



Universidad de  
**La Sabana**

MERCADO DE CAPITAL

---

PROYECTO FINAL

---

*Measuring fund performance*  
*Fama-French 3F model*  
*CAPM*

---

Manuel Corredor, Miguel Malagon

Docente: Alvaro Enrique Pedraza

Chía, Mayo 30 de 2022

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Measuring fund performance</b>	<b>3</b>
2.1	Sharpe Ratio: . . . . .	5
2.2	Fama-French 3F model . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Time varying beta</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Performance of Colombian Pension Funds.</b>	<b>9</b>
4.1	Estimación de CAPM Mix . . . . .	10
4.2	Macro-factor model: . . . . .	12

# 1 Introducción

La teoría de valoración de activos ha tenido diferentes postulados que le han permitido a los inversionistas sustentar sus inversiones a partir de análisis que les permitan tomar la mejor decisión. En este documento buscamos analizar dos modelos importantes tales como el modelo de CAPM y Fama & French aplicados en la sustentación de los rendimientos de los fondos de inversiones estadounidenses, así como los fondos de pensiones colombianos, en cada una de las secciones se presentan una serie de análisis enfocados en determinar que factores afectan los rendimientos de dichos fondos.

## 2 Measuring fund performance

### Librerías requeridas

Nota: Si una librería no le carga, proceda a instalarla mediante el comando *install.packages*.

```
library(quantmod)
library(readxl)
library(dygraphs)
library(PerformanceAnalytics) #for sharpe
library(datasets)
library(tidyverse) #for sort
library(ggplot2)
library(ggthemes)
library(kableExtra)
```

### Importar Datos

```
nombre_fondos <- read_excel("Fondos.xlsx") #nombre_fondos
tickers <- nombre_fondos$Symbol
nombre_fondos
```

```
## # A tibble: 20 x 4
##   Symbol NAME                                     'Mkt Cap' 'Invest Style'
##   <chr> <chr>                                     <chr>      <chr>
## 1 VSMPX Vanguard Stock Market Index Fund Institution~ Blend      Large
## 2 VFIAX Vanguard 500 Index Fund                      Blend      Large
## 3 DODGX Dodge & Cox Funds - Dodge & Cox Stock Fund    Value      Large
## 4 SWPPX Schwab Capital Trust - Schwab S&P 500 Index ~ Blend      Large
## 5 RLBGX American Funds American Balanced Fund Class ~ Blend      Large
## 6 FSGEX Fidelity Salem Street Trust - Series Global ~ Blend      Large
## 7 VGHAX Vanguard Health Care Fund Admiral Shares      Blend      Large
## 8 FPCIX Strategic Advisers Core Income Fund            Value      Mid
## 9 FTBFX Fidelity Total Bond Fund                      Value      Small
## 10 BBCPX Bridge Builder Core Plus Bond Fund           Value      Small
## 11 PTTRX PIMCO Total Return Fund Institutional Class   Value      Small
## 12 FKINX Franklin Income Fund Class A1                Value      Large
## 13 CAIBX American Funds Capital Income Builder Class A Value      Large
## 14 ABALX American Funds American Balanced Fund Class A Blend      Large
## 15 AGTHX American Funds The Growth Fund of America Cl~ Growth      Large
## 16 GFFFX American Funds The Growth Fund of America      Growth      Large
## 17 AMECX American Funds The Income Fund of America Cl~ Value      Large
## 18 TRBCX T. Rowe Price Blue Chip Growth Fund           Growth      Large
## 19 PIMIX PIMCO Income Fund Institutional Class         Value      Mid
## 20 FBKWX Fidelity Advisor Total Bond Fund Class Z        Value      Small
```

Importacion de datos de Yahoo Finance de los respectivos fondos enunciados anteriormente

```
Prices <- c()
for (activos in tickers){
  Prices <- cbind(Prices,getSymbols.yahoo(
    Symbols =activos,index.class = 'Date',from ="2017-05-01",
    to="2022-03-02",periodicity = "monthly",auto.assign = FALSE)[,6])
}
colnames(Prices)<-tickers
```

Una vez tenemos nuestros precios vamos a calcular las rentabilidades de cada uno de los fondos, para conocer posteriormente el top 5 de los fondos con mayores rentabilidades.

```
Rentabilidad <- c()
n <- ncol(Prices)
for (i in 1:n){
  Rentabilidad <- cbind(Rentabilidad,monthlyReturn(Prices[,i],leading = FALSE))[-1,]
}
colnames(Rentabilidad)<-tickers
```

Teniendo las Rentabilidades mensuales de los fondos, calculamos la media para cada uno de ellos. Donde posteriormente elegimos el top 5 con mayor rentabilidad

```
media<-data.frame(sort(round(colMeans(Rentabilidad),4),decreasing = TRUE))
colnames(media)<- "Media"
head(media,5)
```

```
##          Media
## GFFFX 0.0146
## AGTHX 0.0144
## TRBCX 0.0144
## SWPPX 0.0136
## VFIAX 0.0135
```

Conociendo los fondos con mas rentabilidades, analizamos a que Market Cap y investment style pertencen.

```
nombre_fondos[c(16,15,18,4,2),c("Symbol","Mkt Cap","Invest Style")]
```

```
## # A tibble: 5 x 3
##   Symbol 'Mkt Cap' 'Invest Style'
##   <chr>   <chr>    <chr>
## 1 GFFFX   Growth    Large
```

```
## 2 AGTHX Growth Large
## 3 TRBCX Growth Large
## 4 SWPPX Blend Large
## 5 VFIAX Blend Large
```

Si hacemos una análisis a partir del cuadro de medias y el tipo de empresas que tiene el fondo podemos ver por “Investment Style” que los 5 fondos con mayores rentabilidades son de tipo “Large” es decir que en su portafolio tienen empresas grandes, en el caso de “Market Cap” para los fondos GFFX, AGTHX, TRBCX son de tipo “Growth” es decir que en su composición de portafolio las empresas tienen pocos activos en libros relativo al valor de mercado, en el caso de los fondos SWPPX, VFIAX, el “Market Cap” es de tipo “Blend” es decir que las empresas de estos fondos están en medio de Value – Growth. En los apartados del modelo de Fame y French revisaremos si los coeficientes de la regresión de estos fondos en verdad muestran la relación explicada anteriormente.

**¿Cuáles son las limitaciones/problemas de clasificar el rendimiento utilizando rendimientos sin procesar?**

- Calcular la media de las rentabilidades de manera aritmética puede estar sesgada, debido a que pueden haber datos que jalen la muestra ya sea hacia arriba (Datos muy altos) o hacia abajo (Datos muy bajos), dificultando tomar una decisión de manera más objetiva a partir de las rentabilidades. En los apartados siguientes mostraremos otras maneras de analizar las rentabilidades.

## 2.1 Sharpe Ratio:

- Calcule el Sharpe Ratio (SR) de cada fondo.

$$\frac{(R_a - R_f)}{\sigma}$$

- Clasificar los fondos por (SR). ¿Cuáles son los 5 primeros? ¿Son estos los mismos que la pregunta anterior? Explicar

```
sharpe_ratio <- round(
  SharpeRatio(Rentabilidad, Rf = 0.0016761), 4
)
Filtro <- cbind(sort(sharpe_ratio[1,1:20],decreasing = TRUE))
print(Filtro[1:5,1])
```

```
## VFIAX SWPPX TRBCX VSMPX RLBGX
## 0.2488 0.2475 0.2350 0.2347 0.1994
```

Una vez tenemos el Sharpe Ratio calculado, realizamos la comparación con la tabla de medias y notamos que en esta oportunidad los activos reportados al momento de calcular el Sharpe son diferentes

**¿Cuáles son las limitaciones de usar SR para clasificar el rendimiento de los fondos?**

- Como notamos anteriormente en la formula empleada para calcular el Sharpe Ratio, empleamos el activo libre de riesgo y la desviación estándar, se sabe que al maximizar el SR podemos obtener un portafolio optimo, dentro de la frontera eficiente, tal como lo propone Markowitz. Pero contrario a este modelo se habla de que dicho portafolio no es tan exacto como la teoría lo muestra, dado que puede tener varias falencias tales como sobreestimar la tasa libre de riesgo y no llegar a tener en cuenta otros factores que pueden estar empleando los inversionistas para crear sus portafolio.

## 2.2 Fama-French 3F model

Utilice los 3 factores de Fama-French para estimar la siguiente ecuación para cada fondo:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta * RMRF_t + b_i * SMB_t + h_i * HML_t + \epsilon_{it}$$

```
# FAMA & FRENCH
Data_Factors <- read_excel("Data_Factors.xlsx")
names(Data_Factors)[2] <- "RMRF"

#CALCULAMOS LAS VARIABLES Y (Rentabilidad_activo - RF)
variable_y <- c()
x <- ncol(Rentabilidad)
for (i in 1:x) {
  variable_y<- cbind(variable_y,((Rentabilidad[,i])-(Data_Factors$RF)))
}

X1 <- Data_Factors[,2:4]
X <- as.matrix( cbind(1,X1))
```

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

```
betas <- cbind()
Intercepto <- cbind()
RMRF <- cbind()
SMB <- cbind()
HML <- cbind()
```

```
for (i in 1:20){
  betas <- solve(t(X)%*%X)%*%t(X)%*%variable_y[,i]
  Intercepto[i] <- betas[1,1]
  RMRF[i] <- betas[2,1]
  SMB[i] <- betas[3,1]
  HML[i] <- betas[4,1]
}
```

```
todo <- as.data.frame(cbind(Intercepto,RMRF,SMB,HML))
rownames(todo)<-tickers
todo <- todo[order(todo$Intercepto),]
print(todo[16:20,])
```

```
##           Intercepto           RMRF           SMB           HML
## SWPPX 9.942096e-05 1.00413522 -0.16580812 0.02512953
## PIMIX 1.261421e-04 0.17172704 0.06566635 0.06874362
## FPCIX 2.988896e-04 0.06750089 0.03917016 -0.07656522
## BBCPX 4.088737e-04 0.07486602 0.02962863 -0.07380545
## PTRRX 5.529218e-04 0.02675902 0.04105400 -0.08153166
```

### 3 Time varying beta

```
Betas <- read_excel("Betas.xlsx")
```

En el mundo financiero se tiende a asociar las betas con el riesgo sistémico de un activo, para revisar si dicha Beta es constante en el tiempo o no, calculamos la beta de Apple con respecto al S&P 500 en una ventana continua de 60 meses.

```
Rm <-Betas$`Adj Close**`
Raapl <- Betas$`Adj Close`
Var1 <- c()
Var2 <- c()
n <- length(Rm)
for(i in 1:n){
  Var1[i] <- (Rm[i+1]/Rm[i])-1
  Var2[i] <- (Raapl[i+1]-Raapl[i])/Raapl[i]
}
Var1 <- c(NA,Var1)
Var1 <-Var1[-269]
Var2<- c(NA,Var2)
```



```

Var2 <-Var2[-269]
Data_Betas <- as.data.frame(cbind(Raapl,Var2,Rm,Var1)[-1,])

cov <- cov(Data_Betas$Var2,Data_Betas$Var1)
var <- var(Data_Betas$Var1)
beta <- cov/var
t <- dim(Data_Betas)[1]
ventana <- cbind()
cov1 <- cbind()
var1 <- cbind()

for(i in 1:(n-60)){
  cov1[i] <- cov(Data_Betas$Var2[i:(59+i)],Data_Betas$Var1[i:(59+i)])
  var1[i] <- var(Data_Betas$Var1[i:(59+i)])
  ventana <- cov1/var1
}
y <- 1:208
ventana1 <- as.data.frame(cbind(ventana,y))

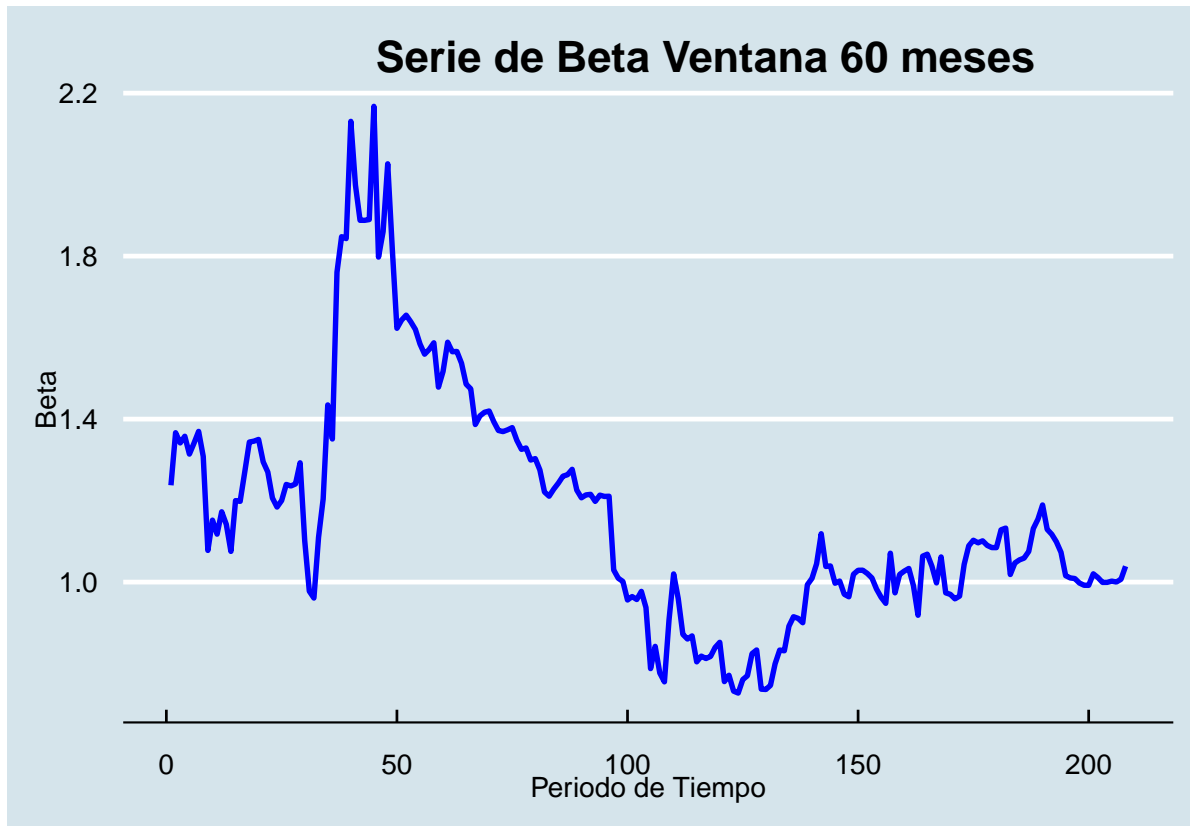
```

Realizamos el Grafico para evidenciar el Beta con una Ventana de 60 meses

```

ggplot(ventana1) +
geom_line(aes(y=ventana,x=y), colour= "blue",size=1) +
ggtitle("Serie de Beta Ventana 60 meses") +
labs(x="Periodo de Tiempo",y="Beta" )+
theme_economist()+theme(axis.text = element_text(angle=0))

```



Tal como podemos apreciar en el grafico anterior, la beta de Apple no es constante en el tiempo y tienen una serie de variaciones hasta tal punto de empezarse a estabilizarse en el tiempo, claramente una beta mayor a 1.0 nos da indicios de que es un activo más riesgoso que el mercado, muchas veces dicho riesgo esta asociado a los proyectos que tiene la compañía y las expectativas sobre si va o no ser rentable, sabemos que Apple históricamente en sus inicios no era considerada una empresa cuyos proyectos eran realizables, es por eso que alcanzó a presentar una beta cercana a 2.2 con respecto al mercado, pero luego con el paso del tiempo, logró mostrar que en verdad si lo era, a tal punto de que su riesgo (Beta) fluctuara con respecto al mercado.

## 4 Performance of Colombian Pension Funds.

Descargue una serie mensual de 10 años de rendimientos para cada una de las cuatro compañías administradoras de fondos de pensiones obligatorias en Colombia (use el “Portafolio Moderado”).

```
Fondos <- read_excel("retornos_fondos.xlsx")
head(Fondos)
```

```
## # A tibble: 6 x 7
```

```
##    DATE                PROTECCION PORVENIR  SKANDIA COLFONDOS 'MSCI -DTF'
##    <dtm>                <dbl>      <dbl>      <dbl>      <dbl>      <dbl>
## 1 2011-02-01 00:00:00    0.00426  0.00816  0.00322    0.00412    0.0525
## 2 2011-03-01 00:00:00   -0.132   -0.0430 -0.124    -0.121    -0.0340
## 3 2011-04-01 00:00:00    0.00390  0.00939  0.00719    0.00669   -0.0353
## 4 2011-05-01 00:00:00    0.0206   0.0209  0.0162    0.0216    0.00642
## 5 2011-06-01 00:00:00   -0.0102  -0.00817 -0.00505  -0.0102   -0.0389
## 6 2011-07-01 00:00:00   -0.00150 -0.00284 -0.00897  -0.00296  -0.0492
## # ... with 1 more variable: 'COLCAP - DTF' <dbl>
```

```
RG <- Fondos$`MSCI -DTF`
RL <- Fondos$`COLCAP - DTF`
Xfondos <- cbind(1, RG, RL)
PROTECCION <- cbind(Fondos$PROTECCION)
PORVENIR <- cbind(Fondos$PORVENIR)
SKANDIA <- cbind(Fondos$SKANDIA)
COLFONDOS <- cbind(Fondos$COLFONDOS)
```

## 4.1 Estimación de CAPM Mix

Vamos a estimar un CAPM ‘mixto’ donde la cartera de mercado incluye tanto los rendimientos de un índice de renta variable internacional (los rendimientos de una cartera de renta variable global en COP sobre el activo libre de riesgo, RG) como el rendimiento del mercado de renta variable nacional (rendimiento del COLCAP sobre el activo libre de riesgo, RL). Para cada fondo de pensiones, hay que estimar la siguiente ecuación:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i \bullet RG_t + \gamma_i \bullet RL_t + \varepsilon_{it}$$

Para la estimación del CAPM mixto, vamos a utilizar los rendimientos de el MSCI index Global, el cual esta compuesto por las empresas más rentables en los diferentes países desarrollados.

Por otro lado, utilizamos el DTF como la tasa libre de riesgo y el COLCAP como el índice de capital nacional.

- **VARIABLES:**

- RG: MSCI - DF

- RL: COLCAP -DF

Explicar cuál es el papel de los coeficientes, y qué nos dicen los valores estimados sobre cada fondo de pensiones y su perfil de riesgo. ¿Son muy diferentes los coeficientes estimados? Explicar.

Creamos una

The MSCI world index represents approximately 88% of the MSCI ACWI Index

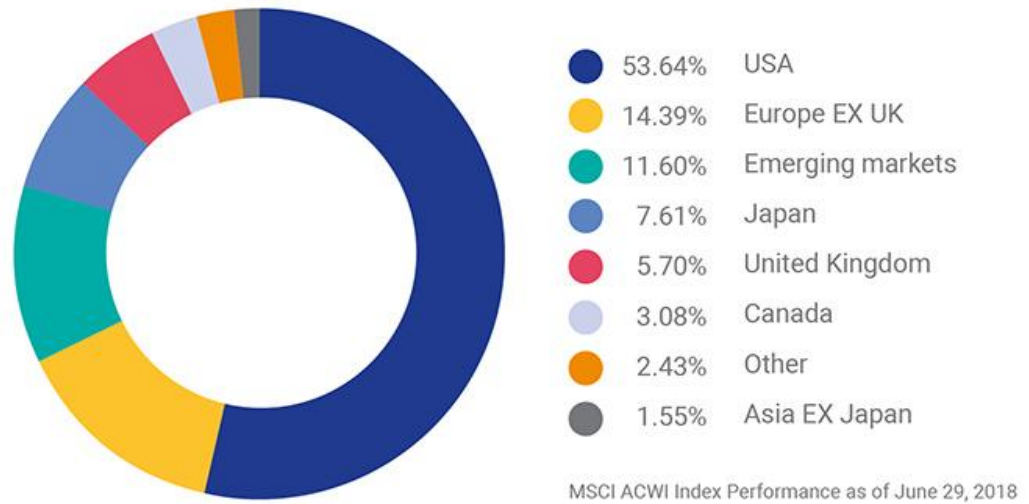


Figura 1: MSCI INDEX

```
Beta_function <- function(X,Y){
  solve(t(X)%*%X)%*%t(X)%*%Y
}
```

- **Fondo Proteccion:**

```
Beta_function(Xfondos,PROTECCION)
```

```
##           [,1]
## 0.007756745
## RG 0.280977765
## RL 0.080752784
```

Para el fondo de proteccion podemos notar que el coeficiente que más afecta el modelo es el RG, es decir el indice global, en comparación con el coeficiente asociado a la variable RL (cOLCAP).

- **Fondo Porvenir:**

```
Beta_function(Xfondos,PORVENIR)
```

```
##           [,1]
## 0.01052644
## RG 0.12648560
## RL 0.01466640
```

Por otro lado, el portafolio moderado de pensiones de poervenir muestra un mayor coeficiente en la variable RG.

- **Fondo Skandia:**

```
Beta_function(Xfondos,SKANDIA)
```

```
##           [,1]  
## 0.006261861  
## RG 0.145670188  
## RL 0.016065416
```

Así mismo para el caso del fondo Skandia el factor internacional representado en el MSCI index Global, tiene un mayor impacto a comparación con el Colcap.

- **Fondo Colfondos:**

```
Beta_function(Xfondos,COLFONDOS)
```

```
##           [,1]  
## 0.00459223  
## RG 0.17499049  
## RL 0.02442653
```

Finalmente para el caso del fondo COLFONDOS, este tambien tiene un coeficiente alto para la variable RG, en comparación con el RL

## 4.2 Macro-factor model:

```
macro_factors <- read_excel("macro_factors.xlsx")
```

```
TRM <- cbind(macro_factors$TRM)  
TES <- cbind(macro_factors$TES)  
IPC <- cbind(macro_factors$IPC)  
Xfondos1 <- cbind(1, RG, RL, TRM, TES, IPC)  
colnames(Xfondos1) <- c("Intercepto", "RG", "RL", "TRM", "TES", "IPC")
```

Para poder continuar con nuestro análisis que nos permita explicar de dónde provienen los rendimientos de los fondos de pensiones colombianos, ahora a nuestro modelo empleado anteriormente, vamos agregarle 3 factores más, pero en este caso serán factores macroeconómicos tales como la tasa de referencia del mercado (TRM), la tasa de los TES a 1 año y finalmente el IPC, pues consideramos que estas variables pueden darnos más indicios para llegar a una conclusión final acerca de las rentabilidades de los fondos de inversión, para eso utilizaremos la siguiente ecuación.

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i \bullet RG_t + \gamma_i \bullet RL_t + b_1 F_1 + b_2 F_2 + b_3 F_3 + \varepsilon_{it}$$

Para iniciar corremos la regresión para los diferentes fondos de pensiones y posteriormente realizamos un análisis sobre las variables de cada uno.

- **Fondo Proteccion:**

```
Beta_function(Xfondos1,PROTECCION)
```

```
##                                [,1]
## Intercepto  0.002607842
## RG          0.429827757
## RL          0.089779546
## TRM         -0.351218129
## TES         0.128348703
## IPC         -0.027073114
```

Para el fondo protección podemos notar que hay un cambio en los coeficientes con respecto a la anterior regresión del mismo fondo podemos notar que el intercepto es casi cero por lo que las rentabilidades dadas por el fondo son acertadas, Por otro lado el coeficiente que más significancia tienen el modelo es del factor internacional, pues es de 0.4298, Así mismo el factor macroeconómico de test tiene también una alta significancia en el modelo 0.1283 y finalmente variables como la TRM y el IPC Son coeficientes que afectan al modelo de forma negativa.

- **Fondo Porvenir:**

```
Beta_function(Xfondos1,PORVENIR)
```

```
##                                [,1]
## Intercepto  0.0082956663
## RG          0.1842382867
## RL          0.0172084432
## TRM         -0.1377165975
## TES         0.0003877277
## IPC         0.8169784463
```

Continuando con el análisis y teniendo factores macroeconómicos podemos ver que en el caso de porvenir los coeficientes del IPC e internacionales como el MSCI index Global, son altos por lo que podemos concluir que las rentabilidades de las pensiones obligatorias del fondo porvenir están más ligadas a las expectativas de inflación que presenta el país, como también a un factor internacional, sin embargo el coeficiente de los TEST es casi cero por lo que podríamos afirmar que no tiene una relación con los títulos de renta fija nacionales, sin embargo no significa que su portafolio no tenga esta clase de títulos pues podrían ser internacionales.

- **Fondo Skandia:**

```
Beta_function(Xfondos1,SKANDIA)
```

```
##                                [,1]
## Intercepto -0.006966852
## RG          0.265387673
## RL          0.023806050
## TRM         -0.257713967
## TES          0.296938161
## IPC         -0.100874568
```

Por otro lado el fondo de pensiones skandia a diferencia del fondo porvenir los coeficientes de IPC como el de la TRM son negativos, En este caso el intercepto es negativo por lo que podríamos inferir que las rentabilidades generadas estarían por debajo de las esperadas por parte de los inversionistas, en la misma línea de análisis los dos factores con mayor significancia son los del mercado de renta variable internacional y los de TES colombianos.

- **Fondo Colfondos:**

```
Beta_function(Xfondos1,COLFONDOS)
```

```
##                                [,1]
## Intercepto -0.001394781
## RG          0.292469914
## RL          0.031825175
## TRM         -0.271587364
## TES          0.151944491
## IPC         -0.185308611
```

Finalmente haciendo un análisis al fondo de pensiones Colfondos, podemos notar que la variable internacional y los TEST colombianos tienen el mayor coeficiente, esto nos podría dar indicios que las rentabilidades de dicho fondo están más sujetas a los mercados internacionales que locales debido a que el factor RL (COLCAP) es significativamente pequeño, también podemos destacar que los factores como la TRM y IPC son significativamente negativos.