

## POSSIBLES MATERIALS AMB DESTINACIÓ A OBRES PORTUÀRIES A LA COSTA BRAVA (GIRONA)

C. Roqué i L. Pallí

Unitat de Geologia. Universitat de Girona. Pl. Hospital, 6. 17071 Girona

---

### RESUM

Es descriu la metodologia utilitzada en la recerca de materials amb destinació a obres portuàries a la Costa Brava. La metodologia segueix un conjunt de fases de treball. Les tres primeres permeten fer una selecció de les pedreres ja existents a la zona. Les altres fases consisteixen a estudiar els materials i les característiques de les pedreres triades i de les zones que hi són properes, per poder ordenar-les segons la seva utilitat envers obres portuàries. Finalment s'exposen els principals resultats obtinguts.

### RESUMEN

Se describe la metodología utilizada en la investigación de materiales con destino a obras portuarias en la Costa Brava. La metodología sigue un conjunto de fases de trabajo. Las tres primeras permiten hacer una selección de las canteras ya existentes en la zona. Las demás fases consisten en estudiar los materiales y las características de las canteras escogidas y de las zonas próximas a ellas, para poder ordenarlas según su utilidad para con obras portuarias. Finalmente se exponen los principales resultados obtenidos.

### ABSTRACT

The methodology used in the research of materials destined to port constructions in the "Costa Brava" is described. This methodology follows a set of work steps. The first three allow to do a selection of the stone quarries that exist in the zone. The other steps consists in studing the materials and the characteristics of the chosen quarries and the zones closed to them, as to order them according to their utility in port constructions. Finally, the main results obtained are explained.

**Keywords:** Methodology, quarry, port constructions, Costa Brava.

---

## INTRODUCCIÓ

En aquest article s'exposa la metodologia emprada i els resultats obtinguts en el treball que la Unitat de Geologia de la Universitat de Girona ha realitzat durant els anys 1991 i 1992, per encàrrec d'Informes y Proyectos, SA (INYPESA) i de la Comissió de Ports de Catalunya (Zona Portuària I) del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya, sobre les pedreres situades a la zona d'influència de la Costa Brava, per tal de caracteritzar i delimitar els materials que són potencialment aptes per ser destinats a obres portuàries en aquesta part del litoral.

La demanda creixent d'amarraments per a embarcacions esportives experimentada en els darrers anys, com també la necessitat d'augmentar els llocs on poder ubicar les barques de pesca, han obligat a reestructurar i augmentar la xarxa de ports esportius-pesquers dels municipis de la franja costanera. El fet que en les obres portuàries es necessiti un gran volum de material rocós ha relançat l'interès sobre el sector dedicat a l'explotació de pedreres que, d'altra banda, la mateixa estructura turística creada al voltant de la Costa Brava havia fet minvar notablement. Actualment no és possible situar nous fronts d'extracció de material en molts municipis d'aquesta zona a causa de la forta incidència que existeix sobre el sòl, l'impacte visual negatiu que creen i les molèsties que generen en el turisme, tant per la seva explotació com pel trasllat dels materials extrets.

La recerca de zones d'on es pugui llevar un gran volum rocós per abastar les obres portuàries s'ha de fer tenint en compte, d'una banda, les característiques i les reserves de les diferents litologies i, de l'altra, la distància entre el punt d'obtenció del material i la seva destinació final. A la Costa Brava i a les àrees properes s'hi localitza un ventall de litologies amplíssim i de característiques molt diferents. De tots els tipus de roca que hi ha només uns pocs són utilitzables en la construcció de dies i espigons. Es tracta concretament dels que són extraïbles en grans blocs i que tenen, a més, una densitat i una cohesió suficientment elevada per aguantar els embats dels temporals. Però també els que s'alliberen en blocs petits, de volum inferior a un metre cúbic, posseeixen altres característiques desitjades i poden ser utilitzats com a base d'assentament de les grans estructures esmentades.

## METODOLOGIA

Amb la finalitat de localitzar les zones d'on és possible extreure materials aptes per a ser utilitzats en obres portuàries, s'ha elaborat una metodologia de treball que es desenvolupa seguint les següents fases:

- I. Recopilació de dades.
- II. Estudi fotogeològic.
- III. Exploració de camp a nivell general.
- IV. Estudi de les pedreres seleccionades.
- V. Exploració selectiva de materials.
- VI. Estudi al laboratori dels materials escollits.
- VII. Agrupació i delimitació dels materials seleccionats segons la seva utilitat.
- VIII. Selecció de zones explotables.

A les tres primeres fases es fa una selecció de les pedreres existents a la zona estudiada, en funció de les característiques del tipus de material extret i de l'explotació en si. Així mateix es duu a terme una primera valoració de les àrees on es poden establir noves pedreres. Les altres fases del treball consisteixen a estudiar en detall els materials i les característiques de les pedreres seleccionades i de les zones que hi són properes, amb la finalitat de crear una ordenació basada en la seva utilitat envers les obres portuàries que permeti triar aquelles explotacions més adients en cada cas.

### I.- Recopilació de dades

En aquesta primera fase es recopila la informació geològica existent sobre l'àrea

costanera de l'estudi, que es concreta en els terrenys situats dins d'una banda de 25 km d'amplària. Es consulten les cartografies geològiques publicades a escala 1:200.000 i 1:50.000, com també els treballs i dades inèdits procedents de diverses fonts, existents a l'arxiu de la Unitat de Geologia de la Universitat de Girona. L'anàlisi de tota aquesta informació permet conèixer l'emplaçament de les pedreres actives i inactives existents, i alhora tenir una aproximació dels materials aflorants a la zona i, per tant, poder fer una primera selecció d'àrees i de pedreres.

## II.- Estudi fotogeològic

L'estudi mitjançant la visió estereoscòpica de les fotografies aèries a escala 1:18.000 permet delimitar les zones amb un recobriment important i els sectors fortament fracturats, els quals ja poden ser desestimats per presentar característiques adverses a la ubicació de noves explotacions i a l'obtenció de grans blocs de material. Així mateix, l'anàlisi morfològica de tota l'àrea d'estudi, feta amb aquest mateix procediment, facilita l'eliminació d'altres indrets on, o no és possible extreure el rocam per la dificultat dels accessos, o bé hi ha la impossibilitat d'establir un front de pedrera.

## III.- Exploració de camp a nivell general

A partir de les dades recopilades en les dues fases anteriors del treball, es planifica i s'inicia l'exploració al camp de les diverses pedreres, tant actives com inactives, que es troben a la zona d'estudi. La seva visita permet fer-ne una selecció seguint un criteri basat en les característiques i la utilitat dels materials que hi són explotats. S'escullen per a estudis posteriors de més detall les que presenten materials resistents, homogenis, poc alterats, escassament recoberts i susceptibles de proporcionar blocs de volum superior a un metre cúbic. Les pedreres que no s'adequen a les esmentades condicions són rebutjades.

## IV.- Estudi de les pedreres seleccionades

Cada una de les pedreres escollides en la fase anterior és estudiada detalladament, tant pel que fa a les característiques dels materials com a les de l'explotació.

En pedreres actives, cal centrar l'atenció en el volum dels blocs que s'extreuen i intentar relacionar-lo amb la densitat de les discontinuïtats que afecten la roca. La determinació d'aquesta densitat en pedreres no actives o en altres indrets on aflorin materials similars ens permetrà extrapolar el tamany dels blocs extraïbles en cada cas. L'alteració del material, els minerals observables "de visu", la textura i la porositat són característiques a tenir també en compte en aquesta fase de l'estudi. Materials molt alterats o amb minerals extremadament alterables seran en principi poc aconsellables atesa la seva fàcil erosió per les ones. Així mateix, les roques molt poroses o amb textures poc compactes tindran, probablement, densitats baixes i per tant podran ser desplaçades pels corrents i les ones amb facilitat. El recobriment existent, la morfologia de la zona i l'extensió de l'aflorament ens permetran calcular les reserves aproximades de l'explotació.

Aquestes i altres dades es fan constar en unes fitxes on s'especifiquen, de cada pedrera, la localització (terme municipal, toponímia, propietari, número i nom del mapa topogràfic, escala del mapa i coordenades geogràfiques), les característiques de l'explotació (tipus, funcionament, any d'inici de l'explotació, alçària i amplària

del front, recobriment, reserves, tipus d'extracció, estabilitat dels talussos, volum dels blocs i destinació dels materials) i les característiques macroscòpiques dels materials (grau d'alteració, porositat, duresa, aspecte de l'aflorament, grau de fracturació, grau d'esquistositat, grau de laminació, minerals observables "de visu" i textura). Si a la pedrera afloren materials diferents, s'omple una fitxa per a cadascun. En aquesta fase, a més, es confecciona una cartografia geològica a escala 1:10.000 dels voltants de cada pedrera seleccionada i es realitza un mostreig de les diferents roques existents.

### **V.- Exploració selectiva de materials**

En aquesta fase s'amplia la cartografia geològica fins a delimitar les àrees que ocupen dins la zona estudiada cada un dels materials extrets de les pedreres escollides en la fase III. A més, es prenen mostres dels indrets on són potencialment instal·lables noves explotacions rendibles, i també d'altres zones veïnes, per tal de poder afinar més la cartografia. Els sectors molt fracturats, o amb un recobriment important que no han estat desestimats en fases anteriors, són eliminats de la cartografia, la qual es realitza sobre una base topogràfica a escala 1:25.000 o de més detall.

### **VI.- Estudi al laboratori dels materials escollits**

Les mostres preses de cada tipus de material present a les pedreres i altres zones són estudiades al laboratori per determinar-ne les característiques físiques, la composició mineralògica i la natura petrològica. La qualitat mecànica de la roca és mesurada mitjançant diferents assajos, els més importants dels quals són els destinats a calcular la resistència a la flexió i a la compressió, el desgast per fregament i la densitat. La composició mineralògica i la natura petrològica de les mostres es determinen mercès a l'estudi de làmines primes en el microscopi polaritzant. Aquestes dades s'incorporen a les fitxes obertes a la fase IV.

### **VII.- Agrupació i delimitació dels materials seleccionats segons la seva utilitat**

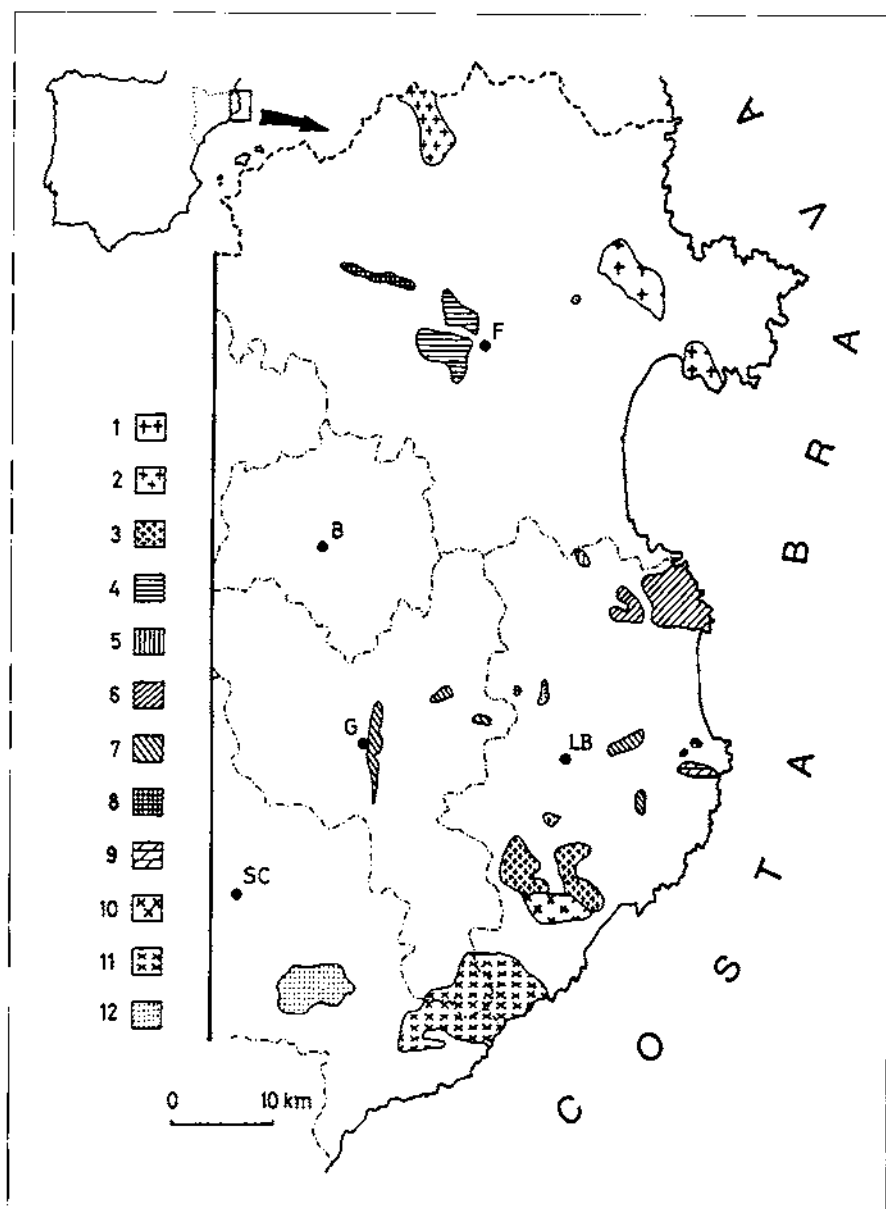
Una vegada conegudes la natura i les propietats dels diversos materials seleccionats, s'agrupen aquells materials de característiques idèntiques o molt semblants, fet que permet simplificar notablement la cartografia general de la fase V.

La cartografia geològica dels materials s'elabora i delinea sobre mapes topogràfics a escala 1:25.000, on es representa mitjançant un codi numèric la localització de les mostres estudiades en detall.

### **VIII.- Selecció de zones explotables**

En base a les dades obtingudes a les fases anteriors del treball, es procedeix a la selecció i ordenació de zones d'on es poden extreure materials aptes per a ser utilitzats en obres portuàries. Les zones mostrejades són ordenades en funció del volum màxim (superior al 10%) dels blocs extraïbles, de la densitat dels materials, així com d'altres característiques a tenir en compte, com ara la qualitat mecànica de la roca, el possible impacte ambiental, tant del front de l'explotació com de l'escombrera, i la distància a l'obra a realitzar.

Finalment s'escullen i recomanen, en cada cas, les pedreres existents i potencials susceptibles de proporcionar materials amb destinació a les obres portuàries.



**Figura 1.** Situació dels diferents materials. Llegendari 1. Granodiorites de Roses-Roda. 2. Granodiorites de Cantallops-La Jonquera. 3. Granodiorites de les Gavarres. 4. Calcàries de Llers. 5. Calcàries d'Albons. 6. Calcàries del Montgrí. 7. Calcàries de Girona. 8. Calcàries de Terrades. 9. Dolomies del puig Bruçà. 10. Leucogranits de Castell d'Aro. 11. Leucogranits d'Ardenya. 12. Basalts de Massanet de la Selva i de l'Empordà. Caps de comarca: F. Figueres. B. Banyoles. G. Girona. LB. La Bisbal. SC. Santa Coloma de Farners.

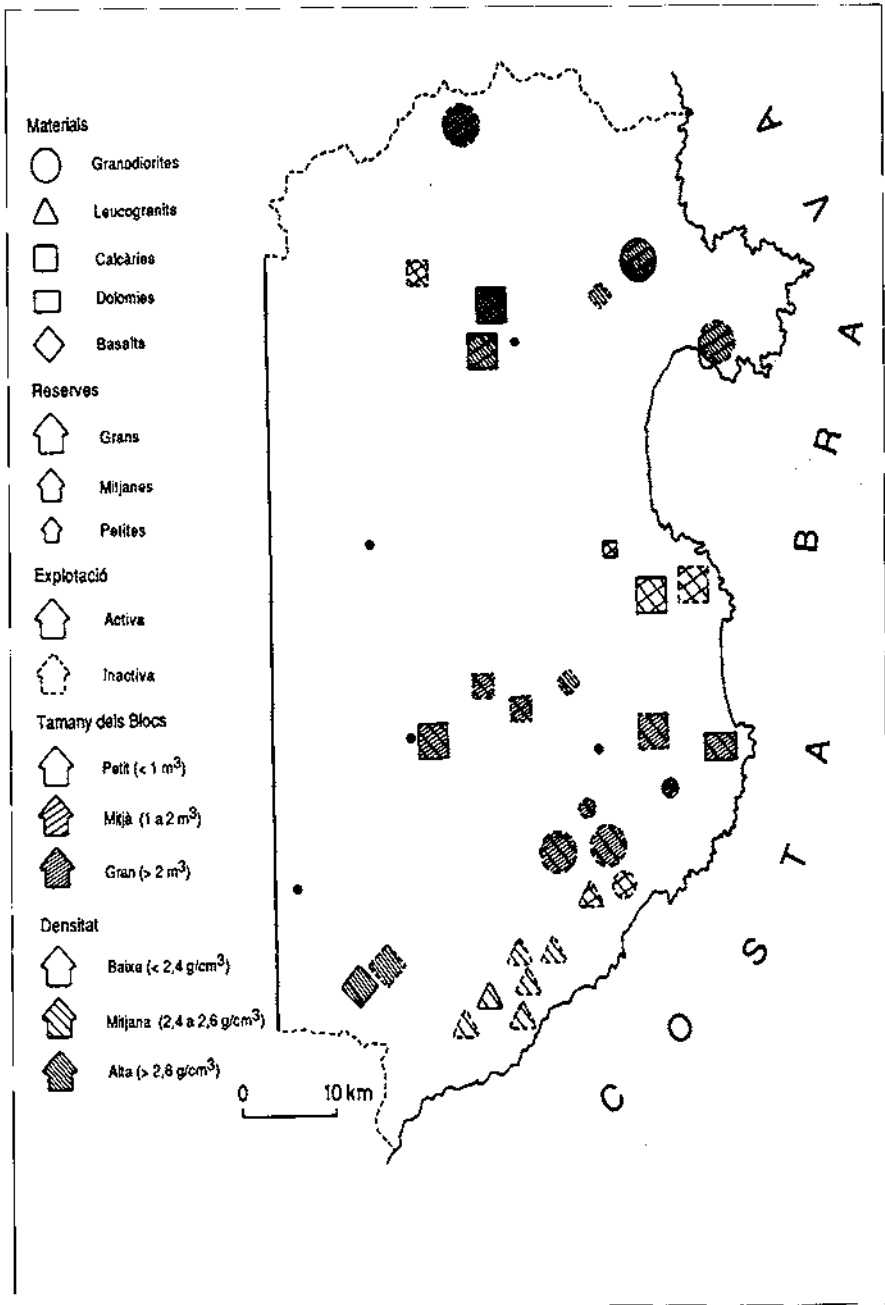


Figura 2. Esquema de situació de les pedreres segons la diferent composició, reserves, explotació, mida dels blocs i densitat del material.

## RESULTATS

Els materials presents a les rodalies de la Costa Brava, susceptibles de ser utilitzats en obres portuàries, són agrupables en 8 conjunts ateses les seves característiques (Fig. 1 i 2):

**a) Granodiorites gnèssiques de Roses-Roda:** caracteritzades per una composició dominant granodiorítica, per estar deformades (per la qual cosa les anomenem gnèssiques), per donar blocs d'aproximadament  $2 \text{ m}^3$  i per tenir una densitat mitjana de  $2,68 \text{ g/cm}^3$ . La granodiorita de Cantallops-La Jonquera presenta així mateix característiques similars al grup anterior, i per tant s'hi pot incloure. Aquests materials poden ser explotats al Puig del Corb (La Jonquera-Cantallops), a les rodalies de Montperdut (Llançà-Vilajuïga), als voltants de la Coma de l'Infern (Vilajuïga-Pau), al vessant meridional del puig del Roc de l'Àliga (Pau), al sector entre Palausaverdera i Sant Onofre, al vessant septentrional del serrat de la Torre del Sastre (Roses) i a les rodalies de la riera de la Quarantena (Roses).

**b) Granodiorites de les Gavarres:** de composició dominant granodiorítica, com les anteriors, però de densitat al voltant de  $2,50 \text{ g/cm}^3$ . Proporcionen blocs fins a  $3,4 \text{ m}^3$ . Són explotables a les rodalies del Molí de les Roques (Calonge-Castell d'Aro), a Castell-Barri (Calonge), a can Eugeni (Calonge), a les rodalies del Puig del Furroí (Santa Cristina d'Aro), al nord del mas Regolta (Forallac) i al sud de can Terrades (Santa Cristina d'Aro).

**c) Calcàries de les rodalies de Llers:** donen blocs d'uns  $2 \text{ m}^3$ , essent la seva densitat mitjana de  $2,68 \text{ g/cm}^3$ . Es poden explotar a les rodalies de la riera de Rissec (Vilanant-Avinyonet), al sector entre el torrent de les Comes i el rec de les Costes (Llers-Vilafant-Avinyonet), i als vessants occidentals de la riera de Cap de Terme (Llers-Figueres).

**d) Calcàries d'Albons i del Mongríf:** similars a les del grup anterior, la seva densitat oscil·la entre  $2,59 \text{ g/cm}^3$  i  $2,45 \text{ g/cm}^3$ , proporcionant blocs de  $1,5 \text{ m}^3$ . Són extraïbles al puig de Gorners, als vessants meridionals i septentrionals de la muntanya d'Ullà i a les rodalies del còrrec de les Guilles i de l'Alt de la Pedrosa (Torroella de Montgríf).

**e) Calcàries de Girona:** de densitat  $2,56 \text{ g/cm}^3$ . Donen blocs fins a  $3,4 \text{ m}^3$ . Es poden explotar al sector nord de can Serra (Peratallada) i a la zona est de Girona.

**f) Calcàries de les rodalies de Terrades:** extraïbles en blocs de  $1,5 \text{ m}^3$  i de densitat variable entre  $2,55 \text{ g/cm}^3$  i  $2,48 \text{ g/cm}^3$ . Es poden explotar a la serra de Santa Magdalena i al puig de les Forques (Terrades).

**g) Dolomies del puig Brucà:** donen grans blocs fins a  $6 \text{ m}^3$ . La seva densitat és de  $2,43 \text{ g/cm}^3$ . Es poden instal·lar noves explotacions, a més de les existents, al puig Brucà i rodalies, al puig Major (Pals) i al sector nord del puig del Terme (Pals-Begur).

**h) Leucogranits de gra fi de Castell d'Aro:** tenen una densitat de  $2,38 \text{ g/cm}^3$  i proporcionen blocs de fins a  $1,5 \text{ m}^3$ . Són explotables al voltant de Fanals d'Amunt

(Castell d'Aro), a l'est del torrent de Canyet (Santa Cristina d'Aro) i a l'oest de can Benet (Castell d'Aro).

A més d'aquests 8 grups, han estat representats els indrets on són explotables materials que, si bé donen blocs de volum inferior a 1 m<sup>3</sup>, presenten característiques que permeten la seva utilització com a assentament d'estructures. Destaquen, per la seva elevada densitat, els basalts de Maçanet de la Selva i de l'Empordà i els leucogranits del massís d'Ardenya per la seva forta cohesió.

## BIBLIOGRAFIA

- I.G.M.E. (1974). *Mapa de rocas industriales (Figueras 25 10/3)*. E. 1:200.000. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.
- I.G.M.E. (1974). *Mapa de rocas industriales (Barcelona 35-10/4)*. E. 1:200.000. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.
- MUÑOZ, P.; ROMERO, J.A.; RODRÍGUEZ, I.; GARCÍA, E.; CRESPO, A.; CARRIÓN, F.; GARBAYO, M.P. (1989). Metodología de investigación de rocas ornamentales: granitos. *Bol. Geol. y Min.* vol. 100-3. 433-453.
- PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1991). Inèdit. Estudi de les possibles procedències de materials amb destí a obres portuàries a la zona de Sant Feliu de Guíxols (Girona). Per a la Comissió de Ports de Catalunya (Zona Portuària I). Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.
- PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1992). Inèdit. Estudi de les possibles procedències de material amb destí a obres portuàries a la zona de Roses (Girona). Per a Informes y Proyectos SA (INYPESA).