

# Estallido del mercado de las criptodivisas

LAR-911

**Daniela García Alejo**

**3 de Diciembre 2020**

**Actuaría**  
**9no semestre**

**MATERIA** Procesos Estocásticos  
**U LA SALLE** FACULTAD DE NEGOCIOS

**Impartida por:**  
Jesús E. Batta

**INDIVISA** | **LO UNIDO**  
**MANENT** | **PERMANECE**

## Índice

<b>Título</b>	<b>1</b>
<b>Contenido</b>	<b>2</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes . . . . .	3
1.2. Objetivos . . . . .	4
<b>2. Modelo Estocástico</b>	<b>6</b>
2.1. Características . . . . .	6
2.1.1. Tiempo . . . . .	7
2.2. Supuestos . . . . .	7
2.2.1. Justificación de supuesto . . . . .	7
<b>3. Metodología</b>	<b>7</b>
3.1. Uso de Datos . . . . .	9
<b>4. Resultados y Discusión</b>	<b>9</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>10</b>
<b>Referencias</b>	<b>11</b>
<b>6. Bibliografías</b>	<b>11</b>

## 1 Introducción

En las últimas semanas y días, los mercados de criptomonedas han vuelto a explotar y Bitcoin está de nuevo por encima del nivel que tenía a finales de 2017 con un máximo histórico basado en la capitalización de mercado.

Las burbujas explotan en el momento que los inversores comienzan a pensar que el alza es para siempre. Es decir, las burbujas explotan de codicia.(Thompson, 2017)

El precio del Bitcoin cruzo la marca de los 18,000 el 17 de noviembre de este año, el último de una serie de hitos en los que el precio de la criptomoneda ha aumentado en casi un 400 por ciento desde marzo. El repunte actual es impresionante pero tiene un elemento de dejavu: fue esta vez hace tres años que bitcoin rozo los 20,000 solo para colapsar espectacularmente semanas después en medio de un estallido mas amplio de la burbuja de las criptomonedas de 2017

### 1.1 Antecedentes

A principios de 2017, el precio de Bitcoin todavía fluctuaba alrededor de los 1000USD. El precio del bitcoin se duplico cuatro veces en el 2017, A principios de enero, un bitcoin valía alrededor de 1000USD. En Mayo, alcanzo los 2000USD, en junio supero los 4000USD. Para el día de acción de gracias era de 8000USD y dos semanas después se duplicó a los 16000USD.

Esto pudiera ser algo muy normal para los precio de las empresas publicas que apenas están comenzando por que sus ganancias serian mayores, pero en comparación, el bitcoin no tiene ganancias ni es una empresa.

Bitcoin se está acercando a niveles no vistos desde justo después del estallido de la burbuja del mercado de criptomonedas hace casi tres años.

Las criptomonedas son monedas digitales encipatada que se ejecuta en una red descentralizada de computadoras en todo el mundo.

La diferencia con monedas ordinales es que estas no duplican su valor por mes, a menos que exista una crisis deflacionaria histórica.

Para definir e identificar burbujas es mas difícil de lo que parece.

Una burbuja financiera se refiere a un activo cuto precio excede dramáticamente su valor intrínseco. Determinar el precio y el valor es por medio de la co-creación de compradores y vendedores cuyas necesidades y actitudes cambian constantemente.

Cuando solo una empresa aumenta su valor constantemente no tiene sentido con una comparación entre ellas mismas, pero cuando una industria se convierte en una burbuja se vuelve difícil la comparación una de otra, ya que todo el sector es incomparable.

El fracaso de empresas puede ser por el aumento de tasas de interés y agotamiento de capital de riesgo.

El nacimiento de las criptomonedas lleva a una nula comparación perfecta para iluminar el valor "real" de algo como el bitcoin. Esto se asimila a la era de las puntocom donde no había una comparación de mercado por que era algo realmente nuevo, y como en los 90's llevo a una burbuja financiera, así como lo que sucedió en el 2017 con las criptomonedas.

Las burbujas explotan en el momento que los inversores comienzan a pensar que el alza es para siempre. Es decir, las burbujas explotan de codicia. La criptomoneda va rumbo a los US 10,000/BTC razón que ha hecho cuestionarse en qué momento vendrá una de las correcciones más importantes en su precio y cuál es el factor que hace que todo mundo deje de ver las inversiones tradicionales y voltee a ver a Bitcoin como una de las soluciones más vanguardistas en términos de intercambio monetario.

Bitcoin tiene los atributos para pensar que es una burbuja, sin embargo, su adopción es apenas la punta del iceberg y puede haber un gran número de subidas que le podrían

acontecer a esta criptodivisa antes de llegar a la cúspide

Bitcoin es como el oro, no recibirán dividendos sus inversionistas y no se tiene información financiera. Los inversores "basan su elección de mantener o no el activo sobre la base de los rendimientos reales pasados en lugar de sobre la base de los fundamentos del mercado. Esto lleva a una teoría llamada "Teoría del tonto mayor". Ven que el precio sube y asumen que pueden comprar más, retenerlo ..

Por eso puede ser que eclipsará el bitcoin en estas semanas y se cree que en enero podrá subir aún más si siguen sumergiendo sus pies en cripto 2021

Por eso nos hacemos la pregunta...

¿Esto terminara en lágrimas como en el 2017?

La respuesta es que es un colapso casi inevitable pero no será tan severo como la ultima vez. La historia de bitcoin se ha definido por una volatilidad constante pero decreciente. La subida de estos valores va a tener una caída como mínimo a los 8,000, no más abajo.

Las temporadas alcistas siempre nacen del pesimismo, crecen en el escepticismo, maduran en el optimismo y mueren en la euforia.

Esta es una gran diferencia en el 2020, las bases del mercado alcista actual son más solidad, los cimientos del Bitcoin son más firmes por ser propiedad de más personas.

## 1.2 Objetivos

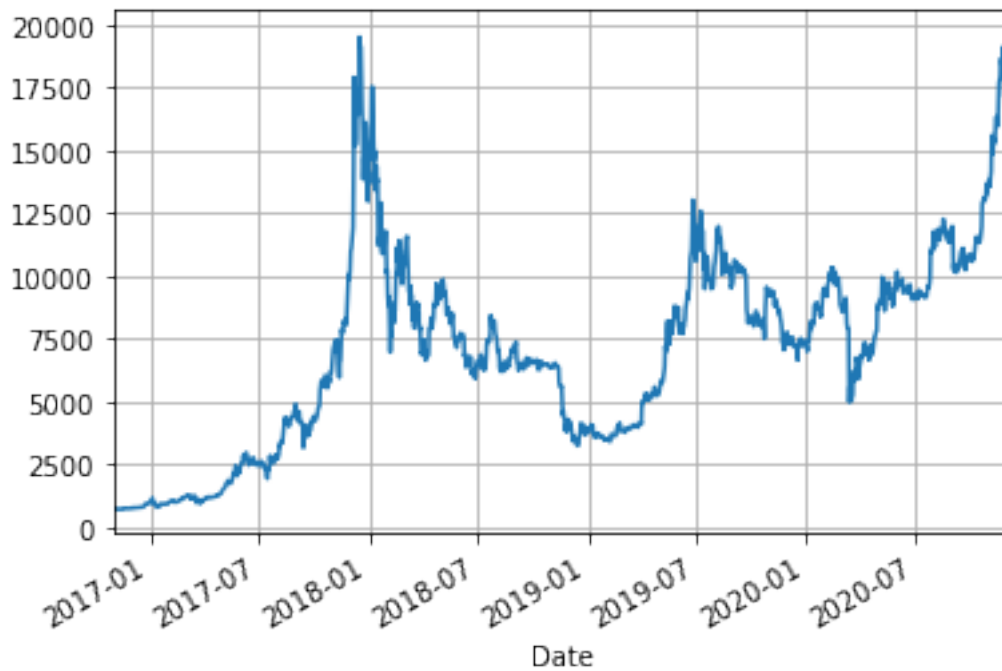
El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar cómo se comporta la propiedad de martingala de una componente de la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas acopladas y correlacionadas. Este sistema viene dado por el interés de los matemáticos financieros en identificar cuándo un proceso estocástico particular que modela un proceso de precio presenta un fenómeno conocido como una burbuja financiera

Objetivo General Mediante la aplicación de estos modelos, su trabajo tiene por objetivos identificar los factores que impulsan el valor de Bitcoin, probar si es posible anticiparse con éxito a cualquier crash en los valores de Bitcoin. Se parte de la hipótesis de que el valor del Bitcoin se debe principalmente a dos variables: el nivel de interés público en el tiempo y el nivel de confianza de los inversores en los mercados tradicionales

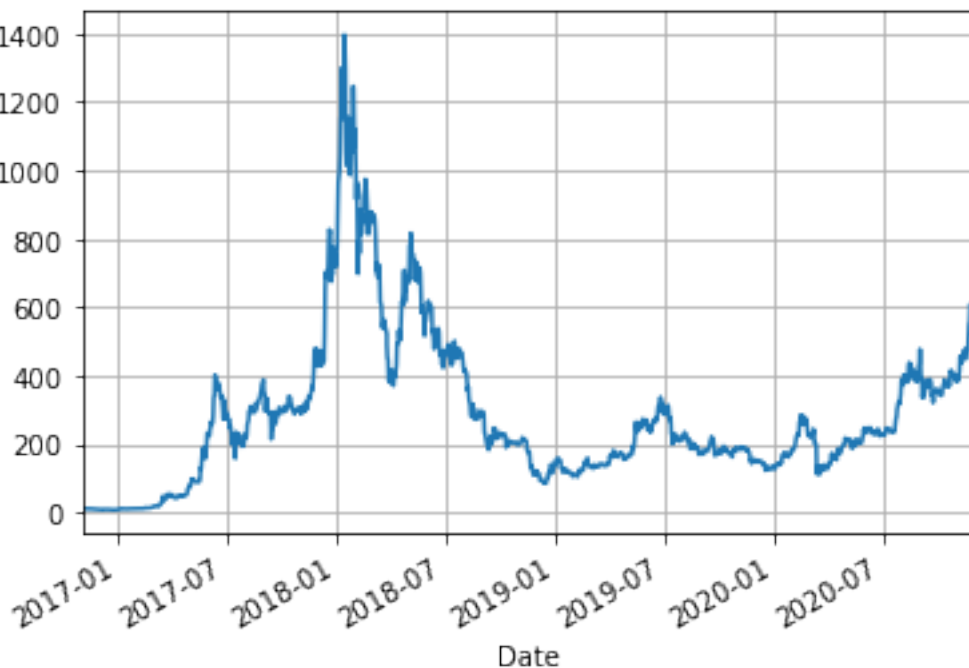
A principios de 2017, el precio de Bitcoin todavía fluctuaba alrededor de los 1000USD.

El precio del bitcoin se duplico cuatro veces en el 2017, A principios de enero, un bitcoin valía alrededor de 1000USD. En Mayo, alcanzo los 2000USD, en junio supero los 4000USD. Para el día de acción de gracias era de 8000USD y dos semanas después se duplicó a los 16000USD.

Esto pudiera ser algo muy normal para los precio de las empresas publicas que apenas están comenzando por que sus ganancias serian mayores, pero en comparación, el bitcoin no tiene ganancias ni es una empresa.



Línea del tiempo de los precios del Bitcoin desde 01 de noviembre del 2016 al 01 de diciembre del 2020



Línea del tiempo de los precios de ETH desde 01 de noviembre del 2016 al 01 de diciembre del 2020

Estas dos graficas se muestran los precios a lo largo del tiempo y se alcanza a notar el precio más alto en el 2017 que fue cuando se detecto la burbuja de las criptomonedas, pero se alcanza a ver en el 2020 Bitcoin ya rebaso el precio más alto desde el 2017.

Bitcoin se está acercando a niveles no vistos desde justo después del estallido de la burbuja del mercado de criptomonedas hace casi tres años.

Las criptomonedas son monedas digitales encipatada que se ejecuta en una red descentralizada de computadoras en todo el mundo.

La diferencia con monedas ordinales es que estas no duplican su valor por mes, a menos que exista una crisis deflacionaria histórica.

Para definir e identificar burbujas es mas difícil de lo que parece.

Una burbuja financiera se refiere a un activo cuyo precio excede dramáticamente su valor intrínseco. Determinar el precio y el valor es por medio de la co-creación de compradores y vendedores cuyas necesidades y actitudes cambian constantemente.

Cuando solo una empresa aumenta su valor constantemente no tiene sentido con una comparación entre ellas mismas, pero cuando una industria se convierte en una burbuja se vuelve difícil la comparación una de otra, ya que todo el sector es incomparable.

El fracaso de empresas puede ser por el aumento de tasas de interés y agotamiento de capital de riesgo.

El nacimiento de las criptomonedas lleva a una nula comparación perfecta para iluminar el valor "real" de algo como el bitcoin. Esto se asimila a la era de las puntocom donde no había una comparación de mercado por que era algo realmente nuevo, y como en los 90's llevo a una burbuja financiera, así como lo que sucedió en el 2017 con las criptomonedas.

Las burbujas explotan en el momento que los inversores comienzan a pensar que el alza es para siempre. Es decir, las burbujas explotan de codicia. La criptomoneda va rumbo a los US 10,000/BTC razón que ha hecho cuestionarse en qué momento vendrá una de las correcciones más importantes en su precio y cuál es el factor que hace que todo mundo deje de ver las inversiones tradicionales y voltee a ver a Bitcoin como una de las soluciones más vanguardistas en términos de intercambio monetario.

Bitcoin tiene los atributos para pensar que es una burbuja, sin embargo, su adopción es apenas la punta del iceberg y puede haber un gran número de subidas que le podrían acontecer a esta criptodivisa antes de llegar a la cúspide

Bitcoin es como el oro, no recibirán dividendos sus inversionistas y no se tiene información financiera. Los inversores "basan su elección de mantener o no el activo sobre la base de los rendimientos reales pasados en lugar de sobre la base de los fundamentos del mercado. Esto lleva a una teoría llamada "Teoría del tonto mayor". Ven que el precio sube y asumen que pueden comprar más, retenerlo ..

Por eso puede ser que eclipsará el bitcoin en estas semanas y se cree que en enero podrá subir aún más si siguen sumergiendo sus pies en cripto 2021

Por eso nos hacemos la pregunta...

¿Esto terminara en lágrimas como en el 2017?

La respuesta es que es un colapso casi inevitable pero no será tan severo como la ultima vez. La historia de bitcoin se ha definido por una volatilidad constante pero decreciente. La subida de estos valores va a tener una caída como mínimo a los 8,000, no más abajo.

Las temporadas alcistas siempre nacen del pesimismo, crecen en el escepticismo, maduran en el optimismo y mueren en la euforia.

Esta es una gran diferencia en el 2020, las bases del mercado alcista actual son más solidad, los cimientos del Bitcoin son más firmes por ser propiedad de mas personas.

## 2 Modelo Estocástico

### 2.1 Características

Fry Cheah (2016) establecen una relación entre física, estadística y finanzas matemáticas, con el objetivo de desarrollar una serie de modelos para estudiar burbujas financieras. Los modelos que proponen permiten una formulación estadística y probabilística de modelos econofísicos los cuales se encuentran altamente vinculados a los modelos financieros corrientes. Con la aplicación de estos modelos es posible monitorear la estabilidad de los sistemas financieros y las Burbujas especulativas en los mercados de Criptodivisas 8

consecuentes implicaciones políticas.

### 2.1.1 Tiempo

Los datos recoleccionados serán desde 01 de noviembre del 2010 hasta 01 de diciembre del 2020 de la acción BTC con una periodicidad diaria.

## 2.2 Supuestos

La estimación se construirá con base a dos supuestos:

Supuesto 1: La tasa intrínseca de retorno es asumida constante e igual a  $\mu$  (deriva).

$$\mu(t) = \mu + v h(t) \quad (1)$$

Supuesto 2: El nivel intrínseco de riesgo es asumido constante e igual a  $\sigma^2$  (volatilidad).

$$\sigma^2(t) = \sigma^2 - v^2 h(t) \quad (2)$$

### 2.2.1 Justificación de supuesto

## 3 Metodología

Siguiendo a Cheah y Fry (2015) se asume que el precio de Bitcoin  $P(t)$  describe un proceso estocástico:

$$P_t = P_1(t)(1 - k)j(t) \quad (3)$$

Donde  $P_1(t)$  satisface:

$$dP_1(t) = [\mu(t) + \sigma^2(t)/2]P_1 dt + \sigma(t)P_1(t)dW_t \quad (4)$$

Siendo  $W_t$  un proceso de Weiner y  $j(t)$  un proceso de salto que implica:

$$j(t) = \quad (5)$$

0 antes del crash; 1 después del crash

Así, cuando un crash ocurra,  $k\%$  es automáticamente eliminado del valor del activo. Antes del crash  $P(t) = P_1(t)$ , se define  $X_t = \log(P(t))$  que satisface:

$$dX_t = \mu(t)_t + \sigma(t)d_t - x dj(t) \quad (6)$$

Aquí, el estadístico de prueba  $v = \$ - \ln[(1 - k)] > 0$  esta como la burbuja impactará sobre los precios observados. Suponiendo que el crash aún no ha ocurrido para el tiempo  $t$  en este caso se tiene:

$$E[j(t + \Delta) - j(t)] = \Delta h(t) + o(\Delta), \quad (7)$$

$$Var[j(t + \Delta) - j(t)] = \Delta h(t) + o(\Delta), \quad (8)$$

Donde  $h(t)$  es la tasa de riesgo

La interacción entre riesgo y retorno guía el comportamiento de mercados financieros. Finalmente, la formación una burbuja especulativa se determina contrastando un parámetro llamado  $v$ —propio de la modelación estocástica—, el cual mide el riesgo de un crash —caída abrupta del precio—.

$H_0 : v = 0$  No hay una burbuja especulativa en formación

$H_0 > v = 0$  Existe una burbuja especulativa en formación

Si  $v = 0$  el precio fundamental es:

$$P_f(t) : E(Pt)) = P(0)e^{\mu t} \quad (9)$$

Donde  $\mu = \mu + \sigma^2/2$

Para estimar el estadístico  $v$  se usa la metodología conocida como \*\*Ley de Potencias Log-Periódica LPLL\*\* (Johansen, Ledoit, Sornette, 2008).

La LPLL estima unos parámetros que se relacionan con el proceso estocástico, según el siguiente sistema de ecuaciones no lineal:

$$\begin{aligned} C &= -ka\beta/\sqrt{\beta^2 + \omega^2} \text{ Equivalencia para } C \\ \beta &= 1 - \alpha \text{ equivalencia para } \\ \beta &= -k\alpha/\beta \text{ Relacion con el porcentaje de caída } \kappa \\ \mu(t) &= \kappa h(t) \text{ Equivalencia para } \mu(t) \\ h(t) &\approx' (t_c - t) - \alpha \text{ Relación con tasa de riesgo } h(t) \\ \text{Ecuación LPLL:} \end{aligned}$$

$$y_t = +(t_c - t)^\beta + C(t_c - t)[\omega \log(t_c - t) + \Phi] \quad (10)$$

Donde:  $> 0$ : Valor que tomaría  $t_t$  la burbuja durara hasta el momento crítico  $t_c$ .

$< 0$  : Tasa de decrecimiento en  $y_t$  por unidad de tiempo antes del crash.  $C$  : Magnitud de las fluctuaciones de la componente trigonométrica.

$t_c > 0$ : Es el momento crítico (ex ante el crash).

$t > t_c$ : Es cualquier momento, dentro de la burbuja, que preceda a  $t_c$

$\beta$ : Exponente de la Ley de Potencias

$\omega$  : Frecuencia de las fluctuaciones durante la burbuja.

$\Phi \in [0, 2\phi]$  : Parámetro de desfase

Hay siete parámetros a ser estimados, cuatro lineales ( $, , , t_c$ ) y tres es no lineales ( $\beta, \omega, \Phi$ )

Los valores escogidos deben ser aquellos que minimicen el error cuadrático (SE) entre los precios de Bitcoin o Ethereum y los precios del modelo LPPL, para cada día de la burbuja.

$$SE = \sum (y_t - y^t)^2 \text{ desde } t = t_1 \text{ hasta } t_n$$

$$SE = \sum (y_t - -(t_c - t)^\beta \cos(\omega \log(t_c - t) + \Phi))^2 \text{ desde } t = t_1 \text{ hasta } t_n$$

Martingalas

Recordemos que una secuencia  $X_n$  de variables aleatorias con valores en un espacio finito  $\mathbb{I}$  es una martingala cuando  $E(X_{n+1}|X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = x_n$ , siendo  $x_i$  se denomina estado del sistema en el instante  $i$ . Se dice que es una supermartingala cuando  $E(X_{n+1}|X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) \leq x_n$  y una submartingala cuando  $E(X_{n+1}|X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) \geq x_n$ . En esta práctica, vamos a considerar dos ejemplos de martingalas y vamos a usar simulación para estimar dos probabilidades asociadas a estos procesos

Se considerará un modelo de los precios del Bitcoin, que a su vez generalizará el problema de la ruina del jugador.

Los precios del Bitcoin  $X_n$  siendo  $X_{nn}$  una colección de variables independientes e idénticamente distribuidas, y unos ingresos constantes que normalizaremos a 1. Si su precio inicial es de  $x$ , entonces su precio final el cual se va a dar el estallido de la burbuja, será

$$M_n = x + n - \sum (X_i) \text{ desde } i = 1 \text{ hasta } n$$

De esta forma, se produce la ruina cuando en algún momento superamos el precio más alto esperado, esto es, cuando  $M_n < 0$  para algún  $n$ . Sea  $\mu = E(X_i)$  (recordemos que al ser idénticamente distribuidas no depende de  $i$ ).

Se cumple entonces que  $M_{nn}$  es: \* Una martingala cuando  $\mu = 1$  \* Una supermartingala cuando  $\mu > 1$  \* Una submartingala cuando  $\mu < 1$ .

Vamos a estimar la probabilidad de ruina en un periodo de  $n$  días. Para ello, supondremos que  $X_n$  es una variable aleatoria discreta con valores en  $0, 1, \dots, k$  con respectivas



probabilidades  $p_0, \dots, p_k$ . 1. Se creará una función que determine la secuencia de los precios acumulados durante este período (2010 - 2020)

Así, para determinar si se produce la quiebra deberíamos comprobar si alguna de estas ganancias acumuladas es menor que 0, y para estimar la probabilidad de que esto suceda repetimos el proceso con un gran número de repeticiones

Así, si por ejemplo  $X_n$  tomase los valores 0, 1, 2 con probabilidades respectivas 0,3, 0,5, 0,2, la estimación de la probabilidad de quiebra si disponemos de un precio inicial de 1000

Se comprobará mediante simulación el resultado que hemos visto en teoría conocido como la ecuación de Wald.

Consideremos un camino aleatorio  $S_n = S_0 + X_1 + \dots + X_n$

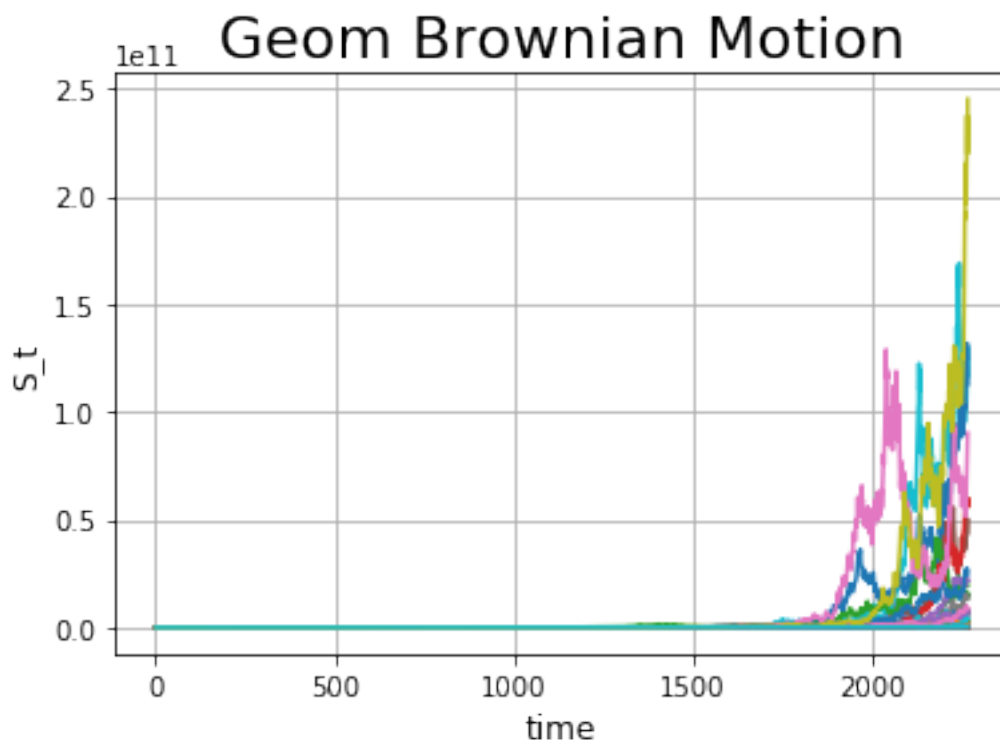
donde las variables  $X_n$  son independientes e idénticamente distribuidas con esperanza  $< +$ . Si definimos  $M_n = S_n/n$  para todo  $n$ , entonces  $M_n$  constituye una martingala con respecto a  $X_n$  (nótese que el ejemplo de la sección anterior es un caso particular de este modelo). Sea  $T$  un tiempo de parada con esperanza finita. Entonces, la ecuación de Wald nos dice que  $E(S_T S_0) = E(T)$

De acuerdo con esto, si consideramos un juego en el que ganamos 1 con probabilidad  $p$  y perdemos 1 con probabilidad  $1-p > p$  y comenzamos con  $x$  precio, el tiempo medio hasta que lo perdemos todo sería  $x/(1-2p)$ . Para comprobarlo, creamos una función dependiente de  $x$  y  $p$  que nos estime dicha probabilidad

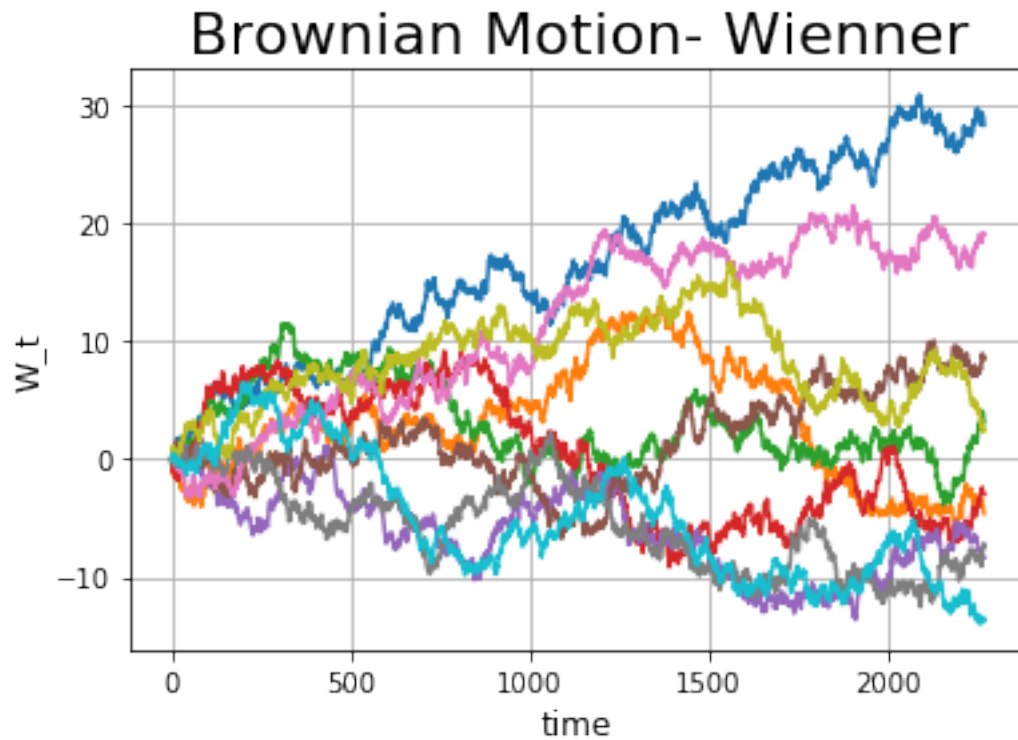
### 3.1 Uso de Datos

Los datos a recopilar serán los precios del Bitcoin desde 01 noviembre del 2010 hasta el 01 de diciembre del 2020, diario (Ticker: BTC-USD)[10]

## 4 Resultados y Discusión



Aquí se representa la simulación de 150 días mediante el movimiento browniano.



Aquí se muestra una versión vectorizada que grafica 10 trayectorias del proceso de wiener

## 5 Conclusiones

Los resultados indican que los precios del Bitcoin son propensos a burbujas especulativas. Los resultados implican preocupaciones sobre la viabilidad a mediano plazo de Bitcoin: es posible que se genere un supercrash en marzo de 2021 que devalúe significativamente el precio de Bitcoin.

## 6 Bibliografías

[1]<https://mx.investing.com/crypto/bitcoin> [2][https://medium.com/@luis\\_garinian/bitcoin-frenzy-una-burbuja-especulativa-o-una-verdadera-oportunidad-de-inversi](https://medium.com/@luis_garinian/bitcoin-frenzy-una-burbuja-especulativa-o-una-verdadera-oportunidad-de-inversi) [3]<https://medium.com/@h.ansel/this-crypto-market-is-a-bubble-52921ae7b6c5> [4]<https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13315/JuanSebastianBetancurVelezMariaCamilaGomez> [5]<https://es.cointelegraph.com/news/the-burst-of-the-bitcoin-bubble-an-autopsy> [6]<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5905883/> [10]<https://es.investing.com/crypto/bitcoin> [11]<https://mx.investing.com/crypto/ethereum/eth-usd>