

PETICIONARI:

Fundació Bosch i Gimpera
Badiri Reixac, 4-8,
Barcelona

Barcelona, 29 de novembre de 2022

**CARACTERITZACIÓ DE MORTERS DE L'ESGLÉSIA DE SANT ESTEVE DE LA DOMA,
A LA GARRIGA (VALLÈS ORIENTAL) (BCIL 9017-I)**

1.- MATERIAL OBJECTE D'ASSAIG

El material objecte d'assaig són dues mostres de morter, extretes pel personal d'aquest laboratori el dia 3 de novembre de 2022, segons les indicacions del Sr. Enric Costa, en representació de l'Àrea de Patrimoni de l'Ajuntament de la Garriga, i el Sr. Joel Pera, en representació dels Serveis Territorials a Barcelona del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, i codificades com a "mostres de morter extretes de l'Església de Sant Esteve de la Doma a la Garriga, Vallès Oriental (BCIL 9017-I)".

2.- CODIFICACIÓ DE LES MOSTRES

I-1195.2.A.- Morter de revestiment localitzat a la zona del cor (*). En el moment de fer la cala s'han detectat dues capes diferents, i s'han analitzat ambdues, quedant la codificació de la següent manera:

I-1195.2.A1.- Mostra de la part més superficial.

I-1195-2-A2.- Mostra inferior.

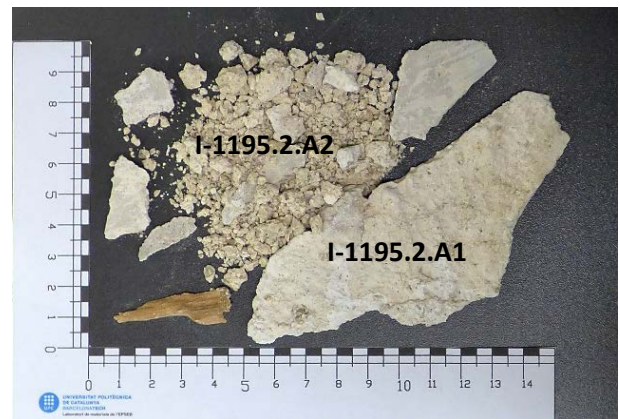
I-1195.2.B.- Morter de revestiment, localitzat a la zona del cor (**).

() Segons ens informen els representants d'ambdues administracions aquest revestiment es considera d'època més recent.*

*(**) Segons ens informen els representants d'ambdues administracions aquest revestiment es considera d'època menys recent.*



1.- Fotografia de localització de la zona d'extracció de la mostra I-1195.2.A.



2.- Fotografia de la mostra del morter extreta i codificada com a I-1195.2.A1 (part superficial) i I-1195.2.A2 (part interior).



3.- Fotografia de localització de la zona d'extracció de la mostra I-1195.2.B.



4.- Fotografia de la mostra del morter extreta codificada com a I-1195.2.B.

3.- ASSAIGS REALITZATS

- Estudi granulomètric per disgregació del morter per via seca, i determinació qualitativa de la composició i forma de l'àrid, així com una relació aproximada Conglomerant : Àrid, en pes.
- Determinació de la composició del conglomerant mitjançant difracció de raigs X i anàlisi tèrmica diferencial, per determinar la composició i el grau d'hidraulicitat.

4.- RESULTATS

I-1195.2.A- Mostra de revestiment de la zona del cor

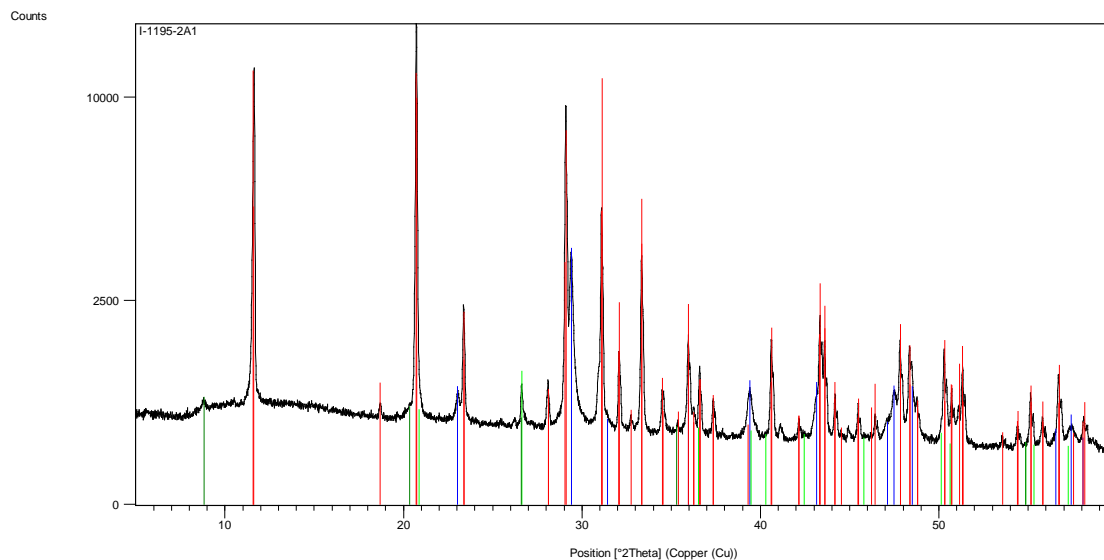
La coloració de la mostra és blanquinosa i s'observen dos capes diferenciades.

I-1195.2.A1- Capa superficial

En observar aquesta mostra, s'ha pogut veure que no es tracta d'un morter, sinó que és un pasta conglomerant, amb alguns grans de minerals.

Així doncs, no s'ha fet l'estudi granulomètric, perquè no procedeix, i s'ha determinat la composició mineralògica de tota la mostra mitjançant difracció de raigs X i anàlisi tèrmica diferencial.

A continuació es mostra l'espectre obtingut, així com els minerals detectats. Cal tenir present que aquesta tècnica només detecta els compostos cristal·lins.



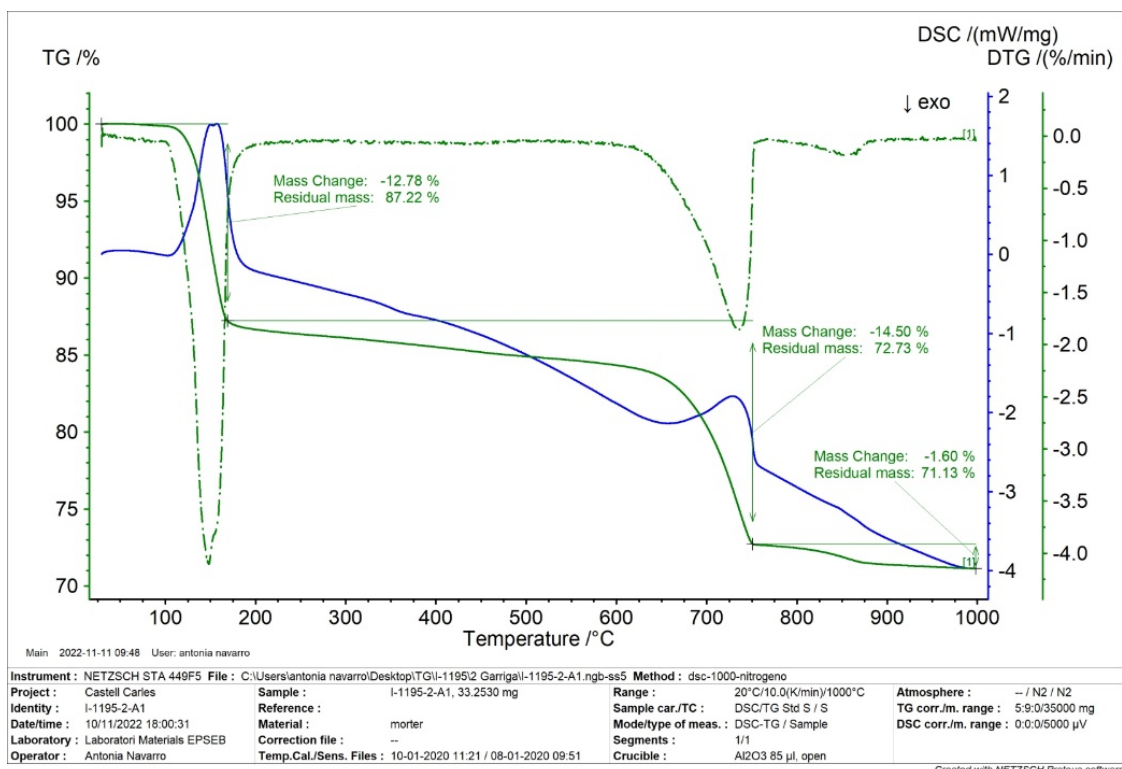
Codi referència	Nom comú	Fórmula química
00-033-0311	Guix	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
00-005-0586	Calcita	CaCO_3
00-046-1045	Quars	SiO_2
00-029-1489	Hal·loysita	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

5.- Espectre de difracció de raigs X, així com els minerals detectats.

La calcita, el quars i la hal-loysita, minerals minoritaris, pertanyen als àrids que acompanyen al guix, que actualment ja està completament hidratat.

També s'ha realitzat l'anàlisi tèrmica diferencial de la fracció fina.

En el següent gràfic es mostra la gràfica de pèrdua de pes en funció de la temperatura (línia verda contínua), així com la derivada d'aquesta (línia verda discontinua), i el comportament tèrmic de la mostra en escalfar-se (línia blava).



6.- Gràfic corresponent a l'anàlisi TG

Com es pot observar, es produeix una pèrdua de pes d'un 13% als voltants dels 150 °C, i una altra pèrdua d'un 15% als 700°C, que corresponen amb la pèrdua d'aigua de constitució del guix. Les reaccions en tots dos casos son endotèrmiques (pics cap amunt de la línia blava). També s'observa una petita pèrdua de pes del 2% als 850 °C, que corresponen amb la descomposició de la fase carbonatada (calcita).

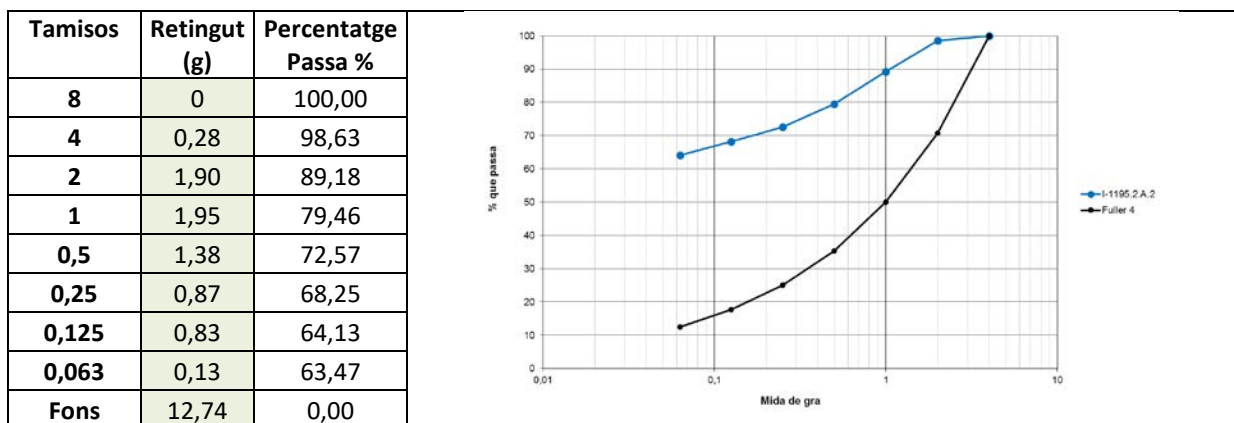
Aquestes dades ens asseguren que es tracta d'una **pasta de guix**, i els minerals calcita, quars i hal-loysita són minoritaris.

I-1195.2.A2- Capa del morter de suport

Aquest morter, tot i ser també blanc, presenta una certa quantitat d'àrid. En conseqüència, s'ha triturat el morter i s'ha fet una granulometria per via seca.

Posteriorment, s'ha analitzat el retingut de cada fracció granulomètrica mitjançant observació amb lupa binocular i microanàlisi química, comprovant la quantitat de massa aglutinant adherida als àrids.

Per últim s'ha extret la dosificació del morter en pes, considerant que tota la fracció fina (mida inferior a 0,063 mm) correspon al conglomerant.

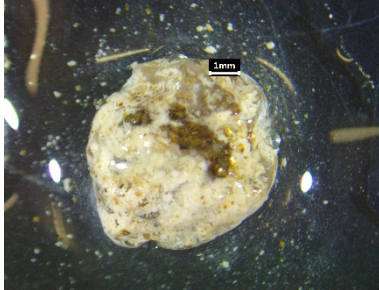


7.- Taula i gràfic corresponent a la granulometria.

La línia blava correspon la corba granulomètrica del morter analitzat. La mida màxima de l'àrid és de 4 mm. S'adjunta, en línia discontinua negra, la corba de màxima compacitat, segons Fuller, per un diàmetre màxim 4 mm. Es pot observar que el morter analitzat té més quantitat de fins que la corba de màxima compacitat de Fuller. La fracció fina correspon a l'àrid fi i al mateix conglomerant. Aquesta fracció li correspon un 64% del total de la mostra.

Si es considera que la fracció fina de l'àrid (mida inferior a 0,063 mm) està formada principalment pel conglomerant, i que aquest és de carbonat càlcic, la dosificació en pes d'aquest morter actualment (una vegada ja carbonatat) és de **1:0,8**.

A les següents fotografies es pot veure la fracció granulomètrica retinguda en cada tamís. També es comenta la composició mineralògica de les fraccions granulomètriques, així com la forma dels àrids.



Tamís 4 mm

Gran de quars subarrodonit. Hi ha un 5% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



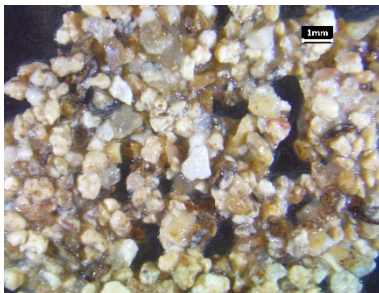
Tamís 2 mm

Grans de quars i feldspats subarrodonits. Hi ha un 20% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



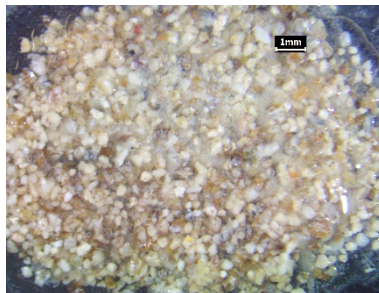
Tamís 1 mm

Grans de quars, feldspats i miques, subarrodonits. Hi ha un 50% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



Tamís 0.5 mm

Grans de quars, feldspats i miques, subarrodonits. Hi ha un 60% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



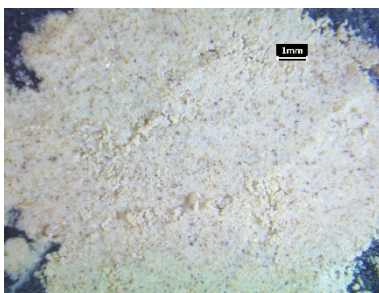
Tamís 0.25 mm

Grans de quars, feldspats i miques, subarrodonits. Hi ha un 80% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



Tamís 0.125 mm

Grans de quars, feldspats i miques, subarrodonits. Hi ha un 80% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.



Tamís 0.063 mm

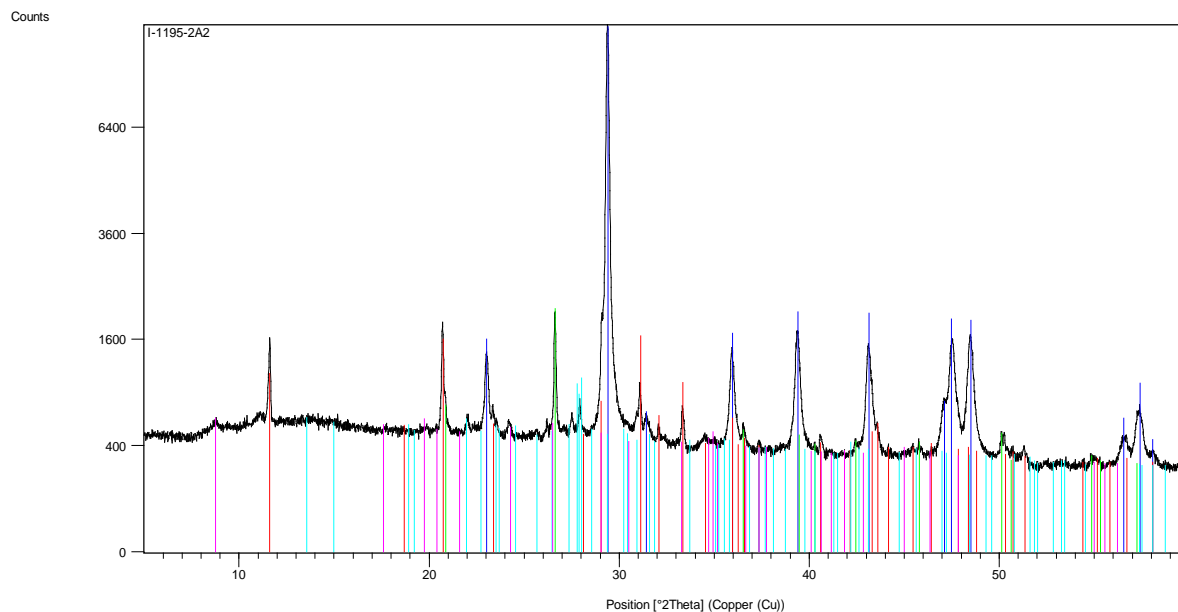
Grans de quars, feldspats i miques, subarrodonits. Hi ha un 90% aproximat de conglomerat adherit a l'àrid.

8. Grup de les fotografies de les fraccions granulomètriques retingudes a cada tamís.

De l'estudi òptic granulomètric es desprèn que tot l'àrid és de la mateixa composició silícica i la seva forma també és coincident, del tipus rodats.

S'ha determinat la composició mineralògica de la fracció fina (mida inferior a 0,063 mm), formada pel conglomerant i per l'àrid fi, mitjançant difracció de raigs X.

A continuació es mostra l'espectre obtingut, així com els minerals detectats. Cal tenir present que aquesta tècnica només detecta els compostos cristal·lins.



Codi referència	Nom comú	Fórmula química
00-005-0586	Calcita	CaCO ₃
00-021-0816	Guix	CaSO ₄ ·2H ₂ O
00-046-1045	Quars	SiO ₂
00-041-1486	Anortita	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
00-007-0025	Moscovita	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂

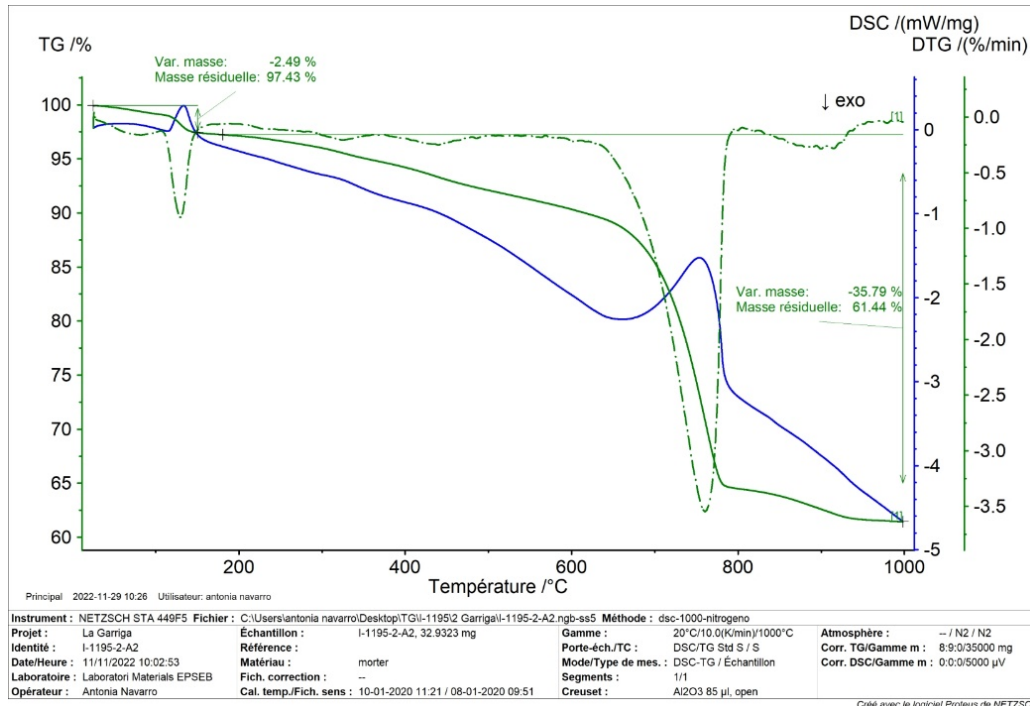
9.- Espectre de difracció de raigs X, així com els minerals detectats.

El quars, l'anortita i la moscovita, minerals minoritaris, pertanyent a la fracció fina de l'àrid. El guix pot ser contaminació de la capa superior.

La calcita correspon al conglomerant, a hores d'ara ja completament carbonatat.

També s'ha realitzat l'anàlisi tèrmica diferencial de la fracció fina.

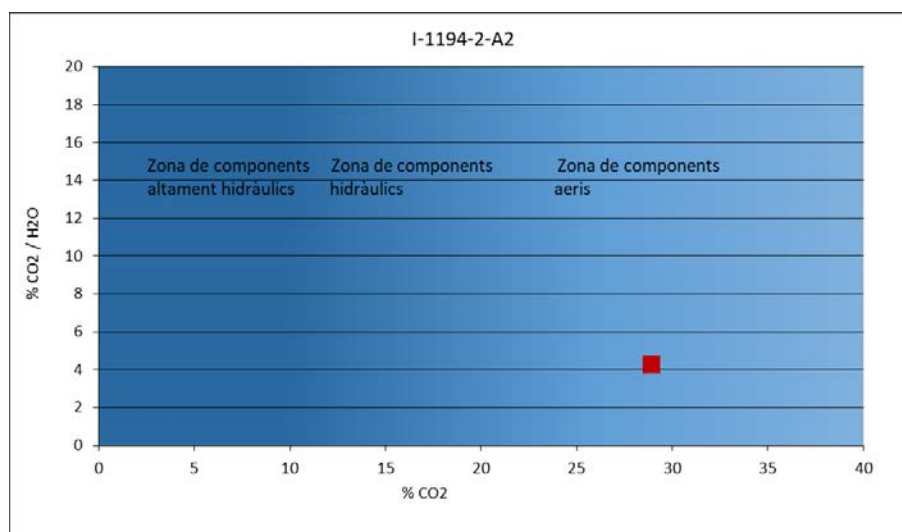
Al següent gràfic es mostra la gràfica de pèrdua de pes en funció de la temperatura (línia verda contínua), així com la derivada d'aquesta (línia verda discontinua), i el comportament tèrmic (endo i exotèrmic) de la mostra (en color blau) a mesura que augmenta la temperatura.



10.- Gràfic corresponent a l'anàlisi TG

Com es pot veure, es produeix una pèrdua de pes d'un 3% als voltants dels 150 °C, que correspon amb la pèrdua d'aigua de descomposició del guix. Però la pèrdua de pes més important es produeix als 800 °C, amb una pèrdua de quasi el 36%, corresponent amb la descomposició de la fase carbonatada (calcita).

Si comparem la pèrdua de pes produïda per la descomposició dels carbonats càlcics (descomposició del CO₂) a més de 600 °C i el quocient entre aquesta pèrdua i l'aigua que es descompon entre 200 i 600 °C, podem determinar el grau d'hidraulicitat del morter analitzat¹.



11.- Gràfic corresponent al grau d'hidraulicitat

¹ A Moropoulou, A Bakolas, K Bisbikou **Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal analysis and X-ray diffraction techniques.** Thermochemica Acta, 269/270 (1995), pp. 779-795

Segons aquest gràfic, el conglomerant analitzat se situa a la zona de components aeris.

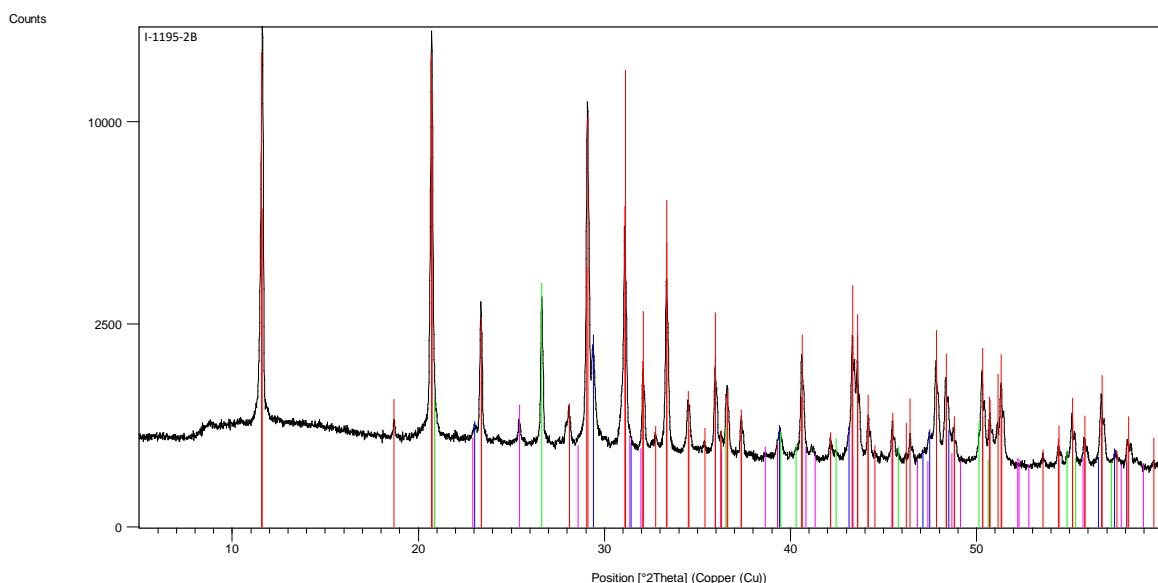
Així doncs, es pot concloure que aquest morter és un **morter de calç**, amb **àrid silícic** (grans de quars, feldspats i miques) subarrodonit, de mida màxima 4 mm, i que està contaminat amb el guix de la capa superior. La dosificació en pes obtinguda del morter analitzat, tenint en compte que tot el conglomerant ja està carbonatat, és **1:0,8** en pes.

I-1195.2.B- Capa superficial

En observar aquesta mostra, s'ha pogut veure que no es tracta d'un morter, sinó que és una pasta conglomerant, amb alguns grans de minerals.

Així doncs, no s'ha fet l'estudi granulomètric, perquè no procedeix, i s'ha determinat la composició mineralògica de tota la mostra mitjançant difracció de raigs X i anàlisi tèrmica diferencial.

A continuació es mostra l'espectre obtingut, així com els minerals detectats. Cal tenir present que aquesta tècnica només detecta els compostos cristal·lins.



Codi referència	Nom comú	Fórmula química
00-033-0311	Guix	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
00-005-0586	Calcita	CaCO_3
00-046-1045	Quars	SiO_2
00-037-1496	Anhidrita	CaSO_4

12.- Espectre de difracció de raigs X, així com els minerals detectats.

La calcita i el quars, minerals minoritaris, pertanyen als àrids que acompanyen al guix. S'ha detectat la presència d'una quantitat d'anhidrita (guix completament deshidratat); és molt possible que aquesta anhidrita correspongui a grans de guix deshidratat no reactiu, i per tant, tindria un paper també com a àrid. Per la poca quantitat detectada, no es creu que s'utilitzés expressament aquest component com a àrid, sinó que possiblement correspon a una cuita deficient del propi guix, atribuïble a una cocció menys industrial que la que es fa a l'actualitat.

També s'ha realitzat l'anàlisi tèrmica diferencial de la fracció fina.

Al següent gràfic es mostra la gràfica de pèrdua de pes en funció de la temperatura (línia verda contínua), així com la derivada d'aquesta (línia verda discontinúua), i el comportament tèrmic de la mostra en escalfar-se (línia blava).

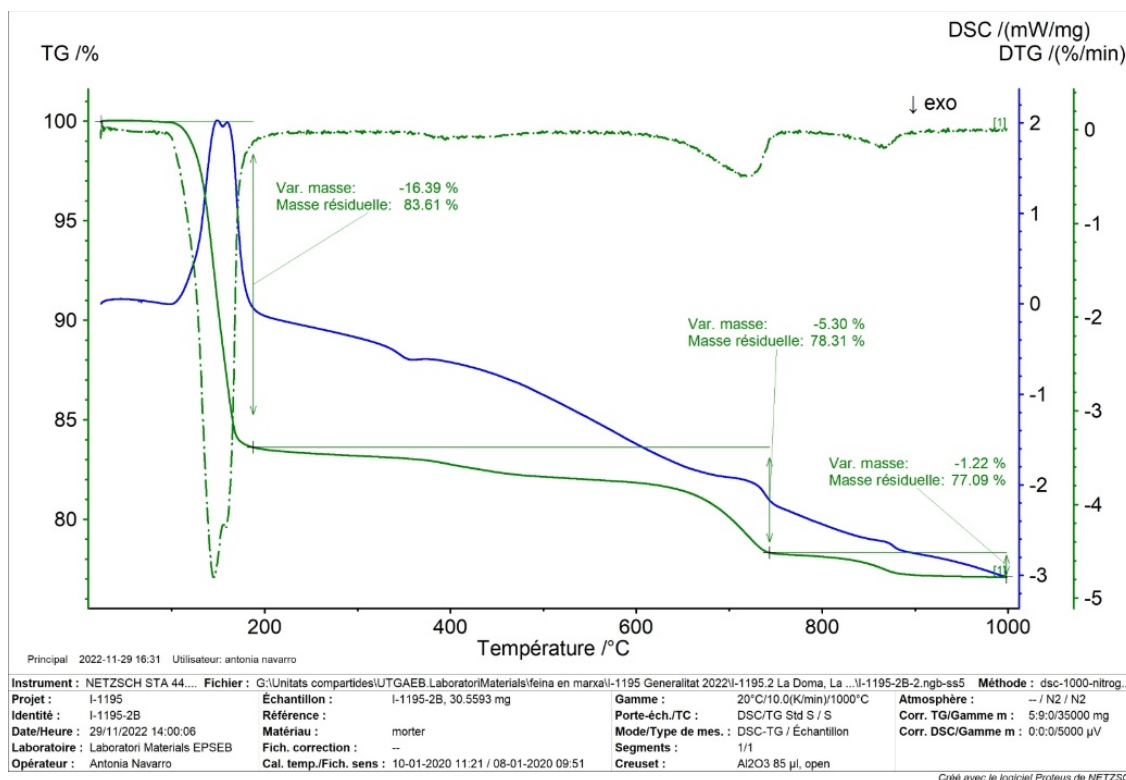


Figura 13.- Gràfic corresponent a l'anàlisi TG

Com es pot observar, es produeix una pèrdua de pes d'un 16% als voltants dels 180 °C, i una altra pèrdua d'un 5% als 700°C, que corresponen amb la pèrdua d'aigua de constitució del guix. Les reaccions en tots dos casos son endotèrmiques (pics cap a dalt de la línia blava). També s'observa una petita pèrdua de pes del 1% als 850 °C, que corresponen amb la descomposició de la fase carbonatada (calcita).

Aquestes dades ens asseguren que es tracta d'una **pasta de guix**, i els minerals calcita i quars són minoritaris.



5.- CONCLUSIONS

Segons els resultats obtinguts, podem concloure el següent:

I-1195.2.A.- Morter de revestiment de la zona del cor.

I-1195.2.A1.- Mostra de la part més superficial.

Es tracta d'una pasta de guix, amb els minerals calcita, quars i hal·loysita de forma minoritària i per tant que podem considerar com a impureses del mateix guix.

I-1195-2-A2.- Mostra inferior.

Es tracta d'un morter de calç aèria, amb àrid de mida màxima 4 mm, de forma subarrodonida, i de composició silícica (grans de quars, feldspats i miques). Presenta contaminació de guix corresponent a la capa que el cobreix, superficial.

I-1195.2.B.- Mostra de revestiment d'època menys recent, localitzat a la zona del cor.

Es tracta d'una pasta de guix, amb els minerals calcita i quars de forma minoritària i per tant que podem considerar com a impureses del mateix guix.

Antònia Navarro Ezquerra
Tècnic del Laboratori

Judit Ramírez-Casas
Directora del Laboratori

Si necessiteu conèixer altres serveis que us podem oferir, entreu al següent QR

