

# Simulación de estrategias

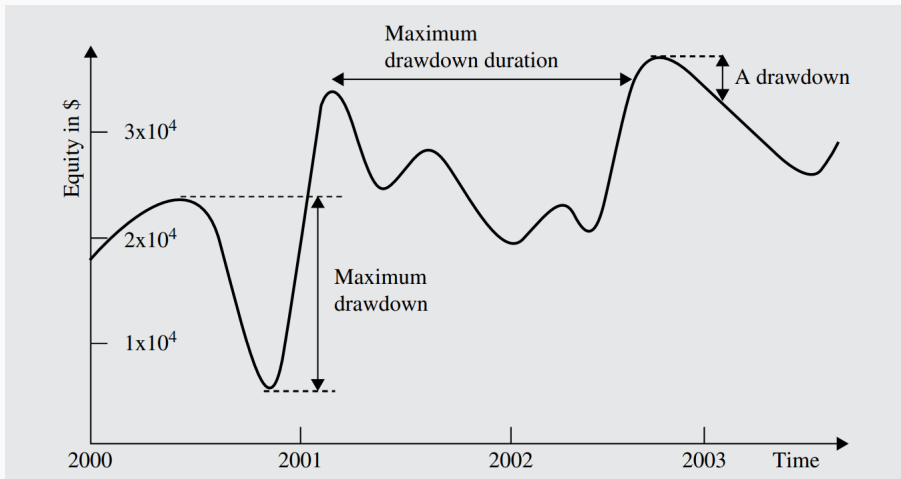
---

Estrategias de gestión de activos

29 de julio de 2022

## Drawdown

---



## Drawdown

Considerando  $V(t)$  el capital total en el tiempo:

$$V^*(t) = \max_{0 \leq k \leq t} V(k), \quad t^* = \arg \max_{0 \leq \tau \leq t} V(\tau)$$

$$\text{Drawdown}(t) \quad D(t) := \frac{V^*(t) - V(t)}{V^*(t)} = 1 - \frac{V(t)}{V^*(t)}$$

La pérdida acumulada desde el máximo hasta el tiempo actual ,  $t$ .

$$D(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t^* = t, \text{ no hay pérdida acumulada} \\ 1 - V(t)/V^*(t) & \text{si } t^* < t, \text{ hay una pérdida } D(t) \text{ acumulada} \end{cases}$$

Derivados de esta métrica:

$$\text{Max Drawdown}(t) = \max_{0 \leq k \leq t} \text{Drawdown}(t)$$

$$\text{Drawdown Duration}(t) = t - t^*, \text{ y su máximo}$$

$$\text{Drawdown Acum.}(t) = \int_{t^*}^{t-t^*} D(\tau) d\tau$$

## **Algunos Indicadores Técnicos**

---

## Relative Strength index RSI

RSI(N)

$$RSI = 100 - 100 / (1 + RS)$$

$$RS = AvgU / AvgD$$

$AvgU$  = Promedio de todas las subidas en N periodos

$$AvgU = \frac{1}{N} \sum [S_{t-i} - S_{t-i-1}]^+$$

$AvgD$  = Promedio de todas las bajadas en N periodos

$$AvgD = \frac{1}{N} \sum [S_{t-i} - S_{t-i-1}]^-$$

Comunmente se utilizan otras dos maneras de obtener los valores de  $AvgD$  y  $AvgU$ .

Finalmente, los parámetros que se pueden utilizar y variar son:

- Método de cálculo para  $AvgU$  y  $AvgD$
- Umbrales de infra y sobrevaloración (30 y 70)
- Periodo del índice  $N$



# MACD

Moving average convergence divergence(short,long)

$$MACD(short, long) = \text{Modelo Media}(short) - \text{Modelo Media}(long)$$





## Estrategias

---

- Umbrales
- Momentum
- Reversión a la media
- Arbitraje

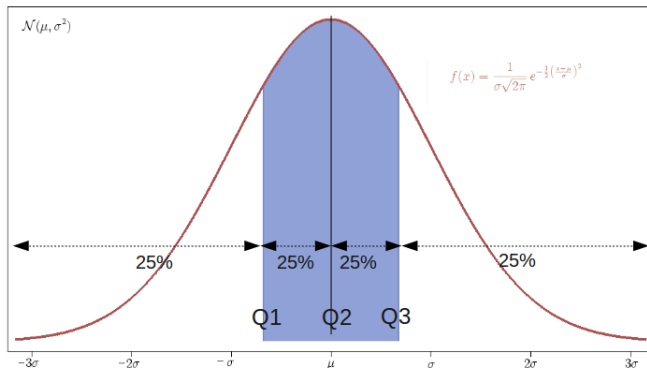
# Umbrales

## T(Z,Q)

Consideramos los intervalos  $Z_i(t) = (l_i(t), u_i(t))$ : y las cantidades  $Q_i$  en el cual si el retorno  $r(t)$  cae en la región  $Z_i(t)$  entonces se vende/compra en cantidad  $Q_i$ .

Considerar la posibilidad de cada vez al realizar una operación , revertirla en tiempo siguiente.

También, considerar tiempo de exposición (*holdeo*)



# Momentum

## $M(B, S, T, N)$

Considerando

$$R(N) = \frac{\sum_{i=1}^N [r_{t-i}]^+}{\sum_{i=1}^N [r_{t-i}]^-}, \quad r_t \text{ el retorno}$$

Entonces, si  $R(N) < B$  comprar y mantener por  $T$  periodos,  $R(N) > S$  vender y comprar en  $T$  periodos.

Donde  $R(N)$  es un indicador de tendencia que pretende establecer si se está sobre comprando, tipo RSI.

Parámetros

- $S$ : umbral de venta
- $B$ : umbral de compra
- $N$ : periodo de indicador
- $T$ : periodo de holdeo

## Reversión a la media



## Proceso de Ornstein Uhlenbeck

$$dX_t = \kappa(\mu - X_t)dt + \sigma dW_t$$

$\kappa$  : parámetro de velocidad de reversión (positivo)

$\mu$  : parámetro de media

$\sigma$ : volatilidad

$$E(X_t) = X_0 e^{-\kappa t} + \mu(1 - e^{-\kappa t}), \quad E(dX_t | X_s, s < t) = \kappa(\mu - X_s)dt$$

si  $X_s > \mu \Rightarrow E(dX_t | X_s, s < t) < 0$

si  $X_s < \mu \Rightarrow E(dX_t | X_s, s < t) > 0$

Luego, se tiene una señal estandarizada :

$$\text{s-score: } s_t = \frac{X_t - \mu}{\sigma / \sqrt{2\kappa}}$$

**Hull-White es más general**

### RSI mean-reversion

Esquema de reversión a la media

Parámetros:

- Método de cálculo de RSI
- $N$  : periodo de indicador
- $s$  : umbral de venta
- $b$  : umbral de compra

### MACD mean-reversion

Esquema de reversión a la media

Parámetros:

- Método de cálculo de MACD (modelo de media)
- $N_L$  : media de largo plazo
- $N_S$  : media de corto plazo
- $s$  : umbral de venta
- $b$  : umbral de compra

# Arbitraje

Modelar el spread  $X_t$  entre 2 activos:

$$X_t = BTC_t - ETH_t$$



Ver  $X_t$  como un proceso de reversión a la media

- si  $X_t > \text{Umbral} > \mu$  se espera a que se cierre el spread  $\Rightarrow$  ir largo ETH corto BTC
- si  $X_t < \text{Umbral} < \mu$ , corto ETH y largo BTC



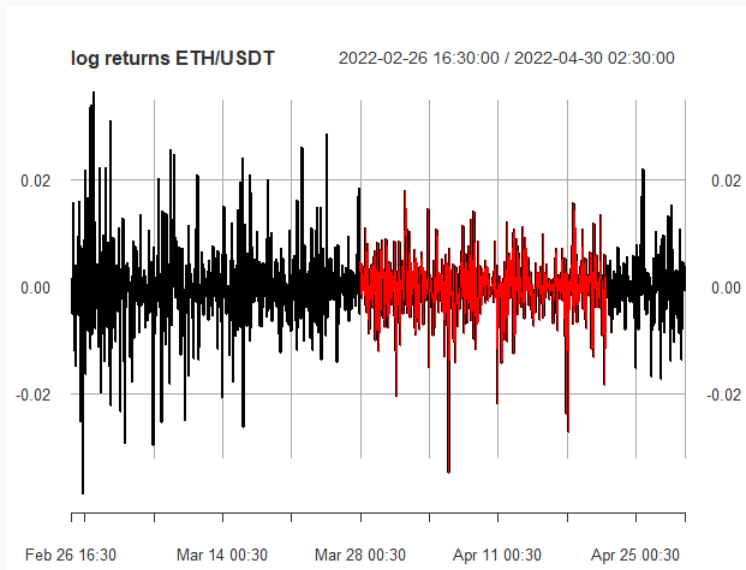
## Simulación de Serie de Precios

---

# Muestra



# Muestra



## Modelos de Precios

- 705 valores para estimación
- 600 valores para proyección
- Proyecciones: VaR 01,05,95 y ES 01,05 y 95

**Modelos:** todos tipo **GARCH(1,1)** e.g. *gjr*  $\Rightarrow$  *gjrGARCH(1,1)*

- Régimen Simple:
  - Modelo: s, gjr, e, t , apARCH, cs (6)
  - Distribuciones: norm, std, ged, sstd, sged, snorm, ghyp (7)
- Régimen Doble :
  - Tipo de régimen : Markov-Switch (MS) o Distribution Mixture (DM)
  - Modelo: sGARCH(1,1), gjrGARCH(1,1)
  - Distribución: norm, std, sged

en total: 75 (no todas las combinaciones)

## Backtest de validación

### Test para VaR:

- Unconditional Coverage (UC)
- Conditional Coverage (CC)
- VaR Duration (DUR)
- Dynamic Quantile Regression

### Test para ES:

- ES 01,05 y 95
- Conditional Calibration (simple)
- Expected Shortfal Regression (strict, intercept, auxiliary)

## En VaR :

De los 75 modelos, 43 pasaron todos 11(25) régimen simple, 32 (40) doble

## En ES :

Solo los de régimen doble fueron testeados

**Ganador: DM-gjrGARCH-sGARCH-norm-sged**

UC <sub>01</sub>	CC <sub>01</sub>	DQ <sub>01</sub>	DUR <sub>01</sub>	UC <sub>05</sub>	CC <sub>05</sub>	DUR <sub>05</sub>	UC <sub>95</sub>	CC <sub>95</sub>
68.93 %	84.98 %	98.89 %	PASS	70.49 %	23.57 %	PASS	44.37 %	73.96 %

**Cuadro 1: VaR tests**

ES <sub>01</sub>	ES <sub>05</sub>	ES <sub>95</sub>	CC <sub>01</sub>	CC <sub>05</sub>	ESR-S <sub>01</sub>	ESR-A <sub>01</sub>	ESR-I <sub>01</sub>
18.83 %	26.29 %	42.48 %	0.30 %	4.18 %	5.49 %	12.02 %	31.66 %

**Cuadro 2: ES tests**

ESR-S <sub>05</sub>	ESR-A <sub>05</sub>	ESR-I <sub>05</sub>
15.37 %	14.91 %	8.61 %

**Cuadro 3: ES tests**

## Simulaciones

- Se utilizó 1500 valores para la estimación del modelo
- Se hizo 10.000 Simulaciones de 750 unidades de tiempo
- Se utilizaron los últimos 600 valores de la serie original para iniciar indicadores
- Se usó una ventana de 300 para estimar un indicador
- Serie simulada : 1050 valores: 300 originales 750 simulados
- Los 300 originales no son parte del testeo de la estrategia

# Estrategias

- Utilizando RSI de 20 periodos
- Manteniendo 3 alternativas de compra (1/3 de capital por operación)
- Parámetros:
  1. Umbral de venta
  2. Umbral de compra
  3. Periodo me máxima mantención
- Utilizando un modelo Orntsein-Uhlenbeck para la generación de umbrales

#	Provisión	Exp. Inicial	P.Mantención	U. Venta	U. Compra
1	0.2	0.5	20	0.5	-0.5
2	0.2	0.5	20	0.4	-0.4
3	0.0	1.0	30	0.5	-0.5
4	0.0	1.0	$\infty$	$\infty$	$-\infty$



## Umbrales

---

$$\mathbb{S}^\beta(\xi) = \left\{ c \in \mathbb{R}^m \mid \exists \mathbf{u} \in \mathbb{U}, P \left( \mathbf{w} \in \mathbb{W} \mid g^t(x_t, u_t) \leq c, \forall t \in [0, T] \right) \geq \beta \right\}$$

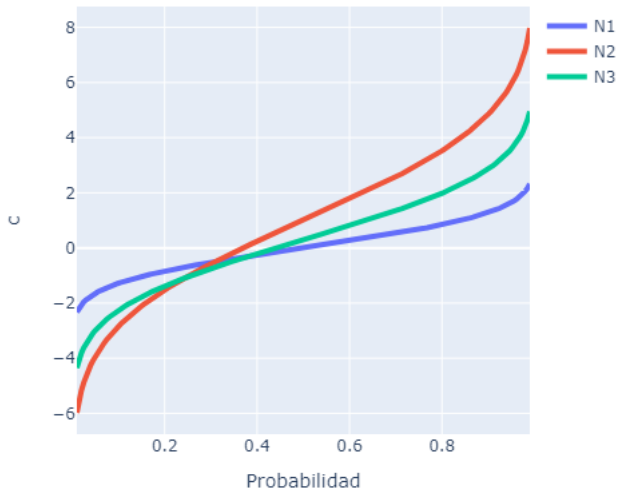
$$P(g(x_t, u_t) \leq c, \forall t \in [0, T]) = P(g_0 \leq c, g_1 \leq c, \dots, g_T \leq c) = P(\max\{g_i\} \leq c)$$

$$P(\max\{g_i\} \leq c) \geq \beta \iff F_{\max g}(c) \geq \beta \iff c \geq F_{\max g(u)}^{-1}(\beta)$$

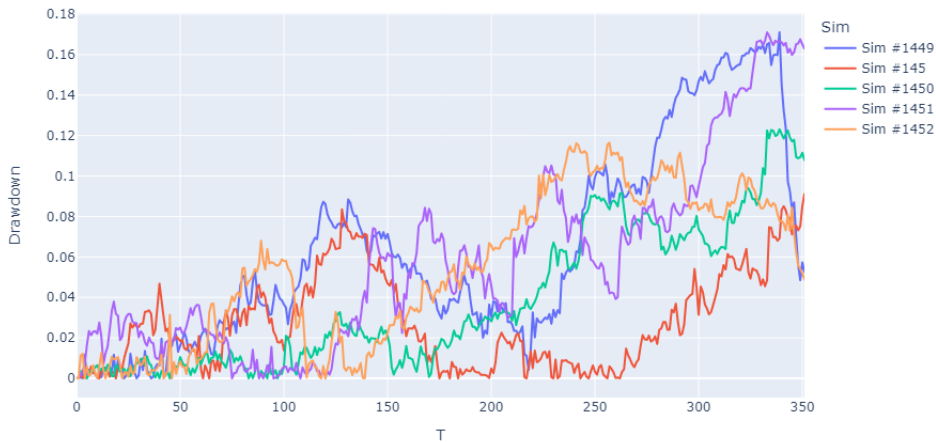
$$\mathbb{S}^\beta(\xi) = \left\{ c \in \mathbb{R}^m \mid \exists \mathbf{u} \in \mathbb{U}, c \geq F_{\max g(u)}^{-1}(\beta) \right\}$$

$$\min g \sim N(\mu, \sigma^2)$$

## S example



Drawdown Sim



## Estimación del conjunto

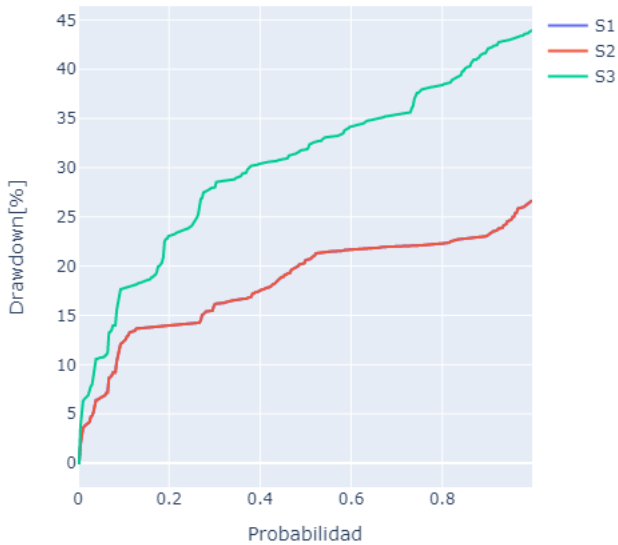
Se tiene para cada simulación una serie de Drawdowns:

$$g(x_t, u_t) = DD^u(t)$$

Sim	$DD(1)$	$\dots$	$DD(T)$
1	$DD^1(1)$	$\dots$	$DD^1(T)$
k	$DD^k(1)$	$\dots$	$DD^k(T)$

Se ordenan:

Sim	$DD_{(0)}$	$\dots$	$DD_{(T)}$
1	$DD_{(0)}^1$	$\dots$	$DD_{(T)}^1$
k	$DD_{(0)}^k$	$\dots$	$DD_{(T)}^k$
Estimador?	$\max_j \{DD_{(0)}^j\}$	$\dots$	$\max_j \{DD_{(T)}^j\}$



# Simulación de estrategias

---

Estrategias de gestión de activos

29 de julio de 2022