

# Modelització i anàlisi financera de l'empresa Caterpillar

---

Andreu Arderiu, Arnau Mas

14 de juny de 2019

**Resum:** Abstract en català

**Abstract:** Abstract en anglès

En aquest estudi de l'empresa Caterpillar amb *Symbol* bursàtil a la borsa de Nova York CAT, ens centrarem en els anys 2015–2018. Mitjançant la comanda `getSymbols` de R prenem un total de 1005 dades corresponents als preus de tancament diari. A partir d'aquestes dades, podem calcular els estadístics bàsics de les rendibilitats, és a dir, els increments dels logaritmes dels preus. Trobem així una mitjana anual de  $\hat{\mu}_a = 0.07786318$ , una desviació estàndard anual de  $\hat{\sigma}_a = 0.267607$ , i finalment una curtosi diària de  $\hat{k}u_d = 2.806694$ .

## 1 Context



Figura 1.1: Logotip de Caterpillar

Caterpillar Inc. (NYSE: CAT) és una empresa multinacional de maquinària industrial i de construcció amb seu a Illinois. Avui en dia és l'empresa líder en l'àmbit de la maquinària de construcció i industrial [1] i es troba en la posició 65 al rànquing *Fortune 500* i en la posició 238 del rànquing *Fortune Global 500* de l'any 2019 [2, 3]. El preu més recent de l'acció de Caterpillar és d'uns \$127. Actualment té 104 000 treballadors.

Caterpillar va néixer l'any 1925 de la fusió de les empreses Holt Manufacturing Company i C. L. Best Tractor Co. El fundador de la primera, Benjamin Holt, va patentar un dels primers vehicles que funcionaven amb tracció per eruga (d'aquí el nom Caterpillar), un sistema de tracció que consisteix en una sèrie de plaques rígides unides per una cinta que gira al voltant de les rodes del vehicle. Amb aquest sistema, la superfície de contacte del vehicle amb el sòl s'incrementa de manera que s'exerceix menys pressió i és possible circular per a terrenys més complicats. Originalment, els vehicles de Holt es feien servir a l'oest americà, on la combinació del terreny àrid i irregular del desert californià i la manca d'infraestructura dificultaven les tasques agràries i de transport. Molt aviat, però, l'empresa va desenvolupar vehicles militars durant la Primera Guerra mundial, que van ser uns dels precursors del tanc. Durant el període d'entreguerra i sobretot després de la Segona Guerra mundial, Caterpillar va evolucionar cap a l'àmbit de la construcció, primer al mercat americà i després a escala global, sobretot als països en desenvolupament.

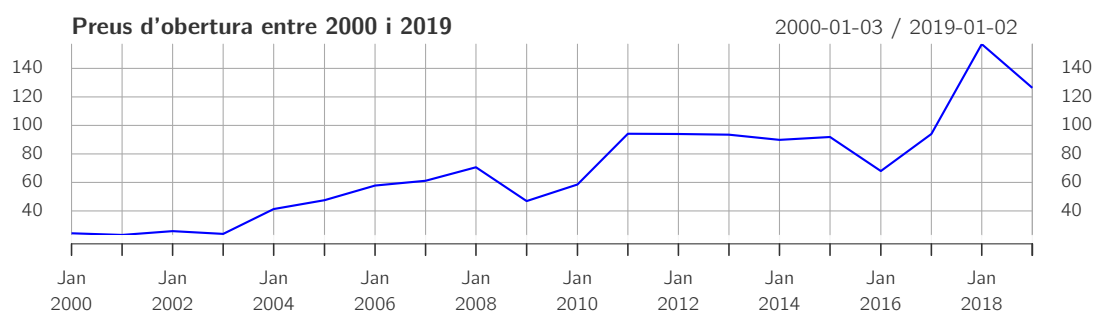
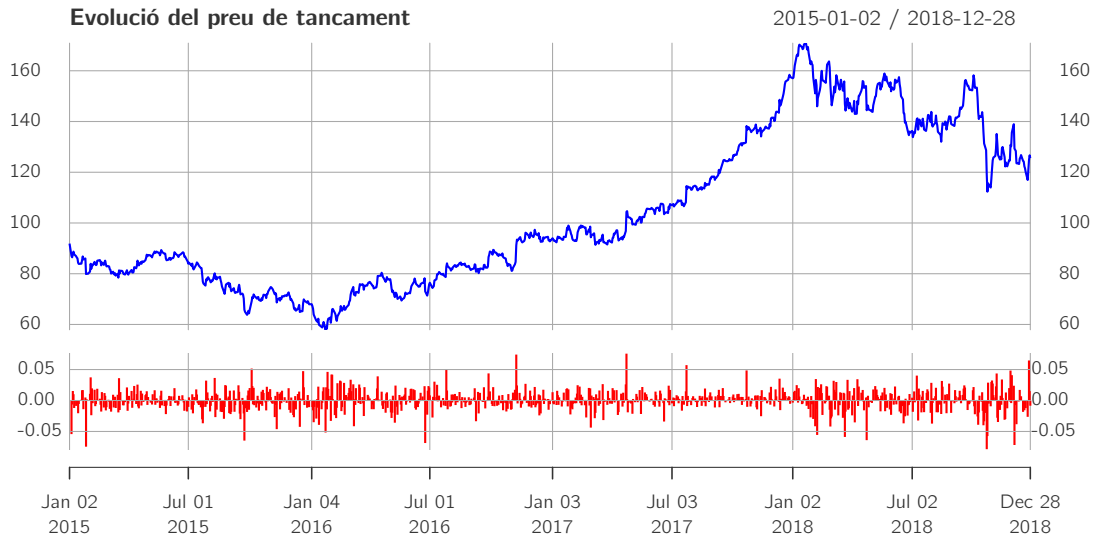


Figura 1.2: Preus d'obertura de Caterpillar entre els anys 2000 i 2019

A la fig. 1.2 podem veure els preus de tancament anuals entre l'any 2000 i l'actualitat. La tendència és en general a l'alça, tot i que podem remarcar varis punts d'inflexió. És notable la forta caiguda de prop del 35 % durant l'any 2008, naturalment deguda a la crisi financera del mateix any. Aquesta crisi va afectar fortament el sector de la construcció, que és una de les principals àrees de negoci de Caterpillar. Tot i així, tal i com apunta [4] l'empresa ja anticipava la recessió i va prendre una sèrie de mesures que van alleujar l'impacte de la crisi. Això, juntament amb un canvi en la direcció i un canvi d'estratègia enfocat a majors inversions a països amb un ràpid creixement econòmic com la Xina, Índia i Brasil, van fer que Caterpillar tingués una espectacular recuperació durant l'any 2010. Més endavant, durant l'any

2015 podem veure que l'empresa va experimentar una altra davallada, de més del 25 %, degut a la crisi del mercat financer xinès [5], un dels principals clients de Caterpillar. Tot i així es va recuperar ràpidament durant 2016, iniciant l'any 2017 dos punts per sobre que el 2015, degut a un creixement del mercat, entre d'altres [6]. Per últim, l'increment dels aranzels sobre les importacions d'acer introduït pel govern de Trump han causat que el valor de Caterpillar hagi baixat prop d'un 20 % durant l'any 2018 [7].

## 2 Previsió futura



**Figura 2.1:** Evolució del preu de tancament i rendibilitat diàries de Caterpillar entre 2015 i 2018

El model més senzill per a l'evolució dels actius financers d'una empresa és la hipòtesi que les rendibilitats diàries són independents normalment distribuïdes amb paràmetres independents del temps. La rendibilitat (a vegades anomenada rendibilitat neta per a distingir-la de la rendibilitat bruta) diària es defineix com el logaritme del quocient de preus. És a dir, si  $P_t$  és el preu el dia  $t$  aleshores la rendibilitat d'aquest dia,  $r_t$  és

$$r_t = \log \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right).$$

La hipòtesi, doncs, és que  $r_t \sim N(\mu_d, \sigma_d^2)$ . Aquest model s'anomena el model de Samuelson-Bachelier. Observem que si  $\sigma_d = 0$  aleshores la rendibilitat és constant i els preus evolucionen exponencialment segons,

$$P_t = e^r P_{t-1}$$

que és la fórmula de l'interès compost. Així doncs,  $\sigma_d$  governa el risc en l'evolució i s'anomena la volatilitat.

Si introduïm els log-preus,  $p_t = \log P_t$ , tenim que  $p_t = p_{t-1} + r_t$ , i per tant que l'evolució dels log-preus és un passeig aleatori. Aleshores

$$p_t = p_0 + \sum_{k=1}^{t-1} r_k \quad (2.1)$$

i com que la suma de normals independents també és normal, la distribució dels log-preus és

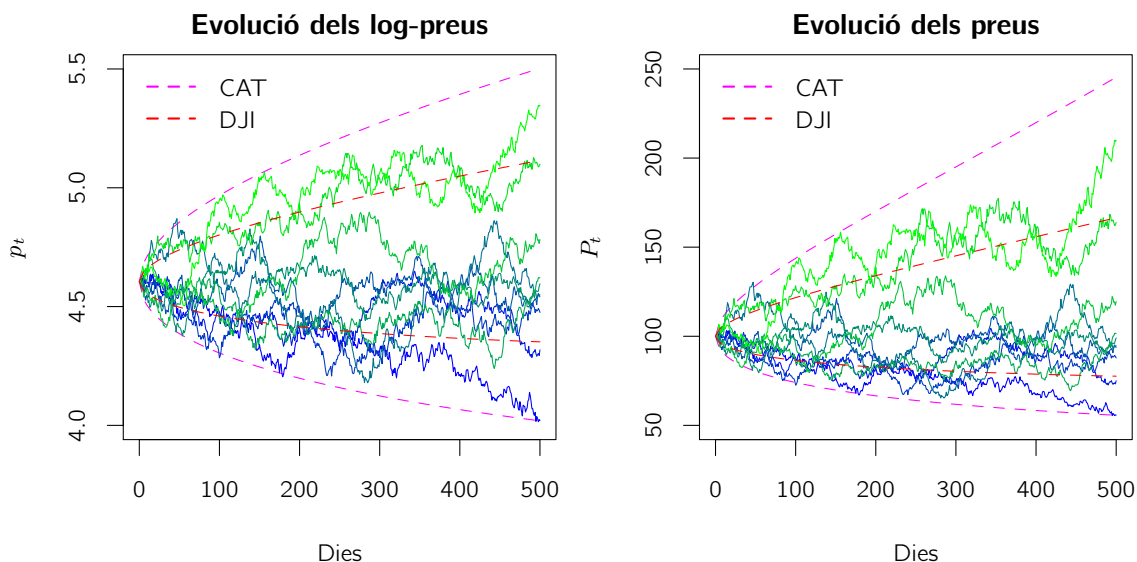
$$p_t \sim N(p_0 + \mu_d t, t\sigma_d^2). \quad (2.2)$$

A la fig. 2.1 hi ha l'històric dels preus de tancament i rendibilitats diàries de Caterpillar al llarg dels últims 4 anys (2015-2018), en total 1005 dades. La mitjana i desviació estàndard mostrals per a la

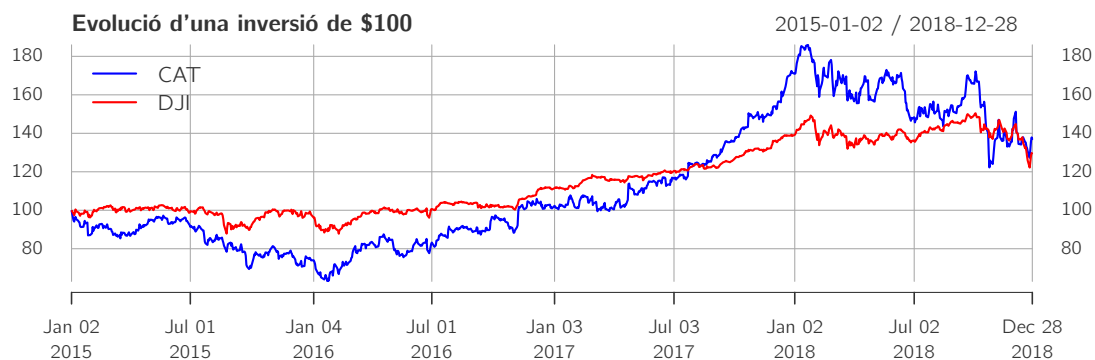
rendibilitat diària són

$$\begin{aligned}\hat{\mu}_d &= 0.000311 \\ \hat{\sigma}_d &= 0.0169.\end{aligned}\tag{2.3}$$

Amb aquests paràmetres podem simular la possible evolució del valor dels actius de caterpillar fent servir l'eq. (2.2). A la fig. 2.2 es mostren els resultats d'aquesta simulació. Primerament hem simulat 10 possibles evolucions



**Figura 2.2:** Simulació de l'evolució d'una inversió de \$100 en actius de Caterpillar durant 500 dies. A l'esquerra es mostren els log-preus i a la dreta els preus.



**Figura 2.3:** Evolució d'una inversió de \$100 en Caterpillar i l'índex DJI entre l'any 2000 i el 2018

### 3 Estudi de les hipòtesis

Tots els resultats anteriors els hem obtingut suposant el model estàndard del mercat, és a dir, suposant que les rendibilitats diàries són variables aleatòries normals idènticament distribuïdes i independents. Procedim doncs a veure si les dades empíriques de que disposem, corroboren, o no, la validesa de les nostres suposicions.

#### 3.1 Independència i no-correlació

Primer de tot volem contrastar la hipòtesi de no-correlació entre les rendibilitats diàries (com a variables aleatòries).

$$\begin{cases} H_0 : \text{rendibilitats no-correlacionades} \\ H_1 : \text{rendibilitats correlacionades} \end{cases} \quad (3.1)$$

Un bon test per comprovar la no-correlació entre variables aleatòries és el Ljung-Box. Apliquem doncs aquest test a les rendibilitats a través de la comanda `Box.test` de R i obtenim un p-valor de 0.2336, pel que s'accepta la hipòtesi nul·la amb un 95% de confiança, i no podem dir que les nostres dades estiguin correlacionades. Això és un bon indicatiu per pensar que són independents, però recordem que tot i que independència implica no correlació, el recíproc té perquè ser cert. Sabem que si dues variables aleatòries són independents llavors funcions d'aquestes també ho seran. Per tant, si trobem alguna funció de les rendibilitats tal que no siguin independents, llavors quedarà provat que les rendibilitats tindran una certa dependència entre si. Provem doncs a fer el test d'independència per a la funció del quadrat de les rendibilitats, i, en aquest cas, obtenim un p-valor de 0.0006127, pel que amb un 95% de confiança tenim que les rendibilitats al quadrat són no-correlacionades. Així doncs, podem concloure que les dades originals de rendibilitats no són independents.

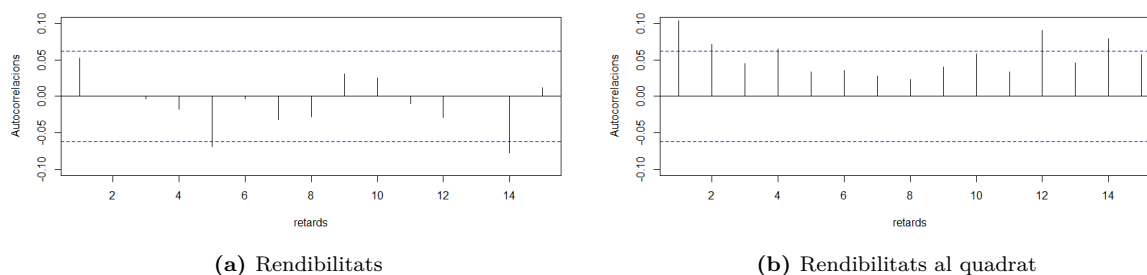


Figura 3.1: Autocorrelacions de les rendibilitats i rendibilitats al quadrat.

Aquests resultats eren d'esperar, ja que en general en els mercats financers les correlacions entre les rendibilitats són insignificants (excepte en escales de temps menors a 20 minuts) [8].

En canvi, en general, al fer una funció que anul·li el signe, com pot ser elevar al quadrat, s'observen correlacions. Això es deu en part a que esdeveniments d'alta volatilitat tendeixen a ocórrer junts, és a dir que hi ha pujades i baixades abruptes en temps curts. Aquest fet però, no el detecta la correlació directa ja que després d'una alta pujada pot haver-hi tant una altra pujada com una baixada. Ara bé, en prendre el valor absolut de les variacions, aquests dos fets no es diferencien i és aleshores quan detectem les correlacions.

Finalment cal remarcar que, tot i que suposar normalitat pot semblar una mica contradictori amb tenir variables aleatòries no correlacionades però dependents, veurem que això s'explica pel fet que, com veurem en la pròxima secció, les rendibilitats no són exactament normals.

### 3.2 Normalitat

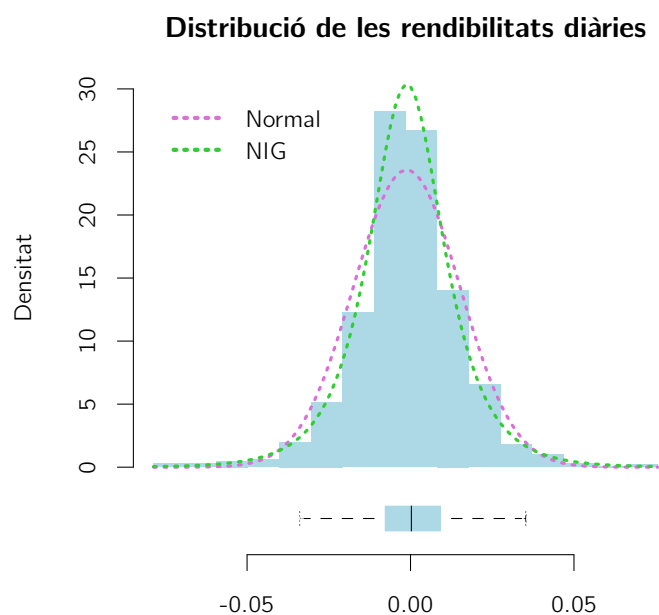


Figura 3.2: Evolució del preu de tancament de Caterpillar entre 2015 i 2018

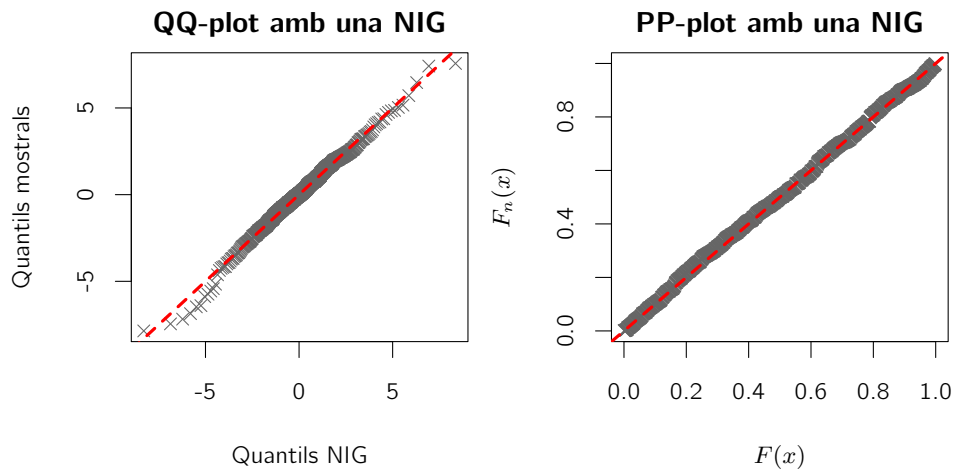


Figura 3.3: Comparació amb una distribució NIG

## 4 Conclusions

```
1 # Comentari
2
3 Codi R
```

## Bibliografia

- [1] *About Caterpillar*. Caterpillar. 2019. URL: <http://fortune.com/fortune500/caterpillar/>.
- [2] *Fortune 500 List. 58: Caterpillar*. Fortune. 2019. URL: <http://fortune.com/fortune500/caterpillar/>.
- [3] *Fortune Global 500 List. 238: Caterpillar*. Fortune. 2019. URL: <http://fortune.com/global500/caterpillar/>.
- [4] Geoff Colvin. *Caterpillar is absolutely crushing it*. Fortune. 2011. URL: <http://fortune.com/2011/05/12/caterpillar-is-absolutely-crushing-it/>.
- [5] Tyler Durden. *Forget Recession: According To Caterpillar There Is A Full-Blown Global Depression*. ZeroHedge. 2015. URL: <https://www.zerohedge.com/news/2015-07-22/forget-recession-according-caterpillar-there-full-blown-global-depression>.
- [6] Lee Samaha. *Here's How Caterpillar Inc. Crushed It in 2017*. The Motley Fool. 2017. URL: <https://www.fool.com/investing/2017/11/25/heres-how-caterpillar-inc-crushed-it-in-2017.aspx>.
- [7] I Fang Liang. *Abrumadora caída de Caterpillar en la bolsa-Efecto Trump*. Prensa Objetiva. 2018. URL: <https://prensaobjetiva.com/2018/04/29/economia-abrumadora-caida-de-caterpillar-en-la-bolsa-efectotrup/>.
- [8] Rama Cont. "Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues". A: *Quantitative finance* (2000).