

# Progetto e costruzione di un TELESCOPIO TERRESTRE

**S**e avete fatto uno dei telescopi che abbiamo descritto nel n. 2 della rivista, avete già una buona familiarità con i principi generali da applicare alla costruzione di un telescopio terrestre, cioè uno che possa permettere l'osservazione di oggetti sul nostro globo, strumento che, per compier bene il suo lavoro, deve essere in grado di fornire degli oggetti stessi una immagine raddrizzata.

Questo raddrizzamento, od erezione delle immagini, si ottiene aggiungendo al telescopio astronomico già descritto due lenti tra l'obiettivo e l'oculare, come in fig. 1, sistema che è consigliabile adottare in quanto permette un ingrandimento addizionale.

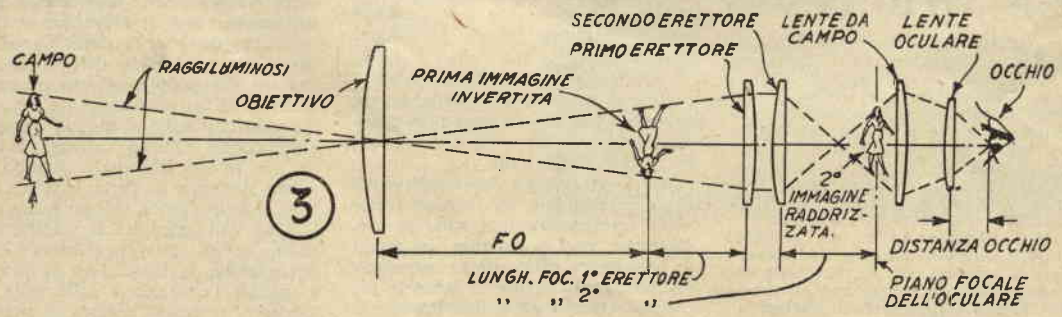
**Sistema normale di lenti.** - Il sistema è illustrato in fig. 3. Le lenti dell'oculare (lente di campo ed oculare) sono le stesse del telescopio astronomico. L'oculare può essere tanto un Huygeniano, quanto un Kellner come un Ramsden. Nella illustrazione citata è riprodotto appunto uno di quest'ultimo tipo, che insieme con i due erettori, forma il sistema di raddrizzamento. Tutte e quattro le lenti che il sistema componono sono montate a distanza fissa nel tubo mobile. La fig. 3 mostra erettori di uguale lunghezza focale, posti a distanze pari alle loro lunghezze focali dai due piani della immagine. Così non si ha alcun

ingrandimento addizionale. Vedremo in seguito come questo possa ottenersi.

**Progettare lo strumento** - Il miglior sistema consiste nel progettarlo e poi provarlo. Prima di tutto scegliete lenti adatte, fig. 11, e fate i semplici calcoli occorrenti. Fate quindi uno schema, tracciando i raggi luminosi, ed infine provate il sistema sul banco da ottico. Questa procedura, usando come esempio lo strumento di fig. 3, verrà illustrata in dettaglio. I calcoli preliminari da fare sono riportati nella colonna di destra della tabella alla figura unita.

**Fare lo schema** - Iniziate il disegno come in figura 8, tracciando prima

DIMENSIONI DELL'IMMAGINE (CAMPO APPARENTE 40°)			
M	FATTORE	M	FATTORE
8X	0,87	17X	0,42
9X	0,77	18X	0,38
10X	0,70	19X	0,36
11X	0,63	20X	0,35
12X	0,58	21X	0,33
13X	0,54	22X	0,31
14X	0,49	24X	0,29
15X	0,47	26X	0,26
16X	0,44	28X	0,24



**TABELLA DEL MATERIALE OCCORRENTE**

N	Caratteristiche	Valori normali	Calcolo	Esempio: 11X (dal testo)
1	Fuoco equivalente dell'obiettivo	da 1 a 3 volte la lung. foc. obiettivo	FO volte ingrandimento erettore	132x2 = 264 mm.
2	Ingrand. erettore	da 1X a 3X	2° erettore: 1° erettore	80 : 41 = 2X
3	Ingrandimento	13xDO (in mm.) : 25	FO : FE	264 : 24 = 11X
4	Misura 1. immagine	da 6 a 20 mm.	valore da fig. 2 x FO	0,063x5,18 = 0,326
5	Pupilla d'uscita	da 2 a 5 mm.	DO : M	32 : 11 = 3 mm.
6	Distanza occhio	8-25 mm	misura diretta	15 mm. circa
7	Luminosità	10 a 100%	(DO : 5)2 : M	(32 : 5)2 : 11 = 36 : 121 = 30%
8	Campo in mm. a 1000 m.	da 10 a 90 m. a seconda dell'ingr.	Valore da fig. 2	60 m. (vedi testo)



un asse centrale, quindi, ad una estremità di questo, un segmento indicante il diametro dell'obiettivo. Mettete l'obiettivo sul banco da ottico con una copia di prova a circa 6 metri. Prendete quindi un pezzo di vetro molato e trovate la distanza tra questo e l'obiettivo, necessaria perché l'immagine si formi su di lui bene in fuoco, fig. 4. Questa distanza, che indica quella del piano della prima immagine, riportatela sull'asse tracciato, abbassando da questo nel punto trova-



**DISPOSIZIONE LENTI**  
 INIZIATE METTENDO A POSTO L'OBIETTIVO, QUINDI RACCOLGLETE LA PRIMA IMMAGINE SUL VETRO SMERIGLIATO.

to una perpendicolare che sarà parallela a quella che indica il diametro dell'obiettivo. Ponete ora dietro l'obiettivo il primo erettore e muovetelo avanti ed indietro fino a quando non vedrete la copia in fuoco esatto, fig. 5. Misurate la distanza e riportatela sul vostro schema, abbassando la solita perpendicolare.

**Misura dell'immagine** - Cercate in fig. 2 l'ingrandimento  $\times 11$  e leggete il fattore corrispondente, che è precisamente  $\times 0,63$ . Il risultato, 8 mm., vi darà la misura dell'immagine sul piano della prima immagine. Segnate questa misura sullo schema.

**Tracciate i raggi della luce** - Ora potrete tracciare il fascio dei raggi luminosi dall'obiettivo al primo erettore, fig. 8, usando solo tre linee per rappresentare gli estremi, e così abbracciando tutti gli infiniti raggi che passano attraverso lo strumento. La coppia di raggi marginali fa capo ad un fuoco posto al centro del piano dell'immagine e continua sino a colpire il primo erettore. Il terzo raggio proviene dall'estremo margine del campo o quadro e lambrà l'estremo del «quadro» nell'interno del vostro strumento. Le lenti raddrizzatrici debbono essere di diametro sufficiente a ricevere questo raggio.

**Erettori vicini o distanziati** - Questo è il momento di decidere se desiderate che i vostri erettori siano vicini o distanziati. Gli erettori vicini permettono una maggior compattezza, ma richiedono anche maggior distanza tra oculare ed occhio. E' meglio quindi allontanare gli erettori per diminuire questa distanza.

**Immagine della lente** - Distanziando molto, si formerà una immagine della lente dell'obiettivo tra gli erettori e, se questi sono vicini, l'immagine si formerà dietro il secondo erettore. La cosa che dobbiamo fare a questo punto è veder dove si formerà l'immagine. Usate il vetro molato e muovetelo avanti ed indietro alle spalle del primo erettore, che insieme all'obiettivo avrete lasciato al suo posto sul banco da ottico, fino a che non avrete ottenuto un circolo luminoso bene in fuoco, come in figura 6. Segnate la sua grandezza e la sua distanza sullo schema, quindi fate proseguire i raggi luminosi. I raggi marginali sono in questo tratto paralleli all'asse. Notate che, come essi sfioravano il bordo dell'obiettivo, così adesso sfiorano il margine dell'immagine dell'obiettivo. Parimenti il raggio proveniente dal margine del campo, che in origine passava attraverso il centro dell'obiettivo, ora passa attraverso il centro di questa immagine. Questi raggi proseguono il loro cammino fino a quando non giungono al secondo erettore, che abbiamo posto nel nostro caso a 32 mm. di distanza dalla immagine dell'obiettivo.

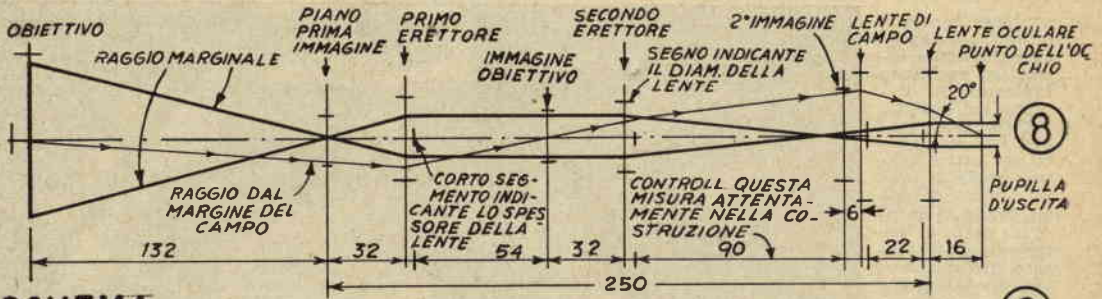
**La seconda immagine** - Mettiamo dietro il secondo erettore il nostro vetro molato e facciamolo indietreggiare lentamente, sino ad ottenere una immagine ben definita della copia. Alla distanza alla quale ciò si verifica si trova il piano della seconda immagine. Indicate la sua posizione sullo schema con il solito sistema, poi fate un anello di cartone con un foro di diametro uguale alla misura della prima immagine,



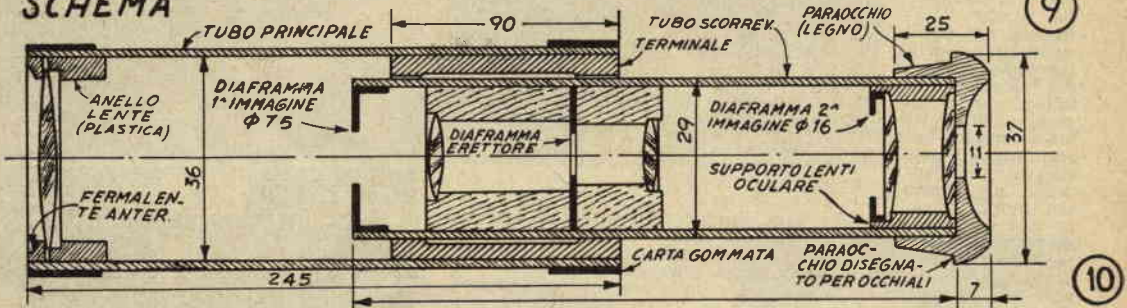
che, come ricorderete, è di 8 mm. e montatelo nel piano della prima immagine come in fig. 7. Poiché voi usate attraverso gli erettori un ingrandimento  $\times 2$ , l'immagine sul vetro molato che si forma al secondo piano dovrebbe avere un diametro di circa 16 mm.,

**Consigliamo gli interessati al presente articolo di rileggere quanto pubblicato sul n. 3 circa la costruzione dei telescopi astronomici.**





**SCHEMA**



**DISEGNO COSTRUTTIVO**

LENTI		
	DIAM.	L.F.
OBIETTIVO	32	132
E-1	15	41
E-2	12	80
CAMPO	22	32
OCCHIO	22	32

VEDI COLONNA DESTRA FIG. 3 BIS PER ALTRI DATI

diametro che, come il primo, riporterete sullo schema. Fate proseguire i raggi dal secondo erettore, attraverso l'immagine fino alla lente di campo. La fig. 12 mostra il sistema ottico montato sul banco completamente. Sullo schema lavorerete ora dal punto dell'occhio per completare il tracciato dei raggi. Trovate il punto della « pupilla d'uscita », fig. 14, con il sistema che abbiamo illustrato nel precedente articolo e tracciate una linea da questo alla lente oculare con un angolo di 20° rispetto all'asse. Connetteste il punto nel quale questa linea incontra quella rappresentante sullo schema la lente con il punto nel quale la linea rappresentante il raggio proveniente dal margine del quadro ha incontrato la lente di campo. Misurate quindi il diametro della pupilla di uscita e tracciate due linee parallele all'asse, collegandole con gli estremi delle linee indicanti i raggi marginali sulla lente di campo.

**Costruzione meccanica** - La costruzione del telescopio è illustrata nelle fig. 9 e 10. Due tubi sono adoperati: uno per l'obiettivo e l'altro per l'oculare erettore. La misura del foro dell'occhio è determinata dalla linea angolata di 20° rispetto all'asse. La profondità del paraocchio è determinata dalla distanza alla quale l'occhio deve trovarsi dall'oculare. Quello mostrato in disegno è concavo, per essere usato anche con occhiali. Lo strumento, aperto come indicato, è

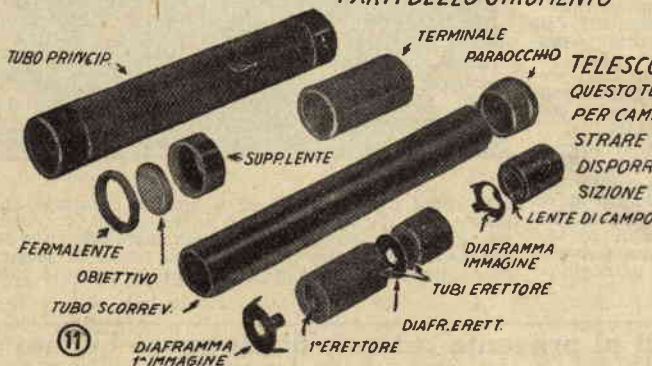
è messo a fuoco a mt. 1,80, il che rappresenta la più lunga estensione richiesta.

**Controllo visuale dello ingrandimento** - Fate una prova guardando con un occhio nello strumento e con l'altro alla copia direttamente, fig. 13. Noterete le due immagini una sull'altra. Prendete nota delle misure, cioè contate quante linee dello scritto ricoprono l'intero foglio visto ad occhio nudo. Ora misurate le due distanze. In questo caso particolare 44 mm. circa della copia vista attraverso il telescopio coprono l'intera altezza della copia, 50 cm. Dividete 500 per 44 e troverete che l'ingrandimento è tra 11 e 12X.

**Controllo visuale del campo** - Il controllo visuale del campo viene eseguito misurando la larghezza della copia che riuscite a vedere a 6 mt. di distanza dallo strumento. Questa misura in centimetri, moltiplicata per 1,6, vi darà con una buona approssimazione in metri la misura del campo a 1000 metri.

Se, per esempio, l'ampiezza della copia a 6 mt. è di 35 cm., a 1000 metri avrete un campo di mt. 56 (35x1,6). Questo valore è lievemente inferiore a quello che sulla carta risulta dal calcolo eseguito secondo i dati di fig. 3-bis, n. 8, calcolo che è basato su di un campo apparente di 40 gradi, che non sempre è possibile ottenere dall'ottica della quale si dispone.

**PARTI DELLO STRUMENTO**



**TELESCOPIO TERRESTRE 11X**  
QUESTO TELESCOPIO TIPICO, IDEALE PER CAMPAGNA È USATO PER ILLUSTRARE IL METODO DA SEGUIRE PER DISPORRE E CONTROLLARE LA DISPOSIZIONE DELLE LENTI.



**Controllo visuale del campo apparente** - L'angolo del campo apparente è l'angolo massimo che i raggi luminosi possono fare raggiungendo l'occhio. L'angolo del campo reale è lo angolo del campo apparente diviso per l'ingrandimento. I valori dati in fig. 3 bis, n. 8, si basano su di un campo apparente di 40 gradi. Il controllo è possibile tracciando su di un foglio di carta trasparente un fascio di sottili righe parallele, distanti l'una dall'altra mm. 1,5. Il foglio in questione va montato sul piano della prima immagine e illuminato dalla parte dell'obiettivo, fig. 15. Fatti questi preparativi, traggiate attraverso l'oculare e contate il numero delle righe che riuscite a scorgere. Se questo numero è di 5, l'oculare è capace di un angolo di 40 gradi. Se il numero è minore, significa che non riuscite a ottenere l'angolo di 40 gradi, perché l'ingrandimento dell'erettore al piano della seconda immagine dà una immagine troppo grande per esser raccolta da un oculare di misura normale. Ciò significa che il campo dello strumento risulterà un po' ridotto rispetto a quello determinabile con il calcolo della figura prima citata, calcolo che in questo caso non sarà applicabile.

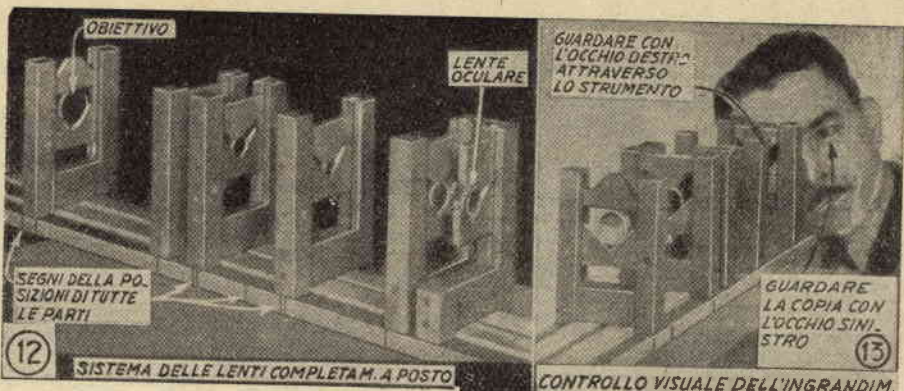
**Luminosità** - Alla luce del giorno la pupilla dell'occhio umano ha un diametro di circa 5 mm. Il calcolo n. 7 di fig. 3-bis dà la percentuale della luce, partendo dal 100% per una pupilla di 5 mm. Di notte la pupilla si dilata, proprio come quella dei gatti, per quanto in misura assai minore, sino a raggiungere i 7 mm. Per trovare quindi la luminosità di uno strumento come il nostro, usato nelle ore di notte, nel calcolo citato dovrà essere sostituito il coefficiente 5 con il coefficiente 7.

**L'ingrandimento addizionale** - Come abbiamo già detto, un ingrandimento d'erezione si ottiene quando il secondo erettore ha una lunghezza focale maggiore di quella del primo. Un'altra maniera per ottenere un ingrandimento del genere è quella di disporre le due lenti a distanze diverse dalla loro l. f.

Per spiegarvelo, pensate alla macchina fotografica. Considerate che la prima immagine sia un oggetto solido, come il capo di una persona. Per ottenere una fotografia di grandi dimensioni di quest'oggetto, la macchina fotografica vien portata vicino, allungando

## PER DISEGNARE IN PROSPETTIVA

Due righe della forma indicata saranno di grande aiuto a tutti coloro che debbono eseguire dei disegni in prospettiva. Esse termineranno a punta ad una delle estremità, mentre l'altra sarà appiattita e forata per un chiodino a testa larga che servirà per inserirli in fori trapanati a distanze uguali nei bordi della tavoletta da disegno in modo da permettere di ottenere l'angolo necessario.

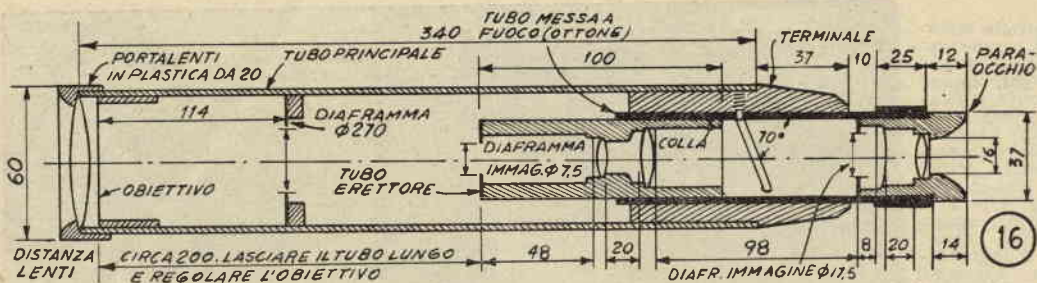


quanto possibile il soffietto, se è provvista di soffietto. Con il telescopio avviene lo stesso, avvicinando il primo raddrizzatore al piano della prima immagine. Così ottenete una seconda immagine grande oltre la lunghezza focale del secondo erettore. Una certa quantità, se pur limitata, di ingrandimento addizionale, si ottiene quando qualsiasi sistema di lenti è allontanato dall'occhio. In questo modo è possibile spingere sino ad un ingrandimento 30X un telescopio di 11X. Notate tuttavia che la seconda immagine è troppo grande per essere completamente raccolta dall'oculare e che di conseguenza una buona parte del campo va perduta; inoltre l'accrescersi dell'ingrandimento significa una minore illusione. L'ingrandimento addizionale, comunque, non può esser calcolato con sistemi semplici come quelli precedentemente esposti, ma non è difficile determinarlo visualmente.

I progetti specifici - Progetti con dimensioni determinate non sono pratici, poiché è difficile che riusciate a procurarvi tubi e lenti uguali a quelli dai disegni stessi previsti. Tuttavia essi possono essere di grande utilità come guida indicativa. Per questo ne diamo due, aggiungendo qualche parola di descrizione.

Il primo, fig. 16, è un 14X con messa a fuoco a spirale, ed è illustrato nelle figg. 1, 18, 19 e 20. E' un modello rigido, senza tubi scorrevoli. Usando il corto obiettivo descritto in quest'articolo, l'intero spostamento per la messa a fuoco tra 1 mt. 6 e l'infinito è, infatti, molto corto, un centimetro circa, ed anche meno. Di conseguenza è conveniente rinunciare ad ogni sistema di tubi scorrevoli e limitare la messa a fuoco allo spostamento che è possibile ottenere con un movimento a spirale od una filettatura. Il tipo da noi descritto usa il movimento a spirale. La spirale è tagliata a circa metà lunghezza del tubo della messa a fuoco, che dovrebbe essere di metallo, per avere la rigidità necessaria. Il lavoro può



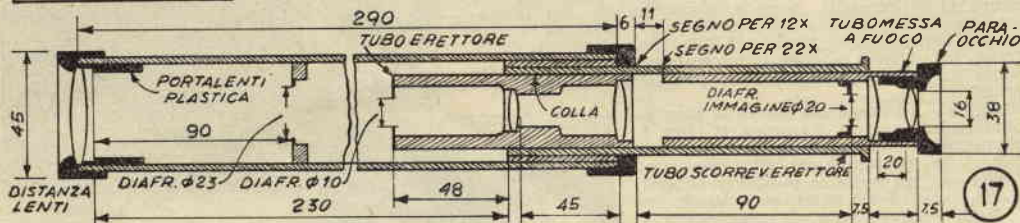


### 14X CON MESSA A FUOCO A SPIRALE

LENTI	
MILLIMETRI	
	DIAM. FUOCO
OBIETTIVO	52 193
1° ERETT.	18 49
2° ERETT.	25 95
CAMPO	26 45
OCCHIO	17 38

FUOCO COMBINATO DELL'OCULARE 45x38 =  
 $\frac{45 \times 38}{19} = 87,3$   
 INGRAND. ERETTORE =  $95 \div 49 = 1,9x$   
 FUOCO EQUIV. OBIETT.  $193 \times 1,9 = 367$  mm  
 INGRAND.  $367 \div 27 = 13,5x$   
 LUMINOSITA' = 59%  
 CAMPO REALE = 40 METRI A 1000 METRI.

TUBI		
	DIAM.	LUNGH.
PRINCIPALE	D. I. 52,5	340
ERETTORE	D. E. 35	100
TERMINALE	D. E. 56	90
MESSA A FUOCO	I. D. 35	135
OCULARE	D. E. 35	45



LENTI	
MILLIMETRI	
	DIAM. FUOCO
OBIETTIVO	36 181

OCULARE FUOCO 27  
 INGRANDIMENTO ERETTORE 1,9x  
 FUOCO EQUIV.  
 OBIETT.  $181 \times 1,9 = 344$   
 INGRANDIMENTO  $344 \div 27 = 12,7x$  NORMALE  
 LUMINOSITA' A 12x = 35%  
 LUMINOSITA' A 22x = 10%  
 CAMPO 12x 40 METRI A 1000 METRI  
 CAMPO 22x A 1000 METRI 20 METRI

TUBI		
	DIAM.	LUNGH.
PRINCIPALE	D. E. 45	290
ERETTORE	D. E. 35	98
ERETT. MOBILE	D. I. 35	150
MESSA A FUOCO	D. E. 35	106
PARAOCCHIO	D. E. 38	30

LE ALTRE COME NEL PRECEDENTE.  
 OCULARI DI ALTRO TIPO E POTENZA  
 POSSONO SOSTITUIRSI SENZA MODI-  
 FICARE LE GENERALITÀ DELLA CO-  
 STRUZIONE.



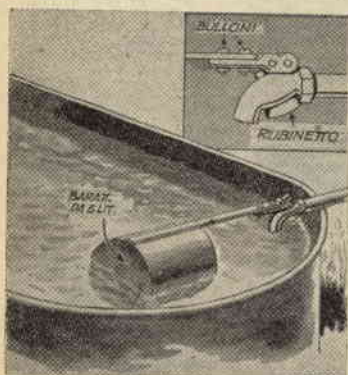
esser eseguito senza difficoltà, disponendo di una sega circolare, sul cui albero verrà montato un disco abrasivo come in fig. 19. Una vite di pressione, avvitantesi nel terminale del tubo dell'obiettivo, s'ingaggia in questa finestra, permettendo uno spostamento del

tubo della messa a fuoco di circa 1 cm. Il tubo di legno nel quale le lenti del sistema di raddrizzamento sono montate è forzato od incollato al tubo della messa a fuoco. La distanza tra le lenti è pressoché normale, cosicché l'ingrandimento reale è equivalente a  $DO : FE$ , cioè, nel nostro caso 14X. L'oculare è un Kellner modificato, con la lente di campo di focale leggermente maggiore dell'oculare vero e proprio.

Il secondo disegno di fig. 1 e 17, prevede un in-



## ACQUA A LIVELLO COSTANTE



Per quanto l'idea di un meccanismo consistente di un galleggiante e di una leva non sia affatto una novità, ecco una applicazione dell'idea che automaticamente terrà l'abbeveratoio a livello costante, senza bisogno di continue gite per aprire e chiudere il rubinetto evitando così ogni spreco, mentre il bestiame avrà sempre a disposizione l'acqua necessaria.

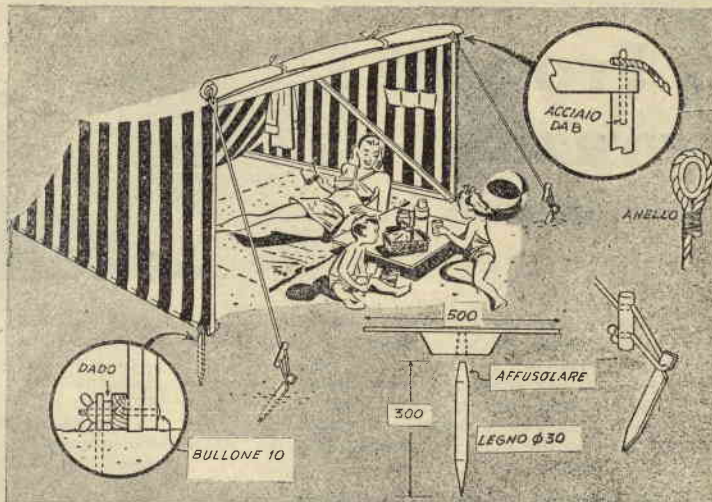
Le parti principali del dispositivo sono: un bidone da 5 litri, una striscia di ferro piatto ed un rubinetto del tipo che si apre premendo in basso l'apposita leva.

Prima di tutto saldate tutti i fori e chiudete, saldandovi pezzi di lamierino di opportuna misura, tutte le aperture del bidone, in modo da impedire assolutamente all'acqua di entrare nel suo interno; saldate poi il bidone stesso ad una delle estremità della striscia di ferro ed infine imbullonate l'altra estremità della striscia in questione alla leva del rubinetto, dopo aver fatto qualche prova per trovare che lunghezza è necessario che il pezzo in questione abbia: questa misura dipende infatti dal peso del galleggiante usato e potrà essere tanto minore quanto maggiore sarà quello.

## TELESCOPI TERRESTRI

(segue da pagina precedente)

grandimento addizionale. Come prima detto, il forte ingrandimento è ottenuto spingendo gli erettori molto vicino alla prima immagine. Nello stesso tempo è necessario portare l'oculare ad una considerevole distanza per mettere l'oggetto in fuoco. In questo strumento il tubo degli erettori scorre dentro al tubo principale ed il tubo dell'oculare scorre dentro al tubo degli erettori. Lineette incise sul tubo degli erettori indicano gli spostamenti per un ingrandimento maggiore o minore.



## PORTIAMO L'OMBRA CON NOI

Ecco qualcosa che val la pena di esser approntato da tutti coloro che amano il campeggio bene organizzato: vi protegge dal sole e dal vento, serve benissimo come cabina per spogliarsi, si ripiega facilmente per esser trasportato e non è affatto ingombrante.

Persino attaccapanni, per appendere gli abiti, e tasche, nelle quali riporre piccoli oggetti d'abbigliamento, sono previsti, mentre un tavolino ad un sol piede, munito di puntale da infiggere nel terreno, consentirà una partita a canasta all'aria aperta o una comoda colazione.

Per l'ancoraggio delle due funi e dei quattro angoli della semplicissima tenda sono previsti picchetti di acciaio, preferibili a quelli normali in legno per la maggiore durata e il minore ingombro.

Tutti i pezzi che compongono la

intelaiatura ed i particolari dei loro giunti sono illustrati nel disegno. Notate che i tre correntini che compongono ognuna delle fiancate sono uniti all'estremità inferiore con bulloni. E' bene interporre tra legno e legno una sottile rondella metallica, che riduce l'attrito ed evita il logorio. Notate anche che le traverse, che uniscono le due fiancate, hanno alle estremità fori per spinotti di acciaio o di ottone infissi nelle estremità superiori delle fiancate stesse. Qualsiasi robusta tela a grandi righe va benissimo per il rivestimento. Uno dei disegni mostra come ritagliarla. Rinforzi di pelle sono consigliabili nei punti nei quali vanno eseguiti gli occhielli, mentre nastri o strisce della stessa stoffa servono per tenere arrotolato il lembo anteriore.

