

## CONTRIBUTI ALLA CONOSCENZA DELLA TECNOLOGIA DEI BRONZI ANTICHI: CISTE A CORDONI E SITULE\*

(Con le tavv. XC-XCI f. t.)

Oggetto del presente lavoro è cercare di evidenziare le differenze nella tecnica di lavorazione del materiale in lamina di bronzo. Qualche perplessità infatti suscita l'aspetto esterno differenziato di situle, ciste a cordoni, rasoi, cinturoni, etc. In alcune ciste cordonate ed in molte situle sono ben visibili sulle pareti laterali chiari segni di lavorazione a martellatura prolungata: parimenti tali tracce scompaiono se si esaminano materiali appartenenti al periodo etrusco. Si poteva pensare che l'accresciuta padronanza dei processi di « rinvenimento » per eliminare le rugosità e le bozze della superficie avessero prodotto risultati tali da far scomparire queste tracce di lavorazione così evidenti nel periodo villanoviano. I dubbi però restavano soprattutto se si pensava alla tecnica detta dell'«alzata» probabilmente usata da questi artigiani per lavorare le ciste cordonate: appare tuttavia assai difficile giungere con tale tecnica a formare cordoni che hanno lo stesso spessore delle pareti lisce dei recipienti e soprattutto che avessero un andamento quasi perfettamente parallelo; in questo caso, il materiale che veniva richiamato durante la lavorazione doveva essere notevolissimo. Accresceva tale perplessità l'esame dei fondi delle ciste cordonate che, nelle parti di attacco alle superficie laterali, cilindriche, mostrano una marcata diminuzione di spessore, particolare evidente del resto, anche nella zona dell'orlo, pure ribattuto. Altra notevole serie di dubbi suscitava l'esame delle situle che, costituite nella fase più antica da due o tre lamine tenute mutuamente fisse mediante l'uso di chiodi o ribattini di rame, assumono aspetto sempre più regolare, senza discontinuità e sbazzature esteriori nelle fasi intermedie a due elementi di « chiusura » per poi avere spessori ed andamento regolari in quelle più recenti, costituite da una sola lamina che si avvolge su se stessa. Analoghe considerazioni si possono fare sulla variabilità accentuata che caratterizza i fondi delle situle dapprima ottenuti a sezioni e nei periodi più recenti in un solo blocco o con il fondo formato addirittura da una lamina doppia.

---

\* Anche questi pochi risultati sono stati ottenuti nell'ambito delle ricerche che il prof. G. A. Mansuelli, Direttore dell'Istituto di Archeologia dell'Università di Bologna, che colgo l'occasione per ringraziare assieme al suo Aiuto, Prof. Giorgio Gualandì, continua a programmare. Un grazie particolarissimo alla Prof. Giulia de' Fogolari, Soprintendente alle Antichità delle Venezie ed alla dr.ssa Anna Maria Chieco Bianchi, direttrice del Museo Nazionale Atestino, che hanno concesso i loro reperti per le analisi.

Era a tal punto necessario effettuare una serie di esami che risolvessero parte di tali problemi contrastanti e che fornissero indicazioni utili anche per altri fattori e per le conseguenti considerazioni. Non è infatti da escludere, ed è probabile che le analisi in corso lo confermino, che gli artigiani acquistassero, già in lamina, quest'ultima proveniente da pochi centri specializzati, i laminati metallici con cui poi venivano preparati i recipienti, nei vari luoghi in cui potevano esistere officine capaci di prepararli per le forme che noi vediamo: mi sembra infatti alquanto improbabile che fossero preparati bronzi con identica composizione chimica in centri diversi e distanti fra di loro.

Lo studio dei cristalli costituenti un metallo può darci una serie notevole di informazioni sulla tecnica di lavorazione cui è stato sottoposto; l'osservazione dei campioni al microscopio metallografico dà informazioni sulla dimensione dei grani e sulla loro forma, ma non può nel corso di un'indagine scientifica essere considerata come la sola prova in quanto al microscopio si esamina solo una superficie limitata del campione non la totalità o per lo meno la media dei cristalli che costituiscono il metallo stesso. Immediatamente sotto un piano di cristalli apparentemente minuti possono trovarsi grani di discrete dimensioni che vanno quindi evidenziati mediante l'uso di raggi X usati sia con la tecnica a trasmissione che con quella a « back-reflection ». Le dimensioni dei cristalli sono infatti direttamente proporzionali all'intensità dei punti individuali diffratti: ciascun cristallo si comporta infatti come uno specchio che riflette il fascio di raggi X divergente da una targhetta su di un film: la forma e la grandezza dei punti registrati sono una funzione delle dimensioni del cristallo riflettente e di altri parametri. Quando si esamina un campione è molto importante usare sistemi a trasmissione in una con le tecniche a « back-reflection »: le prime ci forniscono una serie di informazioni riguardanti lo stato interno del metallo, mentre le seconde danno le condizioni in cui si trovano le superfici irradiate per una profondità di qualche migliaio di atomi. Per fare un esempio che può interessarci da vicino, in dipendenza con i trattamenti di riduzione a freddo e successivo trattamento a caldo cui può essere sottoposto un foglio laminato prima per la formazione e poi per l'eliminazione delle rugosità, queste superfici possono ricristallizzare con una grandezza di grani estremamente fine, mentre l'interno, meno lavorato, può essere, se raffrontato ai grani fini, estremamente più grossolano.

#### *Materiale impiegato*

I prelievi dei campioni da esaminare sono stati effettuati su materiali conservati nel Museo Civico Archeologico di Bologna e nel Museo Nazionale di Este. I reperti archeologici su cui sono stati effettuati i prelievi non sono ancora stati restaurati. Un particolare comune a tutti i campioni: sono prelevati i campioni da reperti in lamina sottile di bronzo.

Il campione n. 1 è stato prelevato da una cista cordonata appartenente ad una tomba senza numero della necropoli Benacci (1). Esso si riferisce alla parte terminale del reperto: il frammento consta infatti di una parete in lamina bronzea leggermente ricurva che termina con un arrotolamento su se stessa costituente l'orlo alto della cista.

(1) B. STJERNQUIST, *Ciste a Cordoni*, II, Lund 1967 p. 20.

Il campione n. 2 appartiene alla tomba n. 151 dei Giardini Margherita (2) e anch'esso fa parte di una cista cordonata; reca una lieve ondulazione: è stato infatti scelto fra i frammenti della zona cordonata.

Il campione n. 3, appartenente anch'esso alla necropoli dei Giardini Margherita, proveniente da una tomba senza numero, appartiene, come gli altri che lo precedono, ad una cista cordonata. In questo caso fra i frammenti ne è stato scelto uno recante un ribattino o chiodo bronzeo nella parete oltre ad una piccola parte della parete (3).

Il campione n. 4 proviene dai frammenti di un fondo di situla del Museo Nazionale di Este. Il fondo consta di una doppia lamina in bronzo (4).

Ancora dalla necropoli dei Giardini Margherita il campione n. 5, proveniente dalla stessa cista da cui è stato effettuato il prelevamento del campione n. 3. Come il n. 3 quindi fa parte di una cista cordonata e, come, il n. 1, reca la zona dell'orlo, che questa volta consta di un doppio avvolgimento su se stesso, oltre ad una piccolissima parte di lamina stesa che reca evidente tracce di colpi di martello (5).

Il campione n. 6 fa parte del reperto Benacci n. 525 (6), cinturone, terminato di scavare dal sottoscritto all'interno del Laboratorio di restauro del Civico Museo Archeologico. Questo reperto era stato trasportato in Museo assieme alla terra di scavo che circondava il reperto. Appartiene alla parte terminale del cinturone, zona laterale, dove inizia a restringersi la lamina per terminare in gancio.

Il campione n. 7, infine, fa parte del tronco di cono in lamina di una situlina recante il n. 2804 I. G., appartenente alla tomba Capodaglio 31 del Museo Nazionale di Este (7).

Nessuno dei campioni è stato asportato dal pezzo, ma la campionatura è stata effettuata con i frammenti che di solito si accompagnano ai reperti prima della ricostruzione.

I campioni sono stati numerati da uno a sette per ovviare, con la conoscenza dei materiali, a considerazioni di carattere soggettivo che in qualche modo potessero falsare i risultati dell'indagine. L'elenco dei campioni all'origine era solo una serie di abbinamenti numerici che dopo le analisi sono stati elaborati e di cui solo ora sono stati trascritti i risultati.

Cronologicamente i campioni nn. 1 e 6 appartengono alla cultura villanoviana, il n. 4 ed il n. 7 a quella atestina, gli altri alla fase etrusco-felsinea tipo Certosa.

Tutti i campioni all'atto del loro prelievo erano ricoperti da uno spesso strato di patina più o meno intenso; alcuni recavano anche dei grumi di carbonati oltre all'ossido di rame verde caratteristico. In alcuno di questi è stata però notata la formazione di microagglomerati di colore rosso riferibili ad ossidulo di rame bivalente insolubile.

L'abbinamento delle tecniche al microscopio ottico e di « back-reflection »

(2) STJERNQUIST, *op. cit.*, p. 25, tav. IX, 4.

(3) STJERNQUIST, *op. cit.*, p. 26, tav. IX, 3.

(4) O. H. FREY, *Die Entstellung der Situlenkunst*, Berlin 1969, tav. 32, n. 18, p. 99.

(5) V. nota 3.

(6) MONT. I, tav. 74.

(7) PROSDOCIMI, in *NS* 1882, tav. VII, 13; p. 27.

quest'ultima realizzata in condizioni sperimentali tali da impressionare su di un film le riflessioni relative a due angoli — rispettivamente di  $72^{\circ}23'$  e di  $68^{\circ}9'$  — corrispondenti ai piani 420 e 331, ha permesso di appurare una diversità di dimensioni cristalline nei vari campioni in esame, varianti fra  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$  cm.

In dettagli la « back-reflection » del campione 1 mostra una riflessione a punti attestante la presenza di cristalli relativamente grandi e l'esame di questo campione al microscopio ottico conferma tali diagrammi fornendo una dimensione media cristallina di  $5,4 \cdot 10^{-3}$  cm.

I campioni nn. 3 e 2 mostrano una « back-reflection » a spettro continuo e le foto al microscopio ottico assegnano loro le dimensioni medie cristalline di  $8,4 \cdot 10^{-4}$  cm. (*tav. XC a*).

Inoltre per quanto riguarda il campione n. 3 sono allegate le foto del chiodo che mostra una struttura completamente diversa dai campioni in esame (probabilmente si tratta di una struttura dendritica relativa ad un bronzo colato con basso tenore di Sn.) (*tav. XC, b-c*).

Il campione n. 4 presenta uno spettro discreto e le foto al microscopio ottico sembrano assegnare una dimensione media cristallina di  $2,10^{-3}$  cm. (*tav. XCI, a*).

Il campione n. 5 è particolarmente interessante, in quanto presenta una « back-reflection » caratterizzata da uno spettro continuo su cui sono sovrapposti punti discreti. Gli esami al microscopio ottico sembrano confermare questo fatto, in quanto vi è una notevole disomogeneità delle dimensioni dei cristalli, presentando alcuni di essi dimensioni valori medi dell'ordine di  $10^{-3}$  cm. altri valori inferiori a circa  $10^{-4}$  cm. (*tav. XCI, b*).

I campioni 6 e 7 presentano delle incongruenze in quanto ad una « back-reflection » caratterizzata da punti discreti, corrispondono al microscopio ottico, dimensioni medie cristalline molto piccole, inferiori o dell'ordine di  $10^{-4}$  cm. In particolare il campione n. 6 presenta dimensioni medie cristalline inferiori a  $10^{-4}$  cm., mentre il n. 7 ha dimensioni medie dell'ordine di  $10^{-4}$  cm.

Le possibili ragioni di queste differenze verranno prese in considerazione nella successiva discussione, tuttavia questo sta ad indicare la decisa superiorità del metodo a « back-reflection » sulle osservazioni al microscopio ottico, in quanto il primo si basa sull'attraversamento di parte della radiazione di uno strato di metallo mentre le seconde si basano esclusivamente su esami effettuati su un piano superficiale.

### Discussione

Passando ora alla discussione dei risultati ottenuti, risulta evidente come tutti i reperti villanoviani (campioni 1-4-6-7) sono caratterizzati da dimensioni di grani grandi, mentre i reperti etruschi (campioni nn. 2 e 3) siano caratterizzati da grani piccoli. Inoltre il campione n. 5, datato come etrusco, mostra una combinazione di grani grandi e piccoli. In base a queste considerazioni si possono avanzare delle ipotesi relative alle tecniche di lavorazione che risultano essere diverse per i due periodi archeologici.

Mentre i reperti etruschi presentano un abito esterno levigato molto e privo di tracce marcate di trattamento a percussione, i reperti villanoviani si

presentano, ad un'ispezione visuale, molto più rozzi e grossolani e recano talvolta segni riferibili ad una prolungata martellatura.

Si può quindi avanzare l'ipotesi, sulla base delle risultanze sperimentali (grani grossi che contrastano con la struttura di una martellatura prolungata ed a freddo) che i pezzi fossero prima sottoposti ad un prolungato martellamento a freddo per diminuirne lo spessore e ridurlo in lamina sottile e poi fossero sottoposti a riscaldamento per eliminarne le rugosità. In conseguenza di questo trattamento i reperti subivano anche se all'insaputa dell'artigiano, un trattamento di ricottura di cui ora si riesce ad apprezzare la dimensione dei grani.

Un'ipotesi alternativa potrebbe essere la martellatura a caldo che però sembra da escludere perché comporta delle difficoltà tecnologiche notevolissime. Per avere ulteriori informazioni di questo tipo occorrerebbe effettuare un esame statistico su un singolo reperto, prelevando frammenti da varie zone della sua superficie.

Più interessante appare il confronto fra i campioni della stessa tipologia, nel caso specifico le ciste cordonate. Se si applicano le ipotesi precedenti alla cista villanoviana (campione n. 1), le tecniche di lavorazione relative ai reperti n. 2 e n. 3, che sono etruschi, appaiono completamente diverse. Si è portati a considerare la possibilità di una laminazione a freddo e non solo sulla base dei risultati sperimentali ma anche per l'evidente assenza di tracce di martellatura.

Un risultato sperimentale (campione n. 5, etrusco) che ad un primo esame sembrerebbe contrastare con queste ultime considerazioni invece le avvalorava. Il frammento, infatti, costituisce la parte terminale della cista, quella cioè contenente l'orlo, che è ripiegato su se stesso, cosa che gli antichi potevano ottenere solo con martellatura a caldo. L'esame della « back-reflection » infatti ad esso relativo mostra la coesistenza di grani piccoli e grani grossi; è quindi pensabile che la riga continua sia riferibile a laminazione, mentre le sovrapposte macchie sono imputabili a martellatura a caldo (per ottenere la piegatura della lamina costituente l'orlo) necessariamente omogenea.

La serie di analisi al seguito di questi pochi risultati deve continuare: rimane una serie di interrogativi la cui soluzione può trarre vantaggio da questo tipo di considerazioni. È necessario a questo punto effettuare dei rilevamenti statistici su larga scala su reperti provenienti da varie località per appurare, mediante la verifica della composizione, la provenienza delle lamine oppure la loro formazione indigena, nonostante quest'ultima ipotesi susciti notevoli dubbi. È per me più facile pensare all'artigiano straniero che giunge all'officina dei grossi centri portando con sé solamente la sua alta specializzazione piuttosto che pensare all'officina viaggiante; si consideri inoltre che non è facile trasferire continuamente una fonderia: la necessità dei soffiotti, dei focolai, del combustibile per le sorgenti di calore, delle incudini, di tutti gli arnesi da lavoro, della materia prima, etc.

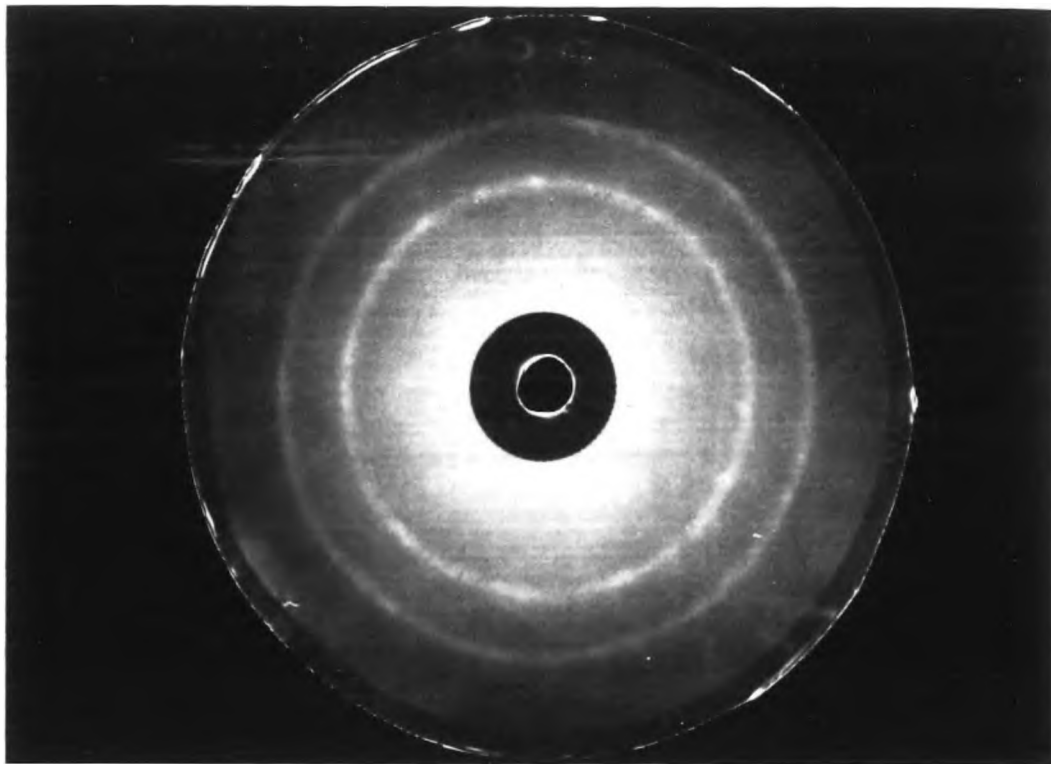
A questo proposito basterà notare che per le fibule restaurate in antico, per esempio quelle che presentano una rottura in zona molla, il punto di attacco della molla sul terminale dell'arco è stato allungato; se pensiamo in questo caso ad un rifacimento ex-novo la serie di utensili necessari presuppone un'officina fissa; se pensiamo invece alla riutilizzazione della parte rotta, la serie di arnesi ed il fornello per produrre calore con cui riscaldare per ottenere il prolungamento della molla desiderato e necessario a rendere possibile l'attacco, presuppone nuovamente un'officina stabile. E cosa pensare di alcune situle che recano nella zona bassa, che precede l'orlo del fondo, del materiale riutilizzato; non si può certo cre-

dere in questi casi a riparazioni effettuate mediante il distacco del fondo, dopo che questo è stato quasi saldato o reso solidale al resto mediante chiodi bronzei, né si può pensare ad un « riparatore » che gira con « pezzi di ricambio » delle forme e della consistenza più disparate.

Inoltre sarà necessario prendere anche in esame e vedere quali rispondenze esistono, nello svolgimento, in piano, del tronco di cono delle situle, come è stata prevista la modificazione cui è soggetta la spalla e la sporgenza dell'orlo e quali relazioni, inoltre, esistono fra i fondi che dalla linea mediana vengono sempre più richiamati verso il basso fino ad essere costruiti, in periodo più recente, separatamente dal contesto della lamina e con il doppio fondo. Ma quali considerazioni potranno essere dedotte dallo studio approfondito delle ciste che sembrano essere le uniche a recare delle tracce di operazioni di taglio sulla zona della giuntura verticale, mentre sembra che queste non siano, presenti in prossimità dell'orlo e del fondo.

Si spera infine che lo studio statistico delle composizioni chimiche possa fornire elementi sicuri sulla provenienza delle lamine e, attraverso lo studio degli elementi chimici residui e caratteristici di certi composti, possa condurre, con un po' di fortuna, ai centri di estrazione oltre che di produzione degli elementi costituenti i materiali laminati.

LIVIO FOLLO



*a*

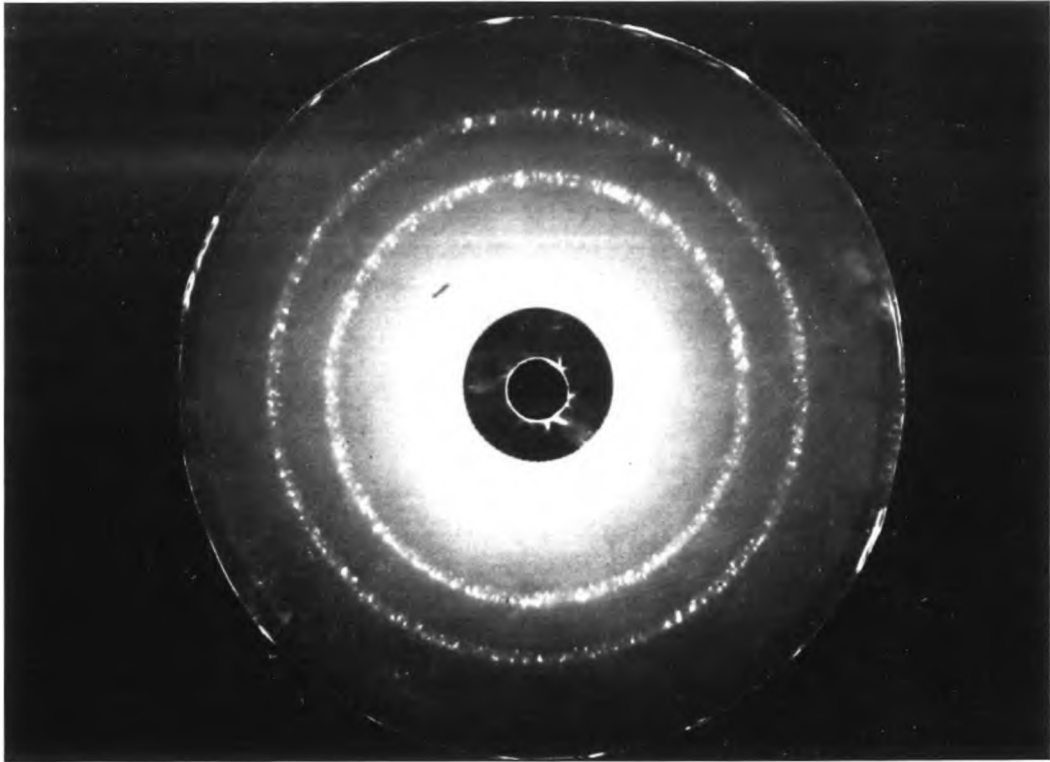


*b*

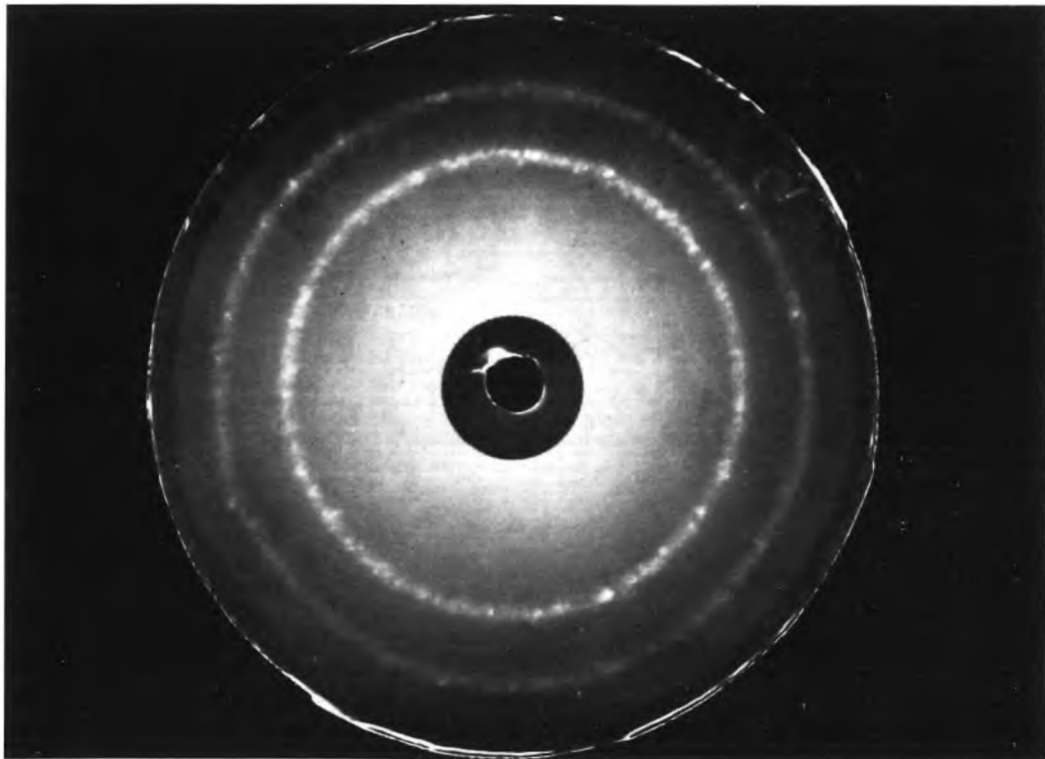


*c*

*a*) Diagramma della back-reflection del campione n. 3;  
*b-c*) Particolari della formazione dendritica del chiodo del campione n. 3 ripresa al microscopio metallografico.



*a*



*b*

- a*) Diagramma a back-reflection del campione n. 4 a punti discreti;  
*b*) Diagramma a back-reflection del campione n. 5, con punti discreti e continuo.