delle quali sono di proprietà delle aziende che esercitano le fornaci, circa il 26% della produzione piemontese viene lavorato in questa provincia.

Fra le fornaci tre adottano impasti costituiti da un unico tipo di argilla (argille gialle di deposito fluviale o argille rosse eluviali), tre impiegano impasti composti da due tipi di materiale (argilla rossa e argilla gialla) ed una usa tre componenti nella formazione degli impasti. Una azienda infine (con stabilimenti in provincia di Pavia) utilizza le argille varicolori per la produzione di argilla espansa per inerti leggeri.

La produzione si articola nelle seguenti tipologie di prodotti: 3% forati e tramezze, 43% elementi per murature, 28% blocchi da solaio, 25% tegole e coppi ed il restante 1% laterizi per pavimentazioni.

Fra le cave nove sono di versante, con coltivazione o per riprofilatura o su gradoni per la coltivazione di argille terziarie o, più raramente, di argille villafranchiane; le altre otto sono a fossa in zone di pianura e coltivano sia i livelli alluvionali a granulometria fine, sia i paleosuoli argillificati.

Depositi argillosi dell'astigiano

Dal punto di vista delle prospettive per l'attività estrattiva, si possono individuare come potenzialmente utili, in base alle caratteristiche litologiche e tecnologiche, i depositi pliocenici e villafranchiani prevalentemente affioranti verso il margine settentrionale ed occidentale della sinclinale, mentre i sedimenti di argille con gessi in facies evaporitica (di età messiniana) non sono utilizzabili per l'industria del laterizio a causa del loro contenuto in solfati.

Attualmente nella Provincia di Asti sono operanti 4 stabilimenti, mentre le cave di argille attive assommano a 6, 4 delle quali sono di proprietà delle aziende che esercitano le fornaci, circa il 7% della produzione piemontese viene lavorato in questa provincia.

Fra le fornaci una adotta impasti costituiti da due tipi di materiale (argilla rossa e sabbie limose) e tre usano tre componenti nella formazione degli impasti (argilla marnosa, argilla rossa e argilla gialla). La produzione si articola nelle seguenti tipologie di prodotti: 21% forati e tramezze, 33% elementi per murature, 12% blocchi da solaio, 34% blocchi termoisolanti.

Fra le cave cinque sono di versante, con coltivazione o per riprofilatura o su gradoni per la coltivazione di argille plioceniche o villafranchiane; una è a fossa in zona pianeggiante e coltiva argille limoso-sabbiose.

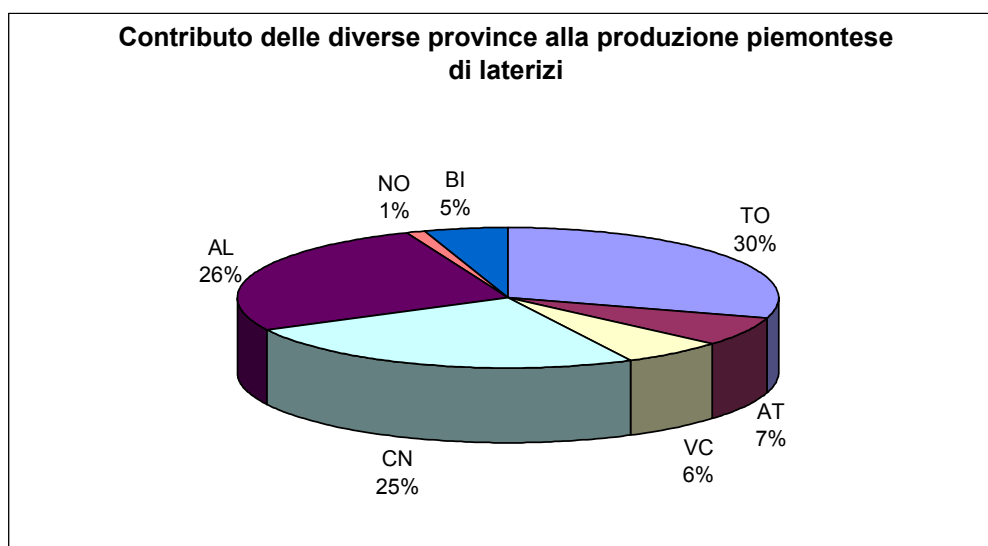


Fig. 5.1 Contributo delle diverse province alla produzione piemontese di laterizi

	n
TO	1
CN	5
AL	9
AT	5
BI	0
NO e VCO	0
VC	1

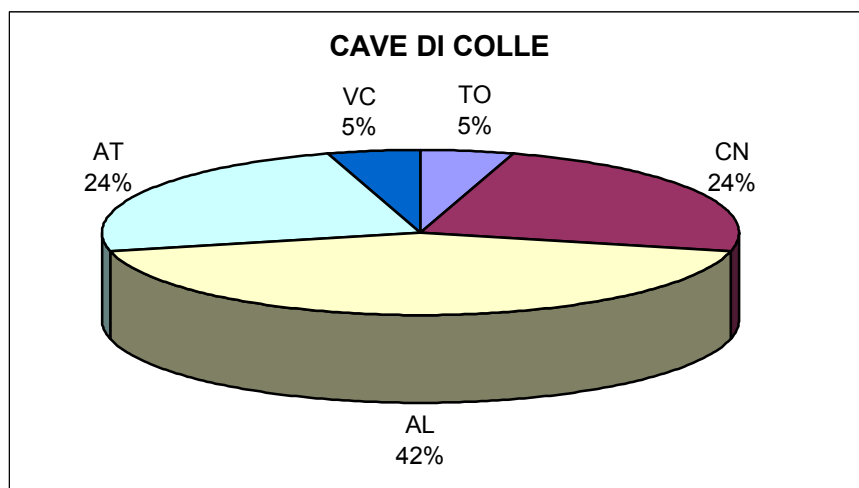


Fig. 5.2 Distribuzione nelle diverse province delle cave di colle

	n
TO	13
CN	2
AL	8
AT	1
BI	2
NO e VCO	1
VC	5

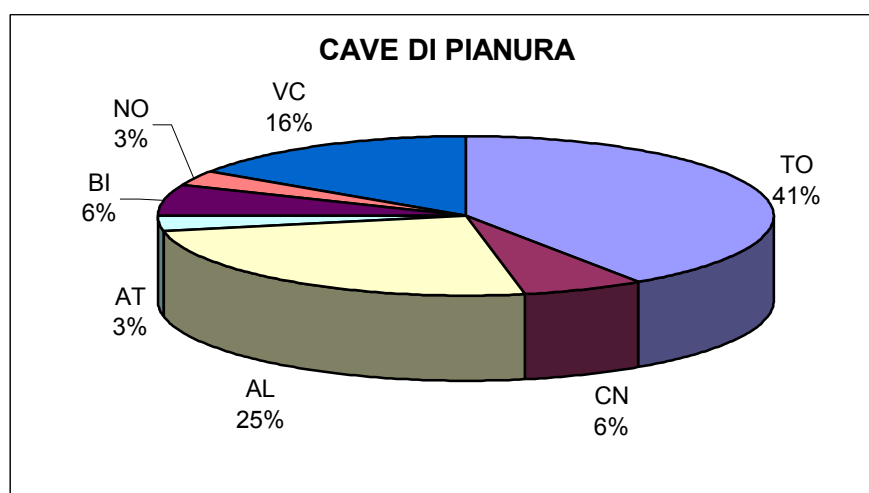


Fig. 5.3 Distribuzione nelle diverse province delle cave di pianura

Tab. 5.11 Percentuale delle varie tipologie di produzione di laterizi nelle varie province.

	Forati e tramezze	Blocchi da solaio	elementi per muratura	Coperture	Laterizi alveolati	Laterizi per pavimentazione	Blocchi termoisolanti	Altro
TO	40	10	37	9	4	0	0	0
AT	21	12	33	0	0	0.3	33.7	0
VC	24	0	35	0	0	0	41	0
CN	27	29	34	0	0	0	0	10
AL	3	28	43	25	0	1	0	0
NO	100	0	0	0	0	0	0	0
BI	0	0	100	0	0	0	0	0

6. CALCARI E DOLOMIE

6.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE

6.1.1 PREMESSA

Il settore in oggetto riguarda in primo luogo - ma non soltanto - le materie prime per l'industria dei leganti carbonatici.

Come per gli altri materiali industriali, la verifica del significato economico della relativa attività estrattiva va condotta considerando gli effetti che la produzione mineraria induce sul sistema economico sia nella fase di estrazione e lavorazione sia in quella - estesissima - di impiego del prodotto.

Nel caso specifico delle materie prime per leganti, questa visione d'insieme è tanto più necessaria, non solo per lo speciale ruolo socio-economico del prodotto, ma anche perché la struttura produttiva è di norma completamente verticalizzata, per cui risulterebbe difficile attribuire un effettivo valore monetario alla produzione di cava, che costituisce solo un prodotto intermedio per la realizzazione del primo prodotto commerciale costituito dal legante.

I calcari e le dolomie vengono impiegati nell'industria dei leganti per la produzione di calce e cemento, ma, oltre a questo, possono avere altri svariati impieghi, sia come materiali da carica e premiscelati per intonaci, sia come materie prime per prodotti intermedi di un gran numero di applicazioni: nelle industrie della carta, delle materie plastiche, della gomma, delle vernici, nell'industria chimica, in quella vetraria, in quella metallurgica, in campo agro-alimentare e in campo ambientale.

Si tratta di impieghi che, storicamente, sono diventati via via più numerosi, assorbendo quantità crescenti di materiali: è significativo, a questo proposito, il caso della calce, che presenta produzioni e consumi crescenti e dove l'impiego che per secoli è stato il principale (come legante nelle costruzioni) è diventato ora del tutto marginale.

Le grandi quantità di rocce carbonatiche estratte per questi molteplici usi, e soprattutto l'abbondanza statistica della risorsa naturale nella litosfera, possono trarre in inganno nella valutazione della frequenza dei relativi giacimenti. Il fatto che si tratti di rocce relativamente abbondanti sulla terra e "ubiquitarie", cioè presenti pressoché in ogni parte del mondo, non significa infatti che si possano trovare dappertutto anche a livello regionale; inoltre occorre tener sempre presente che, perché si possa parlare di "giacimento minerario", è necessaria la

rispondenza del minerale a caratteristiche ben definite, riguardanti in particolare la composizione chimico - mineralogica di dettaglio, oltre all'esistenza di condizioni tecnico-economiche e giuridiche tali da assicurare la fattibilità dell'attività estrattiva a livello industriale.

Tab.6.1 Utilizzi del calcare secondo i settori industriali di maggior importanza

Calcare	Calce	Calce come legante Metallurgia (ferro e acciaio) Metallurgia non ferrosa Trattamento delle acque Abbattimento dell'inquinamento Dolcificazione delle acque Produzione della carta Materiali da costruzione Stabilizzazione dei terreni Agricoltura Raffinazione del petrolio Vernici e pigmenti Conciatura della pelle
	Leganti Idraulici	Cemento Portland Cemento pozzolanico Cemento d'alto forno Cemento alluminoso Calce idraulica
	Vetro e ceramiche	
	Inerti	
	Industria chimica	Raffinazione dello zucchero Desolforazione dei fumi Produzione della soda Carburo di calcio
	Additivi e cariche	Additivi per materiali bituminosi Additivi per plastiche Additivi per gomma Additivi per carta Rivestimenti protettivi e di decorazione Fertilizzanti Mangimi

6.1.2 REQUISITI ED IMPIEGHI DEI MATERIALI

Le caratteristiche tecnologiche sono funzione anzitutto della composizione chimica dei materiali coltivati. A questo proposito occorre premettere che il carbonato di calcio (essenzialmente calcite), caratterizzante i calcari, e il carbonato di calcio e magnesio (dolomite), caratterizzante le dolomie, in natura si possono trovare come costituenti delle rocce in tutte le possibili combinazioni. Quindi si rende necessaria una sufficientemente dettagliata classificazione dei termini intermedi.

Raramente si trovano calcari puri, essendo classificati come tali quelli che contengono più del 95% di carbonato di calcio. Più spesso i calcari contengono quantità variabili di altre sostanze, e precisamente:

- carbonato di calcio e magnesio (nei calcari dolomitici);
- minerali delle argille (nei calcari marnosi);
- quarzo (nei calcari arenacei);
- silice, materie organiche, ossidi e idrossidi, solfuri.

In funzione della percentuale crescente di materiali argillosi, i calcari si classificano in calcari marnosi p.d. (a partire dal 5% di argilla), marne calcaree (20-40%), marne (40-60%) e marne argillose (60-80%). Analogamente si classificano i calcari che contengono quantità variabili di quarzo, che passano, al crescere della percentuale di SiO_2 , a tipi sempre più arenacei.

Lo stesso vale per le dolomie (costituite da calcite e dolomite), che, al diminuire del rapporto fra le quantità di carbonato di calcio e magnesio e carbonato di calcio, passano a dolomie calcaree e a calcari dolomitici. Il tenore di MgO nel minerale dolomite è del 21,75%.

Tab. 6.2 : Tenori richiesti per gli utilizzi dei calcari

IMPIEGO \ %	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	S	P	Na-Zn-Cu-Pb
Siderurgia	> 51	< 2	< 1	< 1	< 6	< 0,05	ϵ	tracce
Chimica	> 50	< 1	< 0,2	< 0,3	tracce	< 0,1	< 0,01	tracce
Carica	> 55		< 0,2	< 0,2	tracce			tracce
Vetreria	> 55		< 0,7	< 0,1	< 0,3			
Agricoltura	> 35		< 1	< 1	-			Pb < 0,005 per alimentazione
Trattamento di acque e fumi	> 51	< 1,5			tracce	< 0,1		

Tab.6.3 : Tenori richiesti per gli utilizzi delle dolomie

IMPIEGO \ %	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na-Zn-Cu-Pb
Siderurgia	> 18	> 28	6	4		tracce
	> 19	> 29	< 1,5	< 0,8	< 0,8	tracce
Refrattari	> 19	> 29	< 1	2		tracce
Carica	> 20	> 29	tracce	< 0,1	< 0,1	tracce
Vetreria	> 19,5	> 29	< 0,3	< 0,7	< 0,1	tracce
Agricoltura	> 17	> 23	-	-	-	-
Magnesio	> 19	> 29		tracce	tracce	tracce

6.1.2.1 Caratteristiche e impieghi della calce

Un primo prodotto di fondamentale importanza ottenibile a partire da rocce calcaree o dolomitiche è la calce.

Com'è noto, questa si ottiene per calcinazione della roccia, frantumata e vagliata, a temperatura superiore a 900°C secondo la reazione:



La calce così ottenuta è detta calce viva. Essa si trasforma in calce spenta a seguito di miscelazione con acqua e conseguente idratazione.

E' consuetudine suddividere le calci in calci aeree e calci idrauliche, suddivisione che fa riferimento al loro più antico e tradizionale impiego come leganti nell'industria delle costruzioni. Per questo impiego, a seconda dell'uso al quale sono destinate, le rocce di partenza devono presentare caratteristiche tecniche tali da ottenere prodotti rispondenti a requisiti specificati da leggi o da norme di standardizzazione.

In linea generale, per la produzione di calci aeree vengono impiegati calcari contenenti meno del 3,5% di materiali argillosi; se inoltre il tenore in ossido di magnesio è inferiore all'unità, la pietra da calce è particolarmente pregiata perché se ne ottengono ottime calci grasse; col crescere della percentuale di magnesia le calci prodotte si smagriscono e sono più lente a spegnersi; vere calci magre magnesiache si ottengono tuttavia solo da calcari con più del 5,5 % di MgO, i quali (e segnatamente i calcari dolomitici e le dolomie con tenori in MgO variabili dal 12 al 16%) già in passato venivano di preferenza utilizzati in industrie come quelle degli zuccheri o della soda, o per la produzione di anidride carbonica, dove il tenore in magnesio non ha importanza, anzi, al suo crescere, aumenta il rendimento in anidride carbonica.

Più recentemente sono stati sviluppati forni verticali altamente automatizzati da quali si ottengono calci dolomitiche più reattive. La maggior reattività è vantaggiosa per tutti gli impieghi ove tale proprietà è importante, quali, ad esempio:

- la produzione di idrato perché, insieme all'uso di idratatori a più stadi ed alla macinazione più spinta, migliora la qualità dei prodotti in termini di adesività e punto di bianco;
- l'uso della calce viva nei processi siderurgici, ecc.

La cottura del calcare può avvenire in forni verticali (tradizionali a tino) oppure orizzontali (moderni o tubolari).

Nel primo caso la carica del calcare avviene dall'alto, in pezzatura decimetrica; dal basso si estrae, dopo calcinazione, la "calce viva" (ossido) in zolle.

Nel secondo caso i gas di combustione sono spinti in controcorrente rispetto all'alimentazione del crudo, accettata anche in pezzatura più minuta.

Industria chimica

Ogni qual volta è possibile, la calce è impiegata come modificatore di pH delle soluzioni, essendo in assoluto la base meno costosa, oppure per depurare soluzioni tramite precipitazione di componenti insolubili. Inoltre interviene nella produzione di molti composti di largo impiego industriale, i principali dei quali sono:

Carbonato di sodio: è un prodotto impiegato nell'industria vetraria, in quella siderurgica e nella produzione di detersivi. Le specifiche richieste sono: $\text{CaO} > 92\%$; $\text{MgO} < 1,75\%$; $\text{SiO}_2 < 2\%$; granulometria pari a quella del coke.

Ipoclorito di calcio: è utilizzato come fonte di cloro per la sbiancatura delle fibre tessili e della pasta da carta, oltreché per la depurazione delle acque. Specifiche: $\text{CaO} > 90\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,3\%$; MgO , $\text{SiO}_2 < 0,5\%$; è richiesta inoltre macinazione fine e grande reattività.

Carbonato di calcio precipitato: questo prodotto è usato nell'industria della carta, della plastica, della gomma e in quella farmaceutica. Specifiche: $\text{CaO} > 97\%$; SiO_2 e Ossidi metallici in quantità trascurabili.

Ossido di propilene: la calce serve per trasformare il cloruro di propilene (ottenuto a partire dal propilene) in ossido di propilene, materia prima di base per la chimica organica, congiuntamente all'azione di neutralizzazione dell'acido cloridrico. Specifiche: $\text{CaO} > 97\%$; $\text{SiO}_2 < 0,3\%$.

Industria vetraria

L'apporto di CaO nella produzione di vetro sodico-calcico usato per la maggior parte dei contenitori industriali è di norma assicurato da carbonato di calcio o da dolomite, in quanto le quantità richieste sono molto elevate e la calce è più costosa: l'uso di questa però consente di ottenere vetri più brillanti e di colore migliore, oltre a una fusione più rapida con minor consumo di combustibile. Le specifiche sono quelle dell'industria chimica.

Industria cartaria

Nell'industria cartaria la calce è impiegata per rigenerare la soda necessaria per la separazione della cellulosa e come agente sbiancante della carta o per la chiarificazione delle acque residuali. Le specifiche richieste sono: $\text{CaO (+MgO)} > 95\%$; $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 < 3\%$.

Industria siderurgica

La maggior parte della calce è utilizzata oggi nei processi metallurgici e chimici come fondente. La calce abbassa la temperatura di liquefazione delle impurezze del minerale e consente di eliminarle sotto forma di scoria.

In passato si utilizzava solo calce ad elevato contenuto di CaCO_3 (90 ÷ 93%). In seguito si utilizzò calce dolomitica come fondente al posto di una frazione della calce ad elevato tenore di CaCO_3 , ottenendo una maggior durata dei refrattari. Alcune acciaierie utilizzano ciottoli o "pellets" di calce come fondente.

La calce refrattaria, nota anche come dolomite cotta a morte, è utilizzata più comunemente per rivestire il fondo dei forni per la produzione dell'acciaio, aumentando così la durata dei costosi rivestimenti refrattari.

Industria delle costruzioni, strade e lavori pubblici

La calce è utilizzata per la preparazione di malte nell'industria delle costruzioni: in particolare, la calce aerea grassa ha la capacità di essere impermeabile e di non fessurarsi.

Calcarì con tenori in ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) compresi tra il 5,3 % e 21,8 % forniscono, per cottura, calci prima forti, poi idrauliche, cioè in grado di fare presa anche in acqua, mentre, se la percentuale di carbonato di calcio sta tra il 75 ed il 78 %, sono particolarmente adatti per la produzione dei cementi; sempre che, anche in questi casi, il tenore in magnesio sia basso.

La calce idraulica è stata alla base delle costruzioni a partire dall'epoca romana sino al secolo scorso, quando prese avvio l'uso del cemento.

Attualmente costituisce una base fondamentale per gli intonaci.

La differenza tecnologica dai cementi sta nel fatto che le calci idrauliche sono cotte a temperatura maggiore di quella delle calci aeree (calcinazione $\sim 900^\circ$) ma minore di quella dei cementi (scarificazione $\sim 1.500^\circ$) soprattutto a lenta presa.

Tab.6.4 Materie prime per leganti idraulici

		ARGILLA	INDICE IDRAULICITA'	PRESA IN GIORNI
CALCARI PER CALCI IDRAULICHE	Debolmente idrauliche	5 – 8 %	0,10 – 0,16	15 – 30
	Mediamente idrauliche	8 – 15 %	0,16 – 0,31	12 – 20
	Idrauliche p. d.	15 – 19 %	0,32 – 0,42	5 – 10
	Eminentemente idrauliche	19 – 22 %	0,42 – 0,52	2 – 5
MARNE PER CEMENTI	A lenta presa ("portland naturali")	22 – 27 %	0,50 – 0,65	< 2
	A presa rapida	27 – 40 %	0,65	poche ore

La calce interviene anche nella fabbricazione dei mattoni silico-calcei e dei cementi porosi isolanti e leggeri. Le corrispondenti specifiche sono: $\text{CaO} = 85 - 97\%$ per le calci grasse, $\text{CaO} < 85\%$ per le calci magre; polvere omogenea, priva di elementi sovrappesi o infusi.

Un'applicazione interessante della calce si ha nella stabilizzazione dei terreni per sottofondi stradali, operazione che può essere fatta con due diversi metodi:

- Si stende la calce viva, che assorbe l'acqua dei terreni umidi e, nel giro di qualche ora, reagisce con le argille del terreno, facendole flocculare e raggrumarsi; la calce forma in seguito dei silicati e alluminati che consentono l'agglomerazione dei componenti del suolo;
- Mescolando la calce con materiali pozzolanici naturali o artificiali (scorie d'alto forno, ceneri volanti) in presenza di acqua si ottiene un idoneo legante.

Le specifiche riguardano essenzialmente la granulometria, che deve essere particolarmente fine.

Tecnologie ambientali

La calce svolge un ruolo molto importante nel trattamento delle acque acide, nella dolcificazione delle acque potabili, nella depurazione dei liquami e dei fanghi urbani, tramite un'azione di coagulazione e flocculazione dei materiali organici, dei fosfati e dei metalli pesanti

e distruzione della maggior parte dei virus e dei batteri. Inoltre serve per la desolforazione dei gas emessi dalle centrali termiche. Le specifiche relative sono: $\text{CaO} > 90\%$, oppure $\text{CaO} + \text{MgO} > 93\%$.

Agricoltura e industria agro-alimentare

La calce è ampiamente utilizzata in questo campo anzitutto come ammendante e correttore dell'acidità dei terreni. Interviene inoltre nei processi di produzione dello zucchero e nell'alimentazione sia umana che animale. Le specifiche sono molto variabili, a seconda delle applicazioni. In particolare nel settore dell'alimentazione deve –ovviamente– essere priva di elementi tossici (Pb, Cu, Co, Sr, Cd,...).

Non finisce qui l'elenco degli impieghi della calce, che è ancora protagonista di processi industriali nel settore della conciatura delle pelli, oppure in quella delle colle e delle gelatine.

Ma, oltre che dal numero di applicazioni, l'importanza di questo materiale deriva anche dai quantitativi prodotti e consumati: negli ultimi dieci anni, circa 120 – 130 milioni di tonnellate di calce sono state prodotte mediamente nel mondo ogni anno, dai 19 ai 21 milioni di t (in crescita) in Europa, attorno ai 3,5 milioni di t in Italia.

Mentre la produzione ha un andamento costante o solo leggermente crescente, cambiano invece molto rapidamente i settori d'impiego. Da statistiche recenti sugli impieghi della calce in Francia risulta la seguente ripartizione: il 40% è impiegato in siderurgia, il 18% nei lavori pubblici per la stabilizzazione dei suoli, il 13% in agricoltura, un altro 13% nelle tecnologie ambientali (trattamento di acque e depurazione di gas), il 12% in campo mineralurgico e solo il 3% per la produzione di malte nell'industria delle costruzioni.

6.1.2.2 Caratteristiche delle materie prime da cemento

L'esaurimento, o la diseconomicità intervenuta nella coltivazione, dei giacimenti di marna avente la composizione richiesta per costituire la materia prima per l'alimentazione delle cementerie, rende oggi necessaria la produzione “artificiale” della materia prima, attraverso l'estrazione separata del calcare e di un'altra roccia (generalmente uno scisto), tali che, miscelati, consentano di ottenere la composizione richiesta. Questa deve risultare il più possibile omogenea e costante, rispettando determinate proporzioni tra carbonato di calcio e ossidi di Al, Fe e Si,

mentre particolarmente limitato deve essere il contenuto in ossido di Mg (<3%), di alcali e di solfati.

La “marna da cemento”, considerata minerale di prima categoria in quanto potenzialmente utilizzabile tal quale per la fabbricazione del cemento “naturale”, deve avere un indice di idraulicità¹ pari a 0,3-0,7 (“Parere” del Consiglio Superiore delle Miniere del 26/7/91).

I calcari da cemento non dovrebbero contenere silice libera (es. clasti di quarzo) data la scarsa combinabilità con l’ossido di calcio in cottura. Non è questo il problema della silice organogena (es. da fossili) che può sostituire in parte l’argilla (apportatrice di silice combinata).

Per le marne del Casalese, se il tenore in CaCO_3 supera il 75% possono essere miscelate con marne a tenore inferiore; se, viceversa, esso non raggiunge il 75% si può intervenire con aggiunte di materiali ad alto tenore in CaCO_3 , quali i calcari del Cuneese o del Bergamasco.

La prospezione di nuovi giacimenti di materie prime da cemento –calcari ed argilloscisti– è perciò una fase molto difficile e delicata, prima dell’apertura delle cave, soprattutto se queste costituiscono la premessa fondamentale per l’avvio di una cementeria.

Le numerose e restrittive caratteristiche richieste fanno perciò sì che la risorsa costituita da un buon calcare da cemento risulti scarsa, nonostante l’appartenenza ad una classe di rocce, come si è detto, abbastanza comuni.

Questo fatto offre un primo elemento di valutazione del significato economico della relativa attività estrattiva piemontese, giustificando il fatto che la presenza di giacimenti, coltivati a cava, di calcare da cemento in Regione è limitata a due sole e ristrette aree, una nel Cuneese e una nel Casalese. Sono peraltro chiuse dagli anni ’60 le “miniere di marna” del Casalese –che tanta importanza socio economica ebbero per l’industria del cemento in Piemonte– mentre è in attesa della sentenza del Consiglio di Stato una coltivazione di prima categoria in provincia di Asti (Comune di Grazzano Badoglio) e non sono stati a tutt’oggi avviati i lavori in un’altra concessione mineraria nel Comune di Voltaggio (AL).

Ma per un giudizio più completo si prenderà in esame, al paragrafo 6.1.4, l’industria del cemento a livello nazionale.

¹ Reciproco del Modulo Idraulico:

$$M = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

6.1.3 L'INDUSTRIA ITALIANA DELLA CALCE

La parte sostanziale dell'industria della calce in Italia ormai non è più rappresentata dalle piccole unità produttive di antica ed onorata tradizione, sparse un po' dovunque per soddisfare la non rilevante domanda locale dell'industria edilizia.

Oggi la produzione proviene principalmente da unità produttive medie o grandi, e ciò sia a causa di nuovi usi massivi del prodotto (vedasi come esempio il passaggio, in siderurgia, dall'impiego del calcare a quello della calce), sia per la tendenza generale alla concentrazione delle unità produttive con conseguente crescita delle dimensioni aziendali, tendenza dettata dalle economie di scala derivanti dall'aumento delle dimensioni degli impianti e dalla crescita della meccanizzazione; alcune tra le cave hanno raggiunto livelli produttivi comparabili con quelli delle cementerie.

Anche i requisiti delle materie prime sono cambiati, rispetto alla situazione media relativa ai tempi delle piccole cave tradizionali, per quanto riguarda sia le caratteristiche qualitative della roccia, sia le dimensioni dei giacimenti ricercati.

La calce è infatti un prodotto sempre più importante, i cui impieghi vanno dall'industria edilizia a quella dello zucchero (v. tabella 6.1).

La produzione italiana di calce viva è riportata nella tabella che segue:

Tab 6.5. Produzione italiana di calce viva (serie storica 1995-1999) - dati in tonnellate fonte ISTAT

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gennaio	141.840	132.135	127.328	138.181	111.230	138.867
Febbraio	144.607	147.217	136.246	146.712	121.459	151.664
Marzo	168.313	168.995	157.695	157.500	134.413	169.039
Aprile	158.970	155.299	151.914	155.768	129.828	156.393
Maggio	164.469	149.982	156.929	154.599	137.190	155.817
Giugno	164.524	132.394	150.757	152.111	150.950	153.387
Luglio	162.088	137.773	146.118	136.831	141.644	154.902
Agosto	132.105	109.260	105.580	103.256	122.946	121.589
Settembre	164.584	141.322	150.103	131.466	144.360	145.695
Ottobre	169.774	146.126	158.942	135.560	162.807	156.085
Novembre	156.554	137.845	145.856	126.856	151.724	163.863
Dicembre	136.857	126.817	131.701	103.430	135.918	132.699
produzione annuale	1.864.685	1.685.165	1.719.169	1.642.270	1.644.469	1.800.000
Indice variazione (%)	95-94 7,17	96-95 -9,63	97-96 2,02	98-97 -4,47	99-98 0,13	00-99 9,46

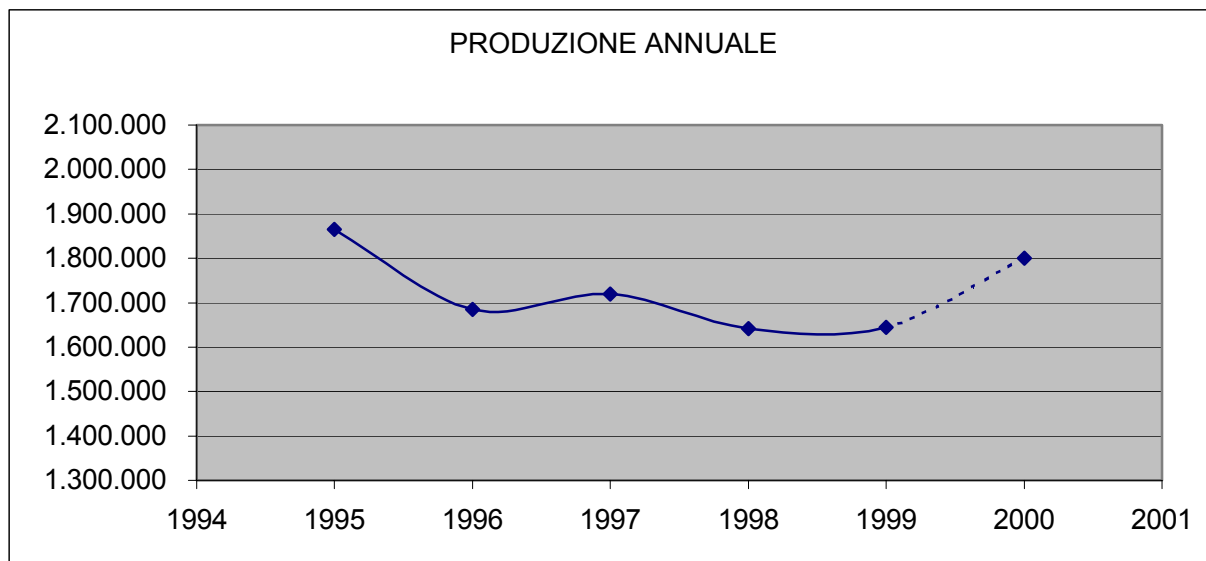


Fig. 6.1 Distribuzione della produzione annuale italiana di calce viva (serie storica 1995-1999) - dati in tonnellate - fonte ISTAT

Tab. 6.6 Produzione di calce viva italiana e piemontese (serie storica 1995-1999) - dati in tonnellate fonte ISTAT

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PIEMONTE	125.750	149.460	175.341	151.910	141.960	159.330
ITALIA	1.864.685	1.685.165	1.719.169	1.642.270	1.644.469	1.800.000

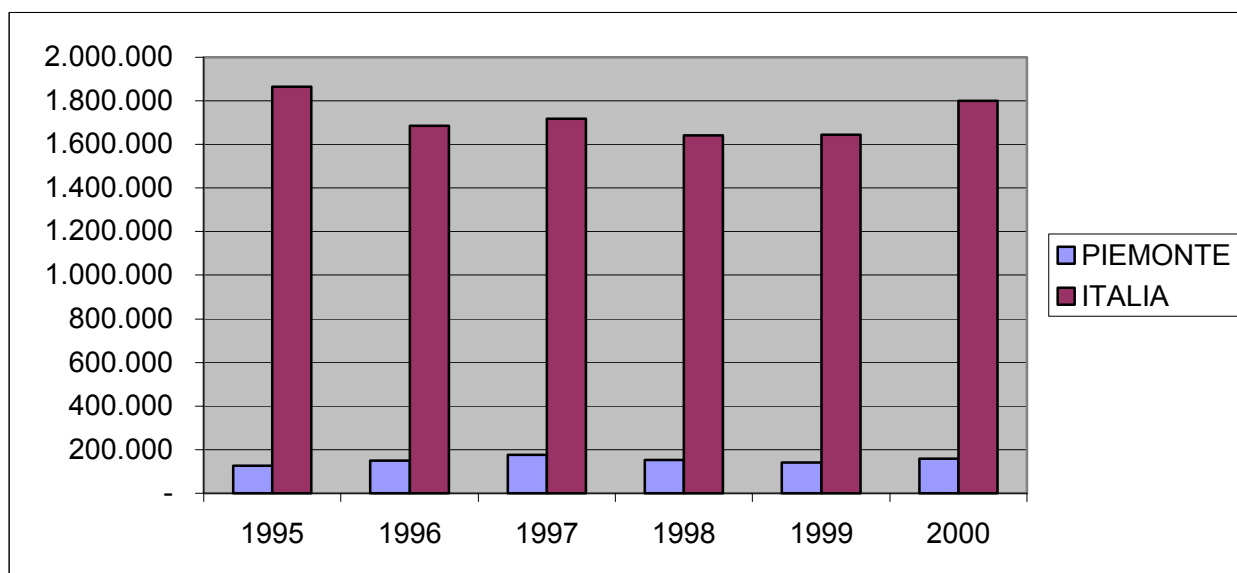


Fig. 6.2 Raffronto tra la produzione di calce viva italiana e piemontese (serie storica 1995-1999) - dati in tonnellate fonte ISTAT

Anche in Italia, come in ogni Paese sviluppato quello edilizio è l'uso più antico, ma non certo il principale oggi. Dei 2,5 Mt/anno di calce commercializzata sul mercato nazionale², circa il 50% è destinato ad usi metallurgici, il 30% all'edilizia, il 20% ad altri impieghi (agricoltura, industria chimica, prodotti anti-inquinamento e altro).

Se si tenesse conto della calce che non va sul mercato (circa 1 Mt/anno), essendo prodotta da industrie che dispongono di cave proprie, oppure cuociono nei loro impianti, ad uso proprio, calcare acquistato altrove, allora l'uso per l'edilizia si ridurrebbe al 21% appena.

L'impiego tradizionale come legante nelle costruzioni in muratura avrebbe potuto sostenere, come in effetti ha fatto in passato, soltanto un'industria locale, di piccole dimensioni.

Invece il nuovo più importante ruolo del prodotto ha dato origine ad un'industria di medio-grandi dimensioni, con molte unità che producono più di 100.000 t/anno, e alcune fino a 400.000 t/anno.

Esistono ancora i produttori artigianali, ma il grosso della produzione è fornito da una cinquantina di imprese, una dozzina delle quali svolgono un ruolo predominante.

La materia prima è abbastanza diffusa in tutto il Paese, essendo rappresentata da diffusi calcari microcristallini del Mesozoico e del basso Terziario, ma la produzione è distribuita irregolarmente, più della metà provenendo dai distretti molto industrializzati del Nord, che rappresentano soltanto un terzo della superficie nazionale.

Tutto il settore della calce è di proprietà privata, ad eccezione di alcune cave al servizio dei grandi impianti metallurgici di imprese a partecipazione statale.

Anche l'industria metallurgica, comunque, si rifornisce prevalentemente da fonti esterne di calce.

L'industria della soda si basa su cave proprie; gli zuccherifici acquistano pietra grezza, selezionata per purezza e pezzatura, da cave di calcare e la cuociono negli stabilimenti per ricavarne sia l'ossido di calcio (il fabbisogno complessivo è di 0,5 Mt/anno), sia l'anidride carbonica necessaria per il trattamento dello zucchero.

Il trend della produzione è positivo, e la sua crescita è compatibile con la potenzialità degli impianti.

Gli impieghi nei quali si prevede una sensibile espansione sono, oltre al metallurgico, quelli in agricoltura, nella difesa dall'inquinamento, nella stabilizzazione dei terreni.

² Negli anni '60 si indicava la produzione complessiva italiana come inferiore a 1 Mt/a

In pratica tutta la produzione è destinata all'uso interno; importazioni ed esportazioni di calce sono trascurabili.

Da una tonnellata di calcare abbattuto, dopo vagliatura, frantumazione in due stadi, classificazione finale e lavaggio per eliminare le sostanze argillose, si ottengono da 0,5 a 0,7 tonnellate di prodotto di alimentazione idoneo; dopo cottura, da 0,3 a 0,35 tonnellate di calce sono il prodotto finale di una tonnellata di roccia abbattuta.

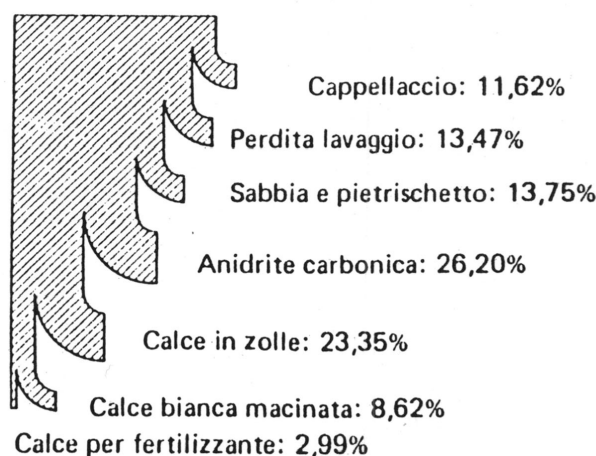


Fig. 6.3: Diagramma esemplificativo a ramificazione per una fabbrica tradizionale con forno verticale

L'alternativa costituita dai forni rotanti, che aumenterebbe la produzione a 0,5-0,55 tonnellate di prodotto per tonnellata di roccia abbattuta, è preclusa dall'elevato costo del combustibile: l'industria italiana della calce si basa quasi totalmente su combustibili importati (gas naturale e olio combustibile, in pochi casi carbone; alcuni piccoli produttori usano combustibili di fortuna, come trucioli di legno e –sino a qualche tempo fa– pneumatici usati³).

I produttori di calce sono attrezzati, con qualche eccezione, con forni verticali, a causa del molto più alto consumo specifico di combustibili (quasi il doppio) dei forni rotativi: i forni verticali richiedono meno di 850 kcal per kg di calce prodotta, mentre i forni rotativi ne richiedono da 1300 fin oltre 1400 kcal per kg.

I fini sono spesso venduti a cementerie, cosa che si dimostra conveniente fino a distanze di 70 km, oppure sono usati come materiali di riempimento per lavori di recupero ambientale: in

³ Oggi devono comunque essere rispettati i limiti delle emissioni previsti dalla normativa vigente

molti casi sono accumulati a discarica, e la relativa sistemazione può rappresentare un costo considerevole, a causa della scarsità di idonee aree a basso costo.

Un impianto per calce comporta un forte investimento, e la distanza cava-impianto deve ovviamente essere tenuta ad un valore relativamente piccolo; pertanto solo i giacimenti in grado di fornire una produzione di qualità costante per più di vent'anni possono essere considerati interessanti.

Effettivamente è raro che si mettano in produzione nuove cave: piuttosto si ampliano le cave esistenti, e in qualche caso l'alternativa del passaggio alla coltivazione in sotterraneo diventa inevitabile.

La scelta di questa soluzione appare particolarmente interessante allorché a cielo aperto, si sia raggiunto un valore inaccettabile del rapporto sterile/minerale utile, essendo numerosi i problemi ambientali che rendono impraticabile l'attivazione di nuove cave.

È necessario rilevare che le coltivazioni di cava in sotterraneo anche a piccola profondità, comporta problemi geomeccanici che, paradossalmente, non sono da meno di quelli posti dalle escavazioni profonde: il ridotto spessore della copertura, il fatto che non possono essere adottati metodi per frana, la necessità, per motivi di economicità, di coltivare con cantieri molto ampi e senza armature e, non ultimo, il compito di trasformare dei cavatori in veri uomini di miniera, superando un gran numero di ostacoli relativi all'addestramento del personale, oltre all'aspetto psicologico deterrente legato al ritorno ad un'attività considerata "del passato".

In ogni caso, il cambiamento del ruolo della calce, da quello di materiale per l'edilizia di uso locale e di secondaria importanza (un "parente povero" del cemento) a quello di prodotto polivalente per l'industria di base, ha comportato una trasformazione nella struttura e nelle dimensioni dell'industria della calce.

La calce rappresenta così soltanto una fase nel processo produttivo, ma di rilevante importanza, e l'operatore è sempre più consapevole della sua importanza, anche strategica.

È in corso una rapida modernizzazione, sia nelle macchine che nei metodi di coltivazione.

Anche il termine "cava", che può richiamare alla memoria di qualcuno una sorpassata struttura produttiva basata sullo sfruttamento opportunistico di risorse locali, deve essere quindi essere riconsiderato, avvicinandosi al nuovo significato di una vera industria mineraria del nostro tempo.

6.1.4 L'INDUSTRIA ITALIANA DEL CEMENTO

L'importanza dell'industria italiana del cemento emerge dall'esame dei volumi di produzione e dal confronto con gli altri Paesi europei (v.Tab.6.7).

Tab. 6.7: Produzione di cemento in Europa

	Produzione 1999	Produzione 1998	Variaz.%
	(10³ t)	(10³ t)	99/98
Italia	37.299	36.076	3,4
Germania	36.219	33.982	6,6
Spagna	35.830	33.081	8,3
DK, IRL, P, S, SF, GR.	33.047	32.224	2,6
Francia	20.291	19.737	2,8
BEL, NL, L	13.147	12.346	6,5
Regno Unito	12.987	12.909	0,6
Austria	3.817	3.798	0,5
Totale paesi U.E.	190.359	182.326	4,4
Turchia	34.817	38.213	-8,9
N, CH, ICE	5.279	5.588	-5,5
Totale paesi extra U.E.	40.096	43.801	-8,5
Totale Europa	230.455	226.127	1,9

Nel 1999 la produzione, cresciuta del 3,4% rispetto al '98, è stata di 37,3 milioni di tonnellate, dato che conferma l'Italia come maggior produttore di cemento dell'Unione Europea, così come è stato per gli ultimi 26 anni consecutivi, con la sola eccezione del 1994.

L'Italia non è, per contro, il maggior consumatore di cemento (36,6 Mt consumate nel 1999), essendo preceduta dalla Germania (38,2 Mt) per i quantitativi globali, e da altri cinque Paesi europei per consumo pro-capite: questo consumo, risultato pari a 688 kg per abitante, è peraltro sensibilmente superiore alla media europea (493 kg/ab.) (V. Tab. 6.8).

L'interscambio commerciale ha dato i seguenti risultati: le esportazioni di cemento (e in piccola parte clinker), in forte crescita nell'ultimo decennio, sono ammontate a 2,5 Mt, che corrispondono al 6,9 % della produzione, con destinazione l'Europa per il 72%, le Americhe (25%), l'Africa e il M.Oriente (3%); le importazioni, mediamente in diminuzione nel decennio, sono state pari a 1,7 Mt di cemento e clinker, corrispondenti al 4,5% della produzione, con provenienza Grecia (circa il 50%), Francia, Croazia, Indonesia, Russia e Libano.

Passando a considerare maggiormente nel dettaglio la produzione nazionale, è utile esaminare il suo andamento negli ultimi vent'anni (Fig. 6.4).

Tab. 6.8 : Consumo di cemento pro-capite in Europa

	1999 (kg)	1998 (kg)	Variaz.% 98/99
Lussemburgo	1.242	1.232	0,8
Portogallo	1.024	996	2,8
Spagna	878	787	11,6
Grecia	793	783	1,3
Irlanda	791	725	9,1
Italia	628	603	4,1
Belgio	601	546	10,1
Austria	577	599	- 3,7
Svizzera	517	515	0,4
Turchia	479	527	- 9,1
Islanda	468	421	11,2
Germania	465	441	5,4
Paesi Bassi	388	371	4,6
Francia	342	323	5,9
Finlandia	311	283	9,9
Norvegia	292	340	- 14,1
Danimarca	279	286	- 2,4
Regno Unito	212	222	- 4,5
Svezia	178	165	7,9
Totale Europa	493	477	3,4

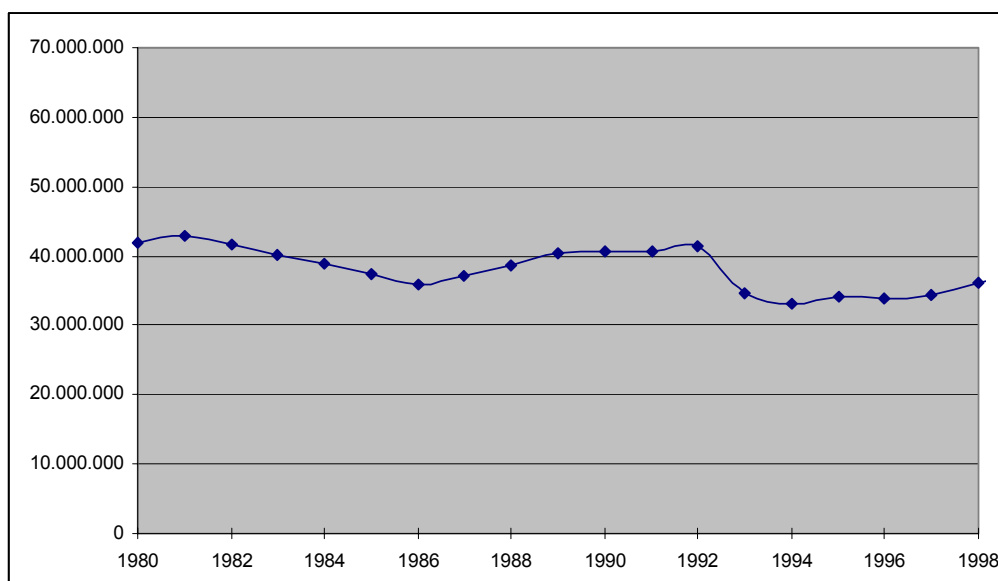


Fig. 6.4 Andamento della produzione di cemento in Italia

La produzione attuale risulta inferiore di circa il 10% rispetto ai valori dei primi anni '80 e '90, quando aveva quasi raggiunto i 43 Mt, ma è particolarmente significativa la crescita costante degli ultimi cinque anni, che, con un aumento del 13% rispetto al minimo toccato nel 1994 (33 Mt), sta nuovamente riportando i valori verso i massimi del periodo. Parallelamente

alla produzione si dimostrano in crescita anche i consumi (+4,8% nel 1999), confermando la corrispondente ripresa complessiva dell'industria delle costruzioni, cui il cemento è destinato.

Merita rilevare, a questo proposito, che risulta anche confermata la previsione sull'andamento espansivo dell'industria delle costruzioni negli ultimi anni '90, e sul conseguente fabbisogno di inerti, fatta in occasione dello studio per la predisposizione del DPAE- Primo Stralcio.

In questo stesso documento si sono fatte dettagliate considerazioni sul significato socio-economico degli inerti in quanto materie prime per l'industria delle costruzioni: le stesse considerazioni sono applicabili, in linea di principio, al cemento, il cui impiego è praticamente contestuale agli inerti, essendo il calcestruzzo la più importante in assoluto tra le sue applicazioni. Senza ripetere quanto già detto in quella sede, si può solo ricordare che il significato economico di queste materie prime è da ricercare nell'enorme valore aggiunto dell'industria delle costruzioni e nel suo fondamentale ruolo sociale, senza contare che quest'industria rappresenta tuttora il settore produttivo, al cui sviluppo sono legate le maggiori speranze di crescita dell'occupazione a medio termine.

Passando ad analizzare la distribuzione per aree geografiche si rileva come la produzione di cemento sia distribuita in modo abbastanza omogeneo sul territorio nazionale (v. Tab. 6.9), dal momento che ogni regione produce cemento, e le quantità prodotte sono in generale correlabili con i valori della popolazione: considerando la produzione pro-capite, in ben 15 regioni il corrispondente valore si scosta dalla media al massimo del 40%. Le eccezioni sono rappresentate da Umbria, Molise e Basilicata, in positivo, e dalla Liguria, in negativo.

Da questi dati si può dedurre che la produzione regionale di cemento dipende certamente dall'importanza dei rispettivi insediamenti produttivi, ma non è strettamente indicativa dei relativi consumi, poiché la destinazione del prodotto al di là dei confini regionali è un fatto commerciale assolutamente normale, più o meno significativo in relazione ai fabbisogni e all'andamento dei mercati locali.

Tab. 6.9 : Distribuzione della produzione di cemento per regioni (valore assoluto e procapite), 1999

REGIONI	POPOLAZIONE	PRODUZIONE CEMENTO	PRODUZIONE PROCAPITE
	10 ³ abitanti	10 ³ t	kg/abitante
PIEMONTE	4.284	3.170	740
LIGURIA	1.626	120	74
LOMBARDIA	9.039	5.805	642
VENETO	4.495	3.949	879
FRIULI V.G.	1.183	1.077	910
TRENTINO A.A.	932	464	498
EMILIA ROMAGNA	3.965	2.501	631
TOTALE NORD	25.524	17.086	669
TOSCANA	3.528	2.025	574
MARCHE	1.457	381	261
UMBRIA	833	2.494	2.994
LAZIO	5.260	2.830	538
TOTALE CENTRO	11.078	7.730	698
ABRUZZO	1.277	1.086	850
MOLISE	328	529	1.613
CAMPANIA	5.784	2.091	362
PUGLIA	4.080	2.919	715
CALABRIA	2.055	873	425
BASILICATA	606	1.021	1.685
TOTALE SUD	14.130	8.519	603
SARDEGNA	1.652	1.078	653
SICILIA	5.091	2.886	567
TOTALE ISOLE	6.743	3.964	588
TOTALE ITALIA	57.475	37.299	649

A compensare gli squilibri fra domanda e offerta locale, oltre ai flussi interregionali contribuisce anche la diversa destinazione, da regione a regione, delle importazioni dall'estero, che, come si è visto, sono ammontate nel '99 a circa un milione e mezzo di tonnellate. La Liguria, ad esempio, ha importato dall'estero 128.000 t di cemento, più di quanto ne produce (120.000 t), ma verosimilmente, in base a dati medi di consumo nazionale, e ha dovuto importare almeno 800.000 t da altre regioni.

Il Piemonte è al terzo posto tra le regioni italiane per produzione assoluta, mentre, con 740 kg/ab, è tra le nove regioni con produzione pro capite superiore alla media (648 kg/ab) e anche al consumo medio (628 kg/ab), appare quindi in condizioni tali da poter esportare un certo quantitativo di cemento.

Per quanto riguarda la destinazione del cemento, in base a un'indagine tuttora in corso da parte dell'AITEC, il 36% risulta essere assorbito dall'edilizia residenziale, il 33% da quella industriale e il rimanente 31% dalle opere del Genio Civile. Quest'ultima percentuale risulta decisamente in flessione negli ultimi anni, per cui il mantenimento dei consumi di cemento su valori elevati si spiega soprattutto con una maggior crescita nell'edilizia residenziale, e, in questa, all'attività di riqualificazione e manutenzione del patrimonio abitativo, che ha più che compensato la diminuzione degli investimenti in nuove abitazioni.

Qualche considerazione infine va fatta sulla struttura industriale del settore.

Risultano 30 le imprese operanti in Italia nel 1999, numero risultante dalla progressiva riduzione avvenuta negli ultimi trent'anni, a partire dalle 72 del 1969.

Tale processo di concentrazione, realizzatosi principalmente tramite processi di fusione, risulta più contenuto rispetto a quanto è avvenuto negli altri Paesi dell'Occidente, per cui al momento sussistono ancora, in generale, le condizioni per un buon grado di concorrenzialità, anche se la distribuzione della produzione per classi di aziende dimostra che tre sole aziende producono il 53% del totale, il rimanente essendo coperto per il 41% da 13 Aziende e per il 6% dalle rimanenti 14.

Il numero degli stabilimenti in funzione in Italia nel 1999 è stato di 89, di cui 61 a ciclo completo e 28 per la sola macinazione del clinker: i forni installati 136, di cui 93 attivi, ormai quasi tutti rotanti a via secca e semisecca (97% della produzione): questo processo, tecnologicamente più moderno, si sta affermando in via definitiva su quello a via umida, per ragioni sia economiche che ecologiche, soprattutto per il minor consumo di energia.

La tabella 6.10 presenta i dati relativi alla distribuzione territoriali delle unità produttive, da cui risulta in particolare che in Piemonte sono presenti nove stabilimenti, di cui 5 a ciclo completo e 4 per sola macinazione.

Tab. 6.10: Distribuzione territoriale delle unità produttive

	CICLO COMPLETO	SOLA MACINAZIONE	TOTALE
Piemonte	5	4	9
Liguria	0	1	1
Lombardia	8	3	11
Veneto	6	4	10
Friuli Venezia Giulia	3	0	3
Trentino Alto Adige	2	2	4
Emilia Romagna	4	1	5
NORD	28	15	43
Toscana	4	2	6
Marche	1	1	2
Umbria	3	0	3
Lazio	3	1	4
CENTRO	11	4	15
Abruzzo	3	0	3
Molise	1	1	2
Campania	4	1	5
Puglia	3	2	5
Calabria	2	1	3
Basilicata	2	2	4
SUD	15	7	22
Sardegna	2	1	3
Sicilia	5	1	6
ISOLE	7	2	9
TOTALE	61	28	89

Tra i principali problemi attuali dell'industria cementiera c'è quello della gestione dell'energia e dei connessi aspetti ambientali. L'industria cementiera è infatti una delle industrie a più alta intensità energetica, la qual cosa in Italia comporta inevitabilmente particolari problemi di emissioni da combustibili fossili.

I consumi energetici del 1999 sono riportati in tab. 6.11, si nota la prevalenza assoluta dell'uso del carbone (72% dell'equivalente energetico totale), mentre è ancora trascurabile l'impiego di combustibili alternativi. In particolare non decolla l'impiego di CDR (combustibile da rifiuti) a causa delle persistenti incertezze a livello politico-amministrativo che hanno impedito fino ad ora di predisporre una normativa idonea a consentire e promuovere tale tipo di combustibile.

Per produrre 1 tonnellata di cemento si è consumata, sempre nel '99, una quantità di energia corrispondente a 81 kg-equivalenti di petrolio (pari circa a 110 kg-equivalenti di carbone).

Tab 6.11 Consumi energetici nell'industria cementiera italiana, 1999

	consumo		tep	quota %
Energia elettrica	4.378.527.551	kWh	376.468	13,4
Metano	111.272.317	m ³	91.243	3,2
Carbone	2.725.389	t	2.016.788	71,6
Olio combustibile denso	314.913	t	308.615	11,0
Combustibili non convenzionali*	64.371	t	22.530	0,8
TOTALE			2.815.644	100

* assumendo p.c.i. pari a 3.500 kcal/kg corrispondenti a 14.650 kJ/kg

6.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI

6.2.1 CARATTERI PETROGRAFICI E CHIMICI DEI CALCARI SUBBRIANZONESI E BRIANZONESI UTILIZZATI NELL'INDUSTRIA CEMENTIERA CUNEESE

All'esame macroscopico i calcari subbrianzonesi e brianzonesi si presentano compatti, di colore grigio, con tonalità variabili da chiaro a scuro, a grana da fine a finissima, con struttura da isotropa a più o meno orientata e frattura concoide.

All'esame microscopico i calcari subbrianzonesi mostrano evidenti ricristallizzazioni metamorfiche, che spesso si manifestano con l'isoorientamento dei blasti appiattiti di calcite o, molto più raramente, con strutture poligonali.

Frequenti sono le testimonianze di deformazioni plastiche e clastiche, rispettivamente evidenziate da livelli ripiegati di calcite a grana minuta e da calcite spatica $\pm$ quarzo, che ricementa le fratture. Anche dove l'orientazione dei blasti calcitici è meno marcata, cristalli di dimensioni maggiori e fortemente deformati, con caratteristico aspetto di porfiroclasti, testimoniano la ricristallizzazione metamorfica. Scarsissimi sono i resti di fossili e sporadiche le stiloliti. La frazione terrigena è di norma trascurabile, limitata in ogni sezione sottile a pochi clasti di quarzo $\pm$ feldspati. La grana dei costituenti mineralogici è sempre minuta e raggiunge al massimo qualche millimetro nei porfiroclasti calcitici. Talora si osservano idioblasti torbidi di dolomite.

I calcari brianzonesi mostrano caratteri abbastanza simili a quelli subbrianzonesi, con prevalenza di strutture da foliate a francamente milonitiche e frazione terrigena di norma un po' più abbondante.

Le calcimetrie, eseguite su oltre 30 campioni prelevati nella dorsale Stura-Gesso, hanno evidenziato tenori in carbonati di norma superiori al 95% e abbastanza frequentemente al 99%; il contenuto di MgCO_3 è risultato piuttosto modesto (valore più frequente intorno al 2%) e compreso tra 0 e 8%.

6.2.2 CARATTERI PETROGRAFICI E CHIMICI DELLA *FACIES* CALCAREA DELLA PIETRA DA CANTONI

Lo studio petrografico della *facies* calcarea della Pietra da Cantoni ha permesso di suddividere i litotipi campionati in tre categorie: calcari biosparitici, calcari biomicritici e calcari micritici.

Calcari biosparitici

All'esame macroscopico i calcari biosparitici si presentano alquanto vacuolari e con colore d'insieme nocciola chiaro, su cui spiccano i granuli plurimillimetrici biancastri dei bioclasti.

All'esame microscopico la roccia risulta costituita da una frazione organica, in cui sono presenti gusci e/o frammenti di lamellibranchi, gasteropodi, foraminiferi, briozoi e litotamni, in matrice di calcite spatica. Il materiale extrabacinale è prevalentemente rappresentato da clasti di quarzo e feldspato e glauconite.

Calcari biomicritici

All'esame macroscopico i calcari biomicritici si presentano compatti, a grana fine e colore nocciola chiaro.

All'esame microscopico la roccia risulta costituita da una frazione organica, in cui sono presenti generalmente scarsi bioclasti (gusci e/o frammenti di lamellibranchi, foraminiferi), in matrice di calcite micritica. Talora compaiono anche intraclasti micritici. Il materiale extrabacinale è prevalentemente rappresentato da clasti di quarzo e feldspato, $\pm$ anfibolo, $\pm$ mica, $\pm$ clorite, $\pm$ zircone, $\pm$ glauconite.

Calcari micritici

All'esame macroscopico i calcari micritici si presentano compatti, a grana fine e colore nocciola chiaro.

All'esame microscopico la roccia risulta costituita da una massa di fondo micritica, nella quale la frazione organica è molto scarsa o assente. Il materiale extrabacinale è prevalentemente rappresentato da clasti di quarzo e feldspato, $\pm$ anfibolo, $\pm$ mica bianca, $\pm$ biotite, $\pm$ clorite, $\pm$ zircone, $\pm$ glauconite.

Le calcimetrie, eseguite su 10 campioni, hanno evidenziato tenori in CaCO_3 compresi tra il 77% e il 99% e tenori in MgCO_3 generalmente al di sotto dell'1%.

6.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO

6.3.1 PREMESSA

Lo studio delle formazioni utili affioranti in Piemonte è stato condotto sulla base sia di dati biblio-cartografici (pubblicazioni di geologia, litologia, giacimentologia, carte geologiche e tematiche, ecc.), sia dell'analisi e rilevamento diretto dei principali affioramenti, con particolare riferimento a quelli che fossero (o fossero stati in epoche più o meno recenti) oggetto di coltivazione.

Ciò al fine di giungere ad ottenere non solo una fotografia dei giacimenti ancora attualmente oggetto di coltivazione, ma una più ampia visione d'insieme delle potenzialità dei giacimenti piemontesi di questi materiali.

Metodologie e grado di dettaglio dello studio sono stati, logicamente, commisurati alla scala della cartografia operativa scelta (1/100.000, tenuto anche conto della tempistica richiesta) e delle carte tematiche finali previste (1/250.000).

Come supporto di base è stata utilizzata una carta "geolitologica" ottenuta dalla rielaborazione mirata della cartografia litologico-giacimentologica regionale in scala 1/100.000, dalla quale sono state in prima istanza estrapolate le formazioni utili.

In una seconda fase si è proceduto alla raccolta e all'analisi critica della documentazione biblio-cartografica disponibile: studi geo-giacimentologici generali, carte geologiche e tematiche a varia scala, studi di dettaglio, ecc..

La terza fase ha comportato una serie di sopralluoghi mirati, riguardanti cave attive o inattive e affioramenti naturali; sono anche stati prelevati campioni, oggetto di successive analisi petrografiche e chimiche.

La quarta fase, infine, ha comportato le necessarie rielaborazioni e integrazioni della cartografia di base, tramite le informazioni raccolte con la ricerca biblio-cartografica e i controlli eseguiti *in situ*.

Si è così ottenuta una carta semplificata, più propriamente definibile “Carta geolitologica di sintesi delle formazioni potenzialmente utili per calcari da calce e da cemento”. Poiché il chimismo delle rocce utilizzate come additivo silico-alluminoso nella produzione del cemento artificiale è assai meno vincolante di quello del calcare e nella scelta del loro utilizzo prevalgono quindi ragioni logistiche, esse non sono riportate in carta.

6.3.2 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E GIACIMENTOLOGICO

Tralasciando l’evoluzione geo-tettonica che, dal Permo-Carbonifero (Paleozoico) all’Olocene (Quaternario), ha portato la regione piemontese ad assumere la sua attuale configurazione, ai fini del presente studio un’estrema sintesi dei lineamenti geolitologici del Piemonte può portare ad una suddivisione in quattro grandi zone:

1. Le pianure alluvionali;
2. Le zone collinari del Piemonte centromeridionale;
3. L’arco alpino sud-occidentale, dalla Valle Scrivia alla Val di Susa;
4. L’arco alpino nord-occidentale, dalla Val di Susa al lago Maggiore.

Zona 1

E’ ovviamente priva d’interesse per quanto riguarda i calcari e gli additivi silico-alluminosi, essendo le rocce affioranti costituite soltanto da depositi alluvionali di età Olocenica e Pleistocenica (oggetto, tra l’altro, di intensa attività di cava per l’estrazione di sabbie e ghiaie).

Zona 2

E’ la zona in cui l’industria regionale dei leganti ha avuto in passato la massima importanza, dapprima per la produzione di “calce forte” e poi per l’industria cementiera, che dalla seconda metà dell’Ottocento fino alla 2^a Guerra Mondiale ebbe nel Casalese un ruolo economico rilevante: in essa affiorano quasi esclusivamente rocce sedimentarie di età Cenozoica (argille, marne, calcari più o meno marnosi, sabbie e arenarie variamente cementate, conglomerati), tra le quali le marne intercalate nella “Formazione di Casale Monferrato e, in

minor misura, nel “Complesso Indifferenziato” e le successioni calcareo-marnoso-arenacee della “Formazione della Pietra da Cantoni” (BONSIGNORE et al., 1969). La cottura delle prime (minerale di 1^a categoria ai sensi della vigente legge mineraria statale) consentiva la produzione del Portland naturale, mentre la coltivazione delle seconde ha permesso di mantenere fino ad ora in vita l’attività cementiera della zona, sia pur in forma pressoché residuale rispetto al passato.

La Pietra da Cantoni (MONTRASIO et al., 1968; BONSIGNORE et al., 1969; STURANI, 1973; SCHÜTTENHELM, 1976), impropriamente detta “tufo”, è una delle formazioni più caratteristiche del Monferrato e anche quella che si presenta nelle migliori condizioni di affioramento, sia per la frequenza di sezioni naturali, sia perché fu oggetto di un’attività estrattiva molto intensa come materiale da costruzione, prima ancora che per usi industriali: il suo nome proviene proprio dall’utilizzo che si faceva dei suoi livelli calcareo-arenacei più compatti, dai quali si estraevano i “cantoni”, ossia blocchetti parallelepipedi con lati pluridecimetrici che venivano impiegati come pietre da muro (PICCINI, 1999).

La formazione della Pietra da Cantoni, il cui spessore complessivo si aggira attorno ai 400-450 metri, mostra i caratteri di una sedimentazione clastica, tipica di un ambiente di deposizione marino relativamente poco profondo e influenzato dal moto ondoso.

Nel Foglio 69 “Asti” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, la Pietra da Cantoni affiora in un’area limitata, all’estremità nord-orientale; grande sviluppo ha invece più a Nord, nel contiguo Foglio 57 “Vercelli”.

Dal basso verso l’alto la successione è la seguente (MONTRASIO *et al.*, 1968):

a – Calcarei organogeni bioclastici di colore giallastro, ricchi alla base di noduli di Corallinacee (*algal balls*) e passanti a calcari arenacei; la loro potenza è dell’ordine di 70-80 metri.

b -Marne arenacee poco coerenti, potenti da 15 a 30 metri.

c - Marnecalcareo-arenacee passanti ad arenarie calcaree, dapprima a grana grossolana e giallastre, indi a grana finissima e di colore biancastro (Castello di Castel S. Pietro). E’ questo l’orizzonte che caratterizza l’intera formazione, nel quale erano aperte le principali cave di “cantoni”. Il suo spessore varia da luogo a luogo, con minimi di 30-50 metri (Moleto, Ottiglio) e massimi di 100-150 metri (Patro, Perno, Castel S. Pietro).

d -Alternanze di calcari silicei in strati decimetrici e di marne grigio-chiare a frattura concoide, in strati spessi fino a 1,5-2 metri (basso versante meridionale della valle del Torrente Stura, Val Cerrina), con potenza totale da 30 a 50 metri.

e -Marne siltose biancastre, a frattura concoide e a stratificazione mal distinta (Brusasca, Piazzano, basso versante meridionale della Val Stura), potenti complessivamente 80-100 metri.

f -Arenarie sabbiose calcaree ad elementi serpentinosi, per lo più a grana media, talora contenenti concrezioni nodulari calcarifere allineate in modo discontinuo secondo la stratificazione (Martinengo, Cantavenna, Osta), che conferiscono all'orizzonte un aspetto molassico. La potenza è di circa 80 metri.

CLARI *et al.* (1994) distinguono nella Pietra da Cantoni tre litofacies:

a - Calcareniti e calciruditi glauconitiche a macroforaminiferi, rodoliti, bivalvi, echinidi, coralli, balanidi, odontoliti, microforaminiferi e frustoli vegetali, che affiorano nel settore orientale;

b - calcareniti a foraminiferi planctonici e glauconia, spesso laminate, che sostituiscono verso Ovest la litofacies precedente;

c - marne e marne calcaree bianche a foraminiferi planctonici, echinidi e rari coralli, cui si intercalano marne silicizzate, affioranti ancora più a occidente.

La distribuzione laterale delle litofacies indica un approfondimento del bacino di sedimentazione della Pietra da Cantoni da Est verso Ovest.

Ai fini della caratterizzazione della formazione per gli usi industriali, pare utile la sua suddivisione in quattro litofacies (calcareo, calcareo-arenacea, arenaceo-pelitica e pelitica), le cui distribuzioni e composizioni sono state indagate con discreto dettaglio in quattro aree (v. fig. 6.5).

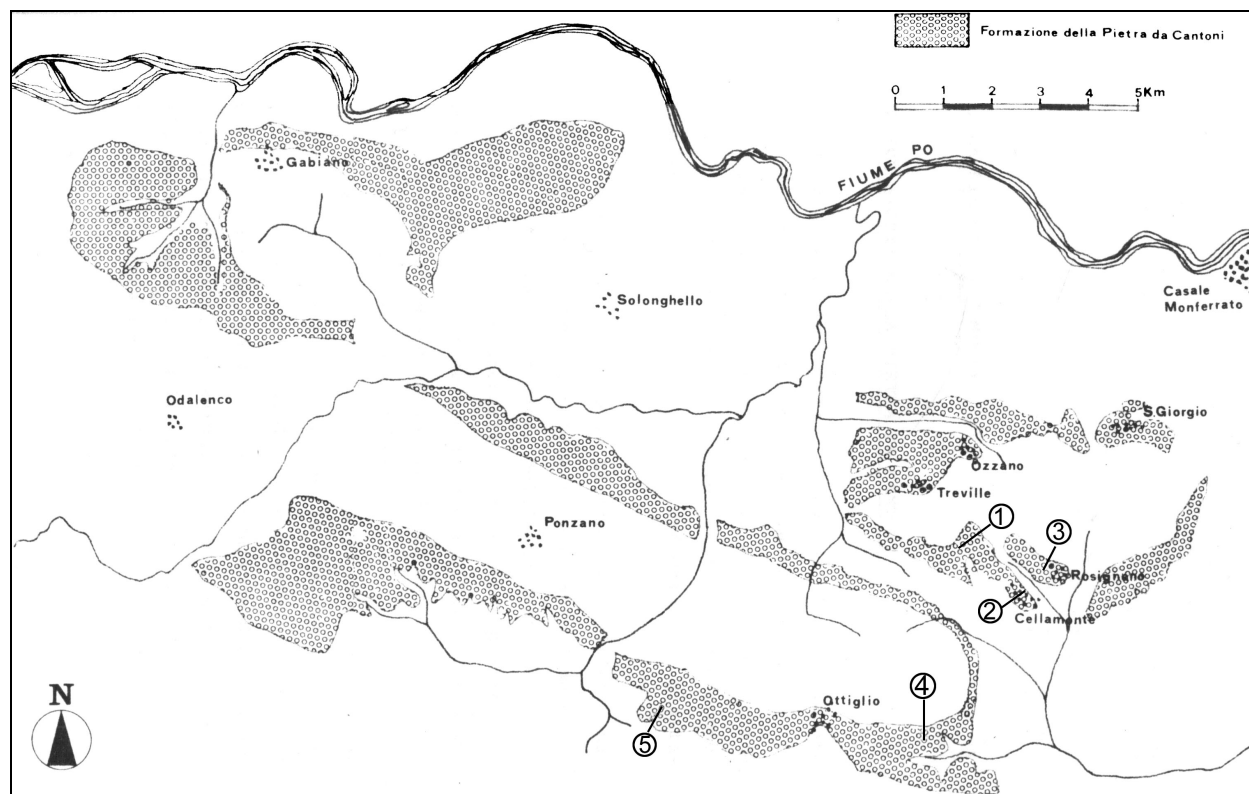


Fig. 6.5 Areale di affioramento della “Pietra da Cantoni” ed ubicazione delle sezioni descritte (1 e 2: Cellamonte; 3: Rosignano; 4: Moletto; 5: Grazzano Badoglio)

Nell’area di Cellamonte (AL) sono state studiate due sezioni, facilmente correlabili tra di loro, sul versante NE della dorsale omonima e ubicate rispettivamente presso Case Marisia e la cappella di S. Quirico (n.1 e 2. della fig. 6.5).

In entrambe le sezioni sono state riconosciute dalla base verso il tetto le seguenti litofacies:

- a - litofacies marnosa di base;
- b - litofacies calcarea con grossi noduli di alghe coralline alla base dello strato. La sua potenza massima è prossima a 10 m e il tenore in carbonati ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) supera abbondantemente il 90%;
- c - litofacies calcareo-arenacea con numerosi frammenti di fossili e foraminiferi immersi in una matrice marnosa. La sua potenza massima è prossima a 40 m e il tenore in carbonati ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) oscilla tra il 58% e l’86%;
- d - litofacies arenaceo-pelitica con rari bioclasti a matrice marnosa.

Anche nell'area di Rosignano (AL) (n. 3 della fig. 6.5) sono presenti le litofacies riconosciute a Cellamonte, ma prevale nettamente per areale di affioramento e potenza (circa 45 m) la litofacies calcareo-arenacea, con tenore in carbonati ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) oscillante tra il 57% e il 70%.

Nel Comune di Grazzano Badoglio (AT), dove la Pietra da Cantoni venne estratta nella grande cava di Madonna del Monte, ricade la concessione mineraria di marna da cemento "Zenevreto" (n. 5 della fig. 6.5): qui il materiale utile è prevalentemente rappresentato dalla litofacies arenaceo-pelitica (marna calcareo-arenacea), alternata a sottili banchi calcarei e a più potenti livelli arenacei.

Nell'area di Moletto del Comune di Ottiglio, (AL), dove da poco ha cessato l'attività una importante cava (n. 4 della fig. 6.5), la litofacies calcarea poggia in contatto tettonico su marne grige (chiamate localmente "Tufo Blu") della formazione delle "Marne di Antognola", ha potenza variabile tra 30 e 50 m circa e tenori in CaCO_3 prossimi al 90%. Su di essa insiste la litofacies pelitico-arenacea, potente oltre 70 m, in cui nell'area della cava venivano distinti due livelli tradizionalmente denominati "Garlando" e "Americano". Il primo è costituito da marna argilloso-arenacea, di colore grigio e contenente componenti organici; il suo spessore è di circa 15 m e il tenore in CaCO_3 si aggira sul 55-60%. Il secondo è invece costituito da una marna arenacea, di colore da marrone a grigio-marrone chiaro, con intercalazioni di calcari marnosi; il suo tenore in CaCO_3 è del 60-70%.

Pur essendo la Pietra da Cantoni una formazione poco omogenea, si deve rimarcare che alcune sue porzioni rientrano nei minerali di 1^a categoria e che comunque la sua composizione è tale da consentire, con modeste correzioni, la produzione di cemento Portland artificiale. Scendendo più in dettaglio, se il suo tenore in CaCO_3 supera il 75% può essere miscelata con marne quali il "Tufo Blu", di cui si è detto in precedenza e il cui tenore in CaCO_3 è solitamente inferiore al 40%; se, viceversa, esso non raggiunge il 75% si può intervenire con aggiunte di materiali ad alto tenore in CaCO_3 , quali i calcari del Cuneese o del Bergamasco.

Infine, se si prescinde dall'eccezionale situazione dell'area di Moletto, la maggior parte degli affioramenti della Pietra da Cantoni non mostra purtroppo, per le particolari condizioni di sedimentazione, per la struttura geologica della zona e per la sua composizione chimica, quei caratteri che sarebbero desiderabili per un ampio ed intensivo sfruttamento industriale, al quale sono pure di ostacolo l'intensa antropizzazione e la presenza di un'agricoltura specializzata.

In passato, oltre che la già ricordata Formazione di Casale Monferrato, anche parti di altre formazioni affioranti in questa zona ebbero un ruolo non trascurabile nella produzione del cemento e soprattutto della calce. Tra di esse meritano di essere citate:

a - le *facies* flyschiodi calcareo-marnose del “Complesso Indifferenziato” eocenico-cretacico (BONSIGNORE *et al.*, 1969), i cui maggiori affioramenti sono situati nei pressi di Lauriano e Verrua Savoia (TO);

b - i banchi di calcare della Formazione di Gassino (BONSIGNORE *et al.*, 1969), coltivati soprattutto nei pressi dell’omonima località;

c - gli elementi calcarei dei conglomerati oligocenici e miocenici delle Formazioni di Ranzano e di Antognola e dei Complessi di Termô Fôrà e di Baldissero (“Calcare di Superga”), che alimentavano una serie di fornaci da calce situate tra Torino e Gassino;

d - le lenti di calcari marnosi, intercalati nella “Formazione Gessoso-Solfifera” e cavati in diverse località dell’Alessandrino e dell’Astigiano (Lu, Altavilla Monferrato, Calliano, Penango, Alfiano Natta, Montiglio, Passerano, Arignano).

Zona 3

La zona 3 è caratterizzata dalla prevalenza di affioramenti di rocce metamorfiche di vario tipo: metaofioliti (Zona Piemontese Interna), gneiss e micascisti (Basamento cristallino della Zona Delfinese-Elvetica, Massiccio Dora-Maira), porfiroidi e quarziti (Permo-Trias della Zona Brianzone), marmi, dolomie e calcari marmorei (Copertura Mesozoica delle Zone Delfinese-Elvetica e Brianzone l.s., Zona Piemontese Esterna) e calcescisti (Zona Piemontese Interna ed Esterna).

In questa zona si è rilocalizzata l’estrazione della materia prima per l’industria cementiera, allorché questa si è progressivamente convertita alla produzione del cemento Portland artificiale, e prosegue la coltivazione del calcare per calce, sia pur in un numero di unità significativamente ridotto rispetto al passato.

I calcari e gli additivi silico-alluminosi per la produzione del cemento vengono coltivati in un’area relativamente ristretta presso la confluenza delle Valli Gesso e Vermezzana; in Valle Gesso viene inoltre estratto un calcare per uso industriale.

Le unità strutturali, che si succedono dall’esterno all’interno della catena a costituire l’orogeno alpino in questo settore delle Alpi Marittime, sono rappresentate dal Dominio

Delfinese-Elvetico, dalla Zona Subbrianzonese, dalla Zona Brianzonese e dalla Zona Piemontese-Ligure, quest'ultima intesa secondo la definizione di VANOSI *et al.* (1984).

Tra il Massiccio dell'Argentera e la pianura queste unità formano delle fasce affiancate, tra loro in contatto tettonico, dirette WNW-ESE e larghe ciascuna 2-3 km (CARRARO *et al.*, 1970).

Nel seguito si delineano le stratigrafie del Complesso Sedimentario Autoctono (Dominio Delfinese-Elvetico), in cui ricorre il calcare utilizzato per usi industriali, delle Zone Subbrianzonese e Brianzonese, alle quali appartengono le rocce carbonatiche escavate per la produzione del cemento, e della Zona Piemontese-Ligure, dalla quale provengono gli additivi silico-alluminosi e i calcari da calce.

Il Complesso Sedimentario Autoctono, che incide la Valle Gesso tra gli abitati di Valdieri e San Lorenzo, costituisce una fascia continua attorno al Massiccio e si estende sul versante piemontese dal Colle della Maddalena al Colle di Tenda. In esso si distinguono dal punto di vista strutturale due parti: la prima comprende terreni del Carbonifero superiore, ora affioranti in sinclinali entro il Massiccio dell'Argentera, e terreni del Permiano e del Trias inferiore che, durante l'orogenesi alpina, sono rimasti solidali con il Massiccio Cristallino; alla seconda appartengono invece tutti i terreni depositatisi dal Trias medio all'Oligocene, che durante l'orogenesi alpina si sono scollati dal loro substrato in corrispondenza di livelli evaporitici triassici. Alla base della serie si trovano quarziti arenacee o conglomeratiche biancastre, seguite da un primo orizzonte evaporitico (Carniole Inferiori), da un livello calcareo-dolomitico e da un secondo orizzonte evaporitico (Carniole Superiori), passante lateralmente ad argilloscisti neri (Keuper). La parte sommitale del Keuper è costituita da argilliti varicolori, prevalentemente rosso-violacee o verdastre, associate a livelli di breccie. Seguono calcari dolomitici ($\pm$ calcari marnosi a Crinoidi e Lamellibranchi) del Retico-Hettangiano, calcari scuri sinemuriani a Grifée e Arietidi e marne scistose grigiastre con Ammoniti toarciane. La parte inferiore del Dogger è costituita da calcari scuri con Belemniti ed Ammoniti, sormontati dalle Terre Nere, ossia una potente serie di argilloscisti scuri di età oxfordiana-batoniana contenenti intercalazioni di breccie. Al di sopra delle Terre Nere compare la barra calcarea terminale del Malm, i cui livelli inferiori sono rappresentati da marmi bianchi o grigi, più o meno dolomitici ("Bardiglio di Valdieri"), e quelli superiori da calcari scuri in strati sottili, passanti al tetto, tramite livelli brecciati, alla barra calcarea talora dolomitizzata (Titoniano). Seguono i calcari cretaci: si tratta di calcari micritici scuri ad Aptici e Belemniti alla base e di calcari marmorei chiari, spesso arenacei, talora

conglomeratici, in grossi banchi alternanti con calcari ardesiaci in lastre nella parte superiore, tra i quali talora si interpone un orizzonte di scisti argillosi o argilloso-calcarei (Marne Nere). Il deposito della serie marina si interrompe tra il Cretaceo superiore e l'Eocene medio a causa dell'emersione di tutto il Massiccio, testimoniata da sottili livelli di conglomerati fluviali e calcari lacustri ("Strati del Lauzanier"), per poi riprendere con calcari scuri, talora dolomitici, con Nummuliti, Litotamni, Coralli e Molluschi, seguiti da scisti ardesiaci (Priaboniano inf.) a patina chiara con Globigerine e Globorotalie. La serie di copertura del Massiccio dell'Argentera termina con una potente formazione detritica flyschioide, costituita da alternanze di arenarie grige e scisti argillosi scuri (Flysch di Annot, di età Oligocene-Priaboniano sup.).

Il materiale utile è rappresentato dai calcari del Malm inf., estratti per uso industriale nella Real Cava Marmorera in Comune di Valdieri.

La Zona Subbrianzonese, che la Valle Gesso incide tra gli abitati di Valdieri e Andonno, rappresenta, dal punto di vista paleografico, il settore di transizione tra il bacino Delfinese e la piattaforma Brianzonese e corrisponde, soprattutto durante il Mesozoico, ad una successione di depressioni e di alti fondi. Essa comprende dunque sequenze anche molto diverse tra loro, da complete a lacunose.

Il termine stratigrafico più antico è il Trias medio con calcari a cellette, dolomie cariate e gessi. L'orizzonte evaporitico non è continuo e passa a calcari compatti talora brecciati e con patina giallastra, contenenti anche alternanze calcareo-argillose.

Nel Keuper-Retico-Lias la ricostruzione della serie è difficoltosa a causa delle complicazioni tettoniche.

Si riconoscono litotipi sia di facies continentali (Keuper), sia di facies marine (Carnico-Norico-Retico): dolomie bituminose, a patina giallastra, calcari dolomitici bianchi o grigio-chiari, argilliti e siltiti, brecce calcaree e argilloscisti calcarei, dolomie chiare oolitiche. Calcari bituminosi a lumachelle, argilliti nere e dolomie bituminose, frammisti ai precedenti litotipi costituiscono i livelli più recenti (Retico-Lias). Sporadicamente compaiono calcari con selce a lacci, riferibili al Sinemuriano.

Il Dogger-Malm è rappresentato da una potente serie di calcari da scogliera bianchi, grigi, nerastri, più o meno marmorei e localmente dolomitizzati, affioranti in bancate decimetriche, alla cui sommità è stato rinvenuto un livello fossilifero titoniano (CAMPANINO STURANI, 1967).

Il Cretaceo, datato come Cenomaniano-Turoniano, è costituito da calcari arenacei e ardesie, a patina spesso rossiccia, riccamente fossiliferi.

Nel Terziario prevalgono facies detritiche di mare poco profondo: ad un conglomerato basale con elementi di rocce prevalentemente permocarbonifere, succedono calcari arenacei a grandi Nummuliti, Orbitoidi, Coralli, Briozoi, Molluschi, ed alternanze di arenarie e ardesie con Globigerine e Globorotalie in facies di Flysch.

La Zona Brianzone, che la Valle Gesso incide tra gli abitati di Andonno e Aradolo la Bruna, comporta un basamento cristallino pre-carbonifero superiore, non affiorante nell'area qui considerata, un tegumento permocarbonifero a dominante silicea (Permo-Carbonifero Assiale *Auct.*) e una copertura meso-cenozoica a dominante carbonatica (Zona Brianzone *s.s.*).

I terreni carboniferi sono rappresentati da metasedimenti detritici da fini a grossolani (filladi più o meno carboniose, micascisti, quarziti, gneiss conglomeratici) e sono seguiti dai metaderivati di una sequenza vulcano-detritica calcalcalina, a chimismo essenzialmente acido, che si estende cronologicamente dal limite Carbonifero-Permiano al Permiano Inferiore.

L'ingressione del mare mesozoico è marcata da quarziti conglomeratiche o arenaceo-conglomeratiche permo-eotriassiche, seguite da quarziti lastroidi più o meno arenacee, scisti quarzoso-sericitici ed argilliti, attribuibili al Werfeniano Inf. Un orizzonte evaporitico a calcari a cellette, dolomie bituminose, scisti argillosi, anidriti e gessi ("Carniole Inferiori") caratterizza il Werfeniano Sup.

Alle Carniole Inferiori segue una formazione calcareo-dolomitica molto potente. Nell'area qui considerata, il Trias carbonatico assume notevole estensione soltanto a Sud del Gesso, dove appare costituito da calcari più o meno dolomitici e dolomie, con subordinate brecce dolomitiche e scisti calcareo-argillosi, di età anisico-ladinica. Nella dorsale tra Stura e Gesso esso è invece rappresentato da calcari a patina chiara con intercalazioni marnose, da argilloscisti, dolomie, calcari brecciati e brecce a cemento ocraceo (Trias Sup.) e da scarse argilliti calcaree (Keuper).

Nell'area in esame la serie dei terreni brianzoni è caratterizzata dalla mancanza di formazioni marine del Giurese Inf. Questo infatti è dubitativamente rappresentato solo da brecce continentali che sormontano, talora in lieve discordanza, le dolomie ladiniche. Le condizioni di emersione si protraggono fino al Batoniano, quindi si depositano calcari scuri, fetidi alla percussione, in facies neritica (Dogger), potenti 30÷150 m e sormontati da una serie pelagica, parzialmente condensata, di calcari micritici dell'Oxfordiano Sup.-Titoniano, localmente in facies di ammonitico rosso nodulare (Marmi di Guillestre).

Ai calcari del Dogger-Malm seguono direttamente, per lacuna sottomarina del Cretaceo inferiore e medio, i “*Calcschistes Plantoniques*” del Cretaceo Sup.–Eocene, il cui litotipo caratteristico è rappresentato da calcari marnoso-silicei, talora compatti e talora distintamente scistosi, di colore grigio-verdognolo o rosato, con microfaune pelagiche (Globotruncane nella parte inferiore e media della formazione, Globorotalie al tetto). Localmente (dorsale Gesso–Stura) entro ai “*Calcschistes Plantoniques*” compaiono estese intercalazioni di breccie e livelli terrigeni.

La serie dei terreni brianzonesi si chiude con una formazione terrigena di tipo flyschioide, nota come “Flysch Nero”. Essa è costituita da scisti argilloso-siltosi scuri, con subordinate alternanze di straterelli arenacei ed intercalazioni di breccie (analoghe a quelle contenute nei “*Calcschistes Plantoniques*”) e di brecciole gradate a Nummuliti.

Le rocce carbonatiche utili delle Zone Subbrianzone e Brianzone sono i calcari più o meno marmorei di età Dogger-Malm: in particolare, i calcari subbrianzonesi sono estratti nelle cave di Tetti Monfranco Tabanot e di Ciapelaruta in Comune di Roaschia e quelli brianzonesi nella cava di Monte Cros in Comune di Valdieri.

I calcari subbrianzonesi del Dogger-Malm, in relazione all’estensione del loro areale di affioramento e della minore erodibilità, costituiscono l’ossatura della struttura morfologica della Zona Subbrianzone nell’area compresa tra le Valli Stura e Vermenagna: essi formano grandi scaglie separate da livelli calcarei più o meno dolomitici, di età triassica e giurassica sup., o dascisti ardesiaci e ardesie eocenici.

I calcari brianzonesi Dogger-Malm, viceversa, appaiono subordinati rispetto alle altre litologie della Zona Brianzone.

Le calcimetrie, eseguite su oltre 30 campioni prelevati nella dorsale Stura-Gesso, hanno evidenziato tenori in carbonati di norma superiori al 95% e abbastanza frequentemente al 99%; il contenuto di $MgCO_3$ è risultato piuttosto modesto (valore più frequente intorno al 2%) e compreso tra 0 e 8%.

La Zona Piemontese-Ligure è rappresentata in quest’area dalla serie dei calcescisti con subordinate e sottili intercalazioni ofiolitiche e da una fascia calcareo-dolomitica basale, scollata dal suo substrato pretriassico (CREMA *et al.*, 1971). Questa fascia, che più a nord raggiunge potenza rilevante, inizia con un complesso calcareo-dolomitico di probabile età anisico-ladinica, cui seguono una formazione dolomitica ladinica e la Dolomia Principale norico-carnica, ben stratificata e fossilifera. Verso l’alto, le dolomie passano gradualmente a calcari cristallini spesso

microbrecciati a rari Coralli, con livelli scistosi e filladici, letti dolomitici di calcari selciferi e quarzitici al tetto (Retico-Hettangiano). La sovrastante sequenza dei calcescisti è databile in Val Grana ove affiora il Sinemuriano, ricco alla base di Belemniti e Arietidi. Seguono quindi calcari più o meno quarzosi a Belemniti, microbrecce dolomitiche, calcescisti e marmi scuri ricchi in Ammoniti del Sinemuriano superiore.

La sequenza continua dapprima con calcescisti ricchi di intercalazioni di brecce (Lias medio?) e quindi con orizzonti a dominante terrigena, nei quali compaiono i primi livelli di radiolariti e le prime ofioliti. Seguono la caratteristica associazione marmi-ofioliti-radiolariti (Malm-Neocomiano?) e i tipici calcescisti a letti filladici, calcarei e arenacei (Cretaceo medio-inf.?).

Le ofioliti comprese in questo complesso sono rappresentate da prevalenti prasiniti (colate, brecce e tufiti basaltiche), che costituiscono intercalazioni stratoidi nei parascisti, con subordinate serpentiniti e rarissimi metagabbri in posizione secondaria (scaglie tettoniche, olistoliti) nei calcescisti incassanti.

L'additivo silico-alluminoso necessario per la preparazione del cemento artificiale, viene ricavato da livelli filladici dei calcescisti estratti nelle cave di Terra Rossa (Borgo S. Dalmazzo, CN), Tetti Gavota Mariné e Tetti Noise (Robilante e Roccavione, CN) e, previa omogeneizzazione del tout-venant, la sua composizione risulta: $\text{SiO}_2 = 50\div 55\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7\div 12\%$, $\text{CaO} = 6\div 10\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4\div 6\%$, $\text{MgO} = 2\div 4\%$. (Sandrone e Piazza, 1985)

Dalla fascia calcareo-dolomitica della Zona Piemontese alla base dei calcescisti o in scaglie tettoniche nel Massiccio Dora-Maira si alimentò in passato la quasi totalità delle fornaci di calce operanti nell'area (Sanfront, Piasco, Dronero, Boves, Villanova e San Michele Mondovì nel Cuneese, Meana in Val di Susa); l'estrazione prosegue sia nelle due cave tuttora attive di Valle del Cugino (Bernezzo, CN) e di Rivasse Tarditi (Rossana, CN) sia nelle cave di Bagnasco, tra cui la cava in loc. Tetti Bava di recente apertura per la produzione di materia prima per premiscelati da intonaci.

Importanza "storica" ebbero infine i calcari cristallini quarzo-micacei (*Calcaires pointillés*) cretacei e le dolomie, con subordinati calcari dolomitici, della Zona Sestri-Voltaggio (CORTESOGNO & HACCARD, 1984). I primi erano utilizzati nella cemeniteria di Arquata Scrivia (AL) e le seconde in alcune fornaci di calce.

Si ricorda inoltre che nel Comune di Votaggio (AL) ricade dal 1986 la concessione mineraria per marna da cemento “Monte Bruzeta”, della quale però non è stata avviata a tutt’oggi la coltivazione.

Zona 4

La quarta zona, assai estesa, comprende litotipi molto diversi tra loro: oltreché gran parte delle rocce metamorfiche citate nella Zona 3, seppur in qualche caso riferibili ad altre unità strutturali e mostranti differenti caratteri metamorfici, sono altresì presenti rocce magmatiche (graniti, sieniti, dioriti, rioliti, andesiti) e rari lembi di rocce sedimentarie, in prevalenza carbonatiche.

Benché sia nota l’estrazione in passato di “calcare” da calce in numerose località (Crevoladossola, VB; Maggiora, NO; Borgosesia, VC; Crevacuore, Villa del Bosco, BI; Montalto Dora, Lessolo, Rivara, Levone, TO), attualmente essa non riveste più alcun interesse industriale.

6.3.3 DISTRIBUZIONE DELLE CAVE

Le cave di “pietra da calce” in Piemonte hanno coltivato in un passato più o meno remoto rocce carbonatiche, sia sedimentarie, sia metamorfiche, appartenenti a qualsivoglia unità strutturale. Ciò trova spiegazione nel fatto che un modesto mercato locale sopprimeva un tempo alle difficoltà dei trasporti: a metà dell’Ottocento erano infatti attive in Piemonte oltre 400 cave di “pietra da calce” (AA.VV., 1979) che, considerato il numero di addetti (poco più di 500), erano presumibilmente di dimensioni molto ridotte.

Nel 1975 erano ancora attive in Piemonte complessivamente 37 cave di calcare per leganti e pietrisco (AA.VV., 1979): pur non disponendo di un dato certo disaggregato, si può stimare in circa 30 il numero delle cave di materia prima per calce e cemento.

Attualmente sono attive soltanto due cave di calcare per calce (Valle del Cugino nel Comune di Bernezzo, Rivasse Tarditi nel Comune di Rossana) in provincia di Cuneo e tre cave di calcare per cemento (Monte Cros nel Comune di Valdieri, Tetti Monfranco Tabanot e Ciapelaruta nel Comune di Roaschia), anch’esse in provincia di Cuneo. Una quarta cava di calcare per cemento (Moleto in Comune di Ottiglio, AL) ha recentissimamente cessato l’attività.

A queste si aggiungono una cava di calcare per uso industriale (Real Cava Marmorera nel Comune di Valdieri), tre di calcescisto per cemento (Terra Rossa nel Comune di Borgo San Dalmazzo, Tetti Gavota Mariné e Tetti Noise nei Comuni di Robilante e Roccavione) e le tre cave di calcare in Comune di Bagnasco di cui quella in località Tetti Bava produce materia prima per premiscelati da intonaci, in provincia di Cuneo.

Il quadro geo-giacimentologico in cui ricorrono queste cave è stato illustrato nel precedente paragrafo 6.3.2.

Si ricorda infine l'esistenza di due concessioni minerarie per marna da cemento: "Monte Bruzeta" nel Comune di Voltaggio (AL) e "Zenevreto" nel Comune di Grazzano Badoglio (AT); entrambe non ancora in attività.

6.3.4 CARTOGRAFIA TEMATICA

A compendio dei dati giacimentologici sopra esposti è stata elaborata una carta giacimentologico-tecnica in scala 1/250.000, denominata "Carta geolitologica di sintesi delle formazioni potenzialmente utili per calcari da calce e da cemento", nella quale sono state evidenziate:

- le formazioni potenzialmente utili;
- le cave attualmente operanti.

Nella carta sono inoltre riportate le principali località sede, in tempi passati, di attività estrattiva per calcare da calce o da cemento e per marne da cemento e le due concessioni minerarie oggi esistenti.

6.3.5 CONCLUSIONI

Le ricerche e le prove svolte hanno permesso una prima ricostruzione, a livello regionale, delle formazioni maggiormente sfruttate in Piemonte, nei tempi passati o attualmente, per la produzione di calce e cemento.

In estrema sintesi si può affermare che le formazioni del Monferrato e i lembi carbonatici della Zona 4 non presentano, ad oggi, caratteristiche tali da far prevedere la ripresa di un loro sfruttamento intensivo.

6.4 CARATTERISTICHE DELLE CAVE

Le cave di “pietra da calce” in Piemonte hanno coltivato in un passato più o meno remoto rocce carbonatiche, sia sedimentarie, sia metamorfiche, appartenenti a qualsivoglia unità strutturale. Ciò trova spiegazione nel fatto che un modesto mercato locale sopprimeva un tempo alle difficoltà dei trasporti: a metà dell'Ottocento erano infatti attive in Piemonte oltre 400 cave di “pietra da calce” che, considerato il numero di addetti (poco più di 500), erano presumibilmente di dimensioni molto ridotte.

In linea di massima, si può dire che, con riferimento alla situazione geologico-stratigrafica regionale:

- le calci “magre” derivano da cottura di calcari magnesiaci cristallini (trias alpino) oppure di calcari arenacei (mio – pliocene)
- le calci “forti” (di buona idraulicità) si ottengono in prevalenza da calcari marnosi (cretacici)
- le calci “grasse” dai calcari crittomeri (o semimarnosi) cretacici o giurassici
- le calci “crude” (scadenti) provengono dalla cottura di marmi veri e propri, metamorfici e dai calcefiri (meso e paleozoici).

Calci un tempo famose (Dronero, Bussoleno, ecc.) sono oggi scomparse; rimane il polo di Piasco e quello di Bernezzo, entrambi in Provincia di Cuneo.

La cava di Dronero produce ora pietrisco per aggregati e soprattutto massi da scogliera e quella di Bussoleno – Meana recupera come granulati gli sterili delle passate coltivazioni.

Soprattutto nella fascia alpina, i giacimenti di calcare sono spesso lenti o scaglie di dimensioni ridotte, tali da non giustificare, oggi, l'avvio di una attività industriale.

La stessa cava di Valdieri, in località Marmorera, esaurito l'affioramento calcareo metamorfico, dopo aver ripreso lo sfrido delle coltivazioni storiche di marmo bardiglio, è ora nella situazione di dover accedere nella montagna, per seguire il corpo carbonatico utile – passando così ad una problematica coltivazione in sotterraneo- se non vuole chiudere l'attività, indispensabile per l'approvvigionamento della materia prima in stabilimento.

Con riferimento alle cave in attività oggi in Piemonte si può osservare che l'abbattimento del calcare avviene generalmente con gradoni da 12 a 15 metri di altezza; la perforazione è effettuata principalmente con attrezzature *rotary* oppure *downhole* nelle cave più grandi, mentre nelle piccole unità produttive si preferiscono ancora perforatrici a percussione esterna.

I diametri dei fori sono in genere compresi tra 70 e 100 mm.; si usano in prevalenza fori inclinati (in media 80°). Pratica abbastanza comune è poi quella di rivestire i fori con tubi di plastica.

Il consumo specifico di esplosivo viene mantenuto ai valori minimi per tre motivi: la produzione di fini deve essere ridotta al minimo nella fase del processo corrispondente all'abbattimento; il costo dell'esplosivo è sempre stato piuttosto alto in Italia; infine le autorità impongono limiti sempre più severi alle cariche delle volate per problemi ambientali.

Di conseguenza, consumi specifici di 0,25 – 0,30 kg/m³ sono comuni; i produttori cercano addirittura di ottenere consumi anche minori.

Per le stesse ragioni, l'abbattimento si effettua di norma per file singole, ed è raro quello per file multiple.

Gli esplosivi ANFO e SLURRY sono i più usati; devono essere confezionati poiché la normativa italiana non consente il caricamento sciolto.

L'abbattimento con microritardi è ovviamente la norma per evitare pericolose proiezioni di materiale durante l'esplosione.

Il basso consumo di esplosivo, associato ad una relativamente densa perforazione ravvicinata, consente di ottenere gradoni abbastanza regolari e netti, che rassomigliano in qualche caso a quelli ottenuti con tecniche di abbattimento controllato, anche in zone di roccia difficile, e di conseguire la stabilità anche in presenza di fronti ripidi, in tal modo soddisfacendo le esigenze di ottenere la massima produzione consentita dalla superficie autorizzata.

L'abbattimento secondario per mezzo di esplosivi è una pratica ormai obsoleta, soppiantata dall'impiego di martelloni montati su pesanti mezzi gommati.

In qualche favorevole configurazione è altresì possibile applicare la tecnica del preminaggio, soprattutto operando per spianamenti. La configurazione è infatti prevalentemente a mezza costa, avendo solo raramente potuto raggiungere – per motivi giacimentologici o per limitazioni amministrative – i crinali superiori.

Le cave a mezza costa, aperte cioè su un versante di un rilievo, collinare o montano, rappresentano in ogni caso le conformazioni di unità estrattive tradizionali, soprattutto in presenza di rocce compatte. Ed in effetti le cave di pietrisco, tipiche dei calcari e delle dolomie, presentano alti fronti gradonati, con ampio piazzale di base, qualora non sia previsto un gettito a parte del materiale abbattuto, ed accessi laterali, serviti da apposite piste di arroccamento.

Il metodo di coltivazione è stato, in passato, prevalentemente quello dei “gradoni montanti”, con progressivo arretramento del ciglio, sempre più in quota, verso la montagna. Gli “impatti” visivi di tali cave erano evidentemente massicci, soprattutto nelle valli più esposte e frequentate.

L'utilizzo sistematico di mine verticali, a partire dai gradoni, ha consentito comunque di ottenere alte produzioni con relativamente modeste meccanizzazioni di cantiere (carro di perforazione, escavatore, dumper) e - una volta avviato il fronte - limitate estensioni, in pianta, della cava.

Attualmente, sia in fase di rinnovo o di ampliamento consistente delle attività estrattive di monte, sia soprattutto di apertura di nuove cave, si perseguono coltivazioni “per fette orizzontali discendenti”, lasciando in posizione definitiva, e quindi stabilmente recuperata, la parte gradonata di scavo; in qualche situazione favorevole si realizza così una riprofilatura del versante, secondo le pendenze originarie, solo in posizione più arretrata, ma comunque ben raccordata con ciò che rimane al contorno.

Questo metodo di coltivazione, non generalizzabile ma sempre più frequente nelle maggiori unità estrattive, consente produzioni elevate ma richiede una meccanizzazione spinta dell'abbattimento; vi possono ad es. operare i ripper, con preminaggio della roccia più compatta, e disponendo di più escavatori e pale per il caricamento diretto sul piazzale superiore, progressivamente ribassato con piccoli fronti di abbattimento.

Il trasporto, per le più alte produzioni, è spesso effettuato non su pista di servizio bensì attraverso un fornello di gettito, sino alla camera di frantumazione primaria in caverna e quindi, con un nastro, lungo una galleria di base, sino agli impianti successivi.

Le ragioni di tale scelta sono molteplici, innanzitutto la possibilità di minimizzare il traffico sulle piste di arroccamento, ma poi anche di ridurre la polverosità ambientale, dovuta al caricamento e trasporto con i mezzi scoperti, evitando in ogni caso il gettito lungo ripidi canaloni, ricavati nel fronte, a cielo aperto, o addirittura, come avveniva in passato, la caduta, controllata, dai gradoni superiori, e fino al piazzale di servizio.

Quello che poteva sembrare un costo addizionale per la coltivazione di cava, lo scavo cioè del fornello e della galleria, si è però spesso dimostrato anche un buon investimento, al fine della riduzione dei costi di esercizio, consentendo maggiore produttività del personale, minori consumi di energia e di macchine, ma soprattutto migliorando la stessa sicurezza ed operatività di cantiere.

Infine, con le coltivazioni per “fette orizzontali discendenti”, si ottiene un notevole vantaggio ambientale, infatti la ricomposizione paesaggistica del fronte può essere attuata sul fronte esaurito contestualmente con il procedere del successivo ribasso.

Già attualmente si stanno evidenziando i primi risultati di questi recuperi ambientali, in cui la cava diviene un cantiere integrato ove si svolgono in contemporanea lavori di coltivazione e di recupero ambientale.

Qualora le coltivazioni giungano ad interferire col crinale di un versante, la configurazione diviene di tipo “culminale”; questi tipi di cave non rappresentano, per quanto già detto, una categoria a sé, venendosi a trovare in una configurazione geomorfologica particolare che consente loro di avviare una coltivazione per “splateamenti” particolarmente vantaggiosa. Vale perciò quanto già detto, a proposito di trasporti interni col sistema del fornello di gettito e della galleria di estrazione, senza però che questa sia una soluzione obbligata, qualora la disponibilità di comode strade ed i ridotti dislivelli suggeriscano, perché assai più flessibile, un trasporto gommato.

Salvo utilizzo integrale della risorsa ed un coinvolgimento totale del rilievo - per es. una rocca isolata dal contesto orografico - è di solito mantenuto un “accenno” morfologico della preesistenza, a quote più basse dell’originale, quando ancora non si debba lasciare la parete definitiva di distacco, a monte, opportunamente sagomata. Un idoneo “ridisegno” dei rilievi è condizione generalmente posta dal progettista della cava a mitigazione degli effetti di asportazione di notevoli volumi di roccia, con inevitabili modificazioni dei profili di crinale (o “sky line”) non sempre autorizzati per gli effetti, non solo paesaggistici, provocati.

7. GESSI

7.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE

7.1.1 PREMESSA

Come per la maggior parte dei materiali industriali, il significato economico dell'attività estrattiva di questo settore è da ricercare nelle svariate applicazioni industriali conseguenti alle caratteristiche dei due minerali oggetto di coltivazione: il gesso propriamente detto (solfato di calcio biidrato) e l'anidrite (solfato di calcio).

Materiale noto da tempo immemorabile -dato che era diffusissimo già tra i Babilonesi e gli antichi Egizi – nel corso della storia è stato impiegato con continuità per produrre malte da costruzione e stucchi da decorazione, raggiungendo momenti di grande splendore nel Barocco e nel Rococò. Oggi, grazie anche a processi industriali sempre più perfezionati, si può dire che la sua utilità sia ancora cresciuta, dal momento che i suoi impieghi sono incrementati in numero e qualità.

Anche in questo caso è quindi opportuno considerare preliminarmente le caratteristiche tecnologiche della materia prima in relazione ai settori industriali di impiego.

7.1.2 REQUISITI ED IMPIEGHI DEI MATERIALI

Il minerale gesso (solfato di calcio biidrato), ed in subordine l'anidrite (solfato di calcio), sono la base per la produzione del gesso commerciale, sia comune (miscela di solfato di calcio emiidrato e della forma α del solfato di calcio anidro), sia a presa rapida (solo solfato emiidrato).

Il gesso è un minerale tenero (durezza Mohs 1,5-2, a seconda della fase cristallina), solubile in acqua, di colore variabile in funzione delle impurità contenute (bianco, se puro, altrimenti grigio, beige, giallo, rosso). L'anidrite ha durezza 3,5 e massa volumica 2,9. Entrambi sono chimicamente inerti, se puri.

Entrambe queste forme, le sole comunemente utilizzate in commercio, si ottengono per riscaldamento del minerale di cava a temperature attorno ai 130 °C.

Il loro impiego è dovuto in primo luogo alle proprietà del “gesso da presa”, e cioè il solfato di calcio emiidrato che, mescolato con acqua, si ritrasforma, indurendo, nel solfato biidrato. Variando la temperatura, la cottura del gesso conduce a prodotti di vario tipo (gesso a presa rapida, per stuccatori, gesso d'opera...), e, in particolare, se la temperatura supera i 900°C,

una parte del solfato di calcio si trasforma in calce, formando il gesso idraulico, che può indurire, lentamente, anche in acqua.

Molteplici sono gli impieghi del gesso commerciale, impieghi che spaziano dall'edilizia all'agricoltura al campo artistico. Nel seguito se ne riporta una breve ed incompleta rassegna.

Edilizia

La principale applicazione del gesso si ha tuttora nel campo dei materiali da costruzione, dove è alla base di un gran numero di prodotti ottenuti miscelando in varie proporzioni il gesso emiidrato, l'anidrite insolubile e l'anidrite solubile, con l'aggiunta di eventuali additivi e utilizzando diverse modalità di macinazione e di cottura.

Tali prodotti corrispondono a diversi tipi di intonaci (tradizionali, speciali alleggeriti, per finiture, spianature, etc.) e malte sottofondi per pavimenti, pareti non portanti, e controsoffitti (cartongesso).

Tra le qualità dei materiali a base di gesso impiegati in edilizia si devono ricordare quelle relative all'isolamento termico e acustico, la resistenza al fuoco, la funzione di regolazione dell'umidità negli ambienti chiusi, la lavorabilità e la facilità di messa in opera.

Industria cementiera

I solfati di calcio mescolati crudi al clinker hanno un'azione ritardante sulla presa del cemento mentre aumentano la sua resistenza, quando la loro presenza percentuale sia compresa entro determinati limiti. Gli attuali cementi Portland sono costituiti da clinker finemente macinato addizionato con gesso in percentuale compresa tra il 3 e il 6%. Certi cementi usati per lavori speciali (sottomarini, oppure gallerie in terreni gessosi) possono contenere fino al 15-18% di gesso.

Le specifiche in proposito non sono troppo stringenti: per il gesso la purezza chimica può essere anche solo del 75%, per l'anidrite del 60%; non crea problemi la presenza di argille o di marne, come pure il colore: la granulometria va compresa fra 8 e 50 mm con 20% < 8 mm.

La destinazione a questo uso rispetto agli altri impieghi varia molto da Paese a Paese, ma complessivamente si può stimare che all'industria del cemento vada circa la metà della produzione mondiale di gesso.

Tale percentuale cresce nei Paesi in via di sviluppo: ad esempio in India raggiunge il 75%, mentre negli Stati Uniti scende al 25% essendo la frazione complementare destinata all'industria dei premiscelati, dei prefabbricati o degli ammendanti agricoli.

Ciò significa che ampio spazio rimane tuttora al gesso per contribuire allo sviluppo, almeno nel settore dell'edilizia, di molti Paesi Emergenti.

Industria chimica

I solfati di calcio sono, in linea di principio, utilizzabili come materie prime per la produzione di solfuro di calcio e zolfo, diacido solforico, di solfato d'ammonio. Le caratteristiche richieste riguardano essenzialmente la purezza chimica (>90%). Per tale motivo le vie industriali adottate nelle produzioni di cui sopra, sono solitamente altre.

Cariche minerali

Le caratteristiche di neutralità ed inerzia chimica del gesso, la sua debole abrasività, la facilità di fine macinazione, oltre che il suo colore bianco ne fanno un materiale da carica per vari prodotti: materie plastiche, vernici e colle, plastilina, carta, tessuti, vetrerie, insetticidi in polvere, prodotti farmaceutici. L'anidrite macinata presenta un numero minore di impieghi, essendo usata essenzialmente per vernici, carta, bitumi e cartoni bitumati.

Le caratteristiche richieste sono: purezza >90%; finezza di macinazione sotto 100 micron, fino a 1,4 micron; indice di bianco elevato (96-97%); indice di rifrazione 1,52-1,58; indice di assorbimento: 25-26 cc/100 g.

Agricoltura e fertilizzanti

Il gesso apporta una correzione del pH ai suoli salini o alcalini (tipici di zone aride o semi-aride o che si trovano in riva al mare), inoltre ha un'azione benefica su certe colture, come le leguminose, la vite e il tabacco, dove contrasta la carenza di zolfo. Il gesso entra nella composizione di alcuni fertilizzanti quali il perfosfato minerale ed i solfati di ferro e alluminio. E' inoltre impiegato per la produzione di insetticidi e fungicidi in polvere.

Le specifiche sono poco impegnative: per la purezza è sufficiente un tenore del 50%, la macinazione sotto i 2 mm.

Industrie alimentari

Il gesso è utilizzato per la purificazione dell'acqua nella produzione della birra. Viene pure impiegato per ridurre il tenore in tartaro e nella filtrazione del vino.

Nell'alimentazione degli animali il gesso interviene nei mangimi come integratore di zolfo.

Per questi impieghi le specifiche sono le più restrittive: purezza > 96,75%; tenore in As < 3ppm; Se < 30ppm; F < 30 ppm; Fe < 100 ppm; Pb e altri metalli pesanti < 10 ppm.

Industria vetraria

Tra gli altri numerosi settori in cui il gesso macinato è impiegato, si deve segnalare quello del vetro, dove svolge la funzione di facilitare la fuoruscita dei gas dalla massa fusa e anche sostituire il solfato di sodio per schiarire il vetro fuso.

Per questo tipo di impiego, il gesso e l'anidrite devono presentare buone caratteristiche di purezza e granulometria sotto i 2 mm con meno del 3% di scarto a 2 mm.

Altri impieghi si hanno infine in campo sanitario ed in campo artistico.

Per la maggior parte delle applicazioni, come si è visto, non sussistono in genere eccessive limitazioni per quanto riguarda la presenza d'inquinanti nel tout-venant di cava, grazie anche alla facile reperibilità di giacimenti con buone caratteristiche di purezza. E' comunque in genere ben tollerata la presenza di svariate unità percentuali in anidrite e carbonato di calcio; anche modeste percentuali di minerali argillosi o di materia organica non comportano eccessivi problemi peraltro una bassa percentuale di marna consente una maggiore lavorabilità, mentre la presenza di clorati, magnesio e sali di sodio e potassio possono comportare problemi per efflorescenze nelle murature e difficoltà di presa. Specie per gli usi più pregiati (intonaci a vista, campi sanitario ed artistico) sono invece da considerare penalizzanti gli ossidi ed idrossidi di ferro, che conferiscono al prodotto finito una tonalità giallastra.

7.1.3 L'INDUSTRIA ITALIANA DEL GESSO

Dai più recenti dati ufficiali disponibili (in particolare, European Minerals Yearbook, 1997) risulta che la produzione mondiale di gesso (dell'ordine di 100 Mt) negli ultimi anni è in crescita costante (+ 15% dal 1986 al 1995) e piuttosto concentrata dal punto di vista geopolitico, dato che i primi otto Paesi produttori coprono oltre il 70% del totale. Tra questi si annoverano due Paesi europei, la Spagna e la Francia, rispettivamente con il 35% e il 27% della produzione UE. L'Italia risulta al quinto posto in Europa, ma con una produzione molto inferiore a quella dei produttori principali, dell'ordine di 1,2 Mt, pari solo al 5% della produzione europea.

Questi dati sono il risultato della situazione di non uniforme disponibilità giacimentologica della risorsa, rispecchiata dalla concentrazione della produzione in determinate aree, la qual cosa, assieme alla domanda sostenuta del mercato, fa sì che, nonostante le caratteristiche di alto volume e relativamente basso valore unitario, questo prodotto sia oggetto di una intensa attività di import-export, sia a livello internazionale che interregionale.

Nella tabella 7.1 e nella figura 7.1 è riportato l'andamento della produzione italiana di gesso nell'ultimo decennio, in base alle statistiche ufficiali ISTAT.

Tab. 7.1 Andamento della produzione di gesso in Italia (espressi in t)

anni	gesso crudo	gesso semiidratato cotto	TOTALE
1989	540.000	690.543	1.230.543
1990	492.303	395.120	887.423
1991	522.466	764.200	1.286.666
1992	547.400	835.000	1.382.400
1993	559.678	751.300	1.310.978
1995	776.900	716.000	1.492.900
1996	594.000	681.000	1.275.000
1997	544.800	671.000	1.215.800
1998	588.700	648.800	1.237.500
1999	661.300	721.500	1.382.800

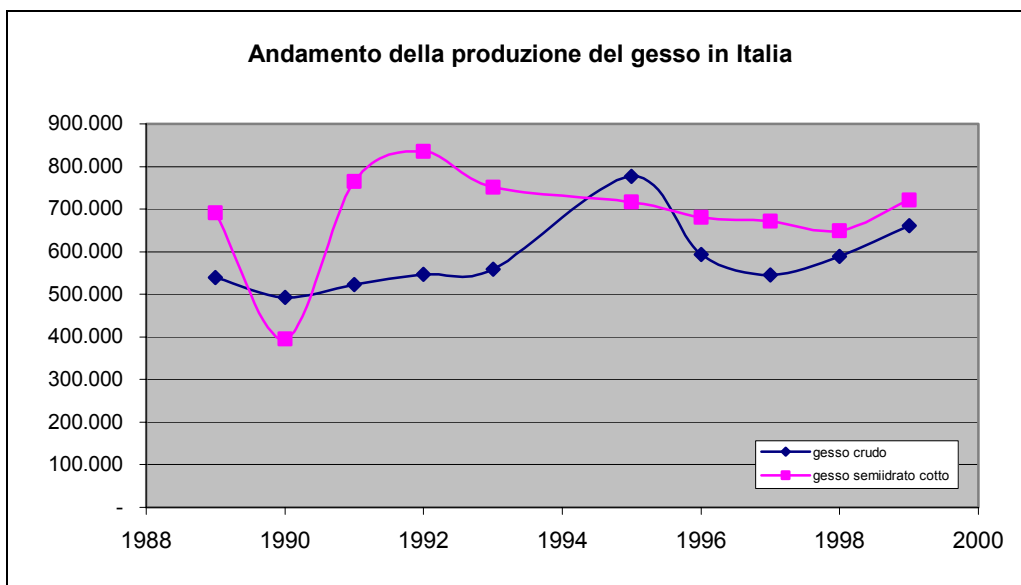


Fig. 7.1 Andamento della produzione di gesso in Italia (dati in valore assoluto, tonnellate)

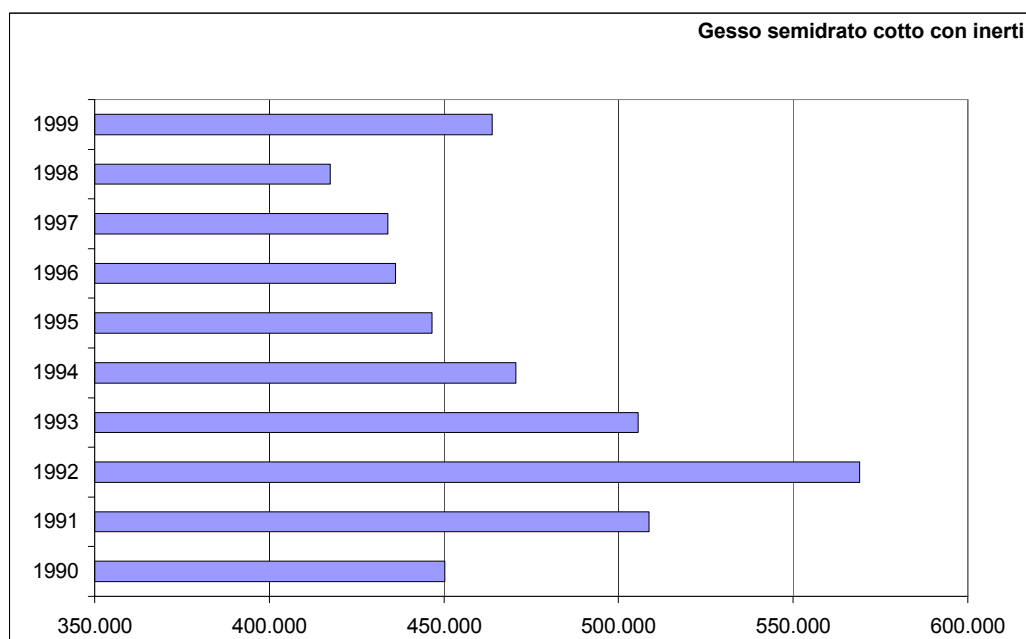


Fig. 7.2 Serie storica della produzione nazionale di gesso semidrato cotto con inerti (dati in valore assoluto, tonnellate)

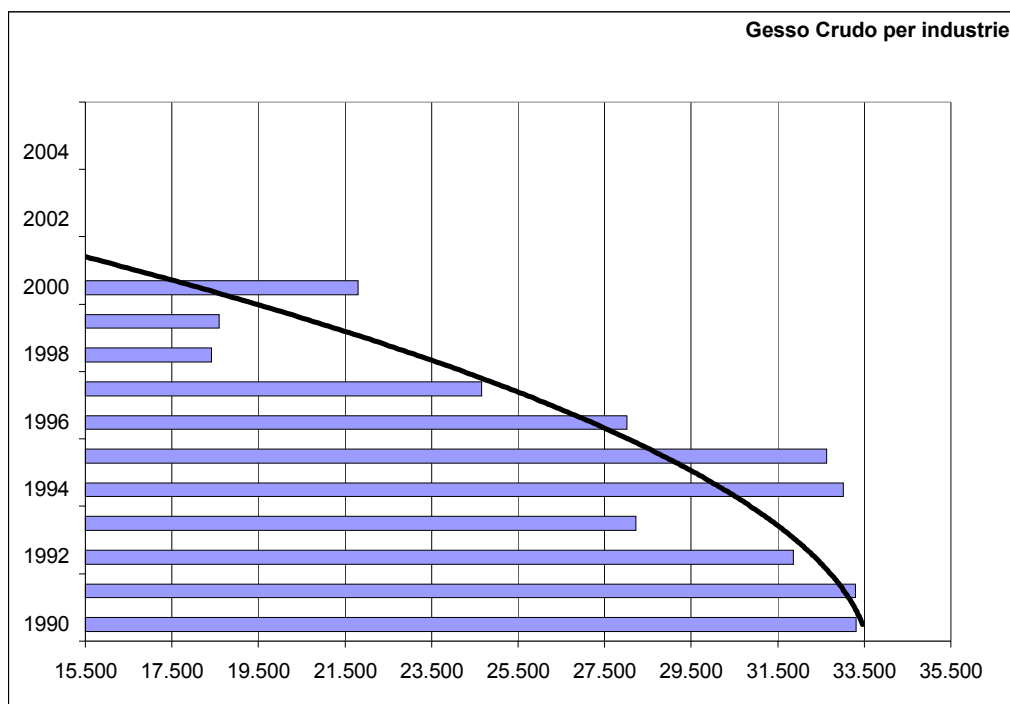


Fig. 7.3 Serie storica della produzione nazionale di gesso crudo per industrie (dati in valore assoluto, tonnellate)

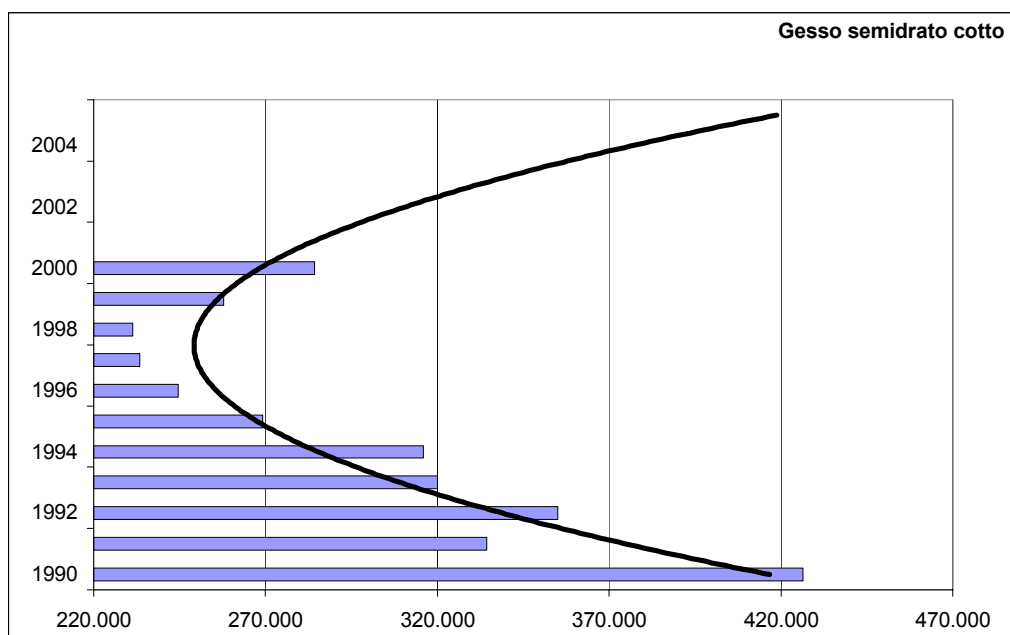


Fig. 7.4 Serie storica della produzione nazionale di gesso semidrato cotto (dati in valore assoluto, tonnellate)

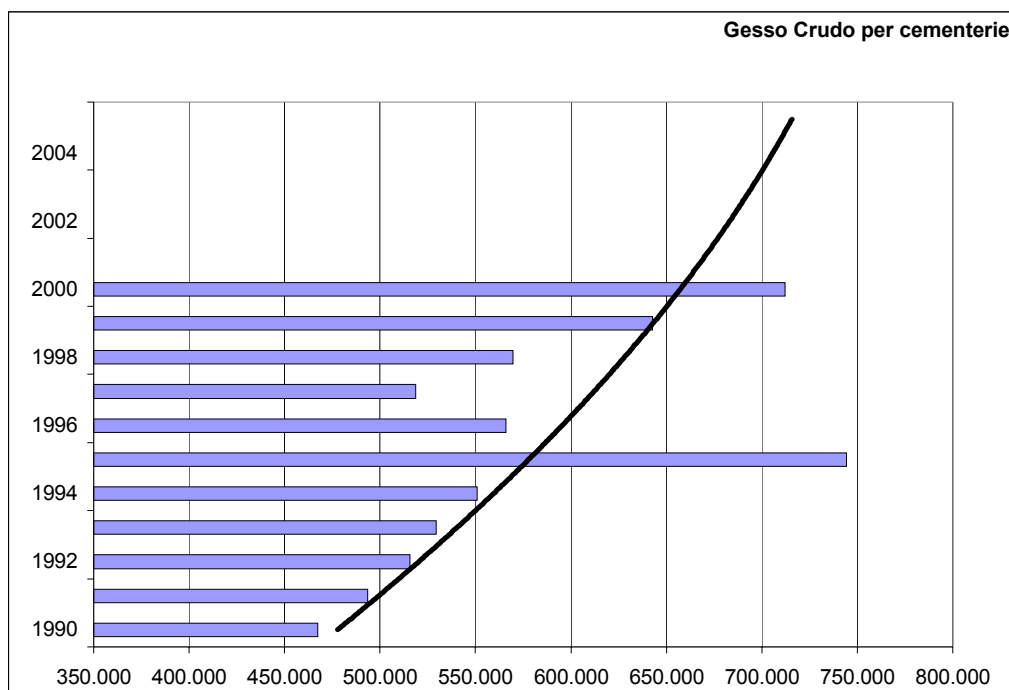


Fig. 7.5 Serie storica della produzione nazionale di gesso crudo per cementerie (dati in valore assoluto, tonnellate)

7.2 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO

7.2.1. PREMESSA

Lo studio delle formazioni gessifere utili affioranti in Piemonte è stato condotto sulla base sia di dati biblio-cartografici (pubblicazioni di geologia, litologia, giacimentologia, carte geologiche e tematiche, ecc.), sia dell'analisi e rilevamento diretto dei principali affioramenti, con particolare riferimento a quelli che sono (o sono stati in epoche più o meno recenti) oggetto di coltivazione.

Ciò al fine di giungere ad ottenere non solo una fotografia dei giacimenti ancora attualmente oggetto di coltivazione, ma una più ampia visione d'insieme delle potenzialità dei giacimenti piemontesi di gessi.

Metodologie e grado di dettaglio dello studio sono stati, logicamente, commisurati alla scala della cartografia operativa scelta (1/100.000) e delle carte tematiche finali previste (1/250.000).

Come supporto di base è stata utilizzata una carta "geolitologica" ottenuta dalla rielaborazione mirata della cartografia litologico-giacimentologica regionale in scala 1/100.000, dalla quale sono state in prima istanza estrapolate le formazioni gessifere.

In una seconda fase si è proceduto alla raccolta ed all'analisi critica della documentazione biblio-cartografica disponibile: studi geo-giacimentologici generali, carte geologiche e tematiche a varia scala, studi di dettaglio, ecc..

La terza fase ha comportato una quindicina di sopralluoghi mirati, riguardanti cave attive o inattive e affioramenti naturali; per ciascuna delle cave (o gruppi di cave) ispezionate è stata, inoltre, compilata una sintetica scheda giacimentologico-tecnica, appositamente elaborata, in grado di fornire schematiche informazioni di carattere generale su alcuni aspetti giacimentologici ed ambientali del giacimento coltivato. Copia di questa scheda è riportata nel seguito come Tab. 7.2.

Tab.7.2 - Scheda giacimentologico-tecnica

Denominazione: _____			
Comune: _____		Località: _____	
Litotipo: _____		Età formazione: _____	
Sigla interna: _____			
1) <u>Numero cave attive in zona:</u>			
0	1	2-5	> 5
2) <u>Formazione utile:</u>			
Massiva	Stratoide	Lentiforme	
3) <u>Potenza stimata giacimento:</u>			
< 10m	10-30m	> 30m	
4) <u>Riserve potenziali del giacimento:</u>			
scarse (anni)	medie (decine d'anni)	elevate (praticamente illimitate)	
5) <u>Problematiche idrogeologiche del giacimento:</u>			
trascurabili		limitate	
gravi (stabilità dei versanti)		gravi (interferenza con corsi d'acqua)	
6) Osservazioni: _____			

Data: _____			

La quarta fase, infine, ha comportato l'opportuna rielaborazione ed integrazione della cartografia di base tramite le informazioni raccolte con la ricerca biblio-cartografica ed i controlli condotti direttamente in situ.

Si è così giunti ad ottenere una carta semplificata, più propriamente definibile "Carta geolitologica di sintesi delle formazioni gessifere".

7.2.2 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E GIACIMENTOLOGICO

Tralasciando l'evoluzione geo-tettonica che, dal Permo-Carbonifero (Paleozoico) all'Olocene (Quaternario), ha portato la regione piemontese ad assumere la sua attuale configurazione, ai fini del presente studio un'estrema sintesi dei lineamenti geolitologici del Piemonte può portare ad una suddivisione in quattro grandi zone:

Le pianure alluvionali;

Le zone collinari del Piemonte centromeridionale;

L'arco alpino sud-occidentale, da Montezemolo alla Val di Susa;

L'arco alpino nord-occidentale, dalla Val di Susa al lago Maggiore.

Zona 1

Ovviamente priva d'interesse per quanto riguarda i gessi, le rocce affioranti essendo esclusivamente costituite da depositi alluvionali d'età Olocenica e Pleistocenica (oggetto, tra l'altro, di un'intensa attività di cava per l'estrazione di sabbie e ghiaie da aggregato).

Zona 2

Si tratta della zona più interessante, in territorio piemontese, per i giacimenti di gesso: in essa affiorano, infatti, quasi esclusivamente rocce sedimentarie d'età Cenozoica (argille, marne, calcari più o meno marnosi, sabbie e arenarie variamente cementate, conglomerati), tra le quali si trova la così detta "Formazione gessoso-solfifera". Entro questa formazione, d'età Miocenica (più precisamente, databile al piano Messiniano, del quale occupa la parte inferiore), si collocano praticamente tutte le cave di gesso attualmente in attività in Piemonte.

I gessi Miocenici, a carattere stratiforme, presentano per lo più buone caratteristiche di regolarità e notevoli potenze. L'abito è generalmente macrocristallino, anche se la grana può variare, nei differenti livelli di uno stesso giacimento, da millimetrica a decimetrica; frequente

l'inquinamento per ossidi di ferro e minerali delle argille, che talora formano sacche di notevoli dimensioni all'interno dei livelli di gesso, riempiendo cavità legate al carsismo. I fenomeni carsici, tuttavia, non sono quasi mai molto estesi, salvo che nelle formazioni praticamente affioranti, grazie alla scarsa permeabilità dei livelli marnosi ed argillosi che costituiscono solitamente il tetto dei giacimenti.

Per quanto concerne i maggiori affioramenti della "Formazione gessoso-solfifera", questi si dispongono a formare due grandi fasce che, in maniera quasi continua, attraversano da Ovest ad Est l'intera zona.

La prima fascia, d'ampiezza variabile in affioramento da 200-300 m ad oltre 2 km, si colloca nella parte Nord del settore, e corre all'incirca secondo la spezzata Pecetto - Marentino - Moncucco - Montiglio - Murisengo - Alfiano Natta - Penango - Moncalvo - Casorzo - Altavilla - Conzano - Montalberto, con una diramazione verso Sud da Penango per Calliano - Scurzolengo e affioramenti sparsi più a Nord, nell'area Ponzano Monferrato - Serralunga di Crea - Solonghetta - Pontestura - Cereseto.

La seconda fascia, più lunga ma più discontinua, corre nella parte Sud della zona ed ha in affioramento un'ampiezza media minore, pur se anch'essa raggiunge, tra la valle Belbo ed Alice Bel Colle, i 2 km circa. Schematicamente, questa fascia si estende lungo la spezzata S. Vittoria d'Alba - Magliano Alfieri - Govone - Moasca - Alice Bel Colle - Montaldo Bormida - Castelletto d'Orba - Serravalle Scrivia - Sardiigliano - S. Agata Fossili - Paderna.

La potenza della formazione utile è piuttosto variabile e di difficile valutazione, ma può superare complessivamente i 50-60 m nella fascia Nord (valori medi 30-40 m), mentre sembra che raramente superi i 20-30 m in quella Sud (con valori crescenti da Ovest ad Est).

Zona 3

La zona 3, dalla geologia e dalla tettonica particolarmente tormentate, è caratterizzata dalla prevalenza d'affioramenti di rocce metamorfiche sialiche (gneiss di vario tipo, micascisti, quarziti) nelle fasce esterne (Basamento cristallino della Zona Elvetica) e di rocce carbonatiche più o meno metamorfosate (calcari, dolomie, marmi) nelle fasce interne (Copertura della Zona Brianzone l.s.).

Nell'ambito di questa zona esistono, in associazione alle dolomie ed ai calcari Triassici, numerosi affioramenti di rocce evaporitiche, costituiti da lenti e banchi irregolari di anidriti e gessi, spesso derivanti dall'idratazione superficiale delle prime.

I gessi Triassici sono in genere microcristallini, associati più o meno intimamente a rocce carbonatiche (carniole) o derivanti dall'idratazione superficiale di lenti anidritiche, verso le quali si ha un graduale passaggio in profondità. Spesso notevolmente puri per quanto riguarda ossidi e minerali argillosi, sono quasi sempre frammisti a calcite ed anidrite, il che li rende inadatti per alcuni impieghi; i giacimenti sono per lo più situati ad alte quote, hanno forme marcatamente irregolari e cubature limitate.

Alcuni di questi affioramenti sono stati, in un passato non troppo remoto, oggetto di coltivazione per l'estrazione del gesso (Valle di Susa, Valle della Stura di Demonte); si tratta tuttavia di corpi minerari discontinui e di dimensioni sempre assai ridotte, in genere inferiori in pianta a 0.2-0.3 km² e con potenza dei gessi (misurata nella direzione di minor sviluppo, vale a dire in genere ortogonalmente al versante) raramente superiore alla decina di metri.

Zona 4

La quarta zona, assai estesa, abbraccia in realtà litotipi e formazioni molto diversi tra loro, con rocce la cui appartenenza spazia dalla Zona Brianzonese l.s. (rappresentate da pochi lembi nelle fasce più esterne, in quanto la gran parte degli affioramenti ricade in territorio francese) alla Zona Ligure-Piemontese (fasce esterne), con calcescisti e ofioliti della copertura e gneiss del basamento, alle Zone Sesia-Dent Blanche e Austrosudalpina (fasce interne), rappresentate in prevalenza da gneiss, rocce magmatiche acide (graniti, sieniti, dioriti, rioliti) e metamorfiti basiche (prasiniti, anfiboliti, metagabbri, eclogiti).

Da escludere in questa zona la presenza di gessi Cenozoici; non risultano neanche significativi affioramenti di rocce carbonatiche Triassiche tipo carniole, che potrebbero ospitare limitati depositi gessosi.

7.2.3 CARTOGRAFIA TEMATICA

A compendio dei dati giacimentologici reperiti (sia in bibliografia sia direttamente rilevati in situ) è stata elaborata una carta giacimentologico-tecnica che, unita per motivi di praticità di consultazione del documento all'analogha cartografia prodotta per le sabbie silicee, ha

dato luogo alla "Carta giacimentologico-tecnica dei gessi e delle sabbie silicee" in scala 1/250.000, nella quale sono state evidenziate, per ciascun litotipo:

- le formazioni potenzialmente utili (o potenzialmente contenenti giacimenti di una qualche entità);
- le cave attualmente operanti.

Nella carta sono inoltre riportate le principali località sede, in tempi presenti o passati, di attività estrattiva per gessi o sabbie silicee; dette località sono state evidenziate con un'apposita simbologia, di facile lettura ed in grado di fornire una sintesi delle principali caratteristiche del "giacimento" coltivato.

Questa simbologia sintetizza i dati raccolti durante i sopralluoghi sul terreno e riportati sulla già citata scheda riassuntiva giacimentologico-tecnica; il simbolo prescelto consiste in una stella a quattro punte, ciascuna delle quali sintetizzante uno dei parametri della scheda raccolta dati. Più in dettaglio, la sigla alfanumerica della scheda è riportata al centro del simbolo, mentre le quattro punte corrispondono rispettivamente (a partire dalla punta centrale superiore, e procedendo in senso orario) a:

- litotipo coltivato;
- tipologia della formazione coltivata;
- riserve potenziali del giacimento (formazione utile presente nell'ambito locale);
- eventuali problematiche idrogeologiche del giacimento.

7.3 CARATTERISTICHE DELLE CAVE

Le cave di gesso in Piemonte hanno perciò coltivato (in prevalenza) e coltivano attualmente (esclusivamente) i potenti banchi e lenti gessose d'età Cenozoica (Messiniano) della Formazione gessoso-solfifera, che affiorano abbastanza estesamente ed in maniera più o meno continua lungo due fasce di territorio nella Zona 2. Entrambe dette fasce sono state in passato coltivate in maniera piuttosto estesa, con l'apertura di un gran numero di cave, per lo più di limitate dimensioni; attualmente l'attività estrattiva è concentrata sui giacimenti della fascia Nord, con poche cave attive di grandi dimensioni, tutte ubicate in prossimità del confine tra le province di Asti e di Alessandria, mentre i gessi della fascia Sud, abbastanza sfruttati in un passato più (zona intorno ad Alba) o meno (settore orientale della provincia di Alessandria) lontano, non sono attualmente sfruttati.

Per quanto riguarda i gessi del Triassico, i giacimenti si collocano in massima parte nella fascia alpina (Zona 3), e sono caratterizzati da una notevole irregolarità e sporadicità degli affioramenti coltivabili. Questo, unito ad un insieme di fattori negativi quali: la quota spesso elevata, la scarsa accessibilità dei giacimenti, le cubature generalmente men che modeste, la frequente presenza di "inquinamento" da anidrite e carbonati, non è più sufficientemente controbilanciato, ai nostri giorni, dalla qualità del colore (particolarmente bianco per la generale assenza di ossidi di Fe); ciò ha fatto sì che, dalla seconda metà del XX secolo, l'attività estrattiva in questa tipologia di giacimenti sia completamente cessata, a dispetto del fatto che a partire dal secolo precedente e sin dopo la seconda guerra mondiale essa abbia costituito una risorsa non indifferente a livello locale, con produzioni d'insieme non trascurabili nel panorama regionale (dai dati raccolti localmente, sino a qualche decina di migliaia di t/a). Né paiono, al momento attuale, sussistere i presupposti tecnico-economici per un'eventuale ripresa delle coltivazioni.

La tipologia di coltivazione nei gessi del Triassico è quasi sempre stata a cielo aperto – salvo alcune situazioni di archeologia industriale ancora visibili in orografia sinistra della Val Susa (Ulzio), in forma di caverne e di stazioni di teleferiche-, mentre ha notevolmente oscillato nel tempo per i gessi del Messiniano. Per questi ultimi, le coltivazioni a cielo aperto si sono alternate o accompagnate a quelle in sotterraneo; negli anni scorsi, per ovvi motivi economici, si è avuto un netto predominio del cielo aperto, con vecchie coltivazioni in sotterraneo "riconvertite", anche se motivi di contenimento dell'impatto ambientale e di contestuale uso del soprassuolo non hanno mai fatto cessare l'interesse per le attività in galleria. La recente realizzazione di moderne unità produttive in sotterraneo potrebbe così, entro certi limiti, rappresentare una nuova variazione di tendenza.

Le ricerche e le prove svolte hanno permesso una prima ricostruzione, a livello regionale, delle formazioni maggiormente sfruttate in Piemonte, nei tempi passati o attualmente, per la produzione di gesso.

In estrema sintesi si può affermare che, a meno di, per il momento imprevedibili, cambiamenti di mercato, i giacimenti ospitati nei calcari Triassici non presentano, ad oggi, caratteristiche tali da far prevedere qualche possibilità di ripresa di interesse per il loro sfruttamento.

Ben diverso il discorso per i gessi del Messiniano, in cui la buona qualità del materiale, unita alla facile accessibilità ed alla spesso elevata cubatura dei singoli giacimenti, determinano la economicità delle coltivazioni tradizionali.

La coltivazione a cielo aperto del gesso, al pari di altri materiali coerenti, si svolge soprattutto in configurazione di versante, sia per lo sviluppo, dopo scopertura degli sterili, all'interno dei giacimenti, sia per la ripresa, dall'alto, di cave impostate tradizionalmente con gallerie a mezza costa.

È questo peraltro il caso più frequente nel Monferrato, ove molte parti di giacimento non sono state esaurite, sia per mancata acquisizione dei terreni limitrofi, o sovrastanti, sia per le proibitive condizioni di coltivazione mineraria.

D'altra parte così facendo, con i mezzi attuali è possibile una riprofilatura dei versanti con gli stessi sterili rimossi, migliorando al contempo un recupero giacimentologico altrimenti piuttosto misero.

Gli stessi approfondimenti a “fossa” di vecchie spianate, ex piazzali delle cave di un tempo, non possono essere protratti indefinitamente sia per la ristrettezza degli spazi, dovendo comunque lasciare scarpate stabili perimetrali, sia per l'antieconomicità del lavoro, che deve altresì garantire lo smaltimento delle acque di raccolta.

È quindi ricorrente l'adozione di strategie volte a risistemazioni globali di ampie fette collinari, già in parte compromesse da vecchi scavi, con bonifica di vuoti ormai impraticabili ai comuni mezzi operativi, regolarizzazione dei diversi livelli scavati con possibilità di un movimentazione di sterili “minerari” e non già al fine di una rivegetazione del suolo, sino ad un recupero ambientale definitivo.

L'abbattimento a giorno, con la tecnica convenzionale, a gradino può avvenire su più livelli, operando le classiche perforazioni a rotazione, su diametri medi e caricamento dell'esplosivo –per ragione di normative vigenti- in cartucce. Si tratta per lo più di esplosivo di tipo “economico”, al nitrato, se non ANFO stesso. I consumi specifici non sono però bassi, data la sordità del gesso all'azione impulsiva delle mine –anche $0,4 \div 0,45 \text{ kg/m}^3$ –.

Le volate possono anche avvenire su più file di fori verticali, della lunghezza massima della decina di metri; in qualche caso si tratta quasi di un preminaggio della roccia, sulla quale intervengono poi le macchine (pale, escavatori, ecc.).

Azioni di volta in volta oggetto di progettazione, o semplicemente di specifico disegno, e dimensionamento della volata, sono altresì richieste dall'abbattimento controllato di vecchie strutture della roccia in posto, soprattutto solette e pilastri.

I nuovi sotterranei, presenti nelle cave in atto, sono invece oggetto di progettazione moderna, in funzione delle caratteristiche geotecniche dei materiali e delle dimensioni ed esigenze delle macchine, legate alle produttività richieste.

Attualmente è all'opera in Piemonte, una sola fresa puntuale –minatore continuo- in grado di produrre oltre 100 t/h –in relazione però alle caratteristiche del gesso- difficilmente ottenibile con un sistema convenzionale di avanzamento con mine, anche lavorando su più turni e con diverse volate al giorno (con oltre 40 mine su sezioni di 40 m²).

Si tratta però di effettuare investimenti considerevoli per macchine ed impianti connessi – trasporto, energia, eduazione, ventilazione ecc.- compatibili solo a fronte di periodi produttivi dell'ordine delle diverse decine di anni, con coltivazioni quindi di molti milioni di m³.

Sono infatti da prevedere ampie vie di carreggio, comode rampe di accesso ai vari livelli (circa 45 m² di sezione), camere adeguate, per dimensioni e configurazioni, alla scarsa flessibilità del metodo di scavo, rispetto all'uso convenzionale delle mine.

La preparazione dei pannelli di coltivazione, sufficienti ad esempio alla produzione di almeno un anno, deve essere comunque effettuata con congruo anticipo, non sempre garantito dai periodi autorizzativi, spesso troppo ristretti.

8. MATERIALI SILICEI

8.1 SIGNIFICATO ECONOMICO DEL SETTORE

8.1.1 PREMESSA

Anche per le sabbie silicee il significato economico è da valutare in funzione del tipo di impiego industriale, che a sua volta dipende dalle caratteristiche tecnologiche del materiale, oltre che dalla collocazione logistica del giacimento di provenienza.

Il pregio delle sabbie silicee è dovuto alle proprietà applicative del loro componente essenziale, il quarzo, fase cristallina della silice libera, presente in proporzioni utili che vanno dall'80 al 100 %, e precisamente: durezza, resistenza al calore, resistenza chimica, proprietà ottiche.

In relazione a queste proprietà, che dipendono dal grado di purezza, dalla genesi dei giacimenti e dalla granulometria, svariati sono gli impieghi industriali, i principali dei quali riguardano l'industria vetraria, l'industria ceramica e quella dei refrattari; altri impieghi si hanno inoltre come sabbie da fonderia, abrasivi, fondenti nell'industria metallurgica, materiali da carica, materiali per filtrazione d'acqua, oltre che materia prima per diversi prodotti nell'industria chimica.

Ai fini della valutazione del significato socio-economico dell'estrazione delle sabbie silicee si prenderà in considerazione in modo specifico *l'industria vetraria*, che rappresenta la destinazione in assoluto più importante di questi materiali, accennando soltanto brevemente, qui di seguito, ad alcuni degli altri impieghi principali, nel presentare i rispettivi requisiti richiesti alle materie prime.

8.1.2 REQUISITI ED IMPIEGHI DEI MATERIALI

Al successivo capitolo 8.2 sono descritte nel dettaglio le caratteristiche delle sabbie da vetreria e di quelle impiegate nell'industria ceramica, con riferimento ai materiali piemontesi. A questo pertanto si rimanda per quanto riguarda i requisiti relativi a tali impieghi. Per l'industria ceramica si può aggiungere che questa, come quella degli smalti, utilizza oltre alle sabbie quarzose anche svariati materiali siliciferi, come quarziti e arenarie macinate. Il tenore minimo in silice è 95%. Il principale requisito di purezza è quello relativo agli alcali, il cui tenore non deve

superare lo 0,4% ed all'ossido di Ti, che deve essere inferiore all'1%; molto basso si richiede che sia anche il contenuto in ossido ferrico, mentre maggior tolleranza si ha per l'allumina.

Nella produzione di refrattari sono ammesse tolleranze anche maggiori: la silice può scendere fino al 95%; l'allumina è consentita fino al 2,8% e l'ossido ferrico fino all'1,3%; condizioni restrittive riguardano anche l'ossido di calcio e la somma degli ossidi alcalini.

Quando il titolo di silice è compreso fra l'80 e il 90% le sabbie, e in genere i minerali siliciferi, possono essere impiegati per abrasivi, in forma sia massiccia (ciottoli o noduli, ad esempio per cariche macinanti per minerali o cereali) sia in pasta o sinterizzati (per mole e coti).

Le sabbie da fonderia (per forme o riempimento di parti interne di getti) devono essere costituite, per aver pregio, da granuli di dimensioni pressoché uguali e di forma tondeggiante per conferire maggiore scorrevolezza alla massa; devono inoltre possedere una sufficiente coesione, in carenza della quale occorre far uso di leganti artificiali. Si richiede pure una notevole refrattarietà (1300-1400°C) perché non fondano a contatto col metallo fuso, oltre a sufficiente porosità e permeabilità ai gas contenuti nella colata; infine una certa durezza per ottimizzarne il consumo.

Sabbie che abbiano nell'insieme buone caratteristiche per questo scopo non sono frequenti. Inoltre non sempre è possibile giudicare a priori della bontà di una sabbia, come pure non sono sufficienti semplici esami granulometrici e chimici, per cui i requisiti vengono di solito saggiati con prove pratiche.

Negli ultimi anni la domanda di questo tipo di sabbie si è andata riducendo soprattutto a causa del miglioramento nel rendimento delle operazioni in fonderia, che consente un elevato recupero del materiale impiegato.

8.1.3 L'INDUSTRIA VETRARIA NAZIONALE

L'industria del vetro è caratterizzata da una distribuzione omogenea delle unità produttive su tutto il territorio nazionale: in ogni regione italiana esiste infatti qualcuno dei circa 200 impianti per la produzione o la trasformazione dei diversi prodotti vetrari, dal vetro cavo (bottigliame, vasi etc.) al vetro piano, alle fibre di vetro, ai vetri tecnici. I lavoratori direttamente occupati nel settore sono circa 21.000.

Tale struttura produttiva è conseguenza del fatto che l'industria vetraria ha un'antica e radicata tradizione. Ma le caratteristiche qualitative e quantitative della produzione dimostrano

anche che non solo si sono conservate le produzioni tradizionali, ma che a queste si sono da tempo affiancate, dando un notevole impulso al settore, nuove produzioni anche ad alto contenuto tecnologico, in linea con la domanda crescente e continuamente variabile del mercato.

Il settore è caratterizzato dai volumi molto elevati della produzione, che ha raggiunto complessivamente, nel 1998, i 4,7 milioni di tonnellate, in grado di soddisfare il 75% del fabbisogno nazionale di ogni tipo di vetro, il cui consumo pro-capite è stato nello stesso anno di ben 80,7 kg, e di alimentare un cospicuo mercato estero (circa 1,1 Mt le esportazioni del '98).

Il settore ha una tipica struttura industriale con aziende medio-grandi (in media 164 addetti per azienda).

Il valore della produzione (1998) può essere stimato in 6,97 miliardi di euro, per cui a ogni addetto corrisponde un fatturato di 330.500 euro, mentre dalle esportazioni si sono ricavati circa 2,06 miliardi di euro. Tenendo conto del valore delle importazioni, si è registrato un saldo attivo della bilancia commerciale del settore pari a 697 milioni di euro.

La situazione generale e le tendenze in atto dimostrano le buone condizioni di salute del comparto, specialmente per quanto riguarda il vetro cavo, che costituisce la produzione di gran lunga prevalente (circa il 70% del totale). Qualche preoccupazione deriva peraltro dai costi energetici, dato che il settore è tipicamente «energy intensive»: nel 1998 si sono consumati $2,2 \times 10^9$ kWh di energia elettrica e $1,074 \times 10^9$ m³ di metano per un totale di $48,83 \times 10^9$ MJ, corrispondenti a un consumo specifico di 10,45 MJ/kg (pari a 2,90 kWh/kg) di prodotto venduto. Il costo dell'energia è attualmente in Italia più elevato che in tutti gli altri paesi europei (+30% l'energia elettrica) e potrebbe quindi diventare un fattore di perdita di competitività.

L'approvvigionamento delle materie prime è basato sia sulla produzione nazionale che sull'importazione. A questo proposito si può affermare che i produttori tendono, ove possibile, ad inserire nelle miscele vetrificabili materie prime nazionali, al fine di contenere i costi di produzione.

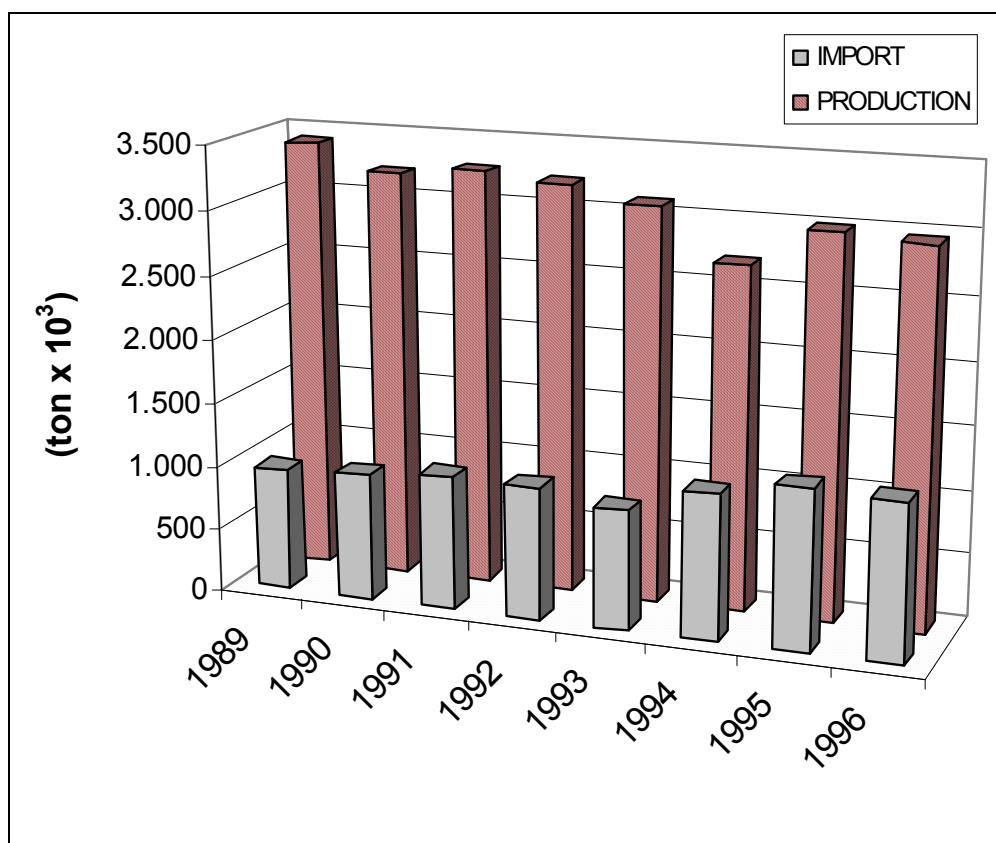


Fig. 8.1 Produzione ed importazione di sabbie silicee in Italia

In Fig. 8.1 sono riportati i dati relativi alla produzione e all'importazione delle sabbie silicee negli anni dal 1989 al 1996.

Le sabbie silicee importate sono destinate ai settori del vetro bianco, vetri tecnici e cristalleria, anche se negli ultimi anni si sta assistendo ad una crescita dell'impiego delle sabbie nazionali anche in questi comparti.

Le sabbie nazionali coprono il 100% del fabbisogno per la produzione di vetro colorato e vengono abitualmente utilizzate come sabbie da taglio da miscelare con sabbie di importazione, ma, ultimamente trovano impiego in produzioni che richiedono materie prime a basso contenuto in elementi cromofori.

Altre materie prime minerarie utilizzate nella produzione del vetro, e cioè dolomia, calcare, feldspato, essenzialmente di produzione nazionale, hanno un'incidenza sul costo della miscela vetrificabile molto inferiore a quella delle sabbie silicee. Le rimanenti materie prime necessarie sono il carbonato e il solfato di sodio, da importare, la cui incidenza è pari circa alla metà del costo della miscela vetrificabile. Ed è proprio il risparmio della soda che rappresenta il vantaggio, ad esempio, derivante dal riciclo del rottame del vetro.

Quest'ultimo, inoltre, rimane un fondente per le nuove produzioni.

Dunque risulta primario il ruolo delle sabbie silicee, e in particolare della produzione piemontese, pari circa alla metà della produzione nazionale. Il suo significato economico può essere dedotto dai seguenti dati riassuntivi.

Il valore della produzione nazionale delle sabbie silicee (circa 3 Mt) viene stimato, sulla base del fatturato delle aziende estrattive del settore, in 103 milioni di euro: un valore relativamente piccolo, che si spiega con il basso valore unitario del materiale, ma di grande significato economico in quanto la produzione nazionale consente all'industria vetraria di realizzare, come visto, un fatturato di 6,97 miliardi di euro e di dare lavoro a 21.000 addetti. Questo non sarebbe possibile se tutta la sabbia silicea dovesse essere importata, poiché i costi di trasporto non sarebbero compatibili con le condizioni di economicità della produzione.

8.2 CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA DEI MATERIALI PIEMONTESI

Le principali destinazioni per le sabbie silicee piemontesi sono le seguenti:

- industria vetraria (sabbie per vetro piano e vetro cavo);
- industria ceramica (granelle per la produzione di quarzo ventilato e prodotti fini <0,1 mm);
- produzione di collanti;
- industria chimica (produzione di silicati);
- sabbie per formatura e per sabbiatura;
- industria metallurgica (produzione di ferroleghe);
- letti filtranti.

Vi sono poi altri usi meno qualificati, quali aggregati per calcestruzzo, materia prima per la produzione di cemento, riempimenti di cave a fossa per il recupero ambientale.

Ad ogni destinazione corrispondono precise specificazioni di prodotto che, nel caso delle sabbie piemontesi e degli usi più qualificati, possono venire raggiunte soltanto mediante opportuni schemi di trattamento della materia prima.

8.2.1 SABBIE DA VETRO

A seconda del tipo di prodotto il vetro si classifica in vetro cavo e vetro piano; a seconda del colore si parla di vetro colorato (verde, ambra), mezzo bianco e bianco. Le principali caratteristiche soggette a specificazione per le sabbie da vetro sono riportate in Tabella 8.1:

Tab. 8.1 Principali caratteristiche delle sabbie per vetro soggette a specifiche e controlli

Caratteristiche	Limitazioni abituali	Motivazioni
Granulometria	$D_{\max}$ 0,5 mm $d_{\min}$ 0,1 mm	Facilitare la fusione Evitare trascinamenti di polvere
Composizione chimica	Fe, Ti, Cr : i limiti variano secondo il tipo di vetro Al₂O₃ : i limiti variano secondo il tipo di vetro	Evitare colori indesiderati Evitare eccessiva viscosità nel bagno fuso
Mineralogia: minerali infusibili	cromite, corindone, zirconio, ecc.: i limiti variano secondo il tipo di vetro	Evitare inclusi che danno pezzi di scarto

Circa gli elementi cromofori, ossia che danno colorazione al vetro, si deve ricordare che il principale è il ferro; esso dà al vetro un colore verde o bruno, a seconda del grado di ossidazione.

Il tenore limite di ferro (convenzionalmente espresso come ossido Fe₂O₃) è:

- meno di 0,02% nelle sabbie per vetro bianco della miglior qualità;
- 0,1% o poco più nelle sabbie per vetro mezzobianco;
- circa 0,25% nelle sabbie per vetro ambra;
- circa 0,5% nelle sabbie per vetro verde

Nel caso del vetro colorato le prescrizioni non sono molto rigorose in quanto, con correttivi coloranti o decoloranti si possono usare anche sabbie con tenore di ferro dello 0,8%.

L'allumina è tollerata, se contenuta come feldspato ed in percentuale ben costante, in quelle sabbie che si impiegano per miscele in cui il feldspato dovrebbe comunque essere aggiunto. Miscele naturali quarzo-feldspato sono perciò utilizzabili per la produzione del vetro, e vendute come "sabbie feldspatiche". Si accettano, purché il tenore sia noto e costante, anche sabbie con 4% di allumina (nel vetro raramente si tollera più del 3% di allumina, perché diverrebbe troppo viscoso). Le vetrerie però preferiscono più spesso avere sabbie senza allumina ed aggiungere la quantità voluta come feldspato puro; per i vetri più pregiati si richiede sovente che la sabbia abbia solo 0,1% di allumina.

Per i minerali infusibili, che si identificano con l'esame microscopico della frazione pesante della sabbia, le prescrizioni sono molto severe, essendo espresse in numero di grani per

chilogrammo di sabbia. L'analisi chimica non riesce a rivelare questi inquinanti (un grano di sabbia pesa tipicamente meno di 0,1 mg, ed un grano su un kg, cioè 0,1 ppm, è già inaccettabile per molte produzioni); inoltre l'analisi chimica non può dire se un certo elemento è contenuto in forma di minerale fusibile o infusibile. La cromite è il minerale infusibile più comune e più nocivo nelle sabbie da vetro. Oltre che per i controlli di produzione, l'esame mineralogico è importantissimo per decidere i metodi da adottare se si vuole depurare una sabbia che non sia naturalmente pura, per usarla in vetreria.

Nel caso del Piemonte solo due delle quattro unità operative (che sfruttano entrambe giacimenti di quarziti metamorfiche) producono sabbie da vetro sia piano che cavo. Le specificazioni granulometriche e composizionali vengono raggiunte in uno dei due impianti attraverso cicli di trattamento ad umido, comprendenti frantumazione in più stadi, macinazione ad umido, idroclassificazione, filtrazione ed eventuale essiccazione. Nell'altro impianto il trattamento è a secco e comprende frantumazioni in più stadi, essiccazione, macinazione e classificazione del prodotto di macinazione per vagliatura (tagli granulometrici ≥ 1 mm) e per classificazione pneumatica (dimensione di taglio $\sim 0,1$ mm).

Le non eccelse caratteristiche composizionali del grezzo (tenore di Fe_2O_3 pari a $0,12 \pm 0,25\%$, di Al_2O_3 pari a $2 \pm 3\%$) possono essere migliorate tanto da raggiungere le specifiche del vetro piano solo con cicli di trattamento ad umido. Con cicli di trattamento a secco si possono ottenere soltanto materie prime per la produzione del vetro cavo verde.

Le caratteristiche di due sabbie piemontesi ottenute con trattamenti ad umido sono riportate nelle tabelle 8.2 e 8.3.

Tab. 8.2 Caratteristiche di una sabbia piemontese per vetro cavo (mezzobianco)

Composizione chimica		Distribuzione granulometrica	
Costituente	Tenore (% in massa)	Classe granulometrica (mm)	Frequenza elementare (%)
SiO_2	96,2	>1,5	0,01
Al_2O_3	1,949	1,5-1,4	0,05
Fe_2O_3	0,110	1,4-1,2	0,33
K_2O	0,985	1,2-1,0	3,92
CaO	0,011	1,0-0,8	13,06
MgO	0,055	0,8-0,6	24,35
Na_2O	0,021	0,6-0,4	26,45
TiO_2	0,042	0,4-0,2	16,42
Cr_2O_3	0,0005	0,2-0,1	9,40
		0,1-0,06	4,80
		<0,06	1,20

Tab. 8.3 Caratteristiche di una sabbia piemontese per vetro piano (mezzobianco)

Composizione chimica		Distribuzione granulometrica	
Costituente	Tenore (% in massa)	Classe granulometrica (mm)	Frequenza elementare (%)
SiO ₂	96,0	>1,0	0,00
Al ₂ O ₃	2,045	1,0-0,75	0,06
Fe ₂ O ₃	0,108	0,75-0,6	0,34
K ₂ O	1,061	0,6-0,5	3,36
CaO	0,015	0,5-0,4	14,00
MgO	0,059	0,4-0,3	21,94
Na ₂ O	0,025	0,3-0,2	31,21
TiO ₂	0,043	0,2-0,15	20,76
Cr ₂ O ₃	0,0004	0,15-0,1	6,81
		0,1-0,075	1,19
		<0,075	0,30

8.2.2 PRODOTTI PER CERAMICA

Per quanto riguarda l'uso in ceramica le sabbie quarzose costituiscono ovviamente lo “scheletro” delle miscele crude per ceramica. Si deve inoltre fare una distinzione tra prodotti che cuociono rosso (per la presenza di sensibili proporzioni di ossidi di ferro) e prodotti che cuociono bianco (perché già in natura molto poveri di ferro o perché hanno subito opportuni trattamenti).

Per quanto riguarda la distribuzione granulometrica, al quarzo per ceramica si richiede una granulometria fine (di regola < 0,1 mm). Le classi granulometriche più grossolane delle sabbie di macinazione delle quarziti piemontesi vengono perciò rimacinate per la produzione di “ventilati” di quarzo per uso ceramico. La tabella 8.4 fornisce la composizione chimica di un quarzo ventilato per ceramica ottenuto dalla rimacinazione di una granella.

Tabella 8.4 Composizione chimica di un quarzo ventilato per ceramiche a pasta bianca (prodotto di macinazione di una granella di quarzo piemontese)

Composizione chimica	
Costituente	Tenore (% in massa)
SiO ₂	96,20
Al ₂ O ₃	1,96
Fe ₂ O ₃	0,11
K ₂ O	0,95
CaO	0,01
MgO	0,06
Na ₂ O	0,02
TiO ₂	0,04
Cr ₂ O ₃	0,0005

Nel solo caso di ceramiche a pasta rossa, in alternativa al quarzo ventilato si possono utilizzare i prodotti fini della classificazione delle sabbie da vetro, i quali sia per la granulometria che per la composizione chimica, non sono di interesse per l'industria vetraria (v. tabella 8.5).

Tabella 8.5 Caratteristiche di un prodotto di macinazione per l'industria ceramica (sottoprodotto della preparazione di sabbie da vetro)

Composizione chimica		Distribuzione granulometrica	
Costituente	Tenore (% in massa)	Classe granulometrica (μm)	Frequenza elementare(%)
SiO ₂	91,9	>192	0,0
Al ₂ O ₃	4,80	192-128	0,1
Fe ₂ O ₃	0,37	128-96	2,4
K ₂ O	1,98	96-64	1,4
CaO	0,09	64-48	8,4
MgO	0,25	48-32	9,1
Na ₂ O	0,13	32-24	22,3
TiO ₂	0,095	24-16	17,1
Cr ₂ O ₃	0,004	16-12	14,9
		12-8	6,4
		8-6	5,7
		6-4	3,0
		<4	8,4

8.3 QUADRO GEOGIACIMENTOLOGICO

8.3.1 PREMESSA

Lo studio delle formazioni piemontesi utilizzabili per la produzione di granulati silicei per l'industria (sostanzialmente quarziti e sabbie silicee l.s.) è stato condotto sulla base sia di dati biblio-cartografici (pubblicazioni di geologia, litologia, giacimentologia, carte geologiche e tematiche, ecc.), sia dell'analisi e rilevamento diretto dei principali affioramenti, con particolare riferimento a quelli che sono (o sono stati in epoche più o meno recenti) oggetto di coltivazione.

Ciò al fine di giungere ad ottenere non solo una fotografia dei giacimenti ancora attualmente oggetto di coltivazione, ma una più ampia visione d'insieme delle potenzialità dei giacimenti piemontesi di materiali silicei per l'industria.

Metodologie e grado di dettaglio dello studio sono stati, logicamente, commisurati alla scala della cartografia operativa scelta per il lavoro (1/100.000) e delle carte tematiche finali previste (1/250.000).

Come supporto di base è stata utilizzata una carta "geolitologica" ottenuta dalla rielaborazione mirata della cartografia litologico-giacimentologica regionale in scala 1/100.000, dalla quale sono state in prima istanza estrapolate le formazioni silicifere.

In una seconda fase si è proceduto alla raccolta ed all'analisi critica della documentazione biblio-cartografica disponibile: studi geo-giacimentologici generali, carte geologiche e tematiche a varia scala, studi di dettaglio, ecc..

La terza fase ha comportato una decina di sopralluoghi mirati, riguardanti cave attive o inattive e affioramenti naturali; per ciascuna delle cave (o gruppi di cave) ispezionate è stata, inoltre, compilata una sintetica scheda giacimentologico-tecnica, appositamente elaborata, in grado di fornire schematiche informazioni di carattere generale su alcuni aspetti giacimentologici ed ambientali del giacimento coltivato. Copia di questa scheda è riportata come Tab.7.2 nel capitolo "Quadro geogiacimentologico dei gessi".

La quarta fase, infine, ha comportato l'opportuna rielaborazione ed integrazione della cartografia di base tramite le informazioni raccolte con la ricerca biblio-cartografica ed i controlli condotti direttamente in situ.

Si è così giunti ad ottenere una carta semplificata, più propriamente definibile "Carta geolitologica di sintesi delle formazioni silicifere".

8.3.2 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E GIACIMENTOLOGICO

Tralasciando l'evoluzione geo-tettonica che, dal Permo-Carbonifero (Paleozoico) all'Olocene (Quaternario), ha portato la regione piemontese ad assumere la sua attuale configurazione, ai fini del presente studio un'estrema sintesi dei lineamenti geolitologici del Piemonte può portare ad una suddivisione in quattro grandi zone:

Le pianure alluvionali;

Le zone collinari del Piemonte centromeridionale;

L'arco alpino sud-occidentale, da Montezemolo alla Val di Susa;

L'arco alpino nord-occidentale, dalla Val di Susa al lago Maggiore.

Zona 1

Questa zona non presenta alcun interesse per la voce "sabbie silicee", le rocce affioranti essendo esclusivamente costituite da depositi alluvionali Olocenici e Pleistocenici, la cui età e genesi permettono di escludere la presenza di livelli altamente selezionati sotto l'aspetto mineralogico.

Zona 2

Si tratta della zona più interessante, nel territorio piemontese, per quanto concerne i depositi di sabbie silicee propriamente dette; in essa affiorano, infatti, quasi esclusivamente rocce sedimentarie d'età Cenozoica (argille, marne, calcari più o meno marnosi, sabbie e arenarie variamente cementate, conglomerati), tra le quali si rinvencono depositi anche importanti di sabbie silicee assai pure e ben classate granulometricamente.

Ciò ha comportato che, sino a poche decine d'anni fa, la quasi totalità della produzione piemontese di sabbie silicee s.s. provenisse da cave coltivanti, in quest'areale, le lenti di sabbie quarzose del Pliocene Superiore (Villafranchiano Inferiore).

Concentrate in prevalenza nella provincia di Asti, queste lenti presentano in genere potenze variabili da pochi metri ad alcuni decimetri, e sviluppi in pianta compresi tra poche decine di metri quadrati ed alcuni ettari.

Esse risultano costituite per la quasi totalità da sabbie quarzose assai pure, con granulometria da fine a media, distribuite irregolarmente tra i depositi del Villafranchiano Inferiore, ove si collocano spesso al contatto con le sottostanti sabbie carbonatiche Astiane od, ove queste manchino, con le marne sabbiose costituenti la parte sommitale della formazione delle Argille di Lugagnano.

Da segnalare, in questa zona, anche la formazione Miocenica delle arenarie di Vicoforte, affiorante ed un tempo coltivata anche quale pietra da taglio dalle buone caratteristiche meccaniche e di durezza, nell'ambito dell'omonimo comune (dove è stata utilizzata, ad esempio, nella realizzazione del famoso Santuario). Questa formazione presenta caratteristiche mineralogiche e meccaniche piuttosto variabili da banco a banco; si tratta tuttavia, in genere, di arenarie silicee ben cementate, con sporadici strati poco compatti che attualmente, praticamente cessata la produzione di pietra da taglio, sono gli unici ancora coltivati per la produzione di

sabbie, destinate oggi principalmente all'utilizzo soltanto come granulati. La grana è medio-fine; la qualità discreta, se è vero che in passato la sabbia è stata anche impiegata in vetreria.

Zona 3

La zona 3, dalla geologia e dalla tettonica particolarmente tormentate, è caratterizzata dalla prevalenza d'affioramenti di rocce metamorfiche sialiche (gneiss di vario tipo, micascisti, quarziti) nelle fasce esterne (Basamento cristallino della Zona Elvetica) e di rocce carbonatiche più o meno metamorfosate (calcari, dolomie, marmi) nelle fasce interne (Copertura della Zona Brianzone L.s.). Essa è attualmente la zona di maggior interesse potenziale per la produzione di granulati quarzosi per l'industria, ricavati dalla comminazione di rocce quarzitiche, generalmente di età Triassica.

Gli affioramenti di quarziti Triassiche presentano in genere discreta costanza di composizione mineralogica e cubature assai grandi, con possibilità di aprire grandi cave a mezza costa; la grana della roccia varia da micro a macro cristallina; impurezze più frequenti i feldspati, gli ossidi di ferro (ematite) e le miche (muscovite), questi ultimi due con impatto assai negativo sulla qualità del materiale.

Le cave che, in quest'area, producono questo tipo di materiale coltivano in genere rocce metamorfiche di tipo quarzítico, più o meno impure per la presenza di feldspati. Gli affioramenti di questi litotipi sono assai diffusi ed estesi in tutta la zona, anche se l'attività estrattiva finalizzata ad utilizzi industriali è stata nel tempo piuttosto limitata, risultando storicamente prevalente l'utilizzo per pietrisco e per usi ornamentali.

La disponibilità di grandi ammassi omogenei affioranti in aree di relativamente facile accesso ed i moderni mezzi di coltivazione hanno tuttavia fatto spostare qui, negli ultimi decenni, il grosso della produzione piemontese di sabbie silicee, prima concentrata in prevalenza, come ricordato, nella zona 2.

Zona 4

La quarta zona, assai estesa, abbraccia in realtà litotipi e formazioni molto diversi tra loro, con rocce la cui appartenenza spazia dalla Zona Brianzone L.s. (rappresentate da pochi lembi nelle fasce più esterne, in quanto la gran parte degli affioramenti ricade in territorio francese) alla Zona Ligure-Piemontese (fasce esterne), con calcescisti e ofioliti della copertura e

gneiss del basamento, alle Zone Sesia-Dent Blanche e Austrosudalpina (fasce interne), rappresentate in prevalenza da gneiss, rocce magmatiche acide (graniti, sieniti, dioriti, rioliti) e metamorfiti basiche (prasiniti, anfiboliti, metagabbri, eclogiti).

Non riveste attualmente particolare interesse per le sabbie silicee, anche se vanno segnalate alcune formazioni teoricamente in grado di ospitare giacimenti di un qualche interesse economico.

Per quanto riguarda le sabbie silicee propriamente dette, infatti, sono da segnalare i depositi di alterazione superficiale dei porfidi che, nel Biellese nord-orientale, presentano estensioni in affioramento e potenze più che ragguardevoli; si tratta tuttavia di materiali di notevole pregio, seppur piuttosto inquinati da ossidi di ferro, che sono attualmente oggetto di coltivazione mineraria per la produzione di sabbie quarzoso-feldspatiche (materiali di prima categoria).

Gli affioramenti di rocce gneissiche e granitoidi, assai comuni in questa zona, non di rado ospitano inoltre filoni, lenti e banchi di quarzo spesso assai puro, a grana cristallina medio-grande, ancora oggetto di coltivazione in tempi relativamente recenti ed in grado di fornire un materiale assai pregiato per purezza e grado di cristallinità (molto adatto, ad esempio, per la produzione di ferrosilicio per l'industria dei semiconduttori). Si tratta però, in genere, di giacimenti di modesta cubatura e casuale collocazione, sicché appare improponibile, al grado di dettaglio del presente studio, un tentativo di rappresentazione cartografica schematica.

Ancora da segnalare, in questa zona, una risorsa per certi versi singolare: si tratta degli estesi depositi detritici (in piccola parte naturali, ma per lo più derivanti dalla messa in discarica del materiale di scarto prodotto da coltivazioni - alcune ormai inattive da tempo, altre tuttora in esercizio - di granito per usi ornamentali) che bordano le pendici del Monte Camoscio, del Montorfano e degli altri rilievi granitici affioranti all'estremità nord-occidentale del lago Maggiore. Si tratta di un materiale quarzoso-feldspatico, con un quasi ottimale rapporto quarzo/feldspati alcalini, inutilizzabile come materiale da decorazione per il grado di fratturazione, per la forma irregolare o per difetti cromatici, ma assai adatto a fornire, previa comminuzione e separazione dei minerali ferrosi, un'eccellente materia prima per l'industria ceramica. Le riserve costituite dalle attuali discariche sono in via di progressivo esaurimento; da un punto di vista teorico, qualora fosse possibile una ripresa dell'attività estrattiva con duplici finalità (grandi blocchi da telaio e pezzame destinato alla macinazione), gli ammassi granitici

affioranti in zona sono in grado di garantire riserve praticamente illimitate (agli attuali ritmi di produzione).

8.3.3 CARTOGRAFIA TEMATICA

Per motivi di praticità, la carta giacimentologico-tecnica relativa alle sabbie silicee è stata accorpata all'analoga cartografia relativa ai gessi, dando luogo ad una “Carta giacimentologico-tecnica: gessi e sabbie silicee”, in scala 1/250.000. Si rimanda pertanto al corrispondente paragrafo del “Quadro geo-giacimentologico dei gessi” per una dettagliata descrizione della carta stessa.

8.4 CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITÀ DI CAVA

Per quanto riguarda la distribuzione delle cave che producono granulati silicei per l'industria, occorre perciò distinguere tra quelle coltivanti giacimenti di sabbie silicee propriamente dette e quelle che abbattano e frantumano rocce di tipo quarzítico.

Le cave coltivanti le sabbie silicee s.s. (due sole delle quali a tutt'oggi attive) interessano per la quasi totalità lenti di sabbie quarzose sporadicamente presenti nel Villafranchiano Inferiore (Pliocene Superiore), in genere in prossimità del contatto con le sottostanti sabbie dell'Astiano. Alla buona qualità del materiale, facilmente coltivabile con mezzi meccanici o con abbattimento idraulico⁴ per un diretto invio in condotta alla separazione granulometrica, fanno da contrappeso la relativa abbondanza di fini limoso-argillosi (da cui conseguono potenziali problemi di smaltimento e/o inquinamento) e l'irregolarità dimensionale dei giacimenti, spesso di modeste dimensioni e con distribuzione irregolare.

Come già si ebbe modo di dire parlando delle cave di sabbia per inerti, piuttosto limose, presenti nelle colline astiane, la corretta coltivazione di cava deve oggi procedere dall'alto verso il basso, con contestuale recupero della parte superiore del versante e soprattutto provvedendo al controllo delle acque di scorrimento superficiale.

È tuttavia evidente il diverso significato tecnico ed economico, nonché l'interesse stesso collettivo, di una coltivazione di sabbie miste da rilevati o riempimenti (quali le tipiche astiane) e

di una specifica tipologia di sabbia piuttosto “pulita” e soprattutto di composizione a prevalente contenuto di quarzo.

In un caso, infatti, le alternative geogiacimentologiche esistenti possono consentire delle scelte localizzative verso configurazioni più favorevoli; nell’altro la condizione di giacimento singolare, “esistente lì e chissà dove altrimenti” impone invece una più attenta considerazione verso la valorizzazione della risorsa, operando semmai nel senso di una ottimizzazione del recupero minerario in base al raggiungimento, preventivamente stabilito, di determinate geometrie per esempio di riprofilatura collinare.

A parte verranno considerati poi i già citati depositi di alterazione superficiale dei porfidi nel Biellese nord-orientale, i cui affioramenti presentano estensioni areali e potenze più che ragguardevoli; il pregio del materiale, con alto tenore quarzoso feldspatico, ha tuttavia fatto sì che le coltivazioni, tuttora attive nella zona di Cacciano-Masserano, avvengano attualmente in regime di concessione mineraria (materiale di prima categoria). In analogo regime è l'attività estrattiva che sfrutta le vecchie discariche dei graniti dei laghi tra Baveno ed il Toce; costi di macinazione a parte, si tratta tuttavia di un materiale che nulla ha da invidiare, sotto l'aspetto qualitativo, ai giacimenti del Biellese.

Un caso a parte è rappresentato anche dalle arenarie quarzose Mioceniche che affiorano presso Vicoforte; un tempo coltivate per pietra da taglio, sono attualmente ancora sfruttate, nelle bancate meno cementate, per la produzione di sabbie silicee di discreta qualità, peraltro quasi interamente destinate alla produzione di granulati.

Le cave più importanti dal punto di vista produttivo rimangono, attualmente, quelle che sfruttano vasti giacimenti di quarziti metamorfiche Triassiche nel Cuneese (Robilante, Vernante); già in passato, comunque, in tutto l'arco alpino sud-occidentale questi materiali erano stati coltivati per la produzione di granulati quarzosi, come testimoniano le numerose cave, da tempo abbandonate, che s'incontrano praticamente in ogni vallata tra la Val Tanaro e la Val di Susa (Ormea, Frabosa Soprana, Demonte, Stroppa, Valgioie, Villarfocchiardo, Bussoleno, ecc.).

Attualmente tutte abbandonate anche le cave un tempo coltivanti filoni e lenti quarzose nell'arco alpino nord-occidentale (Oulx, Castelnuovo Nigra, Quincinetto, Pestarena, ecc.), vuoi

⁴ Sistema peraltro da tempo abbandonato, a motivo delle implicazioni ambientali che derivano da un grande consumo di acqua –comunque riciclabile- e dal difficile controllo della frana dai fronti di scavo, operando coi getti d’acqua al loro piede

per esaurimento dei giacimenti, in genere di dimensioni piuttosto ridotte, vuoi per problemi di agibilità o di riserve; questo nonostante la già ricordata ottima qualità del materiale, spesso assai puro ed adatto per impieghi particolari, al punto che nella prima metà del XX secolo si sono avuti non rari esempi di giacimenti (attualmente tutti abbandonati) coltivati in sotterraneo (per vuoti od a camere e pilastri).

La tipologia di coltivazione è, come si è accennato, sempre a cielo aperto per le sabbie silicee propriamente dette; anche le rocce quarzitiche vedono oggi in attività solo coltivazioni a giorno, soprattutto in relazione alle caratteristiche dei giacimenti ed alle produzioni richieste, assai grandi.

Pure a cielo aperto, evidentemente, operano i grandi cantieri di cava della silice della Valle Vermegnana, che hanno preso il posto –in parte assumendo anche l’impegno di un recupero ambientale complessivo di siti un tempo abbandonati- di vecchie unità produttive, di carattere locale, quasi stagionale, volte a recuperare materiale “sciolto” granulare, proveniente dal disfacimento del giacimento primario. L’entità degli investimenti in atto nel bacino risulta in un caso dalle opere gigantesche di impiantistica approntate negli anni scorsi per il trasporto continuo (1000 t/h) del materiale dalla cava all’impianto, mediante nastro (2,4 km), in parte in galleria, e, in generale, dalle attuali progettazioni di sviluppo produttivo –in ampliamento e/o ricollocazione- per i prossimi 30 anni comunque sempre necessari per attività industriali di questo genere e portata.

L’abbattimento delle quarziti permio – triassiche più compatte –una sorta di ricementazione naturale di materiale prima ridotto a sabbia e poi tornato roccia ora particolarmente ricca in quarzo (~90%) e povera di inquinanti mineralogici, quali l’ossido di ferro- avviene con l’uso sistematico di mine, seguendo un metodo di coltivazione classico, a gradoni su più livelli sovrapposti, al fine di poter selettivamente caricare il materiale.

Sono infatti noti gli stretti limiti consentiti per l’accettazione della materia prima nelle industrie ceramiche, ma soprattutto vetrarie.

La profilatura dei gradoni, sparati con esplosivo commerciale a base di acqua- risulta spesso difficile, trattandosi di roccia in genere molto fratturata; la perforazione, in materiale assai abrasivo è onerosa per i consumi di utensili e la necessità di rivestimento delle canne, ma anche delicata al fine della captazione delle polveri, evidentemente silicotigene per l’ambiente.

Da quanto esposto si comprende altresì la necessità di spazi piuttosto ampi di cantiere, sia per la manovra dei mezzi di alta produttività, sia per poter effettuare abbattimenti selettivi, pur

nell'ottica –proprio grazie ad attente miscelazioni e controlli di stabilimento- di una coltivazione integrale, come richiesto oggi dalle cave moderne.

Le ricerche e le prove svolte hanno permesso una prima ricostruzione, a livello regionale, delle formazioni maggiormente sfruttate in Piemonte, nei tempi passati o attualmente, per la produzione di granulati quarzosi per l'industria.

In estrema sintesi si può affermare che, al momento attuale, per le sabbie Villafranchiane l'irregolarità dei giacimenti e le cubature unitarie spesso modeste non fanno prevedere, nonostante la buona qualità e la facile ed economica coltivabilità, una marcata ripresa dello sfruttamento, che presumibilmente andrà sempre più privilegiando lo sfruttamento delle quarziti Triassiche, più costose da lavorare ma in grado di supportare ben altre produzioni.

9. ALTRI MATERIALI

9.1 PREMESSA

Si è detto, nei capitoli di presentazione di questo terzo stralcio del DPAE, che i materiali industriali oggetto di produzione di cava si differenziano dalle altre risorse minerarie, non tanto per speciali ed esclusive proprietà, ma essenzialmente per il fatto di servire per qualche impiego industriale; si è detto anche che, in relazione alle sempre nuove e variabili esigenze delle industrie utilizzatrici, si assiste alla continua ricerca, e spesso alla creazione, di nuovi materiali industriali da parte dei cavatori, che cercano di orientare la loro attività estrattiva in modo da soddisfare la nuova e cangiante domanda di mercato.

Oltre ai gruppi di materiali industriali finora considerati, occorre allora prevederne uno ulteriore, che comprenda i materiali industriali di nuova e di futura creazione: questo è il significato del titolo “Altri materiali” dato a questo capitolo.

Due esempi sono particolarmente significativi a questo proposito: il primo riguarda un’attività già avviata che utilizza, come giacimento di materia prima da destinare all’industria ceramica, discariche di cave di pietre ornamentali, mentre il secondo si riferisce alla ricerca, e rispettive prospettive di produzione, di un inerte speciale da impiegare nei tappeti di usura delle pavimentazioni stradali. Il minerale industriale è rappresentato, in entrambi i casi, da rocce ordinarie, ritenute da sempre di nessun interesse pratico, e, nel primo caso, addirittura costituenti un problema ambientale in quanto cumuli di materiali di scarto.

9.2 DISCARICHE DIVENTATE GIACIMENTI

L’industria italiana della ceramica assorbe – come si è visto nel capitolo dedicato alle argille - un’enorme quantità di materie prime minerarie: il solo settore delle piastrelle consuma oltre 21 milioni di tonnellate l’anno, di cui circa 3 milioni rappresentate da feldspati e oltre 1 milione da sabbie silicee, il resto essendo costituito da argille e caolini.

Per quanto riguarda i feldspati, a coprire il crescente fabbisogno si è provveduto in passato, oltre che con l’aumento delle importazioni, con la ricerca e lo sfruttamento di giacimenti di elevata purezza, che si sono però dimostrati insufficienti, perché poco numerosi e quasi

sempre di modeste dimensioni. Si è allora pensato di utilizzare, anziché giacimenti di feldspati, rocce contenenti feldspati tra i loro componenti principali. E così, già da tempo in Italia si sono messi a punto procedimenti di trattamento per la separazione di questi minerali da sabbie feldspatiche (ad es. nel Bolognese) o da rocce vulcaniche (ad es. le euriti dell'Elba) che hanno fatto sì che ben presto l'Italia diventasse il principale produttore mondiale di minerali feldspatici, pur essendo povera di giacimenti "classici" di questo minerale.

Ma l'ultima scoperta nel campo delle risorse a buon mercato, ancor più interessante da certi punti di vista, è quella che ha portato a sfruttare le pluricentinarie discariche di granito di Baveno e Montorfano per fornire all'industria ceramica una materia prima che soddisfa contemporaneamente, per determinati prodotti, il fabbisogno di feldspati e di silice.

Gli impianti di trattamento realizzati a Verbania e a Baveno provvedono alle operazioni di trasformazione.

I blocchi di granito non alterato, di dimensioni lineari fino a 1200 mm, provenienti dalle scarpate a ridosso dei versanti, subiscono un processo di frantumazione primaria e secondaria in frantumatori a mascelle e conici, e successivamente vengono triturati in un molino ad urto e/o conico fino alla dimensione di circa 1 mm. Il trattamento si conclude con l'essiccazione e successiva separazione magnetica ad alto campo per l'eliminazione dei minerali ferrosi indesiderati.

Il prodotto ottenuto è una miscela di quarzo e feldspato sodico-potassico con contenuto di ossido ferrico (Fe_2O_3) inferiore a 0.12% particolarmente indicato per la produzione del gres porcellanato.

L'idea di macinare i blocchi di granito non alterato fino a dimensioni sub millimetriche per farne una materia prima ceramica è strettamente connessa proprio all'espansione del mercato del gres porcellanato. Il granito in questione ha già in natura una composizione mineralogica che ben si addice ad un impasto per questo prodotto ceramico (33% di quarzo, 62% di feldspato). Non rimane che abbassare il tenore di ossido ferrico, portato essenzialmente dalla mica biotite, dall'1.5% allo 0.12%, attraverso un processo di separazione magnetica ad alto campo, per ottenere una materia prima assai richiesta sul mercato.

Risulta evidente, da quanto detto, come possa dimostrarsi conveniente un procedimento di questo tipo rispetto all'approvvigionamento di minerali puri, da miscelare poi in fase di

impiego. Ma, oltre alla convenienza dovuta alla disponibilità e al basso costo della materia prima, quest'iniziativa presenta altri indubbi vantaggi, che così possono essere riassunti:

- smantellando le discariche di versante viene ridotto l'impatto ambientale di tipo visivo delle stesse;
- allo stesso tempo – se si procede in modo tecnicamente corretto - viene migliorata la stabilità dei versanti;
- la produzione di una materia prima secondaria di qualità per l'industria ceramica consente di ridurre lo sfruttamento delle risorse non rinnovabili;
- vengono restituite al settore estrattivo aree di cava finora occupate dalle discariche e quindi inutilizzabili.

In definitiva, questo speciale caso di attività estrattiva è da segnalare come una testimonianza dell'abilità dei nostri cavaatori di saper stare al passo con l'evoluzione tecnologica del settore industriale manifatturiero, diventando “produttori “ (nel senso di costruttori) di materie prime minerarie, da inventare a seconda delle esigenze del mercato, ma operando, nello stesso tempo, in modo da favorire la soluzione dei problemi ambientali.

9.3 INERTI SPECIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI

Le crescenti esigenze di sicurezza nella circolazione stradale stanno portando a restringere progressivamente lo spettro delle rocce utilizzabili nella messa in opera delle pavimentazioni.

In particolare, sempre più frequentemente anche in Italia, come già avviene specie in Nord dell'Europa, i Capitolati d'appalto relativi ad autostrade e altre grandi arterie stradali impongono che gli inerti impiegati per la realizzazione dei “tappeti di usura” (e cioè dell'ultimo strato della pavimentazione) rispondano a particolari requisiti di resistenza all'usura provocata dal traffico e dagli agenti atmosferici.

Da una decina d'anni questi requisiti sono valutabili in base ai risultati di una speciale prova cui viene sottoposta la graniglia impiegata per il tappeto d'usura, prova che porta ad attribuire alla roccia costituente la graniglia un determinato valore del cosiddetto “coefficiente di levigabilità accelerata” (CLA). Le rocce normalmente impiegate come materiali per pavimentazioni – che secondo le Norme CNR devono essere esclusivamente costituiti da

aggregati di cava – possono avere valori di CLA compresi fra 0,35 (le più scadenti) e 0,50; esistono poi materiali eccezionalmente pregiati, da questo punto di vista, i cui valori di CLA possono avvicinarsi a 0,60.

Si pone quindi il problema di rispettare i requisiti richiesti, come ad esempio previsto dal Capitolato d'appalto relativo ai recenti lavori di raddoppio dell'Autostrada Torino- Savona, dove si richiede un CLA di almeno 0,43.

Per ottenere questo valore, le imprese stradali hanno finora provveduto a correggere la composizione delle graniglie locali, costituite da calcari o calcari dolomitici, che non raggiungono il valore citato, con materiali migliori acquistati fuori zona: con percentuali crescenti di tali materiali è possibile migliorare le prestazioni della graniglia risultante fino a superare la soglia richiesta.

Sempre nel caso dei lavori sull'Autostrada Torino - Savona, le imprese si sono approvvigionate di granulati con ottimi valori di CLA nell'entroterra di Genova, e precisamente nelle formazioni di metabasalto di Voltri (CLA = 0,50). Un'ottima alternativa potrebbe essere rappresentata da una roccia analoga, la metabasite dell'Estrerel, in località Frejus, nell'entroterra di Cannes (CLA dichiarato pari a 0,58).

Risulta ovvio che l'approvvigionamento di questi granulati comporta un problema economico che diventa via via più gravoso con l'aumentare dei quantitativi richiesti e della distanza di trasporto.

Nella verosimile prospettiva dell'incremento nei prossimi anni del fabbisogno, diventa allora interessante l'ipotesi della ricerca sul territorio regionale di rocce in grado di soddisfare le nuove esigenze di resistenza all'usura, valutando nello stesso tempo la convenienza economica dell'apertura delle corrispondenti cave, in relazione agli specifici fabbisogni da quantificare sul territorio piemontese.

Allo scopo di indicare uno schema metodologico di applicabilità generale, si cita in proposito uno studio riguardante la ricerca geo-giacimentologica e valutazione di fattibilità economica, effettuato nell'ambito del Dipartimento di Georisorse, relativamente all'ipotesi di aprire nel Piemonte meridionale, con fulcro nel Monregalese, un'attività estrattiva per granulati aventi i requisiti di cui si è detto, in grado di soddisfare il fabbisogno attuale del Basso Piemonte, un territorio corrispondente ad un raggio di commerciabilità di 50-60 km.

Lo studio parte dalla stima del fabbisogno, sulla base delle dimensioni lineari e degli spessori del tappeto d'usura, relativamente ai tronchi autostradali e alle principali strade statali

del territorio considerato, valutando il tasso di rifacimento delle coperture superficiali nella misura del 10% annuo. Ne risulta un fabbisogno complessivo di circa 100.000 m³ all'anno.

La ricerca litologica sul terreno, preceduta da uno studio geologico sufficientemente dettagliato della zona, è stata guidata dalla bibliografia e dalle esperienze dirette di laboratorio riguardanti le misure di CLA, oltre che da considerazioni di opportunità relativamente alle possibilità effettive di insediamento dell'attività estrattiva. I campioni sono stati testati ed è stato effettuato lo studio di fattibilità relativamente al sito ottimale di insediamento della cava.

I risultati ottenuti sono da considerarsi positivi in quanto si sono individuati litotipi con valori di CLA compresi tra 0,47 e 0,50, la cui coltivazione risulta fattibile sia da un punto di vista economico che ambientale.

10. CONCLUSIONI

Come si è più volte sottolineato, il settore dei materiali per uso industriale presenta peculiarità tali da renderlo assai diverso dagli altri comparti oggetto di studio, ai fini della programmazione dell'attività estrattiva regionale.

Per questo motivo, la ricerca condotta, e la sua presentazione documentale, hanno dovuto discostarsi alquanto dallo schema seguito per i due stralci precedenti. In particolare, l'intero lavoro ha avuto come necessari centri di riferimento i singoli materiali oggetto di coltivazione, a ciascuno dei quali è stato dedicato un capitolo della relazione, poiché ogni materiale presenta caratteristiche sue dal punto di vista sia giacimentologico sia tecnico-estrattivo ed economico.

Volendo quindi trarre, al termine dell'analisi effettuata, delle considerazioni valide per tutto il comparto, si ritiene opportuno limitarle ad alcuni aspetti critici, in grado di evidenziare ancora, da un lato, le peculiarità del settore, e dall'altro le connesse tematiche di fondo concernenti la pianificazione dell'attività estrattiva, fine ultimo di questo documento.

Per quanto riguarda le caratteristiche peculiari, si è scelto di sottolineare quelle concernenti anzitutto la caratterizzazione dei materiali, attraverso la quale si chiarisce il significato stesso che oggi va attribuito al termine "minerale industriale", e in secondo luogo quelle relative agli aspetti tecnici dell'attività estrattiva; a questo proposito, alle considerazioni di carattere generale se ne aggiungono alcune specifiche riguardanti – in quanto esempio più significativo – l'estrazione di argilla.

In chiusura, come si è detto, si riportano alcune riflessioni in tema di pianificazione, il cui ruolo è anche quello di collegare questa fase di ricerca con quelle relative ai due stralci precedenti del DPAE.

La caratterizzazione dei materiali

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei materiali per uso industriale occorre considerare che alle specificazioni che l'industria richiede per i prodotti destinati ai diversi campi d'impiego non deve essere attribuito un valore assoluto ma soltanto relativo. In altri termini occorre tener presente che i materiali industriali, essendo spesso utilizzati per le loro proprietà fisiche e non solo per la loro composizione chimica, non sono insostituibili come i minerali metalliferi ed i combustibili ma possono in ogni momento essere surrogati in funzione delle mutate esigenze dell'industria che li trasforma o della disponibilità dei nuovi materiali

economicamente o tecnicamente più convenienti. Conseguenza diretta della “surrogabilità” dei materiali industriali è la creazione di “nuovi” materiali industriali: una terra o una pietra inutile, o addirittura uno scarto di produzione, possono diventare la base di una nuova industria o rimpiazzare un materiale prima di allora ritenuto insostituibile.

A questo riguardo si possono fare moltissimi esempi: si può citare, tra gli altri, la sostituzione della criolite artificiale, analogamente un’argilla non adatta alla produzione di laterizi può diventare materia prima per la produzione di un inerte leggero (argilla espansa, molto ricercata per le sue proprietà di isolamento termico), l’impiego del basalto fuso per rivestimenti antiusura. Un esempio tipico recente riguardante l’Italia è rappresentato dai materiali di carica per la carta: la graduale diffusione dei processi basici di fabbricazione ha consentito l’impiego come carica per la carta bianca, in sostituzione dei caolini d’importazione, di carbonato di calcio ottenuto per macinazione di scarti di coltivazione del marmo di Carrara. In molte cave del comprensorio il carbonato di calcio per carica da sottoprodotto è già diventato un coprodotto. Per restare in Piemonte è ancora il caso di citare gli scarti fini < 0.1 mm derivanti dalla macinazione e classificazione delle sabbie silicee da vetro: un tempo confluivano nel reticolo idrografico superficiale, successivamente vennero depositati in discarica, mentre attualmente, grazie alla loro composizione quarzoso più o meno feldspatica, costituiscono una materia prima per l’industria ceramica (piastrelle a pasta rossa).

Lo stesso è accaduto alle discariche della coltivazione dei graniti dei laghi (Baveno, Montorfano) per pietre ornamentali: attualmente con semplici trattamenti di separazione magnetica ad alto campo per l’eliminazione dei minerali contenenti ferro (principalmente mica biotite) sono diventate una materia prima di qualità per l’industria della ceramica.

Peculiarità dell’attività estrattiva

L’attività estrattiva dei materiali industriali, rispetto ad altri settori già esaminati presenta insieme, strettamente congiunte, le seguenti peculiarità:

- implica in generale produzioni notevoli, per quantità estratte, dalle singole unità principali;
- persegue una relativamente alta qualità dei materiali prodotti, ottenibile non direttamente in cava, ma frutto di più prelievi, diversificati, e di intelligenti miscelazioni, in stabilimento;
- richiede, per un verso, flessibilità produttiva nelle cave, ma per un altro, rigidità di forniture di materia prima agli impianti.

Pertanto, a seconda delle tipologie di materiale cavato, le unità estrattive possono presentare configurazioni ed organizzazioni dei cantieri assai diverse da caso a caso, rendendo preferibile alla formulazione di regole operative di pretesa assoluta validità, l'enunciazione di criteri generali di corretto comportamento imprenditoriale, sia per ciò sia riguarda l'aspetto estrattivo che per quello di recupero.

In questo caso, il motto "scavare selettivamente per coltivare integralmente" risulta davvero appropriato per il settore di cava in esame, come pure il principio per il quale lo scarto è una "disfunzione del ciclo produttivo".

Ne consegue la necessità, oggi più che mai stringente, da un lato di massimizzare il recupero giacimentologico e, dall'altro, di massimizzare la resa di cava e di lavorazione, ovvero il rendimento complessivo della produzione.

In pratica si tratta quindi di tendere, innanzitutto, ad uno sfruttamento completo delle cave già aperte e di notevole impatto ambientale, riprendendone, se possibile, anche le discariche, ove esistenti e non recuperate; ma anche di voler valorizzare tutto ciò che viene comunque prodotto, oggi, dai nuovi cantieri, evitando di considerarlo, sia pure in parte, un rifiuto permanente.

Ed è questo, a nostro avviso, l'aspetto tecnico più impegnativo, ma anche, per altri versi, promettente del presente lavoro, che vuole essere di indirizzo strategico per uno sviluppo programmato.

Le tecnologie minerarie oggi disponibili, in forma di uomini e mezzi in generale, per il reperimento e l'utilizzo della materia prima di cava, garantiscono ampie possibilità di soluzioni tecniche –metodi di coltivazione, macchine di scavo, impianti di trasporto e trattamento ecc.- ai molti problemi dell'attività estrattiva, la quale deve tuttavia sottostare anche a condizionamenti territoriali, talvolta sovrimposti (per esempio dalla pianificazione territoriale) senza tener conto delle esigenze di settore, e deve altresì rispettare normative ambientali non sempre producenti (per esempio in tema di rifiuti).

I limiti per uno "sviluppo sostenibile" dei diversi comparti in cui si è articolato tutto il lavoro, ma soprattutto di quest'ultimo –per un'attività così strettamente collegata all'industria di base, oltre che delle costruzioni- devono invece risultare da una convergenza (e non da una ormai anacronistica "contrapposizione") di valutazioni ambientali e di considerazioni economiche, per esempio attraverso "analisi costi - benefici" dei maggiori interventi proposti

dall'industria mineraria, che devono essere comunque considerate il prerequisito di ogni fattibilità ambientale degli interventi stessi.

Peculiarità della produzione delle argille

L'analisi della struttura produttiva relativa all'estrazione ed alla lavorazione dei materiali argillosi nella regione piemontese ha evidenziato alcuni particolari aspetti che meritano di essere presi in considerazione per il significato che essi possono rivestire nell'ottica del più ampio discorso sulla pianificazione delle risorse minerali.

1. Se riferita all'arco di tempo dell'ultimo decennio, la presenza di cave e fornaci, diffusa in passato in maniera pressoché uniforme sul territorio di pianura e collinare, ha subito una notevole variazione in termini di concentrazione produttiva e di riduzione sia dell'attività estrattiva che di quella di trasformazione. Se da un lato l'attuale dislocazione della maggioranza delle fornaci riflette abbastanza fedelmente quelli che sono i principali bacini di utenza dei prodotti (si può notare l'addensamento di attività produttive in provincia di Torino nonché quello dell'alessandrino accentuato, quest'ultimo, dall'esportazione verso la confinante provincia di Pavia), dall'altro si sono individuate alcune situazioni in cui, o la densità di aziende produttrici non è giustificata dalle modeste estensioni del giacimento, se non per motivazioni "storiche" (ad es. Torrazza P.te), ovvero in cui l'assenza di cave e fornaci non trova logico riscontro nella presenza di giacimenti che continuano a mantenere un potenziale interesse, sia per la qualità che per le cubature della materia prima (ad es. l'Alto Canavese e Novarese).
2. Anche in termini di tipologia di manufatti, attualmente prodotti dalle singole industrie, negli ultimi anni si può notare una notevole variazione, indirizzata verso la specializzazione; sono, infatti, parecchie le fornaci che incentrano la loro produzione verso un limitato (a volte unico) numero di prodotti principali. Fra questi tende a ridursi la produzione dei comuni mattoni pieni, mentre diventa prevalente quella di foratini e tramezze e quella di blocchi per murature; significativa, infine, è anche la produzione di blocchi termoisolanti per solaio e di coperture tegolari.
3. L'analisi delle caratteristiche giacimentologiche della regione ha evidenziato come nelle aree di pianura e di collina esistano estensioni notevoli di territorio in cui affiorano argille di natura e caratteristiche piuttosto differenziate. Pur essendo mediamente presenti argille di qualità tecnologica buona ma non eccellente, questa differenziazione dei litotipi può in realtà

costituire un elemento particolarmente favorevole, in quanto consente la miscelazione di materie prime dotate di caratteristiche complementari. La tecnica della miscelazione di diversi tipi di argille è attualmente in uso presso un buon numero di aziende, tuttavia essa tende in molti casi ad essere limitata dalla scarsa disponibilità di alcuni componenti in un ambito territoriale anche molto esteso.

4. La necessità di elevare continuamente il livello qualitativo dei manufatti attualmente in produzione, nonché di prevedere l'introduzione sul mercato di possibili nuovi tipi di prodotti, deve fare i conti con la difficoltà di reperire, nei singoli ambiti, materiali "pregiati"; questa necessità può invece essere soddisfatta affinando e programmando meglio la miscelazione di diversi tipi di argille negli impasti. Ciò può voler significare che determinati componenti non potranno più essere reperiti occasionalmente da locali scavi o prelievi in zone vicine perché essi non possono garantire una qualità costante; la miscelazione dovrà invece fare riferimento ad una strategia di approvvigionamento industriale basata sulla individuazione di fonti di produzione di materie prime che garantiscano la costanza della qualità.
5. In base a quanto esposto nei punti precedenti si può quindi ipotizzare un'ulteriore fase di mutamento nella dislocazione delle aziende sul territorio, con l'ottica di una maggiore concentrazione delle attività produttive, tali da rendere vantaggioso l'uso integrato di materiali di diverse caratteristiche tecnologiche, provenienti anche da zone non strettamente adiacenti, ma in cui esistano importanti bacini estrattivi.

La programmazione regionale: indirizzi e criteri di sostenibilità

La programmazione regionale delle attività estrattive deve quindi conciliare le esigenze di un settore economico primario, com'è appunto quello delle attività estrattive, con i criteri di sostenibilità cui l'attività economica in generale deve orientarsi. Può essere opportuno, in proposito, richiamare alcuni criteri generali che ne hanno ispirato l'impostazione.

Quando la regione ha intrapreso la formazione di quello che si chiamava ancora PRAE, (Piano Regionale delle Attività Estrattive), gran parte della pianificazione adottata dalle altre regioni era impostata su criteri di immediata operatività, nel senso che il piano regionale identificava aree e siti di cava giungendo a perimetrazioni che potessero disciplinare direttamente le singole autorizzazioni.

Inutile dire che questa era una finta pianificazione, ché, di fatto, essa finiva per assumere come disegno di piano il mosaico delle cave in atto e di quelle in corso di autorizzazione,

assegnando a questo mosaico l'immeritata dignità di risultato di un coerente e sistematico processo di pianificazione.

Era dunque evidente la necessità di intraprendere una diversa strada che configurasse una forma inedita di Documento di Programmazione Regionale, coerente con la natura che è propria della pianificazione territoriale a questa scala, la quale non ha carattere di operatività diretta, ma mediata attraverso altri strumenti, atti ad affrontare con il necessario grado di dettaglio tutti gli aspetti messi in gioco da una pianificazione attenta alle problematiche ambientali. Fu dunque intrapresa una programmazione basata su indirizzi e su criteri precisamente definiti in modo da risultare efficaci per la pianificazione di maggiore dettaglio delle Province e dei Comuni.

In questo contesto, è importante che il Documento di Programmazione Regionale fornisca, innanzitutto, un quadro informativo omogeneo sui principali aspetti del settore delle attività estrattive: dagli aspetti economici, a quelli giacimentologici, a quelli ambientali fino a quelli di natura più squisitamente tecnica. È appunto questo il compito degli elaborati tecnici, che, in modo omogeneo, accompagnano i tre stralci del DPAE, grazie ai quali Province e Comuni possono operare a partire da un quadro conoscitivo regionale unitario.

Ovviamente il solo quadro conoscitivo non è sufficiente a dar vita ad un documento di programmazione: per questo occorre fornire indirizzi strategici, criteri di azione e norme. Con riferimento a tali contenuti di natura programmatica, il DPAE si articola secondo tre distinti livelli di indirizzo normativo:

1. un primo livello di carattere generale, che chiarisce e regola i rapporti tra la programmazione di settore delle attività estrattive e la pianificazione del territorio a livello regionale, provinciale e comunale;
2. un secondo livello che riguarda i diversi ambiti provinciali e, più specificamente, i singoli bacini estrattivi dove, a seconda dei casi, si pone la necessità di fornire indirizzi normativi più particolareggiati, in grado di tenere conto delle particolarità delle singole situazioni locali;
3. un terzo livello, infine, che va ad incidere direttamente sulla progettazione e che ha il compito di precisare quei criteri che devono essere seguiti affinché si persegua, con il necessario rigore tecnico, il requisito della sostenibilità ambientale. Ciò si è tradotto, in particolare, sia in una più specifica regolamentazione della procedura di VIA, per la quale il

DPAE è direttamente chiamato in causa dalla legge istitutiva della procedura stessa, L.R. n. 40/98, sia nella definizione di linee guida per la progettazione.

Con questo stralcio, dunque, il quadro della programmazione regionale delle attività estrattive può dirsi completato. Esso presenta comunque un impianto normativo generale unitario, dotato di un'articolazione interna, che tiene tuttavia conto delle specificità e delle differenze che riguardano sia i diversi comparti produttivi, sia i diversi ambiti e bacini estrattivi.

È la prima volta che la Regione Piemonte dispone di un quadro generale così articolato. Ora esso si apre alla verifica dell'attuazione e della gestione, che vedrà un importante lavoro, in primo luogo, delle amministrazioni provinciali, che, con i loro piani, dovranno dare veste operativa alla pianificazione delle attività estrattive. Il contributo che da esse deriverà costituirà un apporto decisivo per il consolidamento di una razionale programmazione dell'attività estrattiva nel rispetto di quei requisiti di sostenibilità che sono ormai un obiettivo irrinunciabile delle politiche pubbliche.