

# **“VOLATILIDAD INTRADIA EN LOS PRECIOS DE LA ENERGIA ELECTRICA EN EL MERCADO COLOMBIANO”**

**Sandra Isabel Carrero**

**Luisa Fernanda Vergel**

**Universidad Autónoma de Bucaramanga**

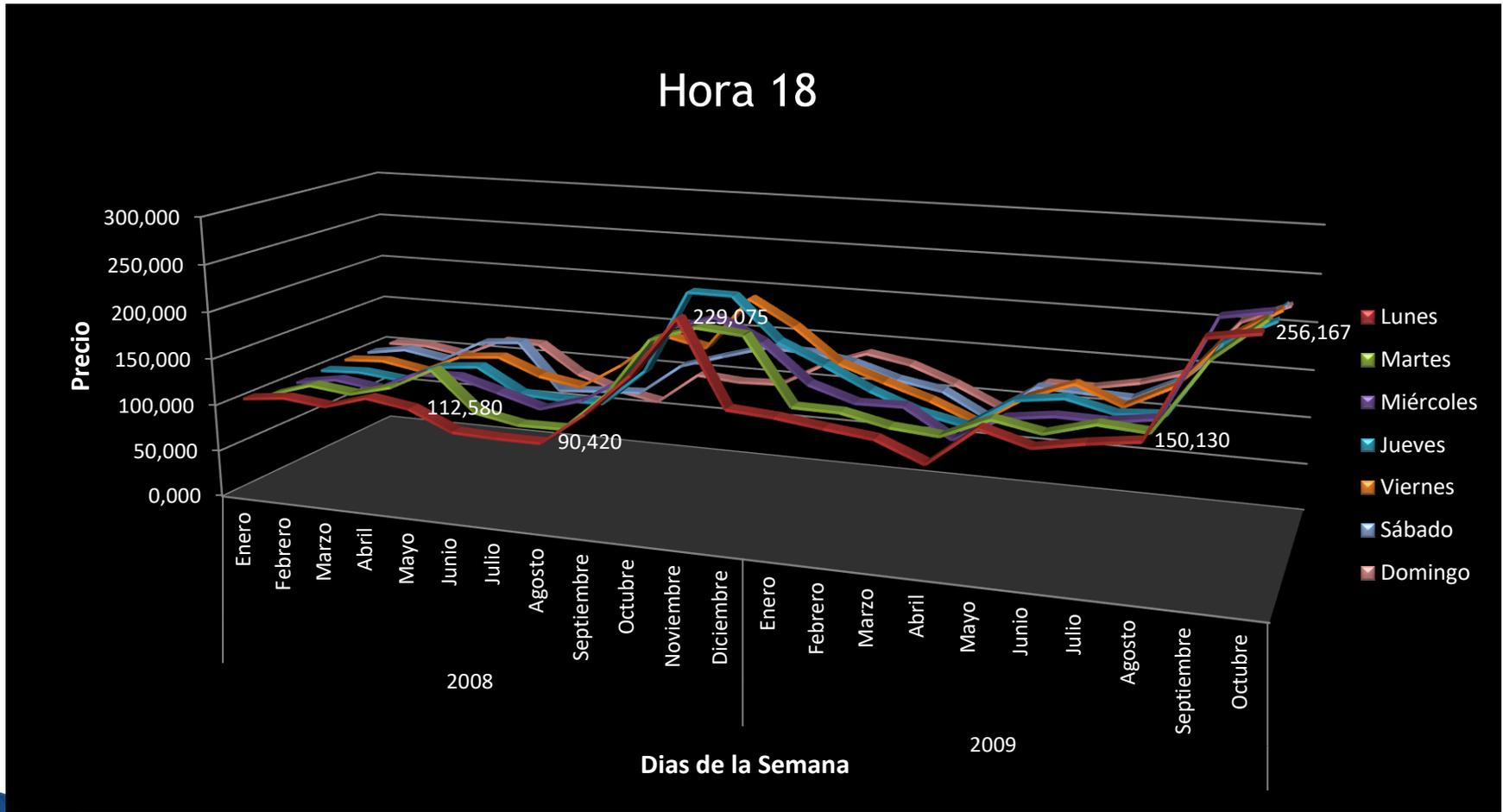
# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ▶ En Colombia actualmente se están celebrando contratos bilaterales a largo plazo, lo que teóricamente se conoce como un Forward, los cuales son hechos a la medida, tienen altas probabilidades de incumplimiento, y el precio se acuerda entre las partes.
- ▶ Pero garantizar la integridad de dichos contratos no es nada fácil, debido a la alta volatilidad en el precio. Muestra de ello son los abruptos y no previstos cambios extremos en el precio spot, hecho que implica un alto riesgo para los agentes ya que un periodo de solo unas horas, el mercado puede tomar un precio inesperado para retornar nuevamente a niveles promedio.

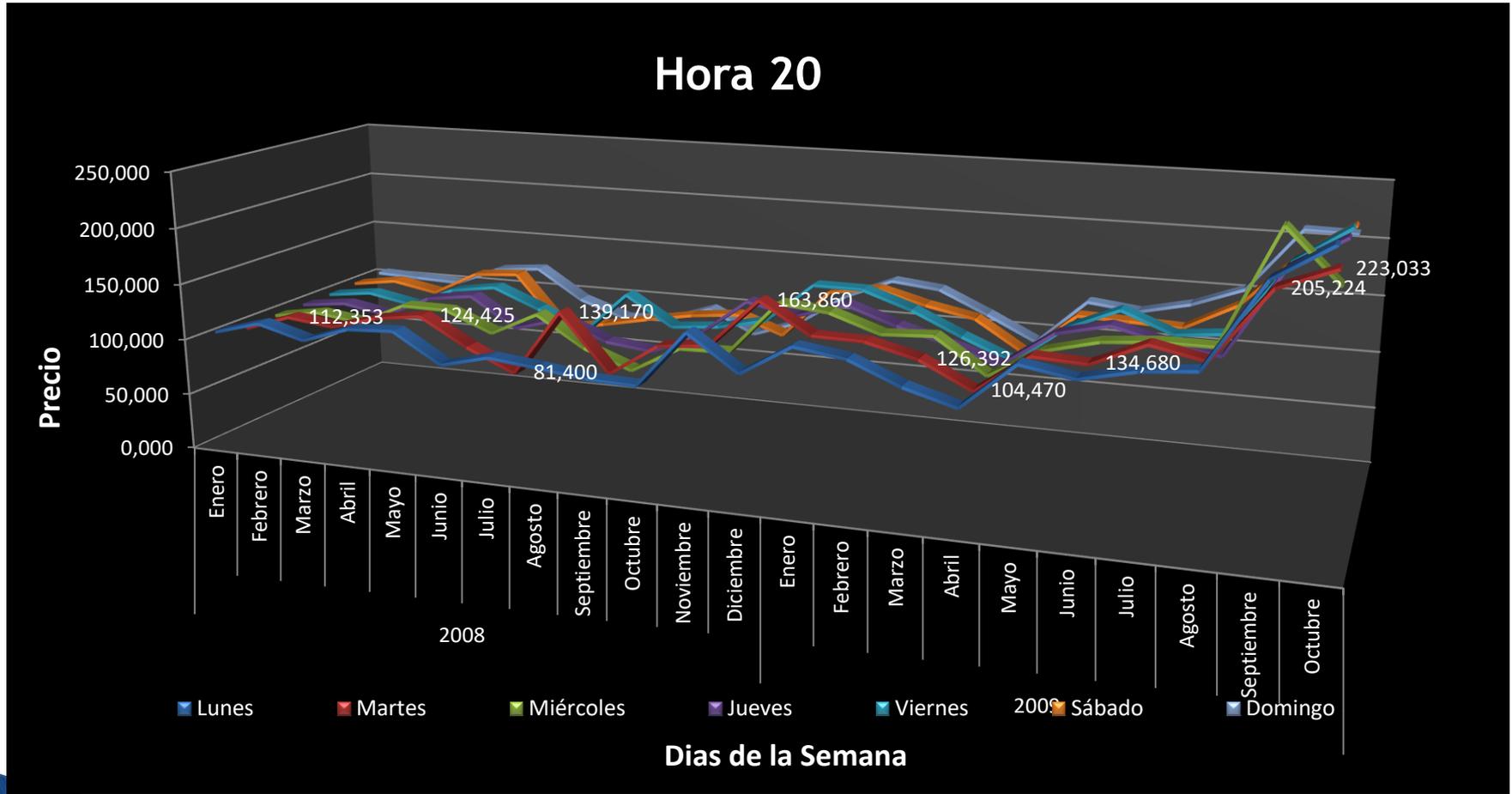
# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ▶ Los precios de la energía eléctrica presentan tres franjas significativas:
  - ▶ Franja 1: 6:00 am a 6:00 pm
  - ▶ **Franja 2: 6:00 pm a 10:00 pm**
  - ▶ Franja 3: 10:00 pm a 6:00 am
- ▶ Básicamente la franja que presenta un mayor aumento en el precio, es la franja 2, ya que durante este periodo el consumo de energía es muy alto.

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ▶ Estudiar la volatilidad del precio de la energía, se convierte en una tarea necesaria, que facilitaría a los agentes del mercado mayorista de energía actuar en posiciones bursátiles más acertadas, mitigando el riesgo en el precio, e inyectándole confiabilidad al mercado a la hora de valorar instrumentos derivados energéticos y en administración del riesgo.

# MODELOS DE VOLATILIDAD

- ▶ En el presente estudio, se realizara un análisis estadístico (volatilidad histórica y dinámica) y econométrico (volatilidad ARCH y GARCH) a los precios, tomados por las horas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, durante el período de tiempo comprendido entre 01/01/2008, hasta 30/09/2009.

# MODELOS DE VOLATILIDAD

## METODOLOGIAS UTILIZADAS:

1. VOLATILIDAD HISTORICA
  2. VOLATILIDAD DINAMICA
  3. VOLATILIDAD ARCH-GARCH
- 

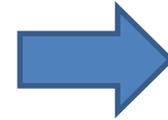
# MODELOS DE VOLATILIDAD

## 1. VOLATILIDAD HISTORICA:

- ▶ La volatilidad histórica es la volatilidad del precio de un activo calculado a partir de datos históricos; y es utilizada en algunos casos como un benchmarking para comparar la capacidad de predicción de modelos más complejos

# MODELOS DE VOLATILIDAD

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i)^2}{n}}$$



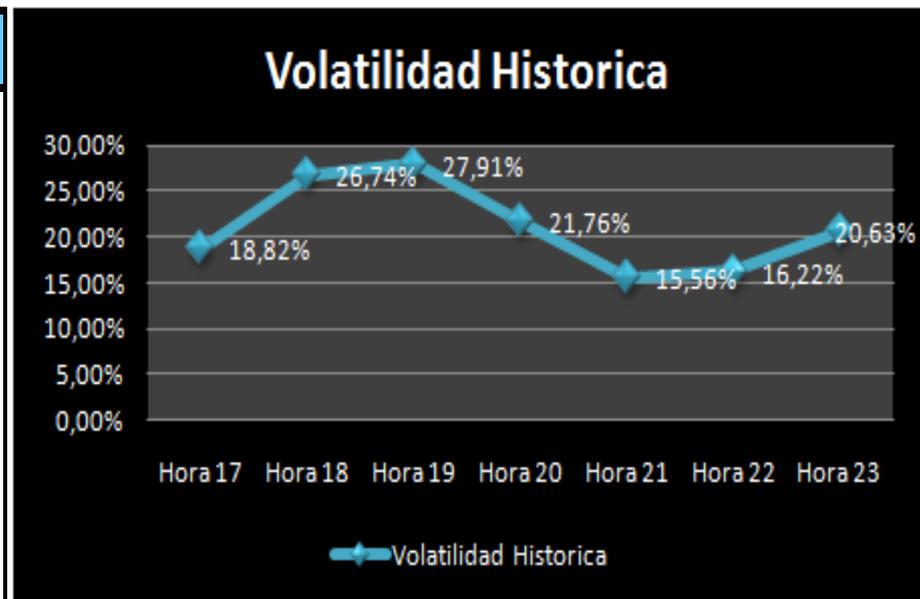
Donde:

- ▶  $\sigma$  = desviación estándar.
- ▶  $\eta$  = rendimientos.
- ▶  $n$  = número de observaciones.

# MODELOS DE VOLATILIDAD

## ▶ RESULTADOS OBTENIDOS VOLATILIDAD HISTORICA:

Hora	Volatilidad Historica
Hora 17	18,8223%
Hora 18	26,7441%
Hora 19	27,9061%
Hora 20	21,7580%
Hora 21	15,5579%
Hora 22	16,2181%
Hora 23	20,6318%



# MODELOS DE VOLATILIDAD

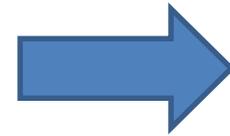
## 2. VOLATILIDAD DINAMICA:

Esta metodología consiste en asignarle un mayor valor a las observaciones más recientes que a las más alejadas del tiempo, En esta clase de modelo, se pueden obtener resultados más precisos en las estimaciones en épocas de alta volatilidad, ya que esta captura con rapidez las fuertes variaciones en los precios de los activos, siendo esta una ventaja comparada con la volatilidad Histórica.

# MODELOS DE VOLATILIDAD

- ▶ Este modelo define la varianza condicional en  $n$  para  $n+1$  a través de:

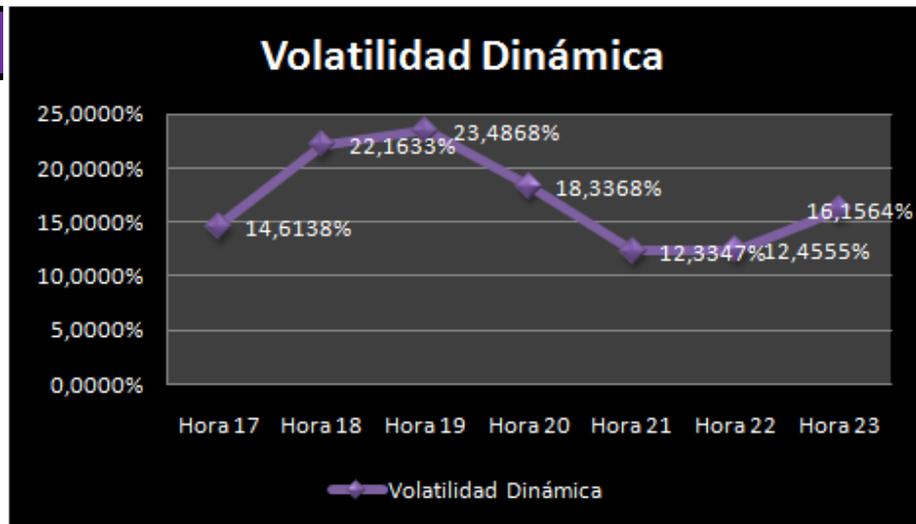
$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \sum \lambda^{i-1} r_i^2}$$



# MODELOS DE VOLATILIDAD

## ▶ RESULTADOS OBTENIDOS VOLATILIDAD DINAMICA

Hora	Volatilidad Dinámica
Hora 17	14,6138%
Hora 18	22,1633%
Hora 19	23,4868%
Hora 20	18,3368%
Hora 21	12,3347%
Hora 22	12,4555%
Hora 23	16,1564%



# MODELOS DE VOLATILIDAD

## 3. VOLATILIDAD ARCH-GARCH:

Para el análisis econométrico de la serie de precios intradia de la energía eléctrica, se aplicara los conceptos de los modelos AR, MA, ARIMA, ARCH-GARCH.

Box y Jenkins diseñaron una metodología para la modelización de series de tiempo univariantes, en las cuales, se intenta explicar una variable a partir del comportamiento pasado de la misma, y de los posibles errores pasados cometidos.

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ Una **serie de tiempo**, es una sucesión de valores en el tiempo, donde la serie de tiempo está definida por  $Y_t$ , el subíndice  $t$  indica el tiempo medido en horas, días, meses, años, etc.
- ▶ En este caso, se analizaron siete (7) horas de las 24 horas que componen un día, siendo así, las horas 17,18,19,20,21,22 y 23, objeto de análisis, las cuales, dan lugar a siete series de tiempo, donde denomina **PRECIO** intra-día (hora-día) para los valores comprendidos entre 01/01/2008 – 30/09/2009.

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

Serie de tiempo	Hora	Núm. observaciones
1	17	639
2	18	639
3	19	639
4	20	639
5	21	639
6	22	639
7	23	639

XM Compañía de Expertos en Mercado. Fuente: Elaboración Propia

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ Si se desea predecir, es importante que la serie muestre un comportamiento estacionario, es decir, un patrón, esto se observa cuando la media, la varianza y la covarianza permanecen constantes en los diferentes periodos de tiempo, sin importar el período en el que se les mida

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ Freddy Pérez dice: “Un proceso estocástico es estacionaria si satisface las siguientes 3 condiciones:

- (1)  $E(\gamma_\tau) = \mu_\tau$ , para todo  $\tau$ , es decir, la media del proceso  $\gamma_\tau$ , es constante.
- (2)  $Var(\gamma_\tau) = E(\gamma_\tau - \mu)^2 = \sigma^2$ , para todo  $\tau$ , la variabilidad del proceso es constante y finita.
- (3)  $Cov(\gamma_\tau - \gamma_{\tau-k})$ , la covarianza entre  $\gamma_\tau$  y  $\gamma_{\tau-k}$  solo depende de la distancia que hay entre  $\tau$  y  $(\tau - k)$ .

- ▶ Si no se cumple con una de las tres condiciones se dice que el proceso NO ES ESTACIONARIO”.

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

## ▶ PRUEBAS ESTACIONARIEDAD:

1. PRUEBA GRAFICA 
2. PRUEBA ESTADISTICA 
3. PRUEBA DICKEY FULLER 

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ **TRANSFORMACION DE LA SERIE ORIGINAL EN UNA SERIE ESTACIONARIA:**
- ▶ Según lo dicho por Gujarati “Si una serie de tiempo tiene raíz unitaria, las primeras diferencias de esta son estacionarias, en consecuencia la solución aquí, es tener las primeras diferencias de la serie de tiempo”.

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ Es decir, para calcular las primeras diferencias de una serie se debe realizar lo siguiente:

$$Z_t = (Y_t - Y_{t-1})$$

- ▶ De esta forma, si  $Z_t$  mostraba una tendencia lineal, ya no la mostrara, en tal caso, se puede decir que  $Y_t$  es una serie temporal de primer orden, lo que se denota como  $I(1)$ , donde 1 es el número de veces que ha sido necesario diferenciar la serie.

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

## ▶ PRUEBAS ESTACIONARIEDAD:

1. PRUEBA GRAFICA 
2. PRUEBA ESTADISTICA 
3. PRUEBA DICKEY FULLER 

# METODOLOGIA SERIES DE TIEMPO

- ▶ Una vez transformada la serie en diferencias estacionarias, la serie de tiempo horaria de los precios de la Energía puede ser modelada, utilizando modelos Auto-Regresivos integrados con medias móviles, es decir, este proceso puede ser descrito mediante un proceso ARIMA  $(p,d,q)$ , donde  $p$  es el número de términos Auto regresivos,  $d$  el número de veces que la serie debe ser diferenciada y  $q$  es el termino de media móvil.

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 \alpha_{t-1} + \phi_3 \alpha_{t-2} + \dots + \phi_p \alpha_{t-p}$$

# IDENTIFICACIÓN DEL MODELO ARIMA

## ► MODELO ARIMA:

HORA	AR(p)	I(d)	MA(q)	ECUACION
17	AR(1)	I(1)	MA(7)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 \alpha_{t-7}$
18	AR(1)	I(1)	MA(1)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 \alpha_{t-1}$
19	AR(1)	I(1)	MA(1)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 \alpha_{t-1}$
20	AR(2)	I(1)	MA(3)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-2} + \phi_1 \alpha_{t-3}$
21	AR(1)	I(1)	MA(2)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 \alpha_{t-2}$
22	AR(11)	I(1)	MA(11)	$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-11} + \phi_1 \alpha_{t-11}$
23	AR(0)	I(1)	MA(1)	$Y_t = \mu + \alpha_t + \phi_1 \alpha_{t-1}$

# VOLATILIDAD ARCH-GARCH

- VOLATILIDAD ARCH-GARCH

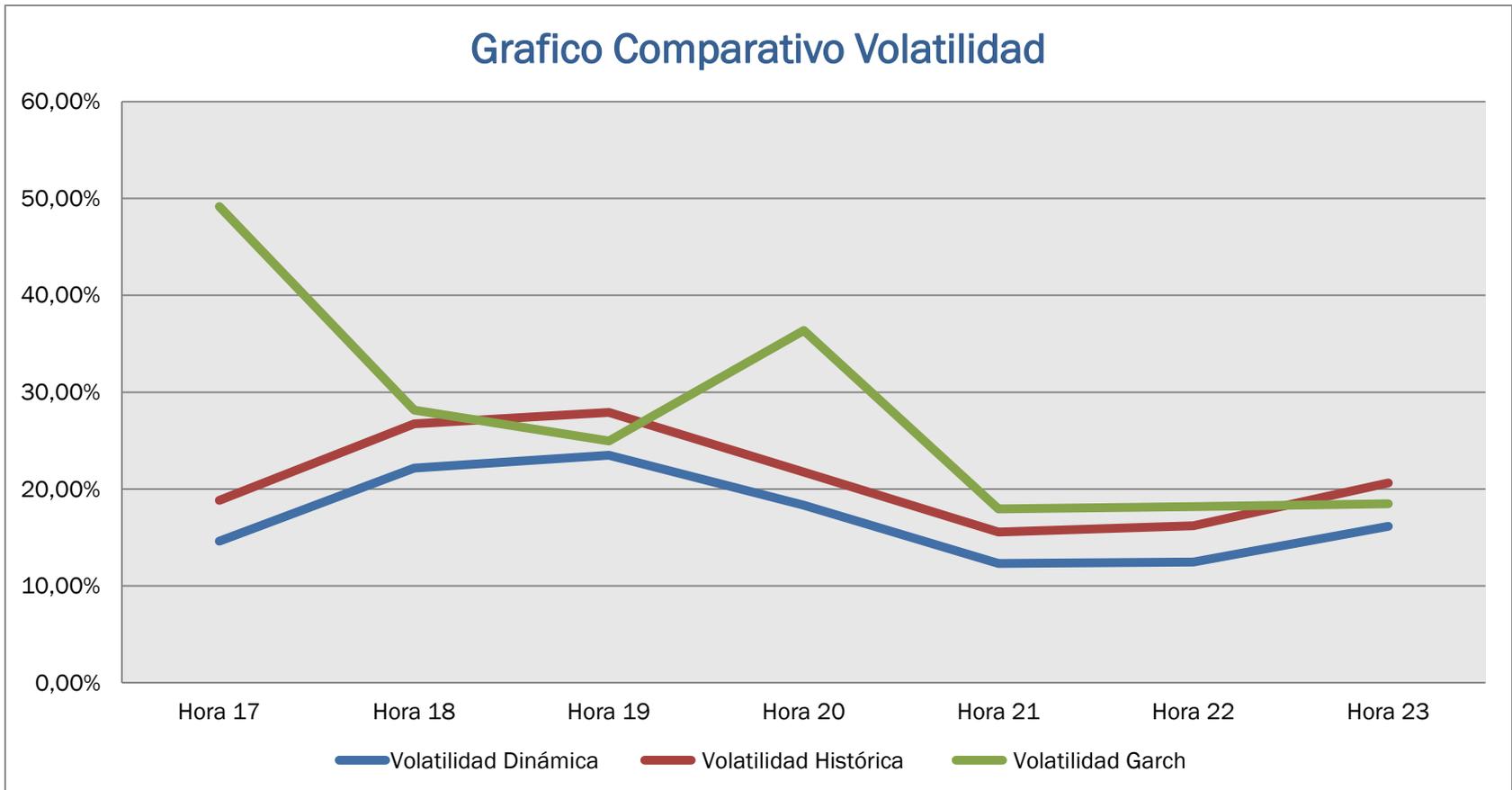
	Volatilidad Garch
Hora 17	49,15%
Hora 18	28,14%
Hora 19	24,93%
Hora 20	36,36%
Hora 21	17,95%
Hora 22	18,18%
Hora 23	18,49%

# ANALISIS COMPARATIVO

## ▶ COMPARACION TRES METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA EL CALCULO DE LA VOLATILIDAD

	Volatilidad Dinámica	Volatilidad Histórica	Volatilidad Garch
Hora 17	14,61%	18,82%	49,15%
Hora 18	22,16%	26,74%	28,14%
Hora 19	23,49%	27,91%	24,93%
Hora 20	18,34%	21,76%	36,36%
Hora 21	12,33%	15,56%	17,95%
Hora 22	12,46%	16,22%	18,18%
Hora 23	16,16%	20,63%	18,49%

# ANALISIS COMPARATIVO



# CONCLUSIONES

1. El presente trabajo permitió la caracterización de el mercado energético colombiano como un mercado con presencia de: i). Volatilidad intradia superior al 20%, ii). Agrupación de volatilidades, iii). Ocurrencia de eventos extremos, en los que el precio de la energía eléctrica alcanza un valor máximo de \$ 438.34 para el día 10 de Noviembre de 2008 y un valor mínimo de \$ 29.2 para el día 26 de Mayo de 2008 y iiiii). Reversión a la media.

# CONCLUSIONES

2. La utilización de la metodología ARCH-GARCH, para la modelación de la volatilidad en los precios intradia de la energía eléctrica, para el caso colombiano, arrojo como resultado la presencia de altas volatilidades intradia en el mercado energético, las cuales, podrían estar explicadas por el comportamiento pasado del precio y por la volatilidad pasada del mismo. Siendo así, de valiosa importancia el pasado de la variable en el comportamiento pasado y futura de la misma.

# CONCLUSIONES

3. La evidencia internacional muestra que la energía eléctrica, es uno de los commodities con mayor presencia de volatilidad, siendo esta superior al 45%, como es el caso de California y menos del 20% para otros commodities, por lo tanto, Colombia, no es ajena a este comportamiento, en razón a que los resultados obtenidos la volatilidad (ARCH-GARCH) mínima fue de 17.95%, para la Hora21 y la máxima, fue la presentada por la Hora17 de 49.15%.