STAGIONATURA MAGNETICA DEL FERRO ALLA TEMPERATURA ORDINARIA,
per D. MAZZOTTO.

In due precedenti miei lavori ¹⁾ ²⁾ studiai le variazioni che subiscono le costanti magnetiche del ferro in seguito a lunga permanenza a temperature costanti più o meno elevate al di sopra della temperatura ordinaria, e constatai che, anche alla temperatura di 46°, che fu la più bassa di quelle da me usate, la diminuzione di suscettività e gli aumenti di magnetismo residuo e di isteresi, benchè avvengano assai più lentamente che alle temperature più elevate, sono ancora molto sensibili.

Torna naturale l'ammettere che a variazioni analoghe, benchè più lente e meno profonde, vada soggetto il ferro anche mantenuto alla temperatura ordinaria, non essendo presumibile che i pochi gradi di differenza fra la temperatura ordinaria e la temperatura minima alla quale le variazioni furono da me constatate sperimentalmente, bastino a rendere affatto nulle le variazioni stesse.

Al momento in cui iniziai il corso di queste ricerche, non si avevano esperienze dirette che provassero l'esistenza di dette variazioni alla temperatura ordinaria; il Roget, nel suo

1) D. Mazzotto. Nuovo Cimento, Serie 5, tomo 3, pag. 417, 1902.

2) " " Serie 5, tomo 7, pag. 393, 1904.

primo lavoro sulle variazioni dell'isteresi per prolungato riscaldamento ¹⁾, dice di non aver constatato alcun cambiamento al di sotto di 40°, ma nel suo secondo lavoro sullo stesso argomento ²⁾ dice che da alcune esperienze fatte sul ferro svedese si ebbero incidentalmente degli indizi di debole variazione dell'isteresi in campioni rimasti tre o quattro anni alla temperatura atmosferica.

Nell'intraprendere, nel maggio 1900 il corso delle mie esperienze sulla stagionatura magnetica del ferro, ebbi anche in mira di studiare l'effetto della stagionatura alla temperatura ordinaria, e destinai a questo scopo dei speciali campioni di ferro che sottoposi ad osservazioni saltuarie, per lo spazio di circa quattro anni, interpolate alle osservazioni di stagionatura a temperature elevate fatte su altri campioni.

Nel settembre 1902 il corso di queste esperienze era già abbastanza inoltrato da permettermi di fornire al Congresso della Società Italiana di Fisica tenutosi in Bologna, i risultati preliminari delle ricerche, nei quali con dati numerici e diagrammi venivano constatate le variazioni subite dalle costanti magnetiche anche alla temperatura ordinaria ³⁾.

Più tardi un'analogha constatazione fu fatta dallo Stern ⁴⁾.

Queste esperienze a lunga scadenza presentano delle cause di incertezza, provenienti dalla probabilità che, a lungo andare, mutino le costanti magnetiche degli apparecchi di misura, così da togliere la perfetta paragonabilità fra le prime osservazioni e le ultime.

Una verifica periodica di dette costanti, fra le quali entrerebbe pure l'intensità orizzontale del magnetismo terrestre, non sarebbe stata praticabile coi mezzi a mia disposizione, ed avrebbe introdotto gravi complicazioni sperimentali non giustificate dal limitato grado di precisione assoluta inerente a tal genere di misure.

Presi il partito di affidarmi alla speranza che le variazioni delle costanti magnetiche degli apparecchi nel corso di dette

1) Roget. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. 63, pag. 259, 1898.

2) Roget. Ivi, Vol. 54, pag. 154, 1899.

3) Vedi Atti Società Italiana di Fisica 1902, in appendice al Nuovo Cimento, settembre-ottobre 1902.

4) G. Stern. Elektrotechnische Zeitschrift, Vol. 24, pag. 407, 1903.

esperienze fossero insensibili, od almeno abbastanza piccole da lasciare presso che imperturbati gli effetti del fenomeno da studiare. E questo affidamento era tanto più giustificabile inquantochè gli apparecchi erano già da qualche anno in posto, muniti di pezzi magnetici di vecchia costruzione, i quali doveano perciò aver raggiunto un sufficiente grado di stabilità.

Per non affidarmi poi completamente a tale speranza, stabilii varii controlli atti ad indicare se le differenze nei risultati delle misure magnetiche sui campioni studiati fossero dovute a variazioni reali in questi avvenute, o non piuttosto a variazioni avvenute negli apparecchi di misura.

Un buon controllo sarebbe stato offerto da un campione sulla cui stabilità si avesse potuto far sicuro assegnamento; se le misure fatte su di esso avessero dato nelle varie epoche risultati costanti, ciò avrebbe deposto in favore della costanza degli apparati di misura e quindi della realtà delle variazioni osservate contemporaneamente nei campioni da studiare.

Probabilmente un campione di acciaio, sostanza che presenta una variabilità assai piccola a temperature elevate, presenterebbe alla temperatura ordinaria un grado sufficiente di stabilità; ma in causa della sua debole suscettività nei campi deboli e medi esso fornirebbe un controllo poco sensibile.

Preferii usare come controllo due campioni (1° e 2° nelle tabelle dei risultati) uno di ferro svedese e l'altro di ferro Best, che erano stati da me ricotti e fatti rinvenire oltre un anno prima, e doveano quindi aver raggiunto un certo grado di stabilità rispetto ai campioni ricotti di recente.

Le osservazioni incominciarono nel maggio 1900, sopra oltre una ventina di sbarre di diverse qualità, recentemente ricotte, ed alcune anche fatte rinvenire per sette ore alle temperature di 100°, 150°, 200° e 250°.

Un'altra serie di osservazioni parallela alla prima incominciò 10 mesi più tardi, (dopo aver adottato nuovi mezzi per assicurare la stabilità degli apparecchi) sopra tre qualità di ferro (Best, svedese ed acciaio da trivelle) di cui eranvi campioni anche nella prima serie.

Dopo altri dieci mesi, cioè nel Dicembre 1901, incominciai una terza serie di osservazioni parallele alle prime due, sopra

tre altri campioni di ferro; in questa serie introdussi come nuovo elemento di controllo le osservazioni di un campione di ferro di Germania che veniva ricotto di volta in volta prima di sottoporlo alle misure, allo scopo di eliminare le variazioni che avessero subite le sue costanti magnetiche durante i periodi di riposo.

Al principio di ogni serie di osservazioni i campioni venivano accuratamente ricotti al calor rosso vivo fuori del contatto dell'aria, seguendo le precauzioni indicate nelle mie precedenti note [l. c. ¹)] e sottoposti, dopo almeno 24 ore, ad una prima misura del ciclo di magnetizzazione; dopo un periodo di riposo, durante il quale erano conservati entro una vetrina in stanza non riscaldata esposta a Nord, venivano sottoposti ad una nuova misura e così via.

Calcolate le osservazioni, si costruivano, coi valori corrispondenti ottenuti per I e per H , i diagrammi di magnetizzazione, e da questi, per interpolazione, i valori di I , registrati nelle tabelle I, II e III, corrispondenti a certi valori prestabiliti di H che servivano a stabilire i confronti dei risultati.

Nelle tre serie di osservazioni erano compresi tre campioni identici di ferro Best (campioni N.° 7°, 25° 20°) i quali perciò potevano servire da controllo reciproco.

Nella Fig. 1, sono rappresentati i valori delle suscettività per $H = 5,0$ ed $H = 0,5$ presentati dai detti campioni a varie epoche del principio delle singole serie di osservazioni, confrontati coi valori presentati da un campione vecchio di controllo, (2° campione delle tabelle numeriche) pure di ferro Best, che era stato ricotto molti mesi prima.

Dalla figura si osserva che i detti tre campioni, benché ricotti in epoche di 10 in 10 mesi distanti tra loro, presentarono, a partire dall'epoca della ricottura, delle variazioni che seguivano una legge analoga in funzione del tempo tendendo verso un valore finale della suscettività sensibilmente uguale, mentre il campione di controllo presentò nello stesso periodo delle variazioni appena sensibili.

Tutto ciò prova che le variazioni di suscettività osservate in questi e negli altri campioni sono realmente dovute all'a-

zione del tempo e non sono variazioni apparenti dovute ad alterazioni degli apparecchi.

Fig. 1.

Per quanto riguarda i dettagli delle osservazioni, e dei calcoli mi riferisco a quanto è detto nelle memorie sopra citate ^{1) 2)} essendo le esperienze fatte con identico metodo; rammenterò solo che, anche nelle presenti esperienze, il magnetismo residuo fu determinato per due valori di I corrispondenti circa alle intensità di campo $H=5$ ed $H=40$ unità C. G. S.

A questo riguardo conviene osservare che, per rendere fra loro paragonabili i valori del magnetismo residuo ottenuti collo stesso campione, occorre prendere nel fare gli esperimenti delle precauzioni speciali. Anzitutto, siccome il valore della intensità magnetica residua I_r dipende dal valore massimo assunto dal magnetismo indotto I_{max} , è necessario che questo valore massimo sia costante, cioè che i cicli di magnetizzazione raggiungano lo stesso valore massimo di I . Secondariamente occorre che il passaggio del campo inducente massimo al campo

nullo sia avvenuto colla stessa legge perchè sono diversi i valori che si ottengono pel magnetismo residuo annullando istantaneamente, o più o meno gradualmente, il campo induttivo massimo.

Nelle osservazioni di più vecchia data, prendeva per valore del magnetismo residuo quello che risultava dal periodo di magnetizzazione decrescente al momento in cui si faceva $H=0$; mi accorsi poi che i valori così ottenuti non erano ben paragonabili fra loro, sia perchè in causa delle variazioni di suscettività prodotte dal tempo, i rami discendenti non partivano da valori di I esattamente identici, sia per la mancata identità degli stadi intermedi nel periodo di demagnetizzazione. Più tardi furono meglio sistemate le osservazioni del periodo di demagnetizzazione, rendendo uguali i valori massimi di I e pure eguali in numero e valore i valori di H negli stadi intermedi di magnetizzazione decrescente, per cui, solo da quest'epoca, i valori ottenuti pel magnetismo residuo sono bene paragonabili fra loro.

Tabelle numeriche dei risultati.

Nella compilazione delle tabelle numeriche dei risultati ho avuto anzitutto di mira che riuscisse evidente l'ordine cronologico delle singole determinazioni, perciò ognuna di esse è scritta in una colonna intestata col mese ed anno nel quale le osservazioni corrispondenti furono eseguite. Il numero segnato sotto ciascun mese indica, per le esperienze della I serie, il numero di mesi trascorsi dall'epoca della ricottura dei campioni; per le esperienze della II e della III serie si dovranno sottrarre ai detti numeri rispettivamente 10 e 20 mesi per riferirsi all'epoca della ricottura dei rispettivi campioni.

Nelle singole categorie i campioni furono iscritti in ordine di suscettività iniziale decrescente.

Nella tabella I sono registrati i valori delle intensità magnetiche presentati nelle varie epoche dai campioni nel campo $H=40$; nella tabella II quelli nel campo $H=5$; nella III quelli nel campo $H=0,5$ e nella IV i valori della intensità magnetica residua I_r pel campo $H=5$ unità circa.

In quest' ultima tabella sono registrati nella prima colonna i valori (costanti per ogni singolo campione) ai quali veniva portato il magnetismo indotto, I_{max} , prima di interrompere il circuito per determinare, senza stadi intermedi, l' intensità magnetica residua, I_r , registrata nelle altre colonne della tabella.

I valori di I_r non sonó registrati che a partire dall'epoca in cui tali valori possono ritenersi, per le ragioni sopra dette (pag. 10) meglio paragonabili fra loro.

I valori segnati nella I colonna della tabella I sono i valori di K [l. c. ¹)] diversi da campione a campione, che servono a calcolare i valori di I dai valori osservati, Δ , delle deviazioni della bussola.

TABELLA I.

Intensità magnetiche nel campo H = 40 C. G. S.

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	K	1900				1901								1902				.904																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			Mesi	Maggio	Luglio	Dicemb.	Febr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Genn.	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre	Maggio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1°	Svedese	Ricotti	4,15	1105	1100	1090			1095																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

3) Campione di controllo ricotto ad ogni osservazione.

1) 2) Campioni di controllo.

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	1900			1901							1902					1904		SERIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		Maggio	Luglio	Dicemb.	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1° 1)	Svedese	361	364	344						338																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

TABELLA III.

Intensità magnetiche nel campo $H = 0,5 \text{ G. G. S.}$

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	1900												1901						1902					1904		SERIE			
		Mesi																												
		Maggio	Luglio	Dicemb.	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre	Maggio											
1° 2°	Svedese Best	4,5 5,0	4,4 4,8	4,2 5,1			3,2 3,6							4,0 4,5		4,4 4,7						4,7 3,5			3,5 4,3	4,5 4,5	3,7 3,2			
3° 4°	Trafilato I Trafilato II	14,1 12,0	11,9 13,6	9,7 8,4			11,3 10,3							9,5 6,0		11,4 8,5						9,5 6,3			7,4 7,0	7,5 6,3	8,0 5,9			
5° 6°	Svedese Germania	13,0 14,7	12,6 14,4	10,1 13,2			10,7 12,4							10,4 9,5		10,2 11,7						11,3 10,3			11,3 10,1	9,6 9,6	9,6 8,3			
7° 8°	Best Comune	11,3 16,7	11,1 14,7	8,7 13,5			6,0 10,8							5,2 9,1		5,2 9,9						5,3 9,9			5,8 10,5	5,0 10,5	5,1 9,8			
9° 10°	Acciajo da trivelle » ordinario	7,8 3,7	8,9 4,9	8,0 4,8			7,8 4,2							9,0 4,1		7,8 4,1						9,5 4,3			8,3 4,2	9,4 4,8	9,1 4,4			
11° 12°	» fuso Svedese	1,9 9,3	2,0 7,9	2,1 7,9			2,5 8,5							2,3 8,5		2,3 7,7						2,6 8,5			3,1 8,7	2,2 6,2	2,2 6,3			
13° 14°	Rinvenuti Comune a 250° Acciajo																													
15° 16°	Svedese Comune	10,9 8,4	8,9 7,9	8,9 7,9			7,9 7,9							10,8 7,0		8,1 6,8						10,4 6,2			10,0 5,8	7,1 5,3	7,4 5,7			
17° 18°	Acciajo Svedese	4,3 9,9	4,3 8,3	4,3 8,3			4,3 8,5							3,8 9,2		4,4 8,9						4,4 8,9			4,4 6,6	3,8 7,6	4,6 6,4			
19° 20°	Rinvenuti Comune a 150° Acciajo																													
21° 22°	Svedese Comune	9,2 10,1	9,6 8,5	9,6 8,5			7,4 7,3							7,3 7,4		6,7 7,9						7,6 7,1			7,6 7,1	6,6 5,9	5,9 4,5			
23° 24°	Acciajo Svedese	4,6 8,5	3,5 6,4	3,5 6,4			4,1 6,2							3,8 7,0		4,0 5,9						4,3 6,7			4,2 7,0	4,0 5,8	4,5 5,1			
25° 26°	Rinvenuti Comune a 100° Acciajo																													
27° 28°	Svedese Best	12,5 17,9	13,0 18,0	12,0 18,0			12,0 18,0							13,0 18,0		12,1 16,1						12,9 16,3			10,2 7,7	8,9 6,2	7,3 7,3			
29° 30°	Acciajo Germania ricotto ³⁾	8,5 8,5	8,5 8,5	9,0 9,0			9,0 9,0							8,4 8,4		8,5 8,5						7,9 6,6			8,0 8,3	8,5 8,5	8,5 8,5			
27° 28° 29° 30°	Germania Best Acciajo																													

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	I _{max} Mesi	1900			1901							1902					1904		SERIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			Maggio	Luglio	Dicemb.	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novem.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
																					0	2	7	10	11	12	13	14	15	19	20	21	23	25	26	27	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1° 1)	Svedese	Ricotti	374																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Le tabelle I-IV danno, come si disse, i *valori assoluti* di I ed I_r ; per facilitare i confronti e la discussione dei risultati, tornano però più utili i corrispondenti *valori relativi percentuali* riportati nelle tabelle V-VII calcolati dalle precedenti rendendo eguali a 100 i valori forniti dalla prima osservazione di ogni singolo campione.

È da notarsi che dividendo i valori di I contenuti nelle tabelle I, II e III per le rispettive intensità di campo $H = 40$, $H = 5$ ed $H = 0,5$, si otterrebbero i valori I/H delle rispettive suscettività; queste sono dunque per le stesse tabelle proporzionali ai valori di I , e perciò i valori percentuali delle tabelle V-VI-VII rappresentano, tanto le variazioni relative dei valori di I , quanto quelle della suscettività.

Analogamente i valori della tabella VIII, dedotti da quelli della IV, non rappresentano solo le variazioni percentuali della intensità magnetica residua I_r , ma altresì quella del rapporto $\frac{I_r}{I_{\max}}$ fra l'intensità magnetica residua ed il rispettivo magnetismo indotto massimo (rapporto che suole prendersi per misura del magnetismo residuo) essendo per ogni singolo campione costante il valore $I_{\max}$ segnato nella prima colonna della tabella IV.

Discussione dei risultati.

Suscettività dei campi intensi $H = 40$. — Uno sguardo dato alla tabella V ci fa vedere che tutti i valori poco differiscono da 100, il che indica che la suscettività nei campi intensi non varia col tempo; ciò era da aspettarsi, inquantochè le precedenti esperienze aveano dimostrato che la suscettività nei campi intensi non varia sensibilmente col tempo neppure colla stagionatura a temperature elevate.

Suscettività nei campi medi ($H = 5,0$). — Le variazioni di suscettività nei campi di media intensità si rilevano dalla tabella VI.

TABELLA V. *Variazioni percentuali dell'intensità magnetica nel campo H = 40.*

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	1900			1901								1902					1904		SERIE
		Mesi			Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novem.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre			
		Maggio	Luglio	Dicemb.																
1° 1°)	Svedese	100	99	98			99											98	99	I
2° 2°)	Best	100	101	100			100			100		101		101				100	101	
3°	Trafilato I	100	101	100			100			101		102		101				100	100	
4°	Trafilato II	100	100	100			100			100		100		101				99	98	
5°	Svedese	100	99	99			99			98		99		98				98	100	
6°	Germania	100	99	100			100			100		101		99				99	100	
7°	Best	100	101	100			101			100		102		101				100	101	
8°	Comune	100	99	100			99			99		100		99				98	99	
9°	Acciajo da trivelle	100	102	102			102			101		103		102				101	102	
10°	» ordinario	100	100	101			100			100		101		100				101	100	
11°	» fuso	100	100	100			100			99		98		100				100	99	
12°	Svedese		100	100			99			100		100		100				100	99	
13°	Comune		100	101			100			101		102		101				100	101	
14°	Acciajo 250°		100	100			100			100		101		101				99	99	
15°	Svedese		100	101			100			100		102		101				100	100	
16°	Comune		100	99			100			99		100		99				98	99	
17°	Acciajo 200°		100	99			100			101		101		100				100	99	
18°	Svedese		100	100			101			100		101		100				100	99	
19°	Comune		100	99			100			99		100		99				99	99	
20°	Acciajo 150°		100	100			100			99		100		100				99	98	
21°	Svedese		100	101			100			101		101		102				100	100	
22°	Comune		100	101			100			100		101		99				99	100	
23°	Acciajo 100°		100	101			100			100		100		100				100	99	
24°	Svedese				100	100	100	101	100	100	101			101				101	101	
25°	Best				100	99	100	100	100	99	99			99				99	99	
26°	Acciajo				100	100	101	101	101	101	100			100				100	100	

TABELLA VI. Intensità magnetiche nel campo H=5 C. G. S. — Valori percentuali.

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	1900			1901								1902					1904	SERIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Maggio	Luglio	Dicemb.	Febr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio			Ottobre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																					Mesi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1° ¹⁾	Svedese	Ricotti nel	100	101	95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

Per esaminarla un po' attentamente, sarà bene incominciare dalle osservazioni della III serie, come quella che è stata eseguita per intero mettendo in opera tutti i perfezionamenti che la pratica andò suggerendo nel lungo corso delle esperienze.

Vediamo che il campione Best (29°) presentò nei 28 mesi di osservazione una graduale diminuzione di suscettività fino al 24 %, la quale non può in alcun modo esser attribuita a variazioni nelle costanti degli apparati di misura, poichè queste avrebbero influito ugualmente sugli altri campioni di ferro che fanno parte della stessa serie di osservazioni, i quali invece presentarono variazioni relativamente assai piccole.

Il primato della variabilità (22 %) il ferro Best lo presenta anche nelle esperienze della II serie (campione 25°) che comprende 38 mesi di osservazioni ed in quelle della I serie (campioni 7° diminuzione 28 %) che comprende quattro anni di osservazioni.

L'altro campione Best di questa stessa serie (2°) non presentò nello stesso tempo che una diminuzione del 9 %, però esso è uno dei campioni di controllo che al principio delle osservazioni era già, come sopra si disse (pag. 7), stato ricotto da oltre un anno e quindi era parzialmente stagionato.

Poco al di sotto delle variazioni del ferro Best stanno quelle del campione (4°) (ferro trafilato) di cui si ha un solo campione nella I serie.

Il ferro svedese, che fu già studiato per la stagionatura a temperature elevate, presenta alla temperatura ordinaria una diminuzione di suscettività dal 15 al 20 % (campioni 5° e 24°); il campione (1°) diminuì solo del 5 %, ma esso pure è uno dei campioni di controllo che all'epoca del principio delle esperienze era già stagionato essendo stato ricotto oltre un anno prima.

In modo analogo al ferro svedese si comportano il campione (3°) di ferro trafilato [di altra origine del (4°)] ed il campione (8°) di ferro cosiddetto « comune ».

Diminuzioni di suscettività ancora minori (5 %) le manifesta il ferro di Germania, [campione (28°) III serie]. Il campione (17°) della stessa serie, che serviva da campione di

controllo (V. pag. 8) venendo ricotto prima di ogni osservazione per tentare di eliminare le alterazioni che il riposo gli avesse prodotte, non variò che dell' 1-2 %.

Le variazioni di suscettività presentate dagli acciai ricotti (campioni (9°), (10°), (11°), (26°), (30°)) pare avvengano in generale in senso opposto che nelle altre qualità di ferro; la suscettività cioè presentò un lieve aumento invece che una diminuzione. Questo fatto, mi pare abbastanza controllato dal risultato concorde delle tre serie di osservazioni.

Fra le determinazioni della I serie vi sono quelle di campioni che, prima di subire la stagionatura alla temperatura ordinaria, erano stati ricotti e poi fatti rinvenire mantenendoli per sette ore rispettivamente alla temperatura di 250°, 200°, 150° e 100°, e furono fatte allo scopo di riconoscere se il rinvenimento rendesse più stabili i campioni alla temperatura ordinaria.

Tale effetto non si verifica, infatti i campioni rinvenuti presentano diminuzioni di suscettività analoghe a quelle dei campioni ricotti; solo gli acciai rinvenuti non presentarono l'aumento di suscettività constatata negli acciai ricotti.

Suscettività nei campi deboli ($H = 0,5$). — Converrà anzitutto rammentare quanto dissi a questo proposito nella precedente mia nota [l. c. ²] pag. 17) che cioè, avendo voluto, per evitare discontinuità nelle determinazioni, far uso degli stessi apparecchi, con sensibilità costante, per le misure in campi intensi e deboli, dovetti dare agli apparecchi stessi una debole sensibilità; e perciò le deviazioni del magnetometro e della bussola nelle osservazioni in campi deboli erano assai piccole, e quindi soggette ad errori relativi piuttosto intensi, sui quali p. es. avea grande influenza lo spostamento dello zero ed altri errori di osservazione.

Degli errori relativi egualmente elevati, saranno adunque da aspettarsi tanto nei valori di I della tabella III, i quali, come è facile vedere, sono assai piccoli rispetto a quelli delle tabelle I e II, quanto nei corrispondenti valori percentuali della tabella VII. Ciò giustifichi le irregolarità che si riscontrano in dette tabelle, irregolarità che non sono tuttavia tanto grandi da impedirci di trarre dai risultati stessi qualche conclusione.

TABELLA VII *Variazioni percentuali della intensità magnetica e delle suscettività nel campo H=0,5.*

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	1900												1901						1902					1904		SERIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Mesi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		Maggio	Luglio	Dicemb.	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre	1904																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1° 1)	Svedese	100	98	93						71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Il fatto generale che risulta dall'esame della tabella VII si è che la stagionatura diminuisce la suscettività anche nei campi deboli, ed anzi tale diminuzione è relativamente più intensa che nei campi di media intensità.

Il primato lo tiene sempre il ferro Best la cui diminuzione di suscettività raggiunge perfino il 63 % nelle esperienze della III serie ed il 59 % in quelle della II.

Nel ferro svedese la diminuzione giunge al 42 % (campione 25°) ed in egual proporzione diminuisce la suscettività dei ferri trafilati e del ferro « comune ».

Anche in questo caso le minime diminuzioni di suscettività sono presentate dal ferro di Germania (28°); anch'esso però presenta nel campo $H = 0,5$ una diminuzione del 20 % che è molto maggiore di quella (5 %) che presentava nei campi di media intensità.

Le suscettività che presentano gli acciai nei campi deboli è tanto bassa che le sue variazioni non sono valutabili con sicurezza non uscendo esse dai limiti degli errori di osservazione.

Magnetismo residuo. — Le tabelle IV ed VIII dimostrano chiaramente che, non altrimenti di quanto avviene per le stagionature a temperature elevate, anche quella a temperatura ordinaria fa aumentare il valore del magnetismo residuo.

Il valore totale di questo aumento, non si può rilevare dalle esperienze della prima serie, giacchè, per le ragioni già dette (pag. 9), i valori del magnetismo residuo non sono dati che a partire da un'epoca in cui la stagionatura era già di molto inoltrata.

I valori registrati per questa serie nella tabella VIII bastano però a dimostrare che anche dopo una lunga stagionatura il magnetismo residuo continua ancora ad aumentare in modo sensibile. Anche i campioni di controllo (1°) e (2°) ricotti nel maggio 1899 presentarono, due anni e mezzo più tardi, il magnetismo residuo ancora in via di sensibile aumento.

N.°	NATURA DEL CAMPIONE	I _{max}	1900			1901							1902					1904		SERRIE		
			Mag. gio	Luglio	Dicemb.	Febr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Novemb.	Dicemb.	Gennaio	Marzo	Maggio	Giugno	Luglio	Ottobre			
			0	2	7	10	11	12	13	14	15	19	20	21	23	25	26	27	30	48	Maggio	
1° 1°)	Svedese	Ricotti	450											100					102	101	101	I ,)
2° 2°)	Best	nel 1899	168											100					102	104	105	
3°	Trafilato I		384											100					105	116	117	
4°	Trafilato II		213											100					100	101	112	
5°	Svedese		350											100					104	101	106	
6°	Germania		424											100					104	101	106	
7°	Best		229											100					113	113	117	
8°	Comune		263											100					105	107	114	
9°	Acciajo da triv.		278											100					103	101	110	
10°	» ordinario		451											100					111	109	116	
11°	» fuso		553											100					97	104	100	
12°	Svedese	Rinv.	196											100					88	100	99	
13°	Comune a	264												100					101	102	105	
14°	Acciajo 250°	367												100					104	110	117	
15°	Svedese	Rinv.	283											100					100	100	105	
16°	Comune a	239												100					104	98	108	
17°	Acciajo 200°	446												100					105	106	111	
18°	Svedese	Rinv.	294											100					96	96	100	
19°	Comune a	261												100					104	108	106	
20°	Acciajo 150°	426												100					109	107	113	
21°	Svedese	Rinv.	187											100					97	97	100	
22°	Comune a	233												100					102	99	107	
23°	Acciajo 100°	448												100					106	106	109	
24°	Svedese		277											100					100	96	103	
25°	Best		552	100		100	98	101	105	115	105	116		115				122	126	132	II	
26°	Acciajo		226	100		100	95	110	113	149	144	184		177				189	201	215		
				100		100	97	104	109	106	102	92		93				94	95	94		
27°	German. ricotto ^{3°)}		560										100	100	105	106	106	101	108	116		

4) Le variazioni della I. serie non sono complete perchè contate da un'epoca in cui i campioni erano in parte stagionati.

1) 3) C. S.

Le esperienze della II e della III serie ci permettono di riconoscere l'entità totale dell'aumento di magnetismo residuo a partire dall'epoca della ricottura.

Colla scorta della tabella VIII vediamo che nel ferro Best il magnetismo residuo aumentò di 114 % del valore iniziale nei 38 mesi di durata delle esperienze della II serie; quello del ferro svedese aumentò nello stesso tempo assai meno, presentando tuttavia un aumento abbastanza sensibile cioè del 32 %.

Nei 28 mesi delle esperienze della III serie il magnetismo residuo nel Best aumentò del 82 % e quello del ferro di Germania del 14 %.

Il Best presenta quindi, anche rispetto al magnetismo residuo, il massimo grado di variabilità ed il ferro di Germania il minimo.

Dei due acciaj, quello della II serie (acciajo da trivelle) presenta una debole *diminuzione* (5 %) anomalia che farebbe riscontro a quella della sua suscettività la quale, col tempo, aumenta invece che diminuire, e quello della III serie (acciajo ordinario) non mutò sensibilmente.

In generale sembra che il magnetismo residuo varii per un tempo più lungo che la suscettività.

Confronti colla stagionatura a temperature elevate. — Sarà utile infine confrontare gli effetti della stagionatura alla temperatura ordinaria con quelli alle temperature elevate; a tal uopo raccolgo nella tabella IX, pei campioni Best, svedese ed acciaio da trivelle, i valori delle suscettività per $H = 40$, $H = 5,0$ ed $H = 0,5$ e quelli del magnetismo rimanente $I_r: I_{\max}$ che i campioni studiati presentarono dopo ricotti ed alla fine delle singole stagionature a temperature elevate, quali risultano dall'ultima mia memoria [l. c. ²)], insieme ai valori corrispondenti che i tre campioni analoghi presentarono alla fine della stagionatura a temperatura ordinaria.

Sotto la colonna intitolata « Stato primitivo » della stessa tabella metto i valori dedotti da altre determinazioni, di cui non ho ancora avuto occasione di far cenno, fatte sui singoli campioni nello stato in cui mi erano pervenuti dai fornitori,

determinazioni che ho sempre avuto cura di fare prima di sottoporre un nuovo campione alla prima ricottura.

TABELLA IX.

		Ricotti	Dopo stagionati a									Stato primitivo
			360°	180°	159°	131°	100°	80°	62°	46°	Temp. ordin.	
BEST												
Susceff.	H = 40	27,7	27,2	27,1	26,6	26,7	27,0	26,8	27,2	27,1	27,0	27,1
	H = 5	78,0	70,4	65,2	48,2	37,6	38,0	40,8	44,4	50,8	60,6	57,2
	H = 0,5	32,0	32,6	19,7	8,0	12,0	9,0	8,0	8,0	10,0	13,6	16,0
Magnet. residuo		0,17	0,43	0,45	0,47	0,57	0,48	0,49	0,46	0,41	0,34	0,39
SVEDESE												
Susceff.	H = 40	27,7	27,0	27,1	26,5	26,7	27,3	27,2	27,0	27,1	27,2	27,0
	H = 5	82,2	74,3	63,0	60,2	57,2	53,0	53,6	58,2	63,6	68,4	62,8
	H = 0,5	28,4	15,9	14,2	14,0	8,0	9,0	10,0	8,0	14,0	14,6	14,0
Magnet. residuo		0,34	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54	0,54	0,52	0,49	0,48	0,48
ACCIAJO												
Susceff.	H = 40	25,4	24,7	24,6	24,2	24,2	24,8	25,0	25,0	24,9	25,0	25,2
	H = 5	40,4	38,0	31,2	29,4	24,4	29,0	34,2	37,8	34,6	42,6	27,4
	H = 0,5	16,8	14,9	15,2	14,0	15,0	14,0	16,0	16,0	16,0	17,0	12,0
Magnet. residuo		0,48	0,45	0,44	0,44	0,46	0,49	0,49	0,47	0,47	0,42	0,46

Da questa tabella si osserva che, la diminuzione di suscettività e l'aumento di magnetismo residuo, che presentano il ferro Best e lo svedese in seguito a stagionatura di tre e più anni alla temperatura ordinaria, non raggiungono ancora il grado raggiunto dalle variazioni delle stesse costanti alla fine della stagionatura a 46° (che durò 1062 ore ma il limite delle variazioni era già raggiunto dopo 612 ore) e meno ancora quello che si raggiunsero colle stagionature a temperature più elevate.

Questo risultato è in armonia, secondo la legge di continuità, con quelli forniti dalle esperienze di stagionatura a temperature elevate. In queste esperienze infatti, come rilevasi dalla stessa tabella IX, le variazioni delle costanti magnetiche colla stagionatura presentarono un massimo di intensità nella stagionatura a 131° e diminuirono poi di mano in mano che la temperatura di stagionatura scemò fino ai 46° ; era naturale quindi di attendersi, come infatti si ottennero, delle variazioni ancora minori alla temperatura ordinaria.

Osserviamo finalmente che i valori che presentavano le costanti dei campioni allo « stato primitivo » sono ben poco dissimili da quelli che presentarono dopo la stagionatura di più anni alla temperatura ordinaria.

Questo fatto è in accordo colla presumibile storia dei campioni precedente all'acquisto. Nelle ferriere essi subirono la lavorazione al calor rosso che equivale alla ricottura; e questa susseguì un lungo periodo di riposo, durante il quale le loro qualità magnetiche si modificarono profondamente, riducendosi alle condizioni di campioni lungamente stagionati alla temperatura ordinaria, condizioni nelle quali si manifestarono appunto al primo esame.

La successiva ricottura non fece che modificare temporaneamente, per quanto profondamente, le loro qualità magnetiche, che il riposo ricondusse lentamente allo stato primitivo, che è quello stabile alla temperatura ordinaria.

Il campione di acciaio non presenta l'identità fra le condizioni iniziali e le finali. E probabile che allo stato primitivo fosse alquanto temperato.

Conclusioni.

Conchiudendo potremo dire che la stagionatura alla temperatura ordinaria del ferro ricotto produce delle lente modificazioni nelle sue qualità magnetiche, nello stesso senso di quelle prodotte della stagionatura a temperature elevate; cioè col tempo la suscettività decresce ed il magnetismo residuo aumenta, e di conseguenza aumentano pure la forza coercitiva e l'isteresi.

Anche in questo caso, le massime diminuzioni relative di suscettività si hanno nei campi deboli (nei quali raggiunsero fino il 63 % del valore della suscettività iniziale (Best)); esse vanno attenuandosi coll' aumentare dell' intensità del campo fino a rendersi insensibili nei campi piuttosto intensi (35-40 unità).

La variabilità è differente a seconda delle qualità di ferro; fra quelle sperimentate, il Best presentò le variazioni più forti, il ferro di Germania le più deboli.

La stagionatura a temperature elevate non elimina la variabilità alla temperatura ordinaria.

Gli acciaj ricotti pare presentino col tempo un aumento di suscettività invece che una diminuzione.

Le suddette variazioni alla temperatura ordinaria sono meno sensibili di quelle prodotte dalle stagionature a temperature più elevate, in armonia colla legge precedentemente trovata secondo la quale, a partire da una certa temperatura, (131° circa) le variazioni prodotte dalla stagionatura sulle costanti magnetiche decrescono coll' abbassarsi della temperatura di stagionatura.

Col diminuire di tal temperatura aumenta invece rapidamente il tempo necessario al raggiungimento dello stato di stabilità. Questo tempo, nelle condizioni delle mie esperienze alla temperatura ordinaria si può valutare dai 2 ai 3 anni, e pare sia raggiunta più presto la costanza della suscettività che non quella del magnetismo residuo.

I campioni che ordinariamente si acquistano dai fornitori, possono considerarsi nelle condizioni di campioni ricotti e lungamente stagionati alla temperatura ordinaria. La ricottura migliora di molto le loro qualità magnetiche, aumentando la suscettività e diminuendo il magnetismo residuo e l' isteresi, ma il miglioramento non è che passeggero, poichè il riposo riconduce le qualità magnetiche alle condizioni primitive, che sono le sole stabili alla temperatura ordinaria.