

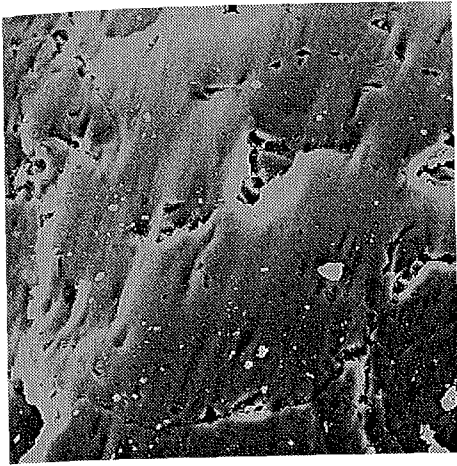
pressió (làmina 1a-b). Aquestes deformacions són molt intenses i, com passa sovint, només afecten el dipòsit i no l'estructura fresca: termodinàmicament reaccionen diferent i, sobretot, el dipòsit ofereix una superfície més àmplia i homogènia i, alhora, una discontinuïtat important amb la xarxa cristal·lina subjacent, molt fàcilment aprofitable i feble. En la làmina 1c es distingeix clarament la franja contínua de dipòsit de la xarxa cristal·lina precinemàtica.

L'acció de cisellar provoca en la roca una lateralitat important de la resposta, donat que l'esforç canvia molt ràpidament en punts propers. En la làmina 1d observem com el dipòsit es forma en àrees concretes contigües, resultant en un volum botrioidal. Els punts d'esforç màxim, en canvi, alliberen molta més energia per formar dipòsits extensos, monovolums i més homogènis (làmina 1e). No són mai excessivament densos, ni voluminosos, fet que resulta en una profunditat menor. En les dues imatges citades pot comprovar-se que la lateralitat es repeteix pel que fa a la deformació posterior al dipòsit. És diferent la deformació que pateix un dipòsit discontinu i botrioidal de la que pot patir una estructura més densa, contínua i homogènia. En aquesta darrera sempre és més important, a part del fet que l'esforç lateral també ho provoca. En la zona més deformada es donen solcs de compressió i corrosió d'amplitud d'ona gran (làmina 2e). La corrosió es situa ordenadament en franges paral·leles perpendiculars al moviment separades per una distància regular. Formen franges perpendiculars però es tracta de depressions de corrosió individuals que es formen a la mateixa distància de la vora en la direcció del treball però que resulten en falses franges producte d'una posició regular dins la franja de dipòsit.

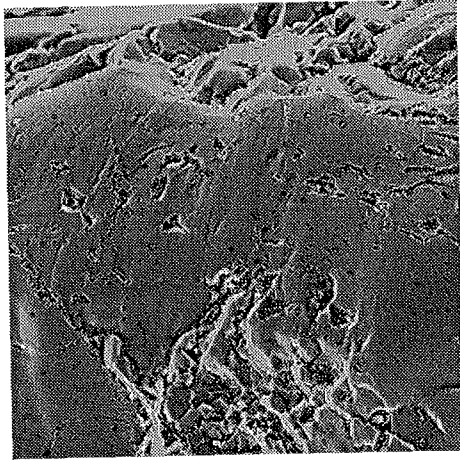
El grup d'objectes que han perforat, gravat i ranurat són els que presenten les deformacions més pregones i el cicle més llarg de modificacions. En algunes ocasions en la base de dades de deformació dels objectes anatem deformacions abrasives baixes (10%, 25%) per aquest conjunt. Això es deu més a la impossibilitat de registrar-les perquè estan cobertes pel dipòsit que no pas a la realitat: allà on ha estat possible de determinar-ne hem observat fractures i trencaments per fatiga de grans dimensions (làmina 3b) i que sovint estan recoberts per dipòsit, provocant una de les morfologies de deformació per acció sobre os més clares i clàssiques (làmina 3c) que Plisson defineix com un poliment «à contour franc régulier, la coalescence dure ondulée ou nappée, unie, plus brillante et beaucoup plus lisse (que el de banya de ren), d'aspect "glacé"» (Plisson, 1985: 55). Els trencaments esmentats i aquesta morfologia de superfície, que l'autor referit la dona com típica de l'os veiem que no és l'única que provoca aquest material, tot i que n'és pròpia en el sentit de que no la trobem en cap altre material. Les fractures descrites tampoc són generals, sinó que les hem observat restringides a aquestes activitats.

La capa de dipòsit té profunditats variables segons el punt de l'esforç en què es trobi. A la imatge de la làmina 3c en podem observar la que descrivim en un objecte usat per perforar os i que mesura 0.69 µm. En ella també es contrasta la raó de l'ondulació observada en superfície: la base fracturada. La superfície inferior de la capa de dipòsit ja es veu lleugerament ondulada, adaptada al substracte, com ja havíem apuntat (Sala, 1993: 162). L'augment de l'ondulació en la superfície superior del dipòsit ha d'estar provocada per haver patit una lleugera compressió posterior a la deposició. La làmina 3e mostra la mateixa morfologia en un altre objecte usat per ranurar i en el que les ondulacions es veuen clarament reduïdes a un àrea determinada, coherent amb la idea d'una fractura i no amb una morfologia general.

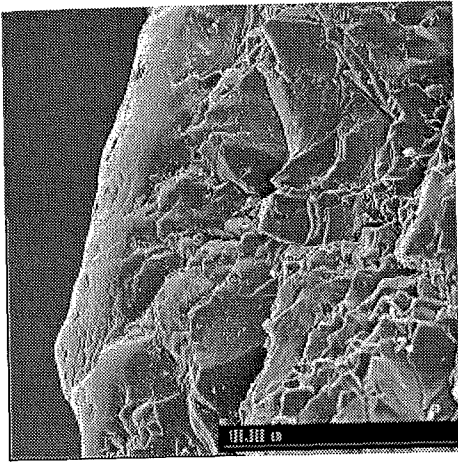
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



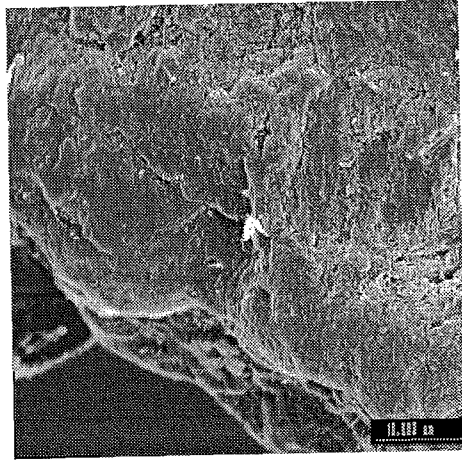
A



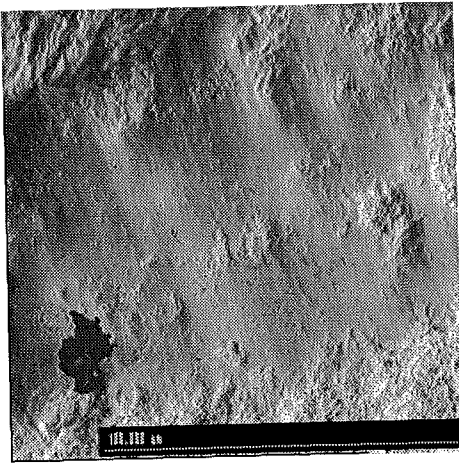
B



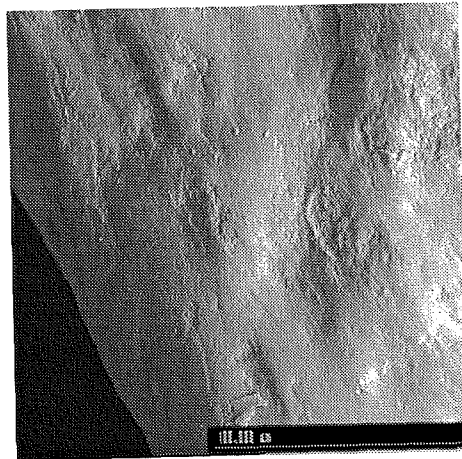
C



D



E



F

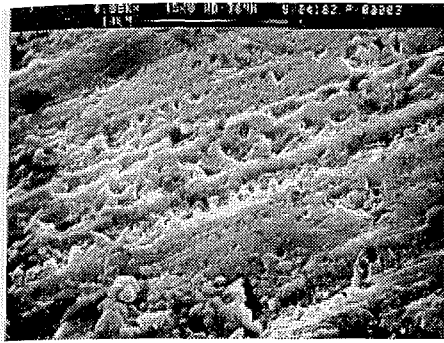
Lateralment, aquestes accions provoquen dipòsit igualment llis, però més convex i amb ondulacions menys pronunciades. Aquí el creixement de les capes de recristal·lització es donen per un procés menys massiu i més acumulatiu, fet que afavoriria el creixement més convex (làmina 3a). Contràriament, en les zones de més esforç, la deformació continua més enllà del dipòsit i la compressió descrita per arribar a nivells de corrosió irregular i en solcs molt profunda que desfan totalment la superfície llisa i homogènia que indicàvem per convertir-la en una massa de punts aïllats, en un volum botrioidal molt irregular (làmina 3d).

La corrosió es pot donar amb morfologia diferent, però sempre es tracta d'una alteració química del dipòsit provocada per la fricció de les dues superfícies en contacte. Sovint presenten morfologies pròximes a les de l'abrasió però en les que es pot veure la matèria arrasada parcialment acumulada als laterals del solc, producte de corrosió i desplaçament (làmina 2a). En el mateix objecte, usat per a gravar os, la corrosió pren la forma de línies de depressions de perfil triangular o trapezoïdal en superfície (làmina 2b), amb acumulació de matèria als laterals a causa d'una component compressiva associada. Plantegem la possibilitat que en lloc de corrosió pugui tractar-se d'una ruptura plàstica: macles. Aquesta hipòtesi alternativa no ha pogut ser contrastada adequadament, fet pel qual mantenim, com ja hem assenyalat en els apartats metodològics, la hipòtesi de corrosió.

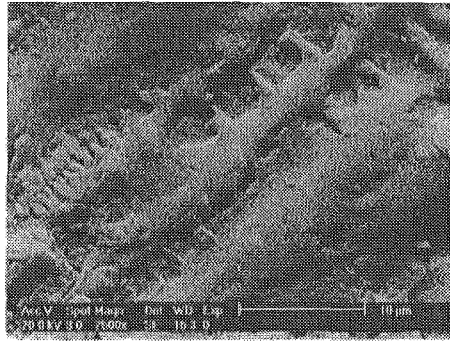
Molt poques vegades hem pogut determinar de forma empírica una característica que, metodològicament, és perfectament lògica: les capes successives de dipòsit. N'hem descrit en la secció practicada en un objecte de quarsita usat per segar cereal (vegeu l'apartat corresponent en aquest mateix capítol) i en un dels instruments de la sèrie que ara comentem, usat per a gravar os (làmina 2d). Es tracta d'una àrea reduïda en què s'observen tres fragments de dipòsit lleugerament desplaçats i sobreposats l'un a l'altre, estriats i fracturats posteriorment. Aquestes capes creixen de baix a dalt mentre dura l'esforç, de forma successiva: per tant, la més «moderna» i menys deformada ha de ser la inferior. En aquest mateix punt s'ha descrit una altra de les característiques metodològicament més importants: la inclusió de partícules de la matèria treballada (làmina 2f). Durant l'esforç, les partícules arrancades de la matèria treballada queden lliures entre les dues superfícies en contacte. La temperatura i la pressió fa migrar els defectes de la roca a la superfície en forma fluïda i en cada moment i cada punt on es forma dipòsit hi ha probabilitats de que la massa recristal·litzada inclogui aquestes partícules. En la imatge indicada es mostren els mapes dels elements químics que es localitzen en el dipòsit: principalment calci i fòsfor, els components de la hidroxiapatita de l'os. No es tracta, com cita Keeley (1980), de partícules soltes que un tractament àcid arranca. Estan incloses en el dipòsit després d'haver estat rentat amb HCl. Només es podria eliminar mitjançant un atac que destrúís el dipòsit que les inclou.

A la imatge de la làmina 2e s'observa una franja de dipòsit format al damunt d'una fracturació intensa com les esmentades i immediatament, a l'interior, un dipòsit més convex i corroït, de textura rugosa i disposició reticular. Es tracta d'una pèrdua lateral d'esforç en allunyar-se pocs micròmetres de la vora d'un instrument que va servir per gravar os. Aquesta textura irregular, amb nombroses depressions minúscules i disposició reticular és el que descrivia Keeley en el seu treball (Keeley, 1980) com poliment típic de l'os, en el qual interpretava les depressions com els buits deixats per la hidroxiapatita eliminada pels atacs àcids. Aquesta eliminació de material és contestada per Plisson (1985), que no la reproduïx. Nosaltres ja hem assenyalat que hem localitzat l'apatita en l'interior dels dipòsits per anàlisi química. Per altra banda, considerem que

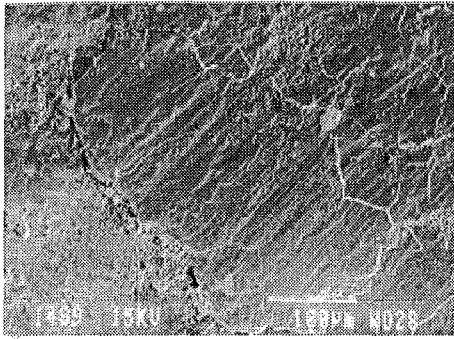
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



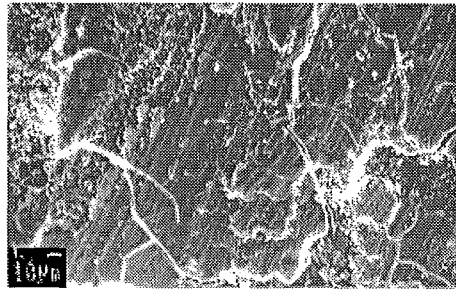
A



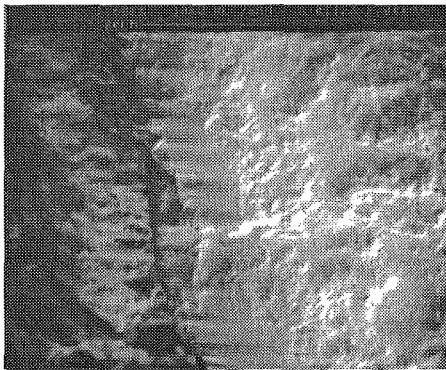
B



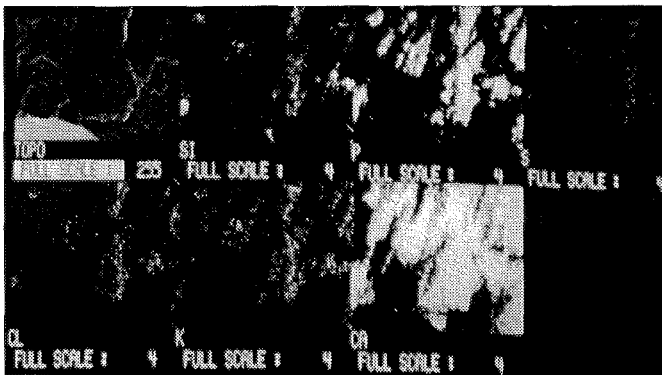
C



D



E

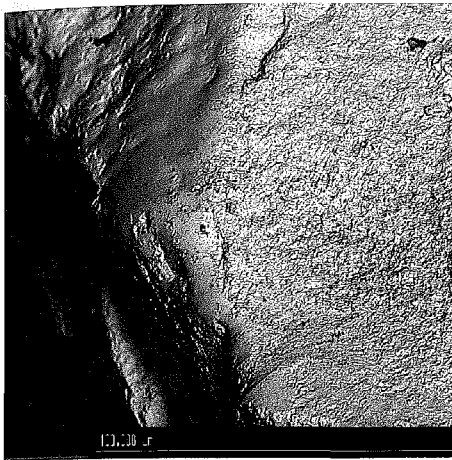


F

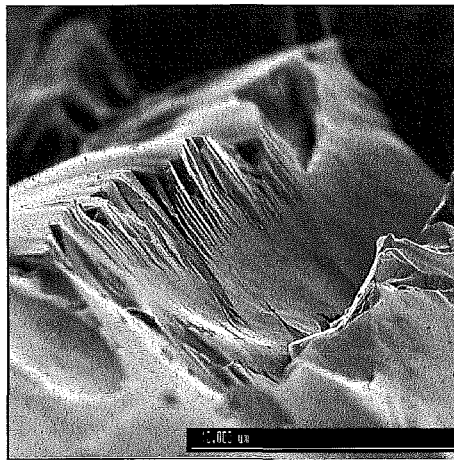
les depressions, molt comunes i no només en els dipòsits formats per les accions sobre os, estan produïdes per la corrosió química inherent al propi esforç i no per agents posteriors.

Un darrer element comú en els dipòsits formats per esforços importants són les fractures (làmina 2d). Plisson (1985: 55) les esmenta com craquelats típics però sense donar-ne una explicació del procés de formació. Per nosaltres (Sala, 1993) es tracta de fractures de fatiga formades en el refredament del dipòsit i canvi de volum consegüent. No segueixen mai la direcció del moviment, ni hi són perpendiculars sinó que responen a l'ordre intern de cristallització de la nova formació i als punts febles i discontinuïtats que presenta.

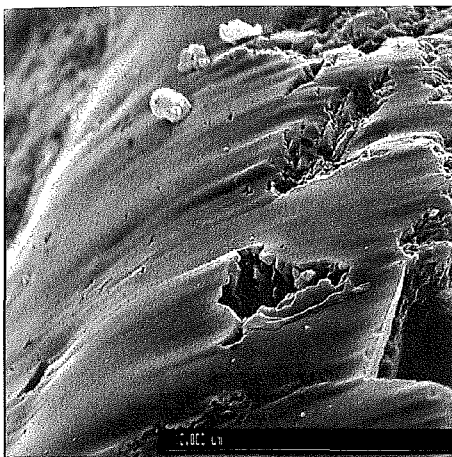
Entre les deformacions diferencials tenim les pròpies de certes roques a causa de llur composició cristal·logràfica. En el sílex cretaci s'hi donen fases cristal·lines més fràgils i que es deformen seguint un patró més intercristal·lí. Així és en un objecte d'aquesta sèrie i que presenta nombroses deformacions intracristal·lines, dissolucions i canvis químics però que, lateralment, presenta àrees aïllades fortament estriades (làmina 2c). Aquest fenomen només es pot explicar per un comportament diferencial, tal com apuntàvem. Anderson, P. (1981). *Contribution Méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*, Bordeaux I.



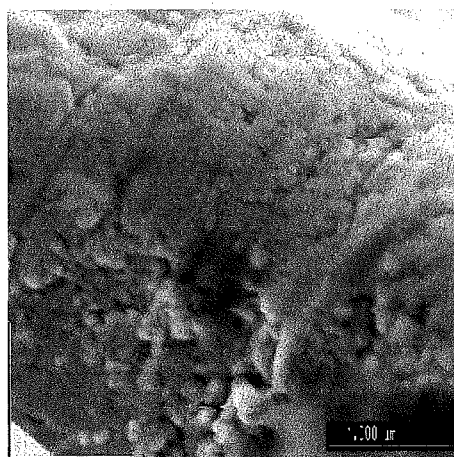
A



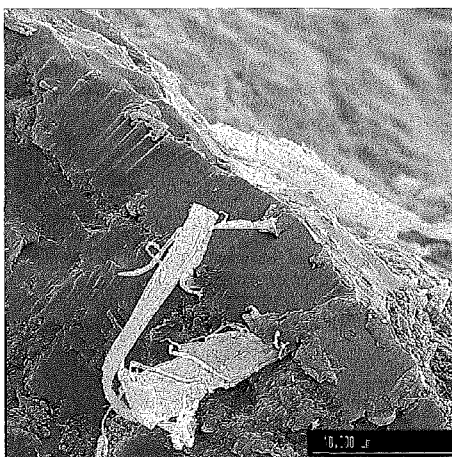
B



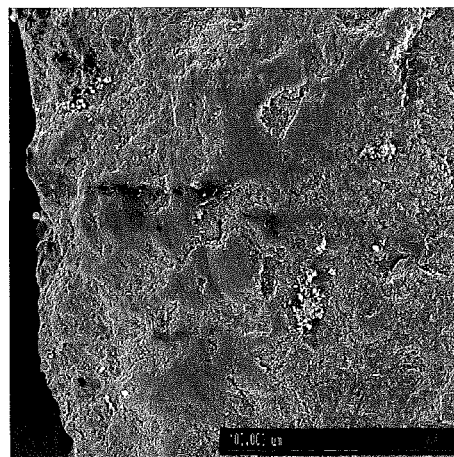
C



D



E



F

#### INTERVENCIÓ SOBRE BANYA DE CÈRVID

La banya és una de les matèries d'origen animal més assequibles al homínids del Plistocè. En els nivells analitzats a Atapuerca s'han descrit restes de cèrvids aprofitats i que podrien haver estat interessants com matèria primera. Tot i això la seva transformació no ha estat constatada per als períodes arcaics del Plistocè inferior i mitjà. Keeley (Keeley, 1980: 55) fa la mateixa reflexió inicial en el seu estudi del Plistocè mitjà britànic. I durant l'anàlisi no identifica desgast deguts clarament a l'ús sobre banya excepte en un objecte de Lower Loam (Swanscombe) en què dubta entre una atribució a os o banya (Keeley, op. cit.:121). El cas és que, en tractar-se d'una acció de serrat, dubta de l'exactitud de l'atribució tot plantejant una hipòtesi de compromís interpretant-lo com a eina per esquarterar que hagués entrat en contacte amb os o banya. Per tant, planteja la problemàtica de l'acceptació de certes accions per al Plistocè mitjà: hom té la sensació que si s'hagués tractat d'un altre període hauria donat per bona l'atribució inicial de serrat d'os o banya. Anderson (Anderson, 1981): 63) tampoc no descriu ús sobre banya per al Mosterià del Perigord, tot i que indica l'existència d'objectes de banya transformats a Combe Grenal. S. Beyries (Beyries, 1984: 128) apunta la interpretació de tres instruments com eines que havien intervingut sobre banya. Tanmateix, no ho accepta com concloent i ho atribueix a error metodològic o a activitats no dirigides a la transformació d'aquesta matèria. Potser per aquestes mateixes raons metodològiques, L. Longo (Longo, 1994) no inclou les activitats de transformació de la banya en l'experimentació del conjunt de Plistocè inferior final-Plistocè mitjà inicial d'Isèrnia La Pineta.

Malgrat això, nosaltres hem inclòs l'anàlisi d'una sèrie curta d'objectes usats sobre banya. En part per usar-ho de referència, en el mateix sentit en què ho proposa Keeley en el treball citat, i, principalment, per conèixer el procés de deformació provocat per diferents matèries en les roques que ens interessen.

#### *Els objectes*

S'han analitzat un total de sis objectes. Dos són de sílex neogen, un de sílex cretaci i tres més d'una varietat de sílex que no procedeix de l'entorn de la Sierra de Atapuerca. Tres són BN2G, el fil modificat de les quals ha estat especialment preparat per a l'acció plantejada. Així, en un cas s'ha dotat l'instrument d'un tall rom i convex dissenyat per raspar lleugerament. I en un altre es tracta d'una eina apuntada amb un triedre ample i robust reforçat i modificats per concavitats laterals, usat per perforar el material.

#### *Les accions*

Seguint la descripció d'accions de C. Gutiérrez (Gutiérrez Sáez, 1996), en quatre casos s'ha realitzat raspat de banya de cérvol, és a dir, un aixecament lleuger de matèria amb un moviment transversal al tall, bidireccional i amb un angle d'atacada baix, resultant en una molt poca penetració en la matèria. Un d'aquests objectes presenta un tall actiu agut, fet que classificaria l'acció com allisat. Ja hem esmentat que un dels instruments ha estat usat per a perforar: una acció que ha estat descrita com un movi-

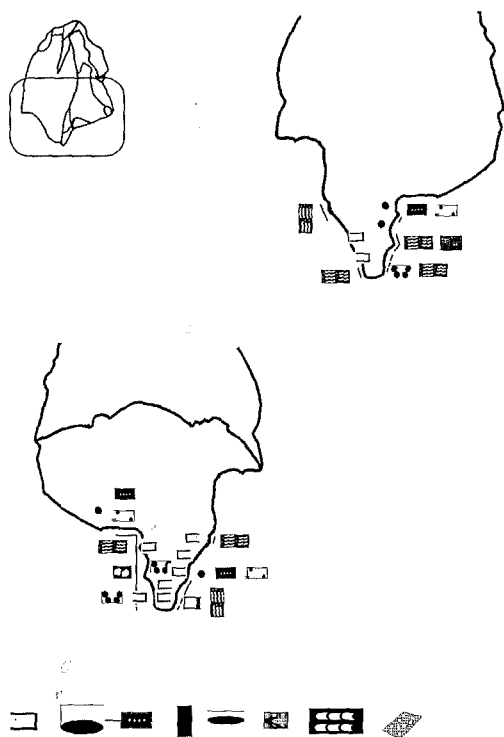


Figura 1.

ment unidireccional, per tant, d'esforç asimètric. El darrer ha serrat: una acció bidireccional en la que les cares de l'eina produeixen una important fricció contra la matèria treballada i el tall es veu especialment modificat per fracturació.

A nivell d'activitat econòmica aquestes accions s'inscriurien totes com transformació de la banya per obtenir nous objectes. Cap d'elles s'introdueix en les cadenes d'aprofitament alimentari de l'animal. Però a nivell metodològic ofereixen un coneixement important de resposta de les morfologies actives a esforços molt distints i implicació particular del tall i les cares.

#### *Extensió i distribució de les deformacions*

Donat el nombre baix d'efectius, les accions sobre banya seran analitzades i avaluades en conjunt, tot fent referència a les similituds originades pel material treballat i les diferències causades per les accions particulars.

Cadascuna de les accions té unes característiques de distribució pròpies marcades per la forma i deliniació de la vora activa però, sobre tot, per la seva relació amb la matèria intervinguda. La més marcada i particular és la distribució de la perforació. En la fig. 1 es mostra com l'extrem distal del triedre pateix únicament un trencament continuat que el modifica fortament, però no s'hi enregistra comportament plàstic ni recriticalització. Segurament se n'hi produeix però la fracturació és contínua, malgrat que el temps d'ús és prou llarg i hauria pogut provocar una estabilització del relleu. Per altra banda pateixen més pressió i fricció els laterals.



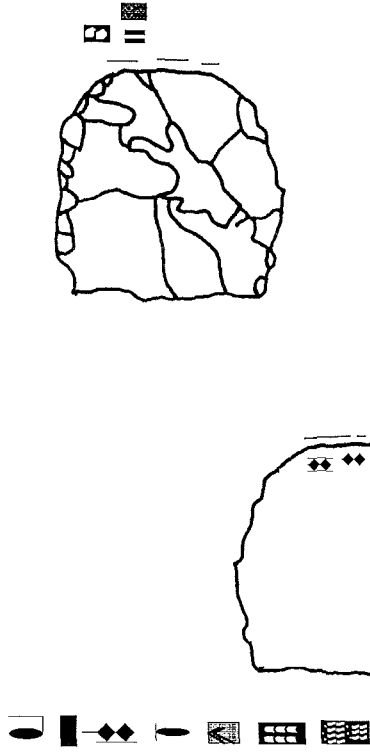


Figura 2.

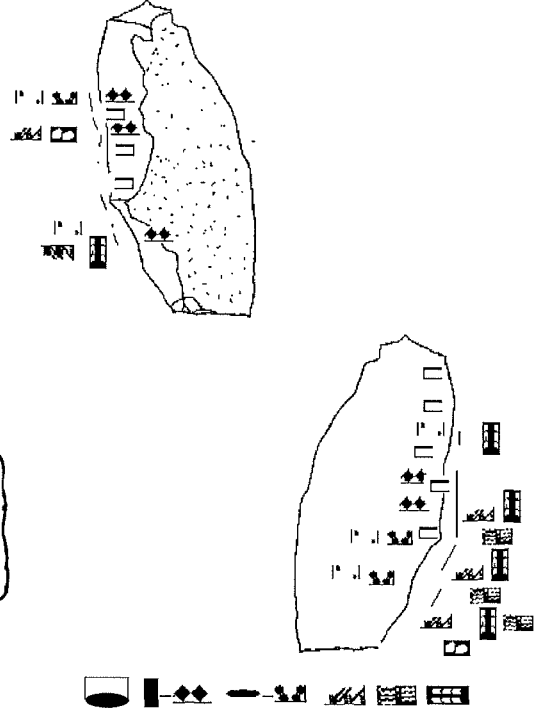
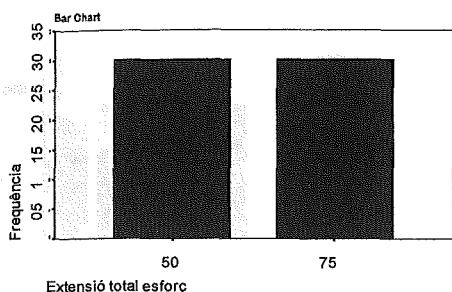


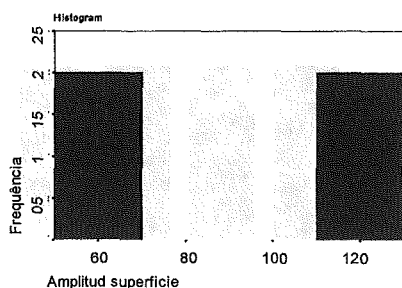
Figura 3.

En segon lloc, l'asimetria característica que prevèiem en descriure l'acció s'observa clarament en el fet que un dels laterals concentra dipòsit amb deformacions fortes mentre que l'altre està especialment fragmentat i té dipòsits de baixa densitat o amb una distribució més esparsa. S'hi observa, a més, una lateralitat important en l'interior del tall més profundament deformat: dipòsit de baixa densitat, compressió i dipòsit d'alta densitat a clapes en la zona distal respecte l'esforç. Aquest comportament es dona en ambdues cares, però en la inferior la deformació és especialment contínua al llarg de tota la vora. Finalment, cal esmentar que si bé hi ha trencament de la superfície dels dipòsits per comportament fràgil, hi ha punts en que els escantells produïts estan recoberts per noves capes de dipòsit indicant una deformació contínua amb diverses generacions.

L'acció de raspar s'ha dut a terme amb morfologies diferents de tall. En un cas (fig. 2) s'ha usat una vora convexa i roma, abrupta; dos objectes tenen tall agut amb tréedres en els extrems; i el darrer és un tall simple denticulat, és a dir, amb nombrosos tréedres. Això fa que només el primer dels objectes descrits tingui una continuïtat considerable en la deformació, principalment en la cara inferior. Els altres objectes presenten punts dispersos de deformació, especialment el que ha estat menys usat. La raó de més pes és la continuïtat del contacte entre una vora recta o lleugerament convexa amb el material i la discontinuïtat que ofereix una vora denticulada. Això, evidentment, millora la resistència a la deformació d'aquesta darrera. No es tracta mai, però, d'una continuïtat total. En la fig. 2 veiem com es donen punts importants de discontinuïtat marcats



Gràfic 1.

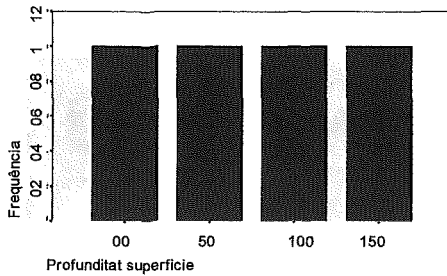


Gràfic 2.

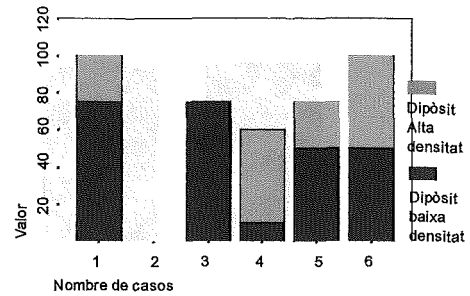
per espais buits de deformació. La retícula en punts interns de la cara inferior indica una lateralitat de l'esforç, que disminueix en allunyar-se de la vora. La deformació de l'angle esquerre de la vora convexa fa pensar en una certa obliquïtat del moviment que afavoriria la deformació d'aquest sector.

La vora activa de l'objecte que ha servit per serrar és discontinua i de deliniació relativament irregular. Aquest fet incrementa més la discontinuïtat de l'esforç que ja és pròpia de l'acció de serrar. Sovint les irregularitats en la deliniació frenen el treball i constitueixen atractors de deformació. És el que es pot observar en la fig. 3, en què el trífedre més marcat de la vora concentra el 75% de la deformació de l'objecte i és l'únic punt amb una bona continuïtat. En allunyar-nos d'aquí en direcció a qualsevol dels dos extrems l'esforç i, per tant, la deformació disminueixen. En canvi s'hi pot observar clarament la intensitat de la fractura i flexió de la vora que acaba fortament esmussada. En la part central descrita anteriorment també n'hi ha, però és menys visible a causa del dipòsit que cobreix les fractures. A la part interna es descriu, com en d'altres casos, una segona direcció de lateralitat, marcada per dipòsits distribuïts en retícula, clapes o de volum botrioidal. En resum, excepte en l'extrem proximal, la resta de la vora té un tipus o un altre de deformació: tota ella ha intervingut en l'acció, desplaçant-se per l'interior de la matèria.

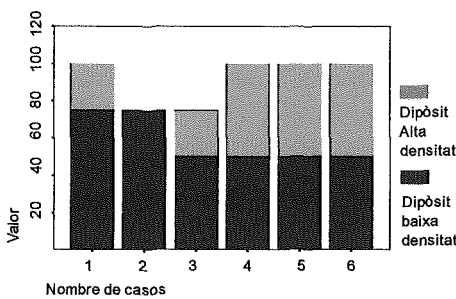
L'extensió relativa de les deformacions en les vores dels sis objectes (gràfic 1) està relacionada, doncs, amb l'acció i amb la forma del tall actiu, que condiciona el contacte i, en conseqüència, l'esforç. En tercer lloc, s'ha de tenir en compte el temps d'ús. Així, tot i que la deformació no abarca mai la totalitat de les vores, ja sigui perquè hi ha zones allunyades de l'esforç o perquè hi ha discontinuïtats causades per les irregularitats de la deliniació, les tres eines usades durant 60' estan deformades en el 75% de la vora o s'hi aproximen, mentre que les altres tres, usades molt menys, només en presenten en un 50%, com a màxim. La deliniació de la vora i els seus efectes ja han estat comentats respecte a l'objecte convex usat per raspar, en contraposició a les deliniacions còncaves o irregulars que limiten la deformació. En aquest cas, el temps i la deliniació juguen a favor d'una major modificació. Contràriament, l'instrument usat per serrar, malgrat l'hora d'esforç s'aproxima més al patró de distribució dels objectes que, com ell mateix, són irregulars, sense que el temps i l'acció variïn gaire el comportament. En l'extensió i continuïtat té un paper rellevant la deliniació de les vores actives. Tot i la duplicitat de comportament ben marcada que s'observa, tots els objectes estan en un terme d'extensió mitjà.



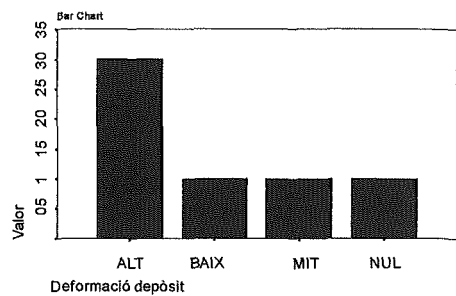
Gràfic 3.



Gràfic 4.



Gràfic 5.



Gràfic 6.

L'amplitud (gràfic 2) i la profunditat (gràfic 3) de les deformacions en superfície són dades que només tenim, en cada variable, per a quatre dels sis instruments d'aquest grup. En la profunditat hi ha una dispersió absoluta que s'ha d'atribuir a la diferència d'acció. S'hi observen tendències interessants que cal marcar. L'acció d'allisar és la que provoca la profunditat menor, juntament amb la de raspar. Amb 10 µm (làmina 1a) i 70 µm respectivament ocupen la franja baixa de la dispersió. La franja alta l'ocupen l'acció de perforar i serrar, la primera amb 120 µm i la segona amb 166.9 µm. Lògicament, les accions amb angle alt són les que aconseguixen una profunditat major en les cares. Especialment en serrar, perquè la cara incrementa el contacte a mida que s'introdueix progressivament més en el material. En la perforació, en canvi, les cares no guanyen intervenció amb la profunditat. Aquí són les arestes les que tenen més extensió de deformació a mida que es penetra.

L'amplitud respon més a un criteri de continuïtat de la deformació en les arestes i, per tant, de contacte de l'aresta. Tanmateix, aquí es distancien més clarament les activitats en dos grups: angle alt i angle baix. Les d'angle baix es mantenen amb amplituds de 50 µm (làmina 1b), el raspat, i 60 µm l'allisat. Les d'angle alt presenten 117.4 µm la perforació i 123.2 el serrat. Hi ha, doncs, més contacte de la vora amb angles alts que amb angles baixos, degut, igualment, a la penetració en el material treballat i una incidència continuada, que no es dona en el cas d'accions d'angle baix. Aquesta incidència de la perforació fa que, a més de la profunditat de les franges contínues i homogènies s'observin franges successives, paral·leles en àrees més internes i sobresurtints, com a la làmina 1c en què una fractura és recoberta per dipòsit en la vora estricta i en la superfície final de la xarnera: dos punts molt sensibles a la fricció i pressió.

### *Associació de deformacions*

La fase intercrystal·lina (gràfic 4) està representada en tots els objectes excepte en un dels que han estat usats per raspar. Es tracta d'un objecte de tall actiu molt rom i abrupte, fort i estable enfrontat a un esforç que no genera càrregues fortes puntuals suficients per trencar la vora. Tots els altres objectes en presenten, i generalment distribuïda en tota l'àrea afectada. Lògicament, els que més en presenten abrasió són els objectes usats per serrar i perforar, dues accions que provoquen un fort trencament de la vora, especialment de vores agudes com la de l'objecte de serra. La forta càrrega sobre un àrea àmplia i aguda del tall provoca flexions i fractures. En canvi, en aquest objecte no s'ha descrit compressió intercrystal·lina. La plasticitat és una llinda que es supera ràpidament per entrar en una dissolució intracrystal·lina.

En la perforació, en canvi, es dona compressió com forma lateral d'esforç, en els punts de menor càrrega. L'acció de raspar amb angles simples o aguts provoca trencament mitjanament important i, en el cas de dos objectes també important compressió. Es tracta d'un objecte de sílex cretaci i un de sílex neogen usats durant 30' ambdós. L'única diferència entre ambdós en aquest camp és la menor fracturació en el cretaci.

La importància de la compressió en aquests objectes es combina amb una forta presència de dipòsit de baixa densitat (gràfic 5). Tot combinat dona un aspecte de baixa deformació, de caràcter eminentment plàstica i fràgil i, més puntualment, dissolució i recristal·lització de masses importants. El dipòsit de baixa densitat és menys observat en els altres objectes i, inclús, no es dona en un dels usats per raspar, el mateix que no presenta fase intercrystal·lina. El dipòsit d'alta densitat és l'única deformació present en tots els sis objectes i sempre amb un percentatge mínim del 50% d'aresta afectada: del 75% en dos casos (perforar i raspar). És la deformació més general i més homogèniament representada: la fase intracrystal·lina és sempre present.

La deformació dels dipòsits també distingeix dues meitats i, per tant, assenyala una forta variabilitat (gràfic 6). Tres objectes presenten una alta deformació dels dipòsits i per tres més és mitjana, baixa o nul·la. Els tres primers són els usats durant 60', més que la resta. El que no en té gens és el sílex cretaci, en el qual el dipòsit d'alta densitat és molt botrioidal i dispers, no forma àmplies zones, necessàries perquè actuïn l'abrasió, la compressió o la corrosió. Com en d'altres casos, la detecció de diferents capes es fa difícil i aquí només s'ha observat en un objecte (gràfic 7). De les altres deformacions és interessant ressaltar la importància a què arriba l'abrasió en l'objecte usat per serrar: igual que passa sobre l'estructura fresca, el dipòsit és fortament atacat per abrasió, la qual és la variable principal a l'hora de serrar. En dos objectes més els dipòsits es formen àmpliament i tenen fortes deformacions però la menor és l'abrasió. En el de serrat arriba a ser tan important com la compressió i la corrosió.

La corrosió i la compressió són les característiques més marcades per un dels objectes de raspat, altament deformat, el mateix en el que s'ha descrit segona capa. Es tracta, amb molt de l'objecte més deformat de la sèrie.

### *Característiques del dipòsit*

La disposició del dipòsit (gràfic 8) és bàsicament en franja. Inclús en els objectes que presenten una deformació baixa o discontinua s'organitza en franges. La franja és

la disposició bàsica també en els objectes que hem descrit amb una deformació amb organització mixta. En aquests casos, es tracta d'una importància remarcable de les distribucions en clapes o àrees en zones marginals o internes: és a dir, objectes en els quals la lateralitat és important. Això no implica que la forma principal i més àmpliament representada no sigui la franja. Només en un cas és clarament i única en àrea.

La continuïtat del dipòsit (gràfic 9) també indica l'existència de dos grups separats: els tres objectes de sílex neogen i cretaci presenten dipòsits discontinus o molt discontinus. Els altres tres el tenen, contràriament, continu o molt continu en el cas de l'objecte convex usat per raspar. Aquest fenomen es suma al volum i la seva continuïtat. Tot i que és sempre convex (gràfic 10), la continuïtat és clarament diferencial (gràfic 11): tres objectes presenten dipòsit botrioidal i tres el tenen convex, i a més fortament convex. Només l'instrument usat per serrar presenta una distribució del volum pròpia: s'observen perfectament les construccions convexes altament voluminoses, però la deformació del dipòsit, originada en la forta abrasió i pressió, provoca una disposició en franges paral·leles sobreposades de dipòsit deformat (làmina 1e). Per això l'hem assenyalat com mixt dipòsit monovolum amb tendència botrioidal. Però no té res a veure amb els volums diminuts, fortament discontinus dels altres tres objectes en els que la característica botrioidal és patent i clàssica (làmina 1a, b i d).

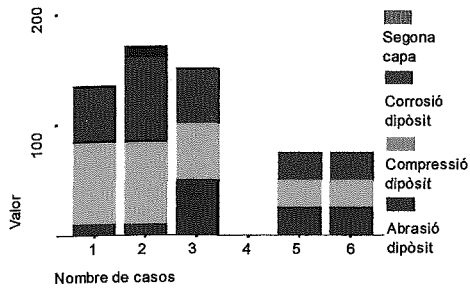
També són aquests tres objectes els que presenten dipòsit poc dens (gràfic 12) enfront dels altres tres que el tenen dens o molt dens. Finalment, la textura (gràfic 13) és llisa en dos objectes, molt irregular en el de serrat, a causa de l'abrasió posterior i irregulars en el grup de tres objectes de sílex cretaci i neogen.

Aquests dipòsits tan convexos, densos i llisos són típics de la inclusió important d'aigua en el sistema de l'esforç com en el cas dels vegetals verds. Per tant, totes les característiques que tenen a veure amb l'extensió i la construcció del dipòsit d'alta densitat han quedat esbiaixades pel fet que els tres objectes de més deformació han treballat banya remullada i els altres tres l'han treballada en sec. L'existència d'aigua ha provocat una diferència molt marcada: forta convexitat, inclús en els dipòsits marginals a clapes o en àrea, construcció en àrees més àmplies, més denses i llises. Enfront de les franges de dipòsit de baixa densitat i compressió, és a dir, un nivell de dissolució baixíssim.

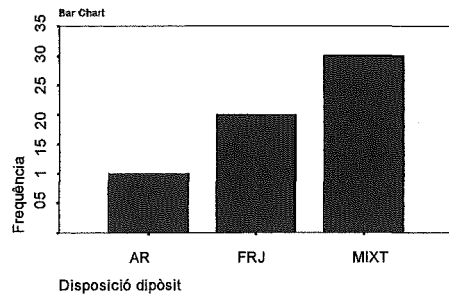
#### *Procés de deformació*

Els objectes que han treballat banya en sec pateixen un procés de deformació curt, restringit a la fase intercrystal·lina i als primers estadis de la intracrystal·lina. En pocs punts presenten deformació dels dipòsits, ja que, com hem assenyalat, aquests no són prou amplis. A les imatges a, b i d de la làmina 1 s'observen els trams de franja que els són propis: molt marcats, perfectament distintius però constituïts per petits punts deformats, no hi ha mai una àmplia capa uniforme i contínua de volum únic.

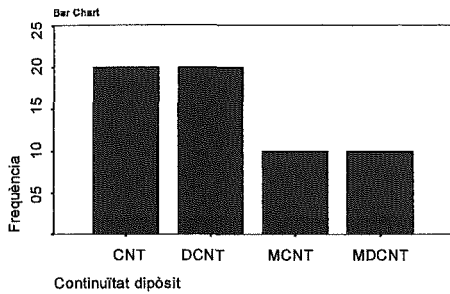
L'esforç sobre punts molt concrets deu ser poc pronunciat perquè no es trenqui la llinda de resistència intracrystal·lina d'aquestes roques, com ho hem vist en d'altres casos. La temperatura i la fricció provoquen una fluïdificació de la xarxa intercrystal·lina en molt poc temps, ja que només amb cinc minuts de treball hem descrit aquestes característiques. La fluïdificació permet la compressió plàstica de la xarxa crystal·lina, l'aproximació dels cristalls i la recristal·lització de petits nous cristalls situats, també en la xarxa intercrystal·lina. Possiblement es tracta de la migració dels defectes intercris-



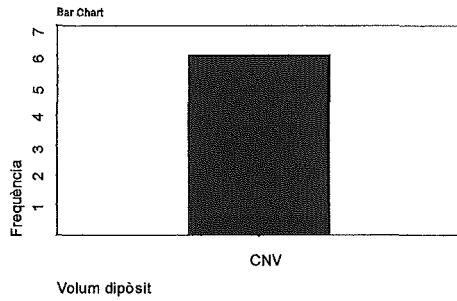
Gràfic 7.



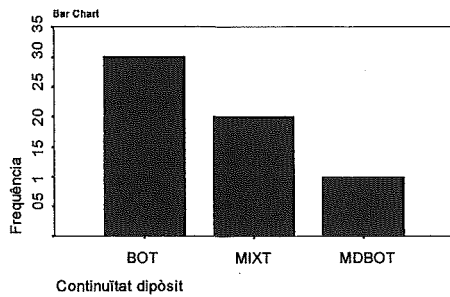
Gràfic 8.



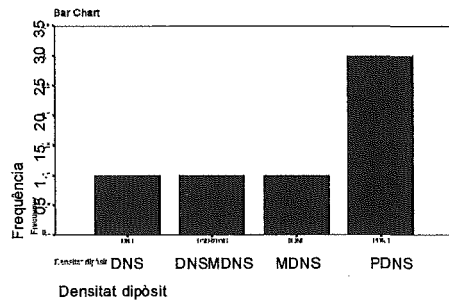
Gràfic 9.



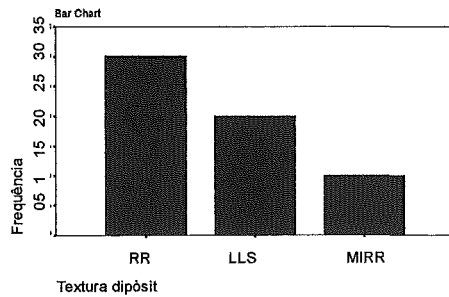
Gràfic 10.



Gràfic 11.



Gràfic 12.



Gràfic 13.

tal·lins a la superfície però la càrrega no és suficient per la migració i recristal·lització de grans quantitats de material.

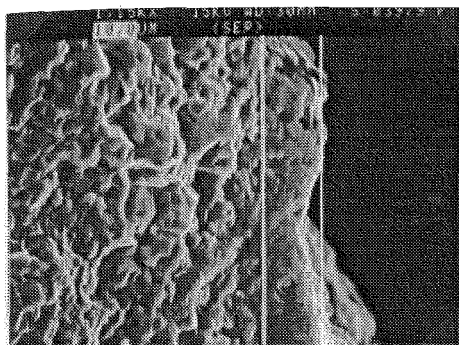
Només la continuació del cicle fa que els espais intercrystal·lins es vagin omplint de recristal·litzacions per a formar un relleu botrioidal continuat, sense espais buits o ocupats per cristalls originals. Aquest fenomen és el que es pot observar a la imatge de la làmina 1d, en la que es distingeix una certa continuïtat de dipòsit en la zona central de la imatge. Aquesta fotografia també demostra que, tot i que de forma discontinua, el dipòsit, i la deformació en general, arriba a una profunditat considerable (aquí 80 µm) i aprofita les protuberàncies de la superfície per desenvolupar-se: es tracta més d'una deformació de superfície, no és profunda en secció, ni densa. El tret més característic és la deformació acumulativa, com funció principalment pel temps, mentre que en les que descriurem a continuació, en un temps curt s'aconsegueixen les mateixes morfologies que en un de més llarg.

La densitat s'accentua, en el cas dels altres objectes, quan hi ha migració de gran quantitat de matèria i formació d'àmplies capes de dipòsit o recristal·lització. La morfologia, disposició i distribució del dipòsit en surten molt modificades. Això es dona amb esforços especialment forts però també amb la presència d'aigua com hem vist en aquests exemples. No hi ha cap altra diferència en l'esforç entre els dos grups d'objectes d'aquesta sèrie. La diferència en matèria primera no és suficient, perquè en d'altres accions no s'ha observat una distància tan gran entre les deformacions contrastades.

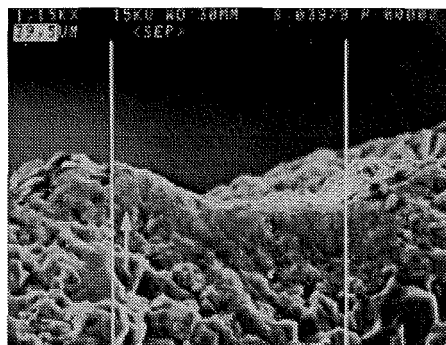
La migració i la dissolució provocada per la presència important d'aigua en el sistema provoquen la formació de dipòsits molt convexos, llisos i densos (vegi's, com exemples, les imatges de la làmina 2e, 3c i f). En origen els dipòsits dels tres objectes usats sobre banya remullada tenen aquestes característiques. Llur modificació està, aleshores, marcada per la mecànica de l'acció en els punts de màxim esforç. Perquè allà on l'esforç és menor es construeix el dipòsit però en lloc de ser en grans àrees de volum únic és en espais més reduïts connectats (làmina 2d i 3b). Ràpidament es trenca la resistència de la xarxa intracrystal·lina i les fases prèvies tenen menys desenvolupament: la deformació segueix un patró de creixement exponencial, superant les fases citades i amb una estabilització ràpida en la qual el temps només s'indica per la presència de deformació. Quan la presència d'aigua és forta i la construcció de dipòsit continua i sostinguda, inclús les traces de deformació del dipòsit poden quedar colgades. No és el cas, per exemple de l'objecte usat per serrar, en el qual la deformació del dipòsit és el més destacat

Com apuntàvem és la mecànica pròpia de l'acció de serrar la que genera una fricció molt forta sobre la vora i sobre les cares, especialment després de la formació de dipòsits. Aquesta fricció es tradueix en un comportament fràgil en línies molt fines (làmina 2a), de vegades imperceptibles (làmina 1f). Acompanyant l'abrasió, quasi sempre es desenvolupa una forta corrosió en solcs, especialment visibles en la imatge de la làmina 2b. Com s'hi pot comprovar, durant la serra la direcció d'esforç no és única. La component principal és longitudinal, el sentit del moviment de l'objecte (làmina 1e i f i 2a). Però en molts punts es testimonia una component de resposta i resistència del material treballat en sentit transversal, contra la penetració de l'instrument. En la darrera veiem com la corrosió i l'abrasió només afecten el dipòsit, en cap cas l'estructura fresca subjacent o lateral. Això respon a unes característiques termodinàmiques diferencials i a una necessitat d'esforç major per trencar la xarxa crystal·lina prèvia a l'esforç.

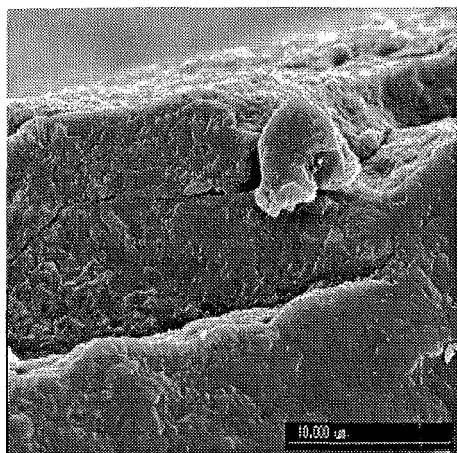
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



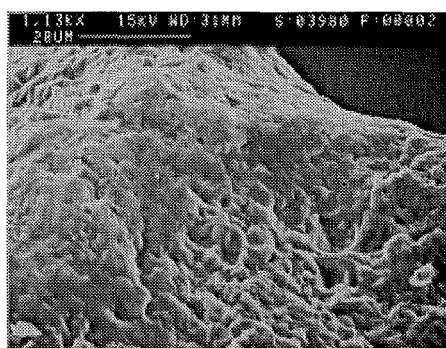
A



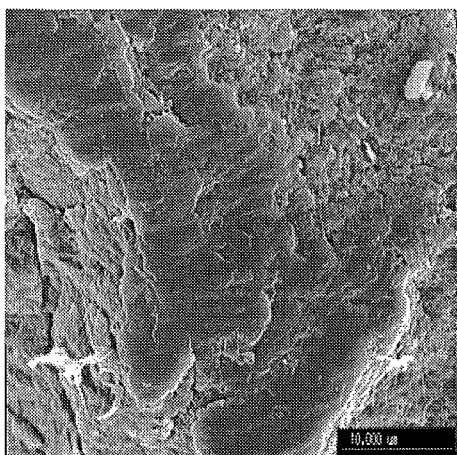
B



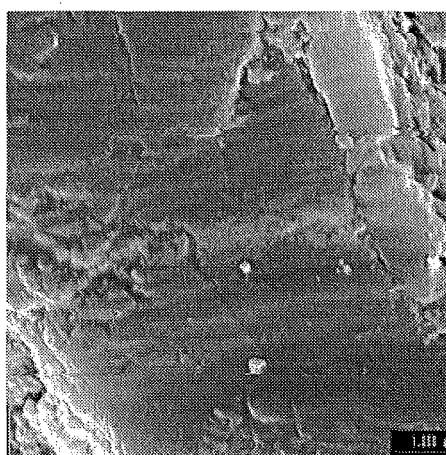
C



D



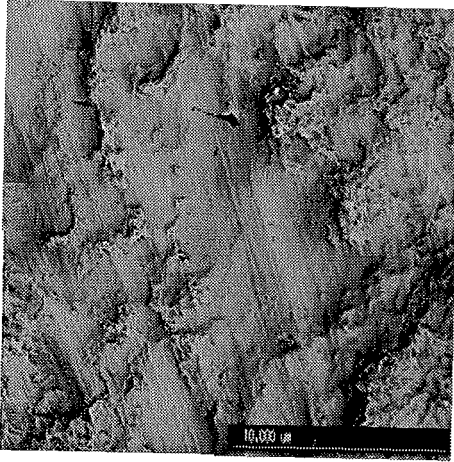
E



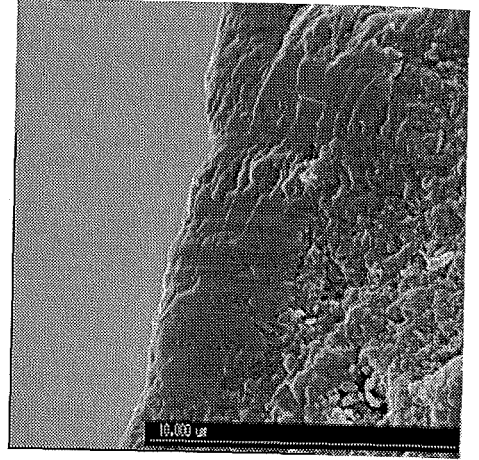
F



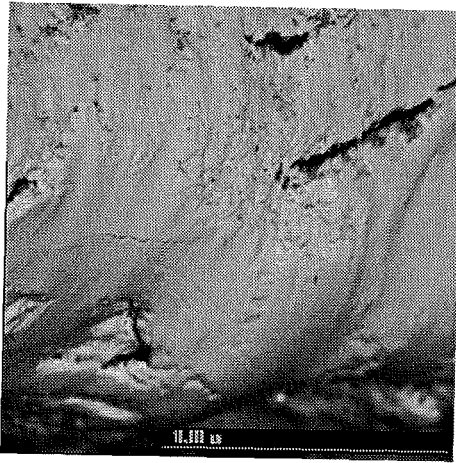
110 *Formes d'ús i criteris d'efectivitat en conjunts tecnològics de Mode I i Mode 2*



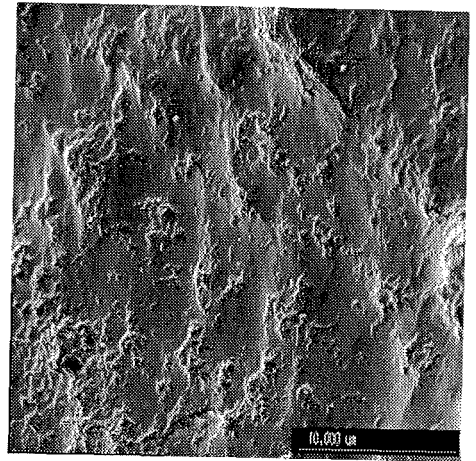
A



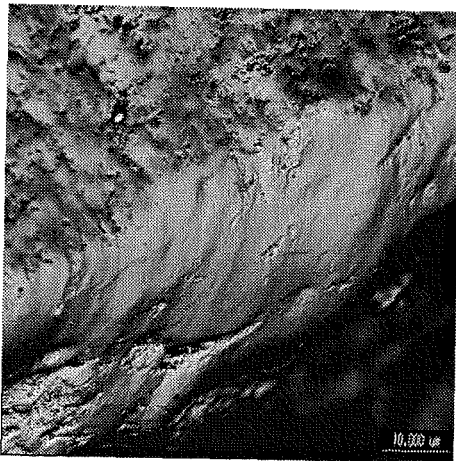
B



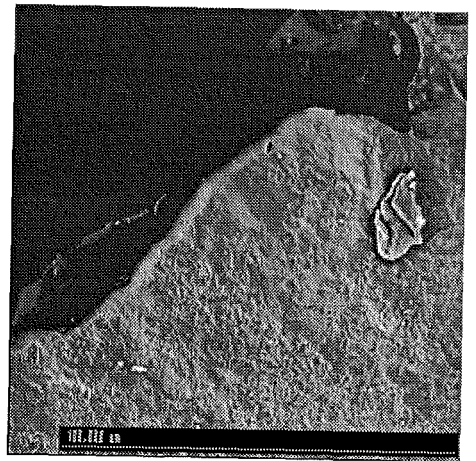
C



D

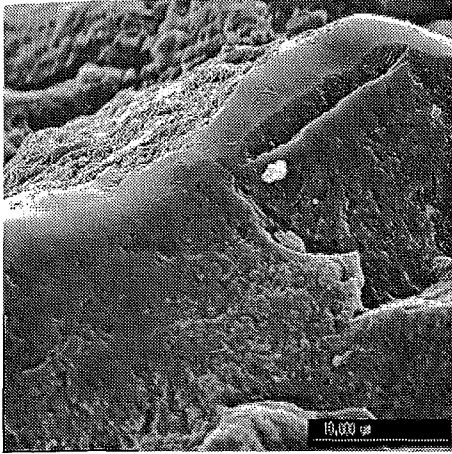


E

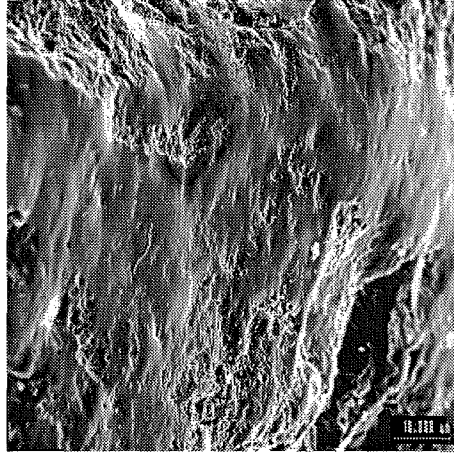


F

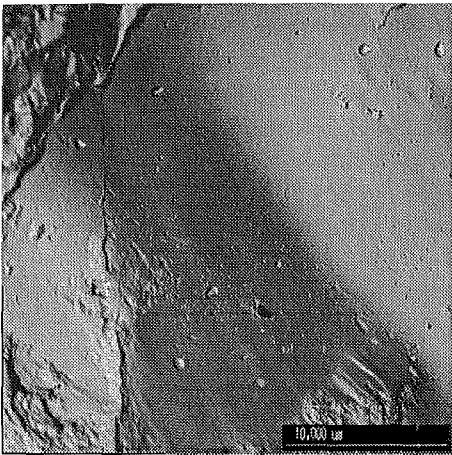
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



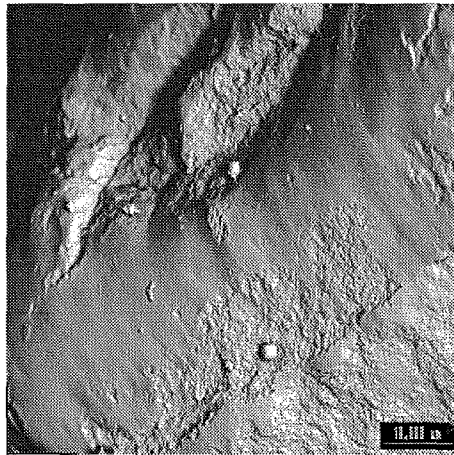
A



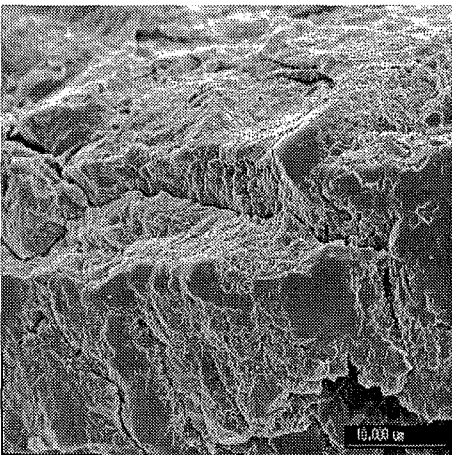
B



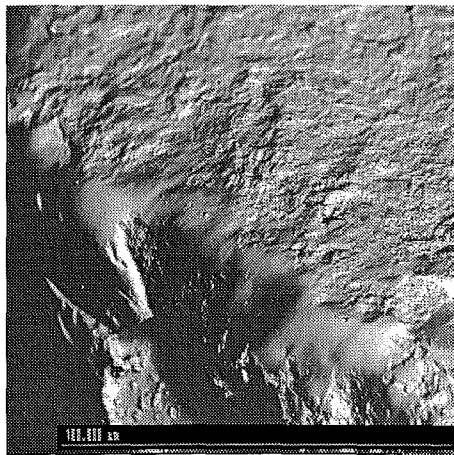
C



D



E



F

En l'objecte usat per raspar l'abrasió és menor, i el dipòsit conserva la textura, el volum i la densitat. Això no vol dir que no hi hagi deformació. La principal és compressiva que no modifica les característiques esmentades. Ho podem constatar en les imatges c i e de la làmina 2. Només s'intensifica el volum convex de les franges de dipòsit que queden entre dos solcs de compressió. En la làmina 2c, a més, es pot observar un solc clar dels que proposem que poden correspondre a macles més que no pas a corrosió (meitat inferior central). Durant tot l'esforç la fricció de l'objecte i la matèria treballada provoca una plasticitat forta del dipòsit, el qual, sense agents abrasius importants, respon amb una compressió en els punts de més esforç, tot formant solcs paral·lels al sentit del moviment. Són aquests solcs els que, al mateix temps, són aprofitats per agents químics que en produeixen la corrosió. Aquests dos factors quedarien sobrepassats en el cas d'haver-hi agents abrasius importants, com en el cas del serrat. Potser el tall rom i abrupte és el que ha privat que tant aquest objecte com l'usat per perforar presentin dipòsits estriats.

En la perforació unidireccional, una vora segueix una deformació plàstica més profunda que l'altra. Segurament es tracta de la vora queva al davant, la que rep la pressió més forta per part de l'experimentador en el moment d'iniciar l'acció. L'altra segueix un comportament de fracturació però no d'estriat, sinó de trencament ampli. La zona afectada forma una franja molt clara i neta (làmina 2f), diferenciada d'una àrea àmplia interna, afectada però que desenvolupa deformacions més lleugeres, sempre de tipus intracristal·lí i de dissolució. Aquesta franja correspon als punts d'esforç menor. La franja es redueix a la vora, més que en l'instrument de serrat. Tot i que semblaria que hi ha un contacte fort de la cara, l'esforç i, en conseqüència el treball, és per a la vora exclusivament.

També en aquesta acció es trenca ràpidament la llinda de resistència intracristal·lina amb una deformació exponencial que implica la formació d'un dipòsit d'altíssima densitat, molt llis, extraordinàriament llis (làmina 3a, c i d). En la imatge c de la làmina 3 es veu el dipòsit amb la mateixa morfologia i textura d'un cristall de quars de grans dimensions en una quarsita. En aquesta imatge també és visible una ona de compressió, l'única deformació que pateix regularment aquest dipòsit en tota la seva extensió. On més bé s'observa és, però, a les imatges d i f de la làmina 3. En elles l'ondulació és clara i segueix la direcció del moviment perpendicular a la vora. Tant en aquest objecte com en l'anterior només hi ha una component d'esforç en el sentit del moviment.

El dipòsit té uns límits molt clars i abruptes però no està extensament fracturat com en els objectes anteriors. Aquí és on es mostra més la forta presència d'aigua en el sistema. La presència d'aigua augmenta la cohesió de la recristal·lització i fa disminuir les possibilitats de fractures en refredar.

La corrosió, molt poc present en les àrees de dipòsit més dens i de major esforç, és més desenvolupada en les zones marginals i laterals com ho mostra la imatge b de la làmina 3 en què s'ha construït un dipòsit més botrioidal, com correspon als laterals, i més corroït. La raó pot ser la major construcció de les altres àrees i no pas la manca de corrosió, necessària, per altra banda, per a la formació dels propis dipòsits.

#### TRANSFORMACIÓ DE LA PELL

La pell és una matèria el treball de la qual s'ha determinat en registres del Plistocè mitjà i superior europeu. Beyriès en descriu sobre sis objectes en els que interpreta accions de rascar o gratar (Beyriès, 1984:127). En sis casos més troba associació de poliment de fusta i de pell, qüestió per a la qual som prudents, donat l'alt grau de lateralitat que presenten les deformacions causades per les accions sobre fusta (cf. infra.). Beyriès, tanmateix, aporta dades etnogràfiques per possibilitar-ne una interpretació en les activitats d'adobament de la pell (Beyriès, 1984: 131-132), per concloure que «*De telles méthodes de tannage sont parfaitement envisageables au Paléolithique moyen*» (Beyriès, 1984: 132). En definitiva que la transformació de la pell no comporta els mateixos problemes metodològiques d'altres matèries i accions. Anderson (1981: 57) també descriu instruments usats per transformar la pell, «*dans la plupart des cas, avec des abrasifs ajoutés*». És a dir, durant els primers períodes del Plistocè és comú a Europa el tractament complex de la pell.

Pel que fa al registre més arcaic que ha estat analitzat, el conjunt de Koobi Fora al que ens referim en diversos apartats, Keeley només interpreta accions sobre pell com a producte lògic de l'escorxament però no en troba cap vestigi de transformació posterior (Keeley & Toth, 1981). Al Plistocè mitjà britànic, en canvi, ja troba accions complexes: rascar i tallar, a Clacton i Hoxne i una acció indeterminada a Hoxne (Keeley, 1993: 135; Keeley, 1980). No determina l'acció d'abrasius. Per tant, aquestes activitats tenen, almenys, un origen en el Plistocè mitjà i, probablement, a l'Àfrica s'inicien abans, amb configuració del Mode 2.

En el registre que ens interessa, J.M. Vergès va determinar transformació de la pell associada a d'edres amb deliniació recta o lleugerament convexa i localitzada en el nivell TD10B (Vergès, 1996: 292-293). Un dels objectes que documenta l'atribueix a un ús sobre pell amb abrasius. A més, unes deformacions en un dels laterals i en una aresta central de la cara superior s'han estat causades per l'ús de l'objecte amb un mànec, probablement de fusta (Vergès, 1996: 238). Al Plistocè mitjà avançat d'Atapuerca tenim, doncs, un comportament també complex de tractament de la pell, activitat que forma part de l'òrbita tecnològica, de la qual, alhora, en contrastem una altra dada indicadora de complexitat: l'ús de mànecs.

#### *Els objectes*

En total s'han analitzat set objectes usats per a transformar la pell. Tres són de sílex neogen, tres més de sílex forani a la Sierra de Atapuerca i un de quarsita de la formació de Barbadillo. En conclusió, només s'hi podrà aproximar el comportament de les varietats de sílex, finalitat per a la qual la quarsita servirà d'element de contrast.

#### *Les accions*

Dos objectes han estat usats per rebaixar, dos més per tallar, els tres restants han estat emprats cada un en una de les accions següents: rascar, raspallar i raspar. Recordem que les accions estan definides, sovint, per la morfologia de l'angle del tall actiu i el moviment, més que no pas per l'acció concreta que es duu a terme sobre la

matèria treballada. És a dir, estan definides de forma analítica pensant en l'instrument i les deformacions que desenvoluparà previsiblement, més que en l'activitat econòmica. Així raspar i raspallar corresponen a la mateixa acció sobre la pell: la produïda per un objecte de tall abrupte lliscant damunt la pell a un angle molt baix per extreure la matèria més superficial amb un moviment unidireccional (raspallat) o bidireccional (raspat). Rebaixar correspon a una acció molt similar: d'angle baix entre objecte d'ús i la pell, penetració molt restringida i moviment unidireccional, com el raspallat, però aquí l'objecte té un angle agut. En principi, doncs, aquestes tres accions estan en la mateixa òrbita: estan concebudes per aixecar la capa més superficial de matèria.

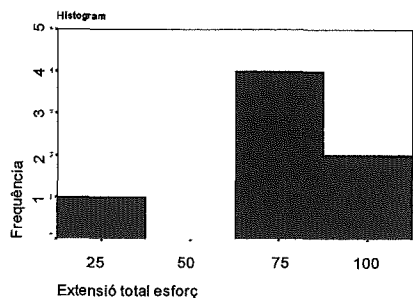
En canvi, rascar, a més d'aixecar matèria, amb menys eficàcia que les anteriors, implica un adobament mecànic de la textura de la pell per la pressió que s'hi exerceix, pensada per a fer-la més plàstica i flexible. Finalment, tallar és una activitat totalment diferent, ja no és transversal sinó longitudinal. És important per contrastar-ne les diferències amb l'escorxament, activitat en la qual, a més de la pell, s'actua sobre la carn i tendons. Aquí podrem aïllar el comportament causat únicament per la pell.

#### *Extensió i distribució de les deformacions*

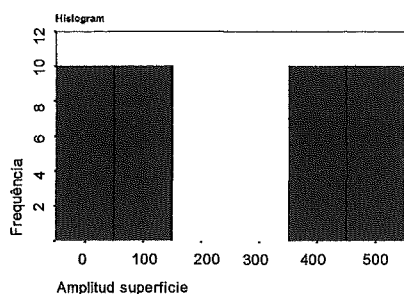
L'extensió total de l'esforç indica la tendència a la implicació total de l'aresta activa en l'acció. De set objectes, quatre presenten deformació en el 75% del tall usat, 2 en el 100% i només un en té en el 25% (gràfic 1). No hem trobat cap altra activitat, tret de la sega, que ofereixi aquests resultats. Significativament, l'objecte que presenta una deformació tan baixa és el de quarsita usat per a raspallar. Hi ha un altre objecte per aquesta acció i presenta el 100% d'afectació. Per tant, ho considerem un fet exclusiu de la quarsita. A part de tenir una deformació general baixa, només presenta dipòsit en el 25% de l'aresta i abrasió en el mateix percentatge. En conclusió, l'abrasió és més important que la deformació intracristal·lina. L'acció sobre pell confirma, de forma clara, els resultats de les simulacions mecàniques, segons les quals la quarsita és un material més fràgil i el sílex neogen més resistent, deformable. Els nivells més alts de deformació estan assolits pel sílex aliè a la Sierra de Atapuerca. Considerem, però, que no hi deu haver diferència de comportament i que aquesta diferència està més lligada a l'atzar.

L'amplitud dels trams de deformació (gràfic 2) marca dos grups molt distants. L'un amb valors menors de 100 µm i l'altre amb mesures entre 350 µm i 500 µm. Un dels objectes de major amplitud ha raspallat i l'altre ha rascat, per tant, es tracta de dues accions, que si bé són ambdues transversals, estan clarament diferenciades per l'angle d'atac. L'únic que separa els dos grups és la roca dels objectes: quarsita i sílex aliè a Atapuerca en la meitat baixa i sílex neogen en la gamma alta. Tanmateix, en d'altres casos hem trobat que la mostra no es comporta d'una manera regular per aquesta categoria d'anàlisi.

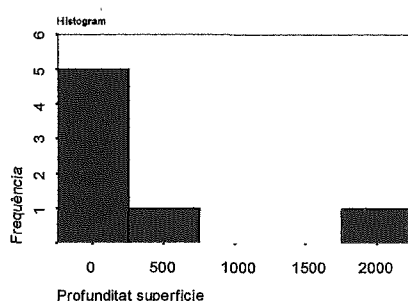
En la profunditat (gràfic 3) l'objecte de quarsita segueix oferint els valors més baixos: 7 µm. Els valors més alts, altra vegada molt distants de la resta, corresponen a activitats d'angle baix, però no a totes. Es tracta de dos objectes de sílex aliè a la Sierra. Entre ells dos també hi ha molta distància, de forma que l'histograma presenta tres divisions. Tanmateix, aquesta variable és més coherent i podem concloure que la profunditat dels dipòsits, exceptuant dos casos extrems, és menor de 100 µm, normalment entorn de 50 µm.



Gràfic 1.



Gràfic 2.



Gràfic 3.

L'anàlisi de la distribució de l'esforç en les arestes actives demostra, un cop més, que és funció de l'acció i de la deliniació del tall implicat. En la distribució hi ha dues variables que cal diferenciar: l'amplitud de vora deformada i la continuïtat de la deformació. Aquestes dues categories són les que es combinen amb les anteriors. La cinquena categoria és la roca. Amb totes elles podem descriure la diferència de patró entre dos objectes que han complert la mateixa acció però són un de quarsita (figura 1) i l'altre de sílex (figura 2) usats ambdós per a rebaixar pell fresca durant 60'. Els diferencia una nova variable: l'objecte de sílex ha estat usat amb pèl i sobre suport tou, mentre l'altre ho ha estat sense pèl i sobre suport dur. El suport dur contra l'objecte de quarsita ha afavorit la tendència natural d'aquesta roca a fracturar-se més que no pas a deformar-se plàsticament. El suport dur també ha fet limitar l'espai implicat, perquè la pell no pot desenvolupar el seu comportament elàstic que provoca la deformació extensa típica, tampoc devia oposar tanta resistència, de la qual l'elasticitat n'és una component.

Hem proposat explicacions per a la diferència en l'amplitud de la deformació en el tall d'aquests dos objectes i només ens queda comentar que el patró de continuïtat és idèntic: àrea principal i distribució menor en els extrems. El que passa és que, en l'objecte de quarsita, en tenir una àrea total molt reduïda, seria més difícil de demarcar la zona principal, si no fos perquè en la cara superior la deformació encara està més restringida, tot indicant, doncs, la situació de l'esforç principal: al centre de l'aresta. Si la pressió s'exerceix sobre els extrems, el més còmode és de treballar sobre aquest punt. La dispersió en la cara inferior indica que no hi ha una simetria entorn el punt assenyalat, sinó que l'ús ha tendit a usar preferencialment la meitat dreta de l'aresta. L'elasticitat de la pell és, doncs, la raó de l'extensió tan gran de les deformacions en l'objecte de la figura 2.

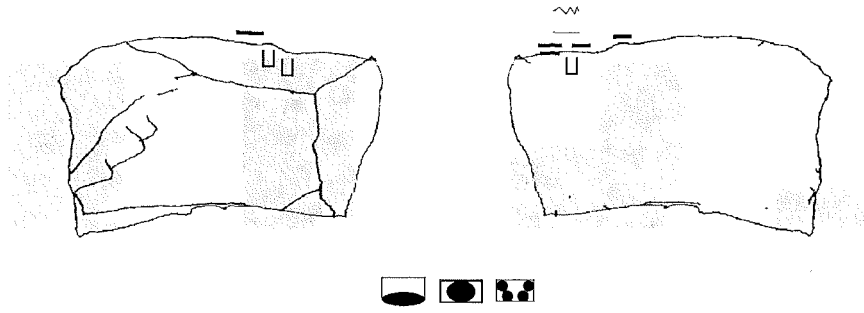


Figura 1.

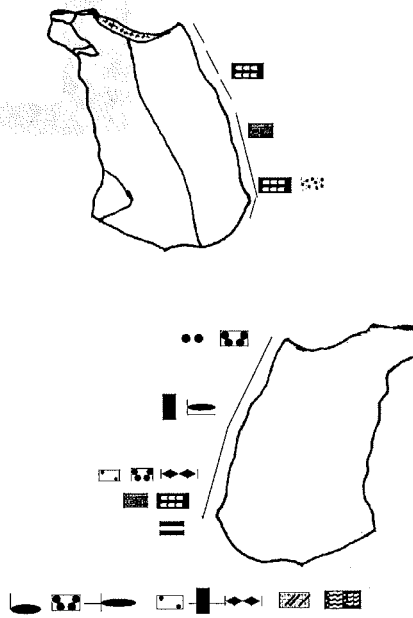


Figura 2.

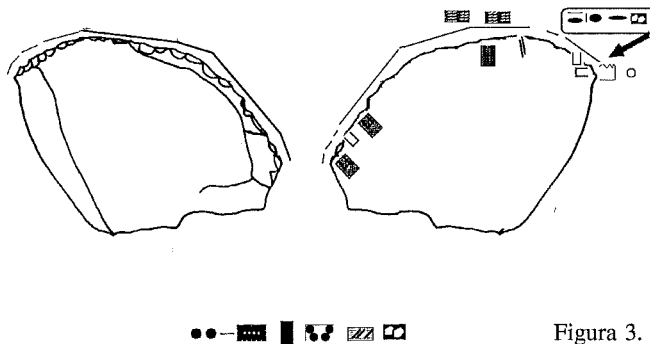


Figura 3.

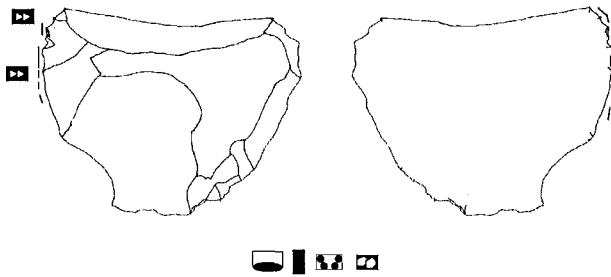


Figura 4.

Raspar amb una morfologia de tall convexa sense discontinuïtats pronunciades provoca, igualment, una continuïtat en la deformació, que tendeix a afectar de manera igual tot el tall i només en deixa fora les zones més extremes respecte l'esforç. Tot i això, cal recordar que, com en l'anterior, el suport tou fa que la pell es comporti elàsticament i abarqui millor tot el tall. Que les zones menys afectades, en l'objecte de la fig. 3, siguin precisament en els dos extrems del tall indica que l'eix tècnic de la BN2G es correspon amb l'eix de l'esforç. La deformació, a més de ser discontinua en les àrees assenyalades, també hi és de menor intensitat pel que fa a l'afectació dels dipòsits, menys corroïts i estriats. La fracturació de l'estructura fresca també es detecta especialment als extrems, allà on el dipòsit l'ha recobert menys o allà on ha estat més present, perquè al centre, la major quantitat d'energia lliure ha provocat una deformació intracristal·lina, més que intercristal·lina.

En segon lloc la presència d'ocre augmenta l'abradió i l'homogeneïtat de la deformació arreu. Noti's que, com tractem en relació a les simulacions mecàniques mitjançant la tècnica de l'esclerometria (cf. supra capítol 5), l'aigua introduïda en el sistema com a lubricant fa disminuir l'energia d'abradió, és a dir l'energia necessària per a provocar una deformació abrasiva en la roca. La presència d'ocre també, evidentment, pel fet que apareixen partícules abrasives suplementàries en el sistema. En tots dos casos es disminueix l'energia d'abradió, però la causa ha de ser diversa:

- l'aigua no introdueix més partícules abrasives;
- l'augment d'abradió, per la presència d'ocre, és ben patent en la superfície de la roca, la qual mostra un bon nombre d'estries i fracturacions;
- quan s'augmenta la presència d'aigua en el sistema, el que s'aconsegueix és una formació de dipòsit més dens i voluminós per un sobrecreixament molt fort i no pas una erosió mecànica. Per tant, l'efecte de la presència d'aigua que provoca una davallada en l'energia necessària per a la deformació, deu ser més aviat químic, malgrat les veus contràries (Levi-Sala, 1993).

L'acció de rascar, (figura 4) com que es produeix en un angle alt, tendeix a afectar menys espai, es donen menys possibilitats de contacte. O, més ben dit, aquest depèn més de la deliniació de l'objecte. La morfologia convexa, aïllada de la resta per una forta concavitat proximal i un trífedre distal, com es pot observar en la figura 4 afavoreix més la concentració de l'esforç en punts concrets, com indica la distribució que s'hi descriu. A diferència del dos objectes que ja han estat comentats, aquí la deformació s'extén per igual en ambdues cares, inclús les característiques de la deformació són idèntiques, excepte en una major abradió del dipòsit en la cara superior.



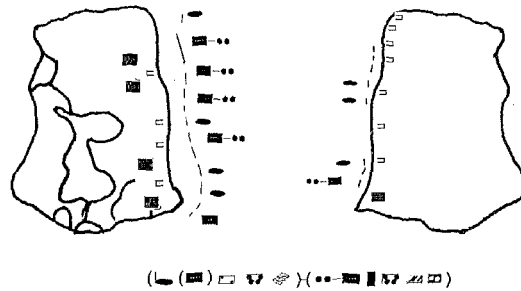


Figura 5.

L'objecte dedicat per tallar pell té el mateix patró de distribució de l'esforç que tots els altres que han acomplert la mateixa acció sobre carn (figura 5). Sempre hi ha un petit punt de deformació màxima, normalment a l'extrem distal de l'instrument, on amb l'índex s'inicia el moviment i, també, on s'exerceix més pressió. La resta de la deformació és molt discontinua. En la cara inferior de l'esforç (que aquí coincideix amb la superior tecnològica) és on la deformació és més important, sobretot més freqüent, amb més punts de presència. A la cara superior l'esforç està més aïllat i només s'hi assenyalen els dos punts de màxima sol·licitació: els dos extrems més prominents.

#### *Associació de deformacions*

El comportament intercrystal·lí en aquestes accions és molt particular (gràfic 4). En primer lloc, es donen valors en general baixos, especialment per a l'abrasió, que només és important en un dels objectes que ha tallat pell. Però el més destacat és la distribució de la compressió:

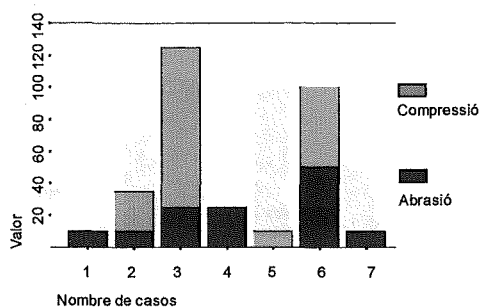
- és present en quatre dels set objectes;
- en dos d'ells és molt important, tot arribant al 100% de l'extensió en l'objecte que ha raspat pell amb ocre; i
- en un objecte és l'única forma de deformació intercrystal·lina. Són dades que fan d'aquesta variable extremament important en les accions sobre pell.

En un dels objectes que ha tallat pell (figura 5) la compressió és una deformació bàsica, principal, no respon als punts de mínim esforç sinó que, inclús, ocupa l'extrem distal, on hi ha la màxima concentració. Hi està associada a dipòsit de baixa densitat. El dipòsit convex es restringeix a punts concrets. Aquesta aparença, tanmateix, pot ser provocada per la forta corrosió i abrasió del dipòsit que també s'hi descriu i, per tant, pot no tractar-se en tot moment d'una forma primària sinó del resultat d'una segona generació de deformació. El dipòsit convex que s'hi descriu té sempre, però, una densitat molt baixa (làmina 1a).

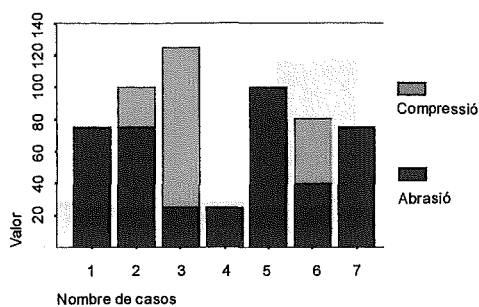
L'altre objecte que presenta una forta compressió és el que ha raspat pell amb ocre. Ho hem constatat en d'altres objectes que han realitzat la mateixa acció: la deformació principal és una forta abrasió i compressió que, com a màxim, s'expandeix

#### IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades

119



Gràfic 4.



Gràfic 5.

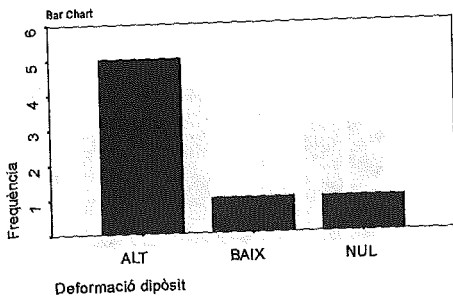
per formar dipòsit de baixa densitat. És efecte de l'excés de partícules abrasives. És una opció que millora el tractament de la pell però gasta moltíssim els objectes: la imatge de conjunt és la d'un tall totalment arrodonit i polit, en el sentit estricte del terme, és a dir, mitjançant abrasió de la superfície i pèrdua de matèria. Recordar la contradicció entre les dues variables que abaixen la resistència de la roca a l'abrasió i que hem comentat a bastament en el punt anterior: l'aigua i els abrasius com l'ocre fan més sensible la roca a l'abrasió però el resultat és absolutament distint a nivell de deformació, perquè a nivell pràctic en tots dos casos es gasta molt l'eina.

En el tercer objecte que presenta abrasió i compressió, la deformació plàstica intercrystal·lina és la segona forma de deformació, tan important com el dipòsit convex. Per tant, segueix el mateix patró que hem descrit. En canvi, l'objecte que només presenta compressió ja es tracta d'una deformació lateral i marginal, tal com ho hem observat en molts altres casos. A més, aquest objecte (figura 2) ha estat usat sobre pell amb pèl. Aquesta situació no ha provocat una major abrasió, com passa amb l'ocre. Pot ser, però, en l'origen del major desenvolupament del dipòsit d'alta densitat.

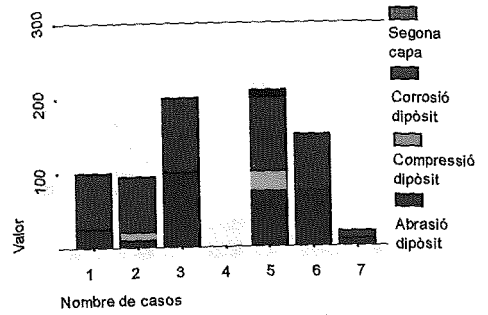
El patró de deformació intercrystal·lina (gràfic 5) va molt lligat al de deformació intracrystal·lina. Així, quan la compressió és marginal, com en el cas que acabem de citar, el dipòsit d'alta densitat és la deformació més important. Els objectes en els que la compressió és important, en canvi, el dipòsit més present és el de baixa densitat, que, invariablement, es combina amb la compressió com una forma desenvolupada d'aquesta segona, en el que hem referit com processos acumulatius o progressius de deformació. Aquests patrons no responen a una distribució per accions, ja que una mateixa acció està en el grup que presenta compressió i en l'altre. Només semblaria un comportament marcat per les roques: el sílex neogen i la quarsita de Barbadillo no presenten, generalment, compressió (hi ha un objecte de sílex neogen com excepció, amb un límit baix de compressió) i els més afectats per compressió i dipòsit de baixa densitat són els objectes de sílex. Per tant hi ha un comportament lleugerament diferencial del sílex neogen, ja que en molts altres objectes s'ha observat el dipòsit de baixa densitat associat a la pell. De tots els patrons descrits, el més clar i homogeni és el que es refereix a l'acció de raspar amb abrasius: invariablement presenta abrasió, compressió i dipòsit de baixa densitat com trets diferencials.

La deformació del dipòsit (gràfic 6) generalment és alta: només un objecte no en presenta i un altre en té en un grau molt baix. El que no en presenta és l'objecte de quarsita. Els objectes que presenten la deformació més alta del dipòsit (gràfic 7) són eines que han estat usades per tallar, rebaixar i raspar. Això indica que no és un fet

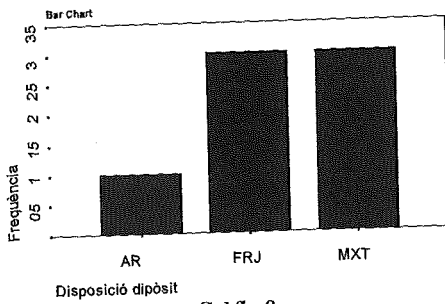
120 *Formes d'ús i criteris d'efectivitat en conjunts tecnològics de Mode 1 i Mode 2*



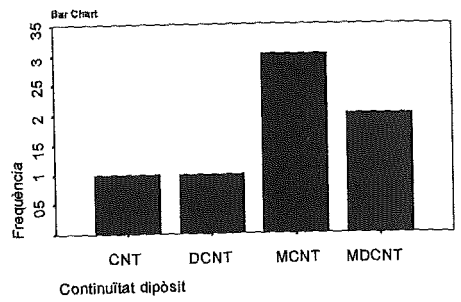
Gràfic 6.



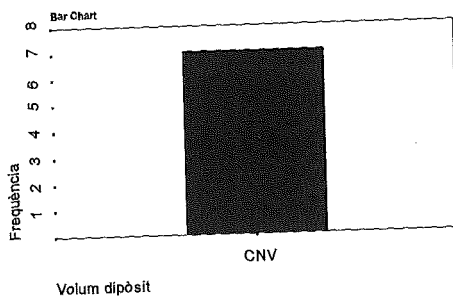
Gràfic 7.



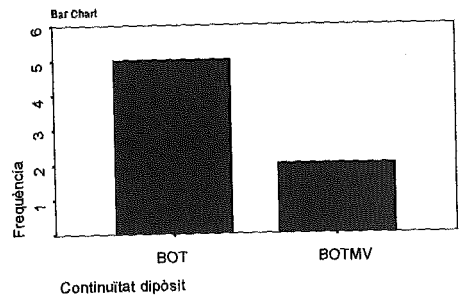
Gràfic 8.



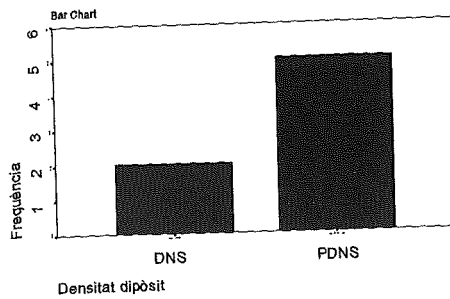
Gràfic 9.



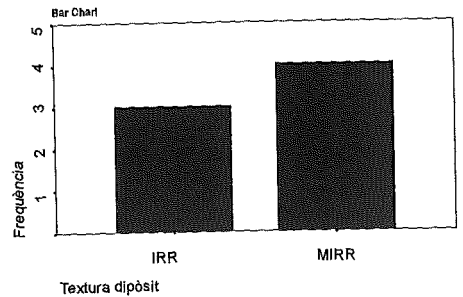
Gràfic 10.



Gràfic 11.



Gràfic 12.



Gràfic 13.

l·ligat a l'acció. Es torna a tractar dels objectes de sílex aliè a la Sierra de Atapuerca. Tanmateix, no tots tres casos presenten compressió intercrystal·lina i dipòsit de baixa densitat importants: un dels objectes té un 10% de compressió i gens de dipòsit de baixa densitat. Aleshores, no es tracta de grups que es creuin, sinó que cadascun es deu a raons distintes que no sabem identificar.

#### *Característiques del dipòsit*

Només un dels objectes té dipòsit únicament en àrea, els altres el tenen en franja o mixt franja-àrea (gràfic 8). És l'objecte de quarsita, el que té menys deformació i és lògic que el dipòsit sigui també inconnex i reduït. Els dipòsits mixtes es donen, com a norma, en les accions longitudinals mentre que la franja es dona en les transversals.

Aquests dos grups encara són més clars pel que fa a la continuïtat del dipòsit: les accions longitudinals (tallar) presenten dipòsits discontinus o molt discontinus, mentre que les transversals el presenten continu o molt continu (gràfic 9). La divisió que marca aquesta categoria és neta i només transgredida per l'objecte de quarsita, a causa de la poca deformació que presenta.

Tot el dipòsit descrit és convex (gràfic 10). Cal recordar, però, que la tendència dels dipòsits de més baixa densitat és a ser plans, per tant, aquesta gràfica tampoc representa tota la variabilitat, perquè en algun cas hi ha tendència lateral al dipòsit més pla. Tanmateix, la tendència general hi és clara i el dipòsit de baixa densitat no acaba de tenir un relleu totalment pla.

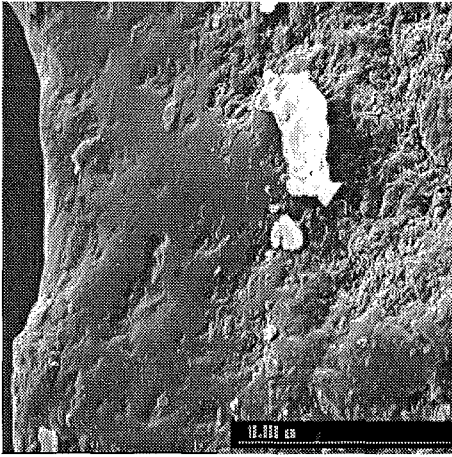
El que sí comporta el dipòsit de baixa densitat és una distribució botrioïdal del volum (gràfic 11). Només dos objectes tenen una lleugera tendència al volum únic, però sense deixar d'haver-hi dipòsit botrioïdal.

També són conseqüència del dipòsit de baixa densitat, compressió intercrystal·lina i corrosió del dipòsit la irregularitat generalitzada de la textura que presenten. Fins al punt que dominen les textures molt irregulars (gràfic 13). Per descomptat, que la densitat del dipòsit és baixa (gràfic 12): només un objecte usat per rascar i un altre per a rebaixar ofereixen dipòsits densos.

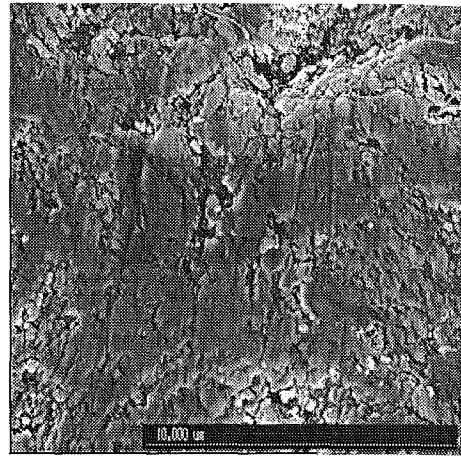
#### *Procés de deformació durant l'activitat*

Les accions sobre pell han generat majoritàriament dipòsits de molt baixa densitat, normalment molt discontinus i desestructurats però que, en algun cas s'organitza en volums més continus (làmina 1a). El més corrent, tanmateix, és una estructura que havíem vist com deformació lateral i marginal en la fusta, consistent en compressió de la xarxa original i dipòsit de baixa densitat que després pot ser alterat per corrosió i abrasió principalment (làmina 1b). Entre aquesta darrera imatge i la de la làmina 1b de l'apartat dedicat a les accions sobre fusta hi ha mot poca diferència: hi observem:

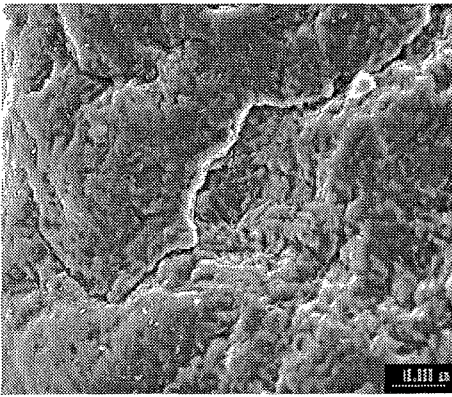
- petits punts de compressió intercrystal·lina;
- àrees limitades de dipòsit de certa densitat;
- àrees laterals de dipòsit menys dens; i
- abrasió i corrosió sobreposades que intervenen molt en la morfologia final desestructurada. L'únic que s'observa en l'acció sobre fusta és una lleugera compressió



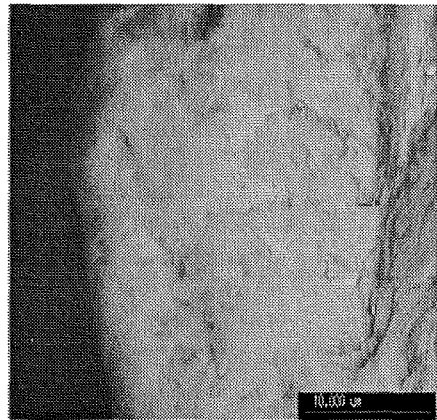
A



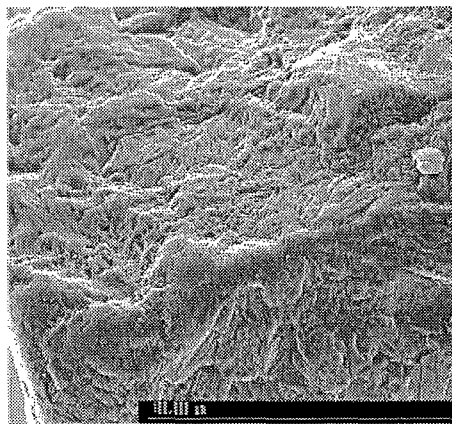
B



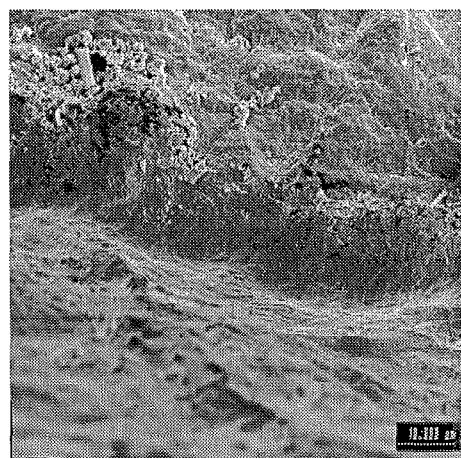
C



D



E



F

que sobreaiexca parts del dipòsit, la qual cosa indica una major plasticitat i densitat del dipòsit. Però per la resta és parell. La gran diferència és que aquesta estructura allà era marginal i en la pell, en molts casos és central.

Malgrat que poguem atribuir bona part de la morfologia a la corrosió i abracció posteriors al dipòsit, el que és clar és que el dipòsit, en origen, ja és molt poc dens, tal com podem avaluar per les restes que en queden en un tram corroït (làmina 1b) o pel que observem en d'altres trams no afectats ni de corrosió ni d'abracció (làmina 1c). En aquesta darrera imatge veiem petits punts de dipòsit d'una extensió lleugera i una massa de punts molt diminuts de dipòsit.

El procés general indica una formació d'energia molt baixa que permet únicament la recristal·lització a nivell gairebé del cristall i de l'espai intercrystal·lí. Aquest procés s'ha iniciat amb la compressió de l'espai intercrystal·lí que, sovint es pot arribar a confondre amb el reompliment d'aquest espai per petits punts de dipòsit. En qualsevol cas, són dues deformacions que es donen sovint a l'hora. La compressió sol ser la primera deformació quan no és possible la fracturació perquè necessitaria molt més energia. Es dona per la creixent plasticitat de l'espai intercrystal·lí, més feble que el pròpiament cristallí, que el fa fluir i permetre la compactació dels cristalls per adaptar la morfologia als requeriments de l'esforç.

Ultra la compressió, i a més d'ella, es dona, en avançar l'esforç un alliberament creixent de defectes de l'estructura cap a la superfície. En un primer estadi, l'energia és molt baixa i només dona el que ja s'ha descrit com punts del mateix tamany dels cristalls de sílex però de morfologia diferencial. En un segon estadi, les partícules de recristal·lització tendeixen a créixer per atracció d'altres que migren cap a la superfície i tendeixen a unir-se a les anteriors per formar agregats més amplis (làmina 1c) i, a continuació, petits trams de franja (làmina 1d, e) en els quals s'hi observa la morfologia botrioïdal que caracteritza els dipòsits acumulatius, provinents d'un procés d'agregació.

Les franges tampoc són molt resistents a l'esforç i molt sovint es deformen ràpidament després de llur formació, ja sigui per estriació (làmina 1f) o fracturació (làmina 2a) o corrosió (làmina 2c, d). La disposició d'aquests dipòsits passa de franja, com hem vist suara, a àrea o retícula (làmina 2b). La retícula és definible a diferents escales. Acabem de veure-la a una escala relativament petita. A la làmina 2d, en canvi, es pot veure a una escala més gran. Els fenòmens que les provoquen són diferents: en la primera és una qüestió general i àmplia de l'esforç, zones afectades-zones no afectades. I en la segona l'efecte és la corrosió que ataca els punts més febles de la microestructura. A un terme mitjà es pot veure com l'estructura està àmpliament corroïda amb una direcció preferent, quan la direccionalitat de l'esforç hi queda gravat (làmina 2e). Aquesta estructura amb tantes depressions és fruit de la corrosió i molt típic de les accions sobre pell quan està tan desenvolupat com aquí. També hem d'esmentar que les accions longitudinals (com en la làmina 2e) són les que provoquen una major destrucció de la xarxa original i una dispersió major en forma de retícula, tal com s'ha apuntat en punts anteriors.

Aquests darrers agregats ja són molt més grans que els que hem mostrat primerament, indicant un esforç més gran. En la majoria es tracta de situació diferent en la mateixa eina, però és evident que aquests criteris defineixen el temps i, en aquest tipus de dipòsit d'agregats, defineixen també el temps d'esforç. En aquest sentit, la lateralitat pot ser definida igualment per temps d'esforç: una zona marginal participa menys perquè està exposada menys temps o menys vegades durant l'esforç, i no pas només perquè l'esforç, lluny del centre, tingui una intensitat menor.