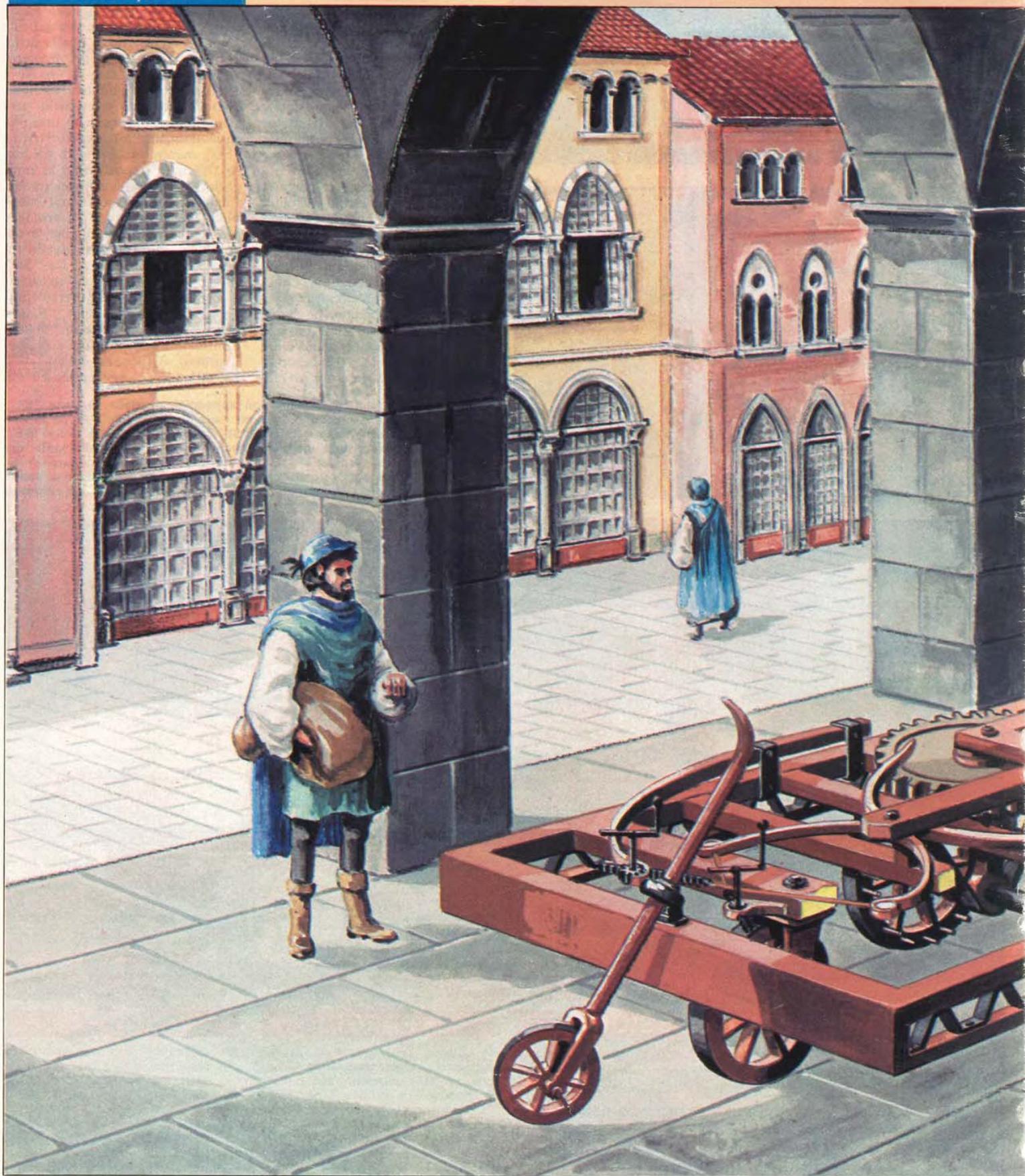


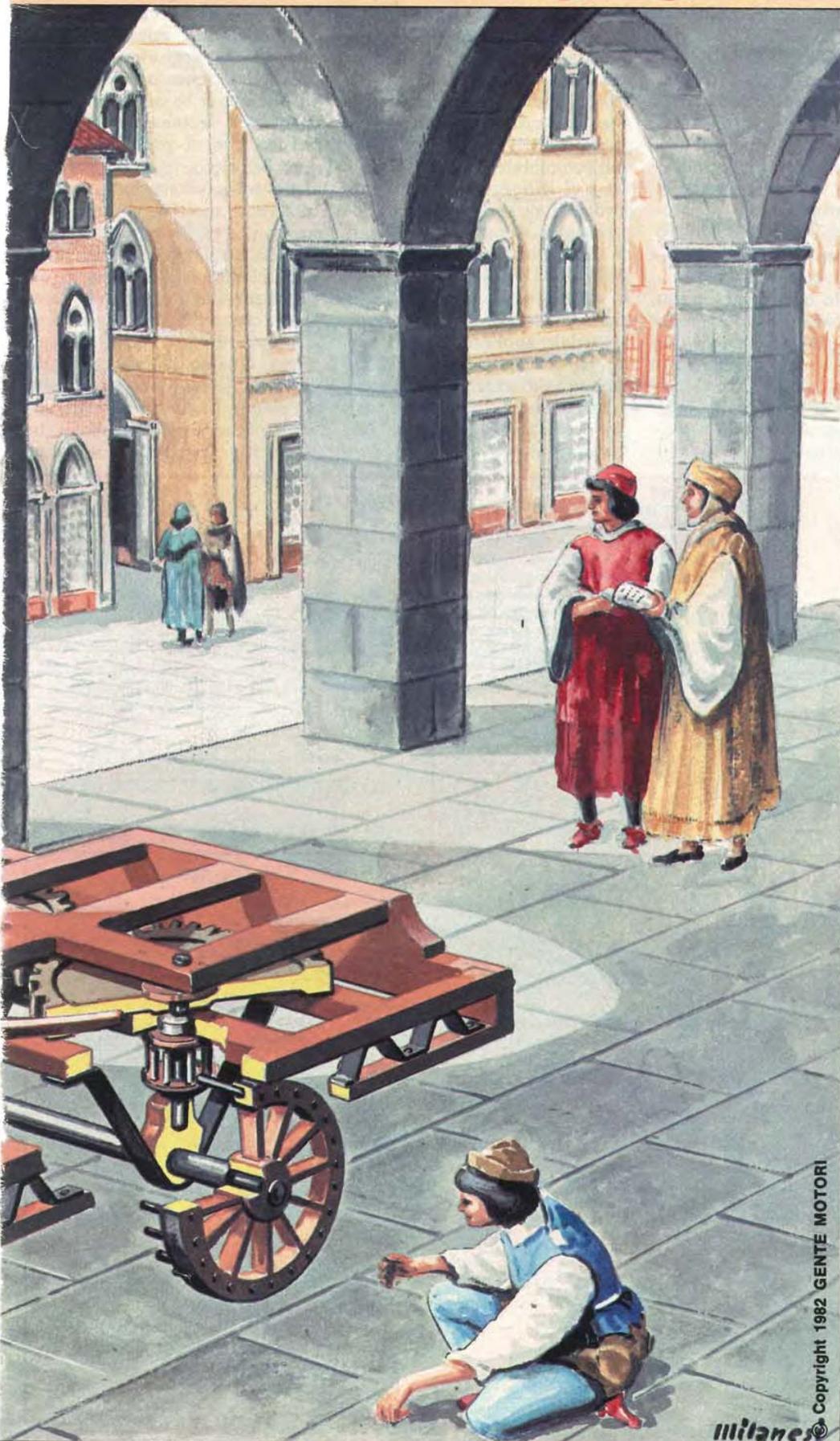
**Processo
alle città**

Seconda puntata

Modello 1482: ecco la



'Panda' dell'ingegner Leonardo



Con la sua "automobile" pensata, analogamente alle città, per un mondo ancora a misura d'uomo, il grande scienziato anticipò soluzioni che sarebbero state "riscoperte"

di Giuseppe Dicorato

Cinquecento anni esatti dopo l'arrivo di Leonardo da Vinci a Milano, alla corte degli Sforza, il ricordo dell'evento ci suggerisce un nuovo stimolante esercizio di fantascienza a ritroso: costruire un futuro per il passato. Abbiamo già provato a immaginare (vedi il numero scorso di GENTE MOTORI) come sarebbe potuta essere la "città ideale" di Leonardo, basandoci sugli schizzi e gli appunti che il genio fissò sulla carta pensando anche a un grandioso rinnovamento urbanistico di Milano. Si è materializzata così l'immagine di una città veramente a misura d'uomo, con strade veicolari separate da quelle pedonali e con un sistema di canali che avrebbero portato anch'essi un contributo alla separazione dei flussi di traffico. Una città, insomma, che non somiglia certamente alle metropoli di oggi, sommerse da correnti di traffico che si intralciano a vicenda e che a loro volta sommergono quella sempre più indifesa specie umana che è il pedone.

Abbiamo dunque immaginato un futuro possibile che si è perso in un passato — remoto e prossimo — cieco e sordo, incapace di raccogliere in tempo utile (sia pure adattandolo al ritmo del progresso tecnologico) il geniale messaggio dell'urbanista

(segue a pag. 172)

L'"automotore" In questo disegno, ambientato nella "città ideale" di Leonardo da Vinci che GENTE MOTORI ha presentato nel numero scorso, ecco una ricostruzione del "carro automotore" che il genio toscano abbozzò su un foglio di quello che sarebbe poi divenuto famoso come "Codice Atlantico". In ogni caso, il "carro automotore" (del quale a Milano è visibile un modello ricostruito nel 1939 dall'ing. Giovanni Canestrini) fu un precursore dell'automobile.



Modello 1482: ecco la "Panda" di Leonardo

(segue da pag. 171)

Leonardo. Il nostro esercizio di fantasia continua e ci spinge oggi a chiederci come sarebbe potuta apparire la città ideale leonardesca se, oltre ai progetti dell'urba-

nista, si fossero mai realizzati anche quelli del Leonardo ingegnere e ideatore di macchine.

Fra queste ultime, una delle tante che da sempre stimolano l'immaginazione degli studiosi, è il veicolo abbozzato in quello che sarebbe poi diventato il foglio 296 del "Codice Atlantico". È un carrello, presentato in pianta e in prospettiva, al quale Leonardo progettò di applicare una sorgente autonoma di energia di movimento. Per questo, gli studiosi leonardeschi lo hanno battezzato "carro automotore". In parole più immediate, il singolare veicolo è passato alla storia come "l'automobile di Leonardo".

È possibile che, come spesso accade ai geni, anche Leonardo non sia sfuggito alla regola che vuole attribuiti loro anche idee e progetti che mai sfornarono. Così, parlare di "automobile" nel senso moderno del termine a proposito del carro che compare sul

verso di quel foglio del "Codice Atlantico" è spingersi un po' in là con la fantasia. Probabilmente, Leonardo progettò quel carro come macchina bella o, forse, come veicolo da utilizzarsi in feste e spettacoli teatrali.

Quali che fossero i reali scopi del veicolo, questo rimane comunque un "automobile" nel senso letterale del termine, se non nell'accezione corrente ai giorni nostri. E, in ogni caso, dell'automobile che oggi ci delizia e ci affligge (nelle nostre disordinate città) è un indiscutibile precursore. Come scrisse Giovanni Canestrini, famoso tecnico e storico dell'auto, « Leonardo ha, in questo foglio, per primo disegnato un sistema di ruotismo differenziale applicato a un veicolo; ha concepito l'idea di accumulare sullo stesso veicolo, attraverso un sistema di molle, l'energia necessaria al moto; ha infine applicato la trasmissione in-

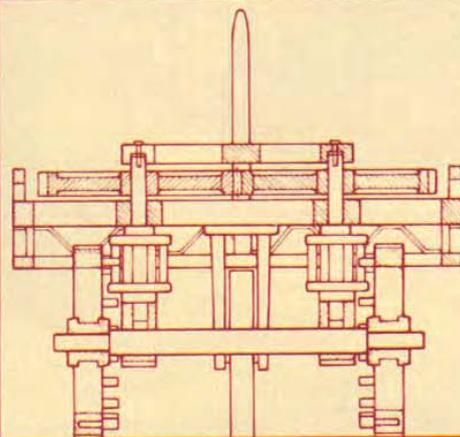
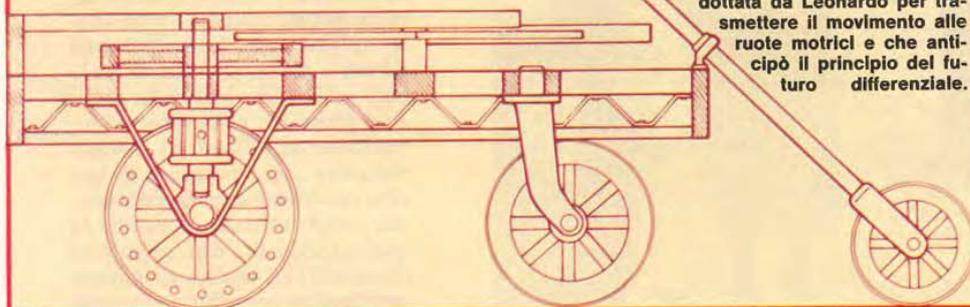
dependente alle due ruote motrici ».

L'affermazione di Canestrini, condivisa da molti altri tecnici, si basò su un lungo e minuzioso studio dei disegni leonardeschi che sfociò nella realizzazione di un modello del veicolo. Su questo modello, oggi esposto al Museo della scienza e della tecnica di Milano, si basano le ricostruzioni dell'"automobile di Leonardo" che vi presentiamo.

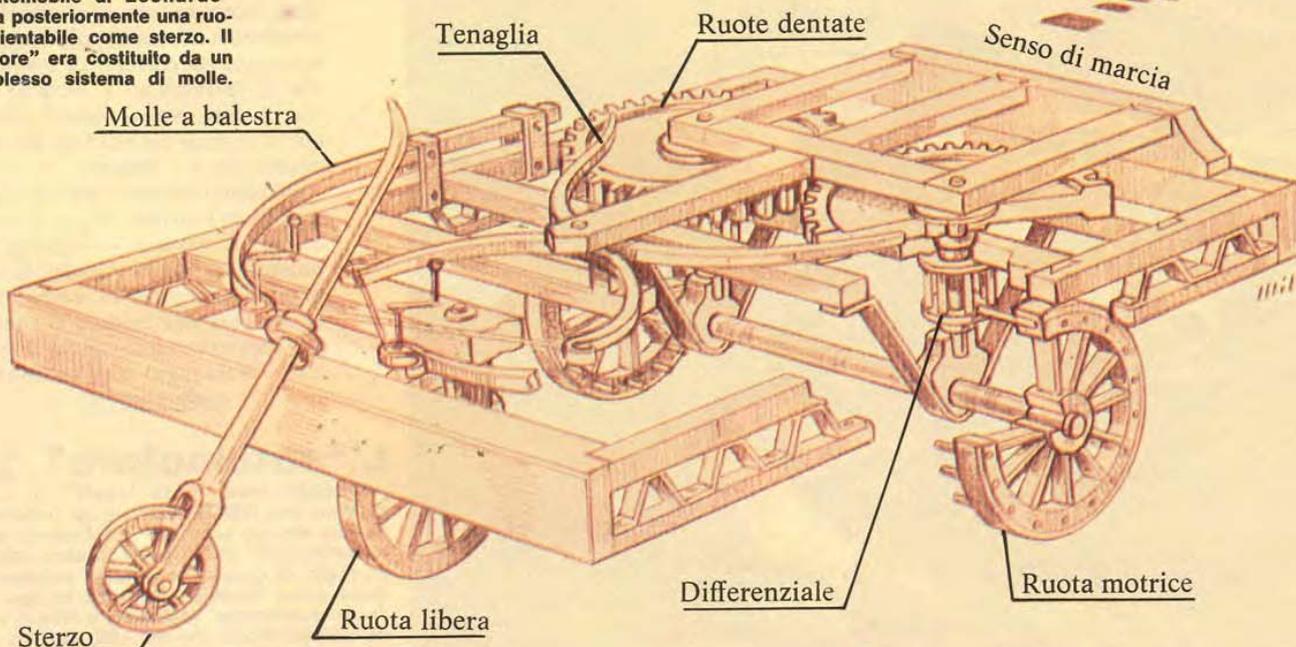
Il principio del differenziale e della trasmissione indipendente alle ruote motrici, cardini della meccanica delle moderne automobili, è chiaramente individuabile nel sistema di ingranaggi, pignoni e ruote a corona che Leonardo progettò per trasmettere l'energia di movimento al suo carro. Quanto al "motore", per la verità, le cose sono un po' meno chiare. In effetti, i disegni abbozzano un sistema di molle, tiranti, funi, rocchetti e nottolini

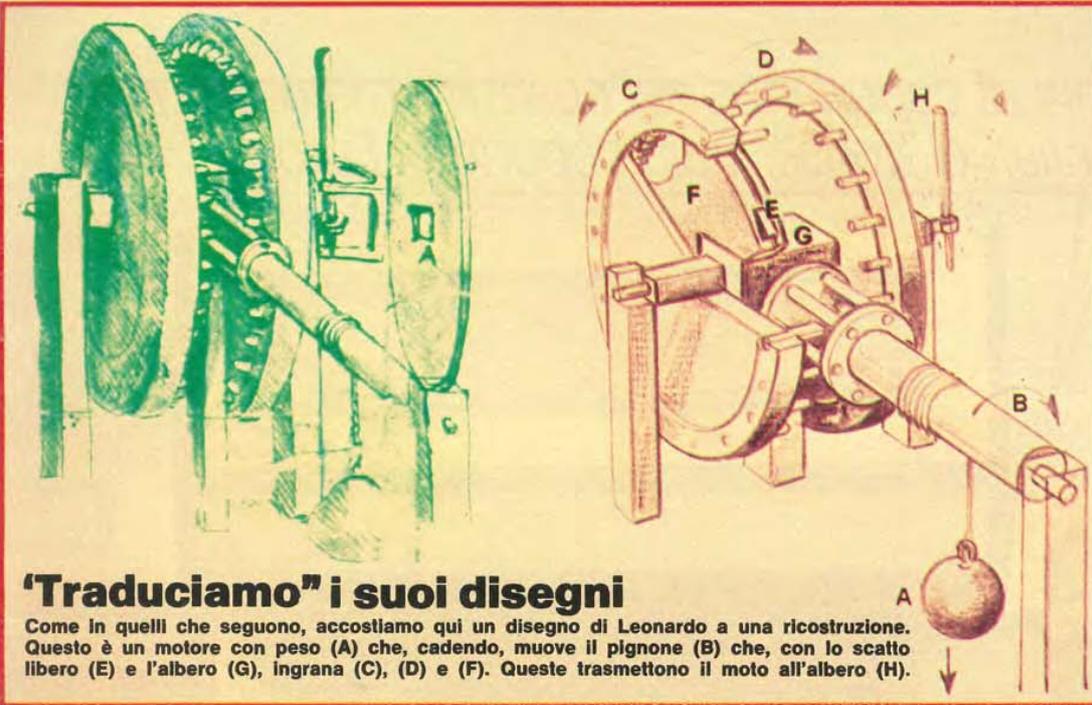
Un "motore" a molla

I due disegni qui riprodotti sono una interpretazione di quelli leonardeschi effettuata nel 1939 dall'ing. Canestrini. È evidente, nella sezione frontale, la soluzione adottata da Leonardo per trasmettere il movimento alle ruote motrici e che anticipò il principio del futuro differenziale.



L'"automobile di Leonardo" aveva posteriormente una ruota orientabile come sterzo. Il "motore" era costituito da un complesso sistema di molle.





'Traduciamo' i suoi disegni

Come in quelli che seguono, accostiamo qui un disegno di Leonardo a una ricostruzione. Questo è un motore con peso (A) che, cadendo, muove il pignone (B) che, con lo scatto libero (E) e l'albero (G), ingrana (C), (D) e (F). Queste trasmettono il moto all'albero (H).

che, ricostruito con un certo sforzo di immaginazione, si è dimostrato deludente. In poche parole, come scrisse Canestrini, « questo veicolo, come è stato disegnato, non potrebbe avere funzionato ». Però, avverti anche: « Deve pure ammettersi che anche Leonardo abbia, nei suoi progetti, incontrato difficoltà non risolvibili in pratica, ed in altri abbia semplicemente abbozzato delle idee senza poi svolgerle compiutamente ».

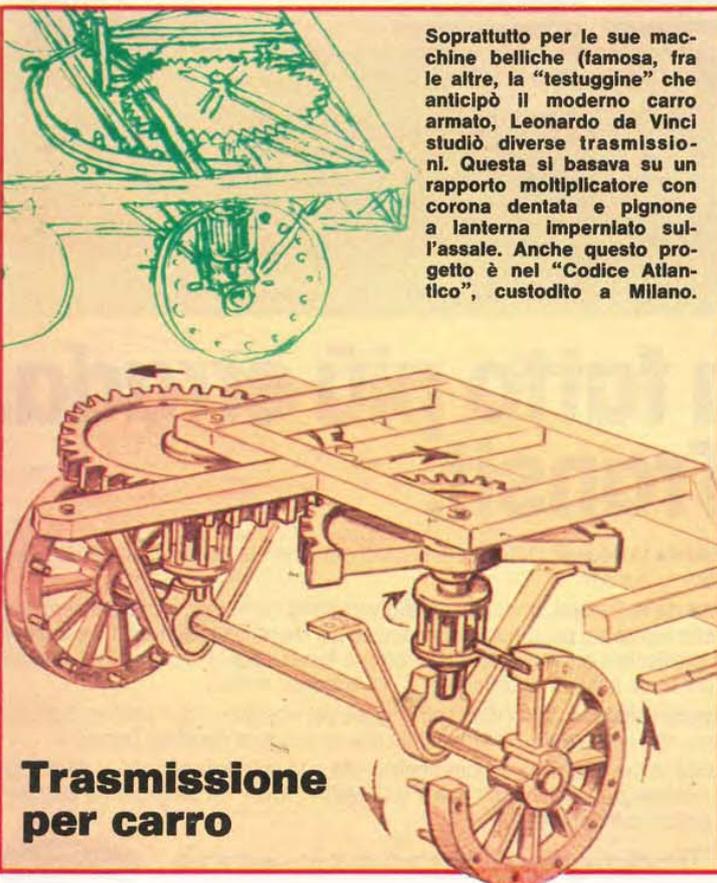
Comunque, Canestrini si divertì anche — da buon ingegnere — a calcolare autonomia (diciamo così) e velocità del carro, ammesso che l'energia immagazzinata dal sistema di molle avesse potuto tradursi in moto. Ne ricavò che il carro, con un peso totale di cinquecento chili, avrebbe potuto percorrere a ogni scarica delle molle poco più di duecento metri, avanzando alla me-

(segue a pag. 175)



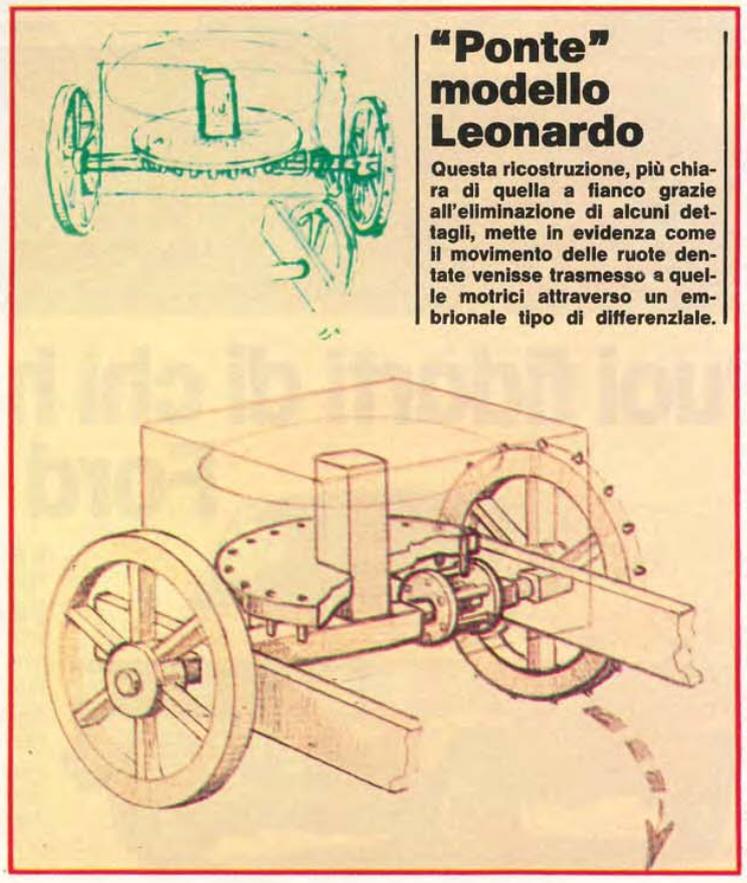
Il problema dell'energia

Date le scarse fonti di energia allora disponibili, Leonardo si dedicò molto al problema di aumentarne il rendimento attraverso varie forme di trasmissioni. In modo particolare studiò diversi tipi di accoppiamenti di ingranaggi e pignoni. Qui, un bellissimo esempio di dentature elicoidali, come quelle che ritroviamo nei differenziali di oggi.



Trasmissione per carro

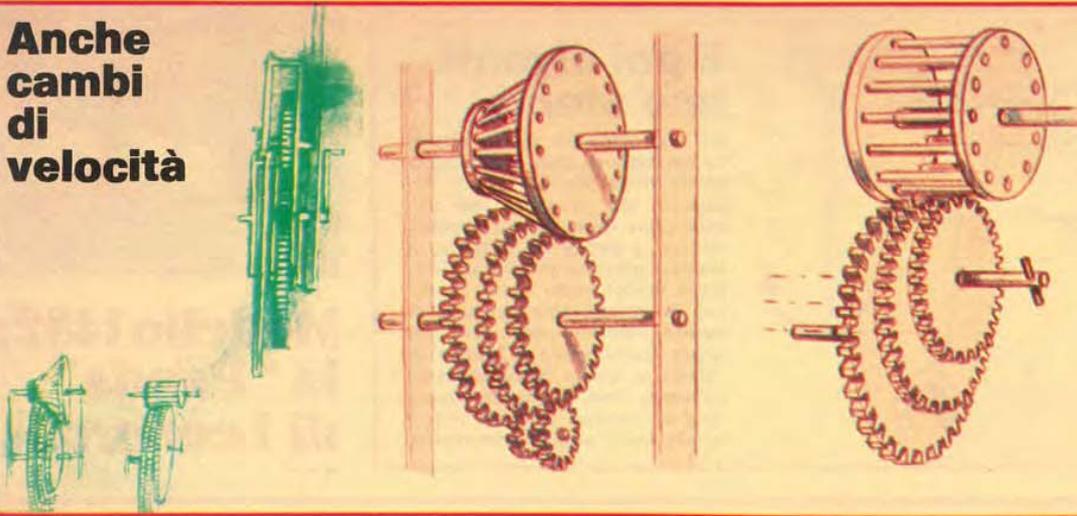
Soprattutto per le sue macchine belliche (famosa, fra le altre, la "testuggine" che anticipò il moderno carro armato, Leonardo da Vinci studiò diverse trasmissioni. Questa si basava su un rapporto moltiplicatore con corona dentata e pignone a lanterna imperniato sull'assale. Anche questo progetto è nel "Codice Atlantico", custodito a Milano.



"Ponte" modello Leonardo

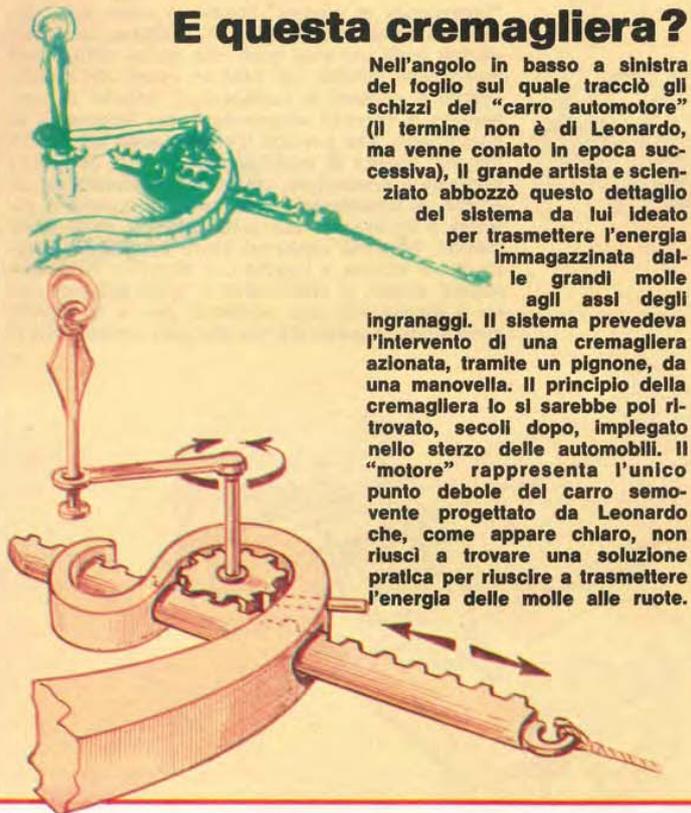
Questa ricostruzione, più chiara di quella a fianco grazie all'eliminazione di alcuni dettagli, mette in evidenza come il movimento delle ruote dentate venisse trasmesso a quelle motrici attraverso un embrionale tipo di differenziale.

Anche cambi di velocità



Nei disegni di Leonardo si trovano anche progetti per cambi di velocità come quelli qui ricostruiti in prospettiva sulla base delle viste di fianco leonardesche. Le due soluzioni differiscono anche per l'impiego in una di un pignone cilindrico e nell'altra di uno conico. A proposito di questi dispositivi, in un foglio Leonardo annotò: «Sempre le ruote che si vogliono con denti, si pigliano e lasciano con tali denti; ma quelli che s'impigliano, sempre la linea de lor contatti debbe essere diritta infino al poli di ciascuna ruota; e questo accade ne' denti che sono con i termini delle lor grossezze piramidati al centro delle lor ruote». Come si intuisce, Leonardo si preoccupava dei problemi di attrito posti da questi cinematismi.

E questa cremagliera?



Nell'angolo in basso a sinistra del foglio sul quale tracciò gli schizzi del "carro automotore" (il termine non è di Leonardo, ma venne coniato in epoca successiva), il grande artista e scienziato abbozzò questo dettaglio del sistema da lui ideato per trasmettere l'energia immagazzinata dalle grandi molle agli assi degli ingranaggi. Il sistema prevedeva l'intervento di una cremagliera azionata, tramite un pignone, da una manovella. Il principio della cremagliera lo si sarebbe poi ritrovato, secoli dopo, impiegato nello sterzo delle automobili. Il "motore" rappresenta l'unico punto debole del carro semente progettato da Leonardo che, come appare chiaro, non riuscì a trovare una soluzione pratica per riuscire a trasmettere l'energia delle molle alle ruote.

Primo anche con queste molle



Leonardo, disegnando queste molle cilindriche e a libro, anticipò anche in questo campo soluzioni e tecniche costruttive che secoli dopo avrebbero trovato applicazione in diversi campi, fra i quali i molloni ammortizzatori impiegati dall'industria automobilistica.

Le famose catene

Sullo stesso foglio dove abbozzò le molle, Leonardo disegnò questi bellissimi particolari di catene articolate per trasmissione "riscoperte" solo fra il 700 e l'800 dai francesi Vaucasson e Galle.

Modello 1482: ecco la Panda dell'ingegner Leonardo

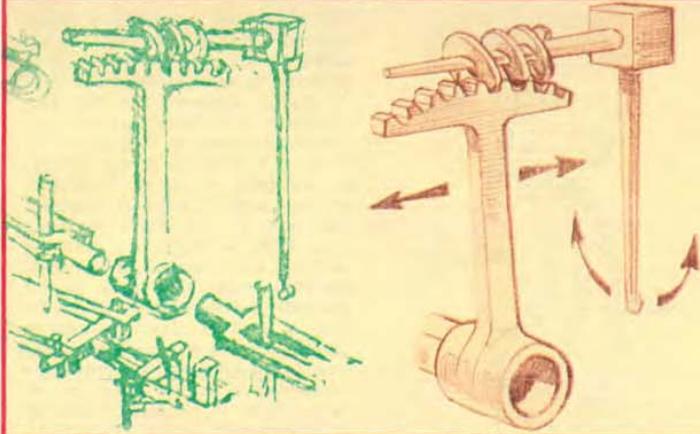
(segue da pag. 173)

dia oraria di 1693 metri. Un movimento continuo del veicolo avrebbe potuto essere assicurato da due manovratori impegnati a ricaricare, mediante manovelle, i molloni. Ora, se i duecento metri di autonomia sono veramente un po' pochini, non è che i 1693 metri di velocità oraria si discostino poi molto da quella che è la velocità dei veicoli ingolfati nel traffico delle nostre città dimentiche delle vi-

sioni urbanistiche leonardesche.

Con il suo carro automotore, Leonardo ci consente comunque di immaginare una città ideale a misura d'uomo anche nei ritmi del traffico e in più ci dimostra anche di avere anticipato decisive soluzioni meccaniche che sarebbero state riscoperte secoli dopo. Per esempio, s'è detto, il differenziale, l'invenzione del quale è attribuita al francese Pecqueur: un meccanico (bat-

(segue a pag. 177)

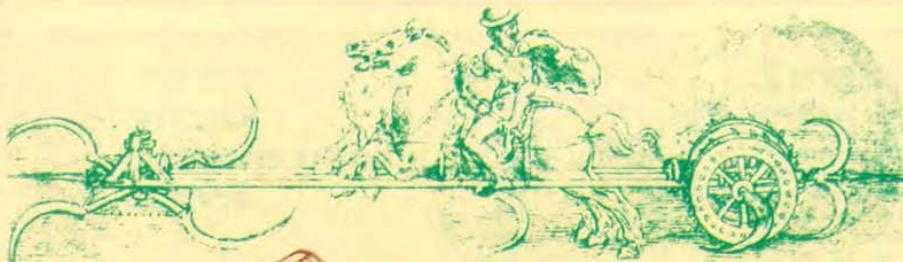


E poi diventò uno sterzo

Nei suoi studi per la trasmissione del moto su piani diversi, Leonardo arrivò anche a questa soluzione, che accoppia una vite senza fine a un settore dentato. Ancora a secoli di distanza, il sistema avrebbe trovato applicazione pratica nello sterzo di veicoli a motore. Una costante di queste soluzioni anticipate dal genio leonardesco è quella di ridurre lo sforzo fisico richiesto all'uomo. Così, ci appare ancora oggi un tecnico al quale non è ignoto alcun artificio meccanico.

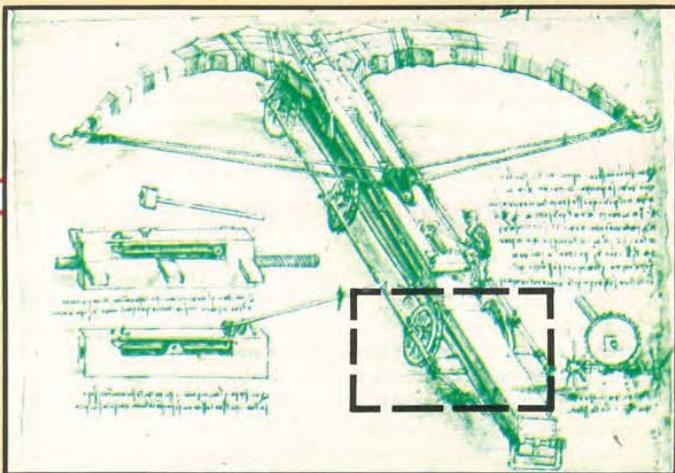
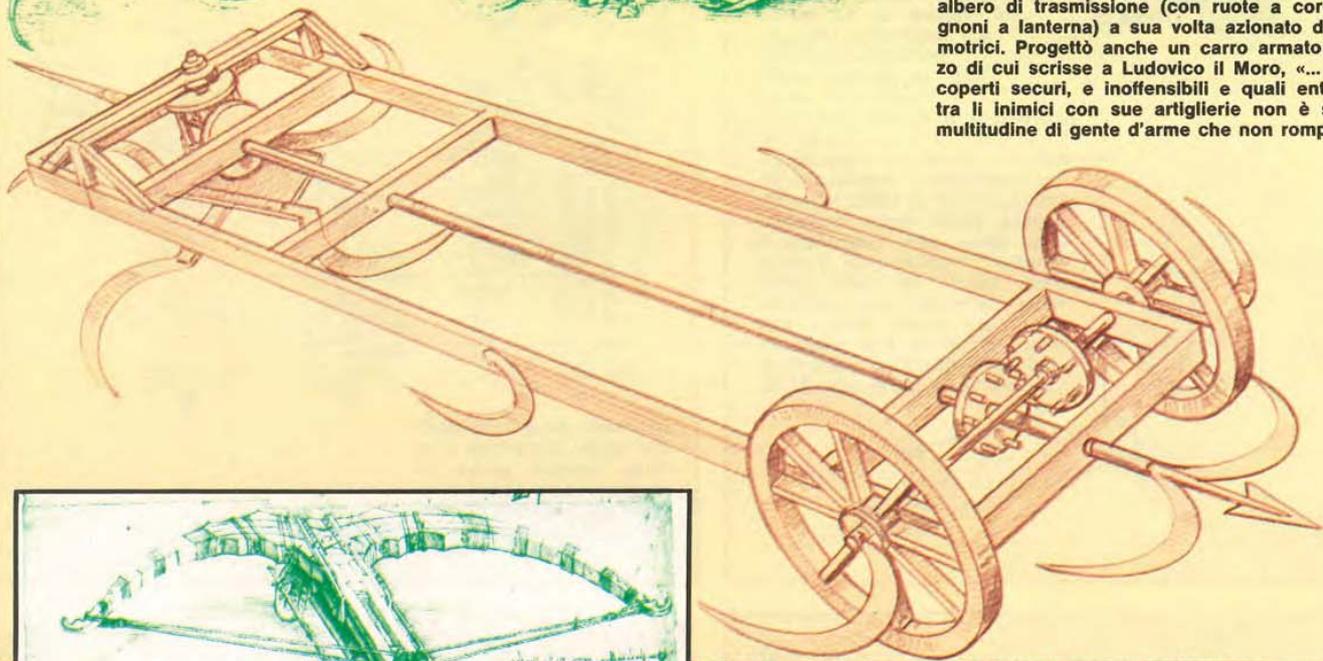


Modello 1482: la "Panda" di Leonardo



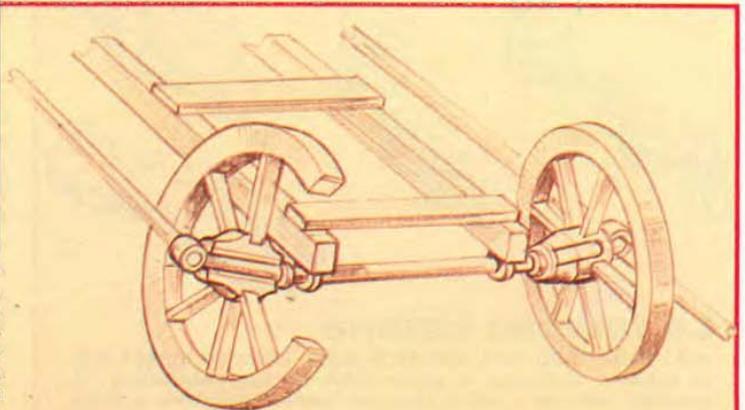
Il carro da battaglia

"Ingeniarus et pictor" (come lo elencano i documenti della corte sforzesca), a Milano Leonardo dedicò molti dei suoi studi alle opere militari. Nei manoscritti databili dal 1483 in avanti abbondano schizzi e progetti di fortificazioni, nonché di armi leggere e campali sorprendenti per originalità di concezione. Fra i mezzi d'offesa, ecco un "carro falcato" munito di micidiali lame rotanti sul piano verticale e orizzontale, messe in movimento da un albero di trasmissione (con ruote a corona e pignoni a lanterna) a sua volta azionato dalle ruote motrici. Progettò anche un carro armato: un mezzo di cui scrisse a Ludovico il Moro, «... farò carri coperti sicuri, e inoffensibili e quali entrando intra li inimici con sue artiglierie non è si grande multitude di gente d'arme che non rompessimo».



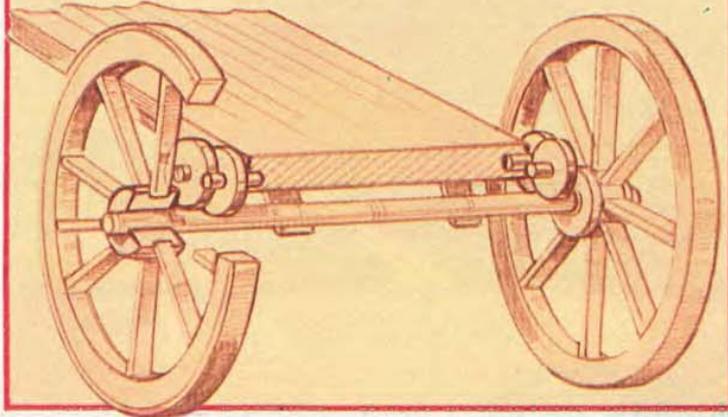
Ruote convergenti per balestra

Un'altra celebre macchina bellica progettata da Leonardo fu una gigantesca balestra da assedio montata su un affusto che presentava la particolarità di avere ruote indipendenti. Queste ultime erano impennate su mozzi inclinati rispetto agli assali: un accorgimento studiato allo scopo di conferire maggiore stabilità a questo pesante mezzo d'offesa.

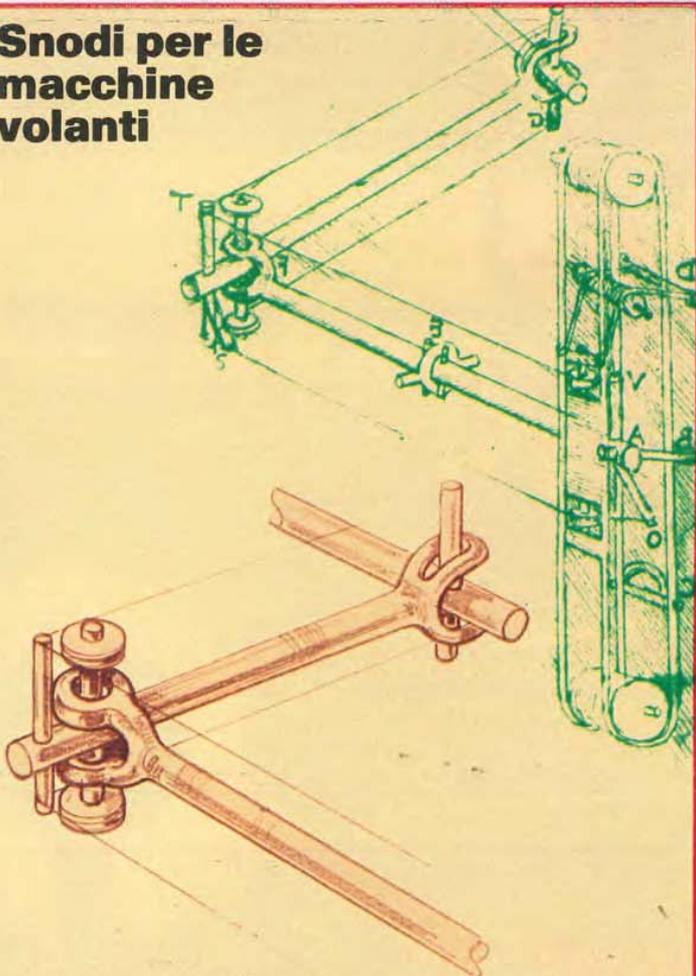


Un "carro facile"

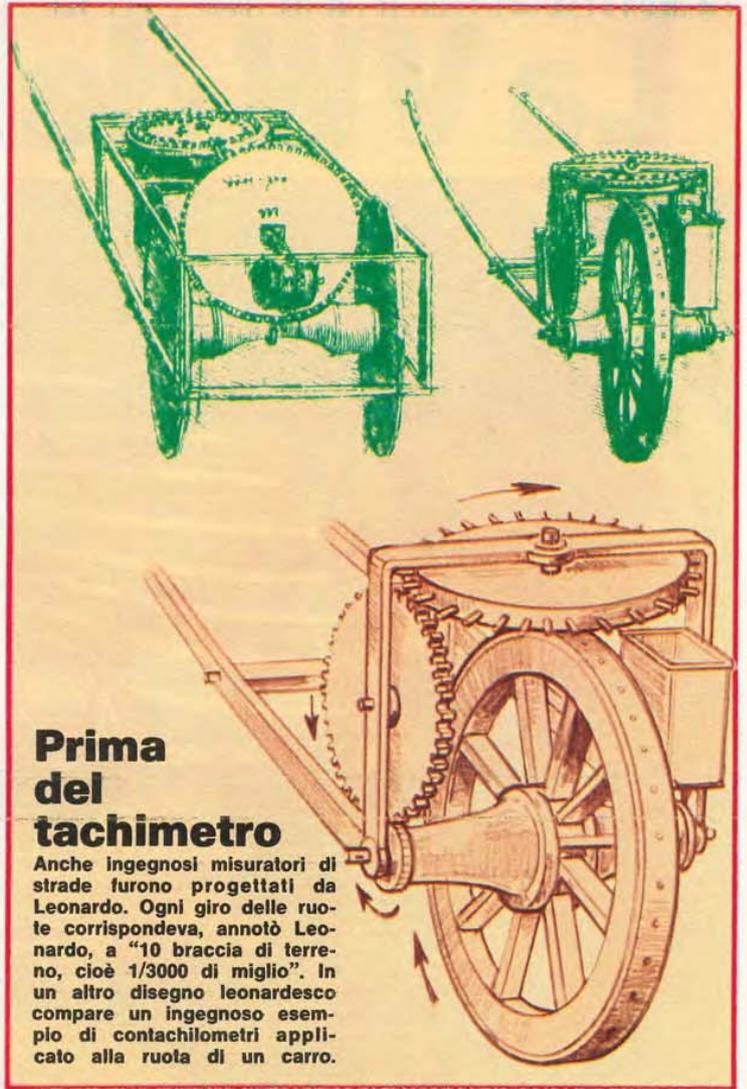
Allo scopo di ridurre gli attriti, e quindi lo sforzo di trazione richiesto, Leonardo ideò carri con assali poggianti su rulli. Ecco, nel disegno originale e ricostruito, un particolare di uno di essi, che Leonardo definiva "carri da facile movimento" (o "carri facili").



Snodi per le macchine volanti



Nel disegno di un particolare di una macchina per volare azionata dalla forza muscolare dell'uomo appaiono questi giunti articolati, ideati per gli snodi delle ali. Soluzioni meccaniche di questo genere si ritrovano oggi negli snodi delle tiranterie di sterzo. Anche in questi particolari, Leonardo dimostrò la sua padronanza della meccanica (che definì "nobilissima scientia strumentale over machinale").



Prima del tachimetro

Anche ingegnosi misuratori di strade furono progettati da Leonardo. Ogni giro delle ruote corrispondeva, annotò Leonardo, a "10 braccia di terreno, cioè 1/3000 di miglio". In un altro disegno leonardesco compare un ingegnoso esempio di contachilometri applicato alla ruota di un carro.

(segue da pag. 175)

tezzato, per la cronaca, con l'incredibile nome di Onicéphore) che ne depositò il relativo brevetto il 25 aprile 1828, circa tre secoli e mezzo dopo i disegni del carro leonardesco.

Le anticipazioni del genio toscano in materia di quella che sarebbe poi stata la tecnica automobilistica non si fermano però al differenziale (un dispositivo che si ritrova anche in altri disegni di Leonardo, anteriori e successivi a quello del carro). Disseminati nei fogli dei vari codici e manoscritti sparsi nel mondo, Leonardo ci ha lasciato altri disegni e annotazioni che anticipano la meccanica dei nostri giorni. Troviamo fra l'altro giunti articolati che precorrono quelli poi divenuti famosi come "cardanici", catene di trasmissione, cuscinetti a rulli, molle ammortizzatrici, martinetti di sollevamento (precursori dei "cric" automobilistici) e misuratori di distanza applicati alle ruote che precorrono i contachilometri. Anche nell'aerodinamica Leo-

nardo ha lasciato non poche tracce. In un suo manoscritto si legge, tra l'altro: « L'aria, sospinta dall'impeto del grave che per essa discende, fugge per la linea del moto fatto dal suo motore e la laterale si converte in retrosi [vortici] laterali e la superiore li discende di sopra, sempre riempiendo il vacuo che tal mobile lascia di sé sopra di sé ».

Provate ad accostare questa enunciazione a una fotografia di quelle tanto comuni ai giorni nostri di un'auto nella galleria del vento, contornata dai fumi che rendono visibile il movimento dell'aria. Per quella foto, le parole di Leonardo saranno una didascalia perfetta. Una didascalia, non dimentichiamolo, scritta cinquecento anni prima della foto. **FINE**

(2 - Continua. La prima puntata del "Processo alle città" di Leonardo è stata pubblicata su GENTE MOTORI n. 5 (maggio 1982) a pagina 202. Nei prossimi numeri affronteremo il problema del futuro delle grandi città: Milano, Roma e Torino).