

Analisis simple de tendencia

Ishiba RO

2022-09-25

Índice

Introducción	1
Datos	2
<i>Catalogo de Sismos</i>	2
<i>Ubicación e intensidad de los sismos</i>	3
Análisis	3
<i>Promedios mensuales por años</i>	3
<i>Sumatoria de los promedios mensuales por años</i>	8
References	10

Introducción

En 19 de septiembre de 1985 un sismo asoló la ciudad de México. Si bien no ha sido el sismo más fuerte que se ha registrado en el país, sí ha sido uno de los más devastadores. Desde entonces se desarrolló un sistema de detección temprana de sismos que se impulsó desde Asociación Civil Cires (CIRES (2012)), es decir el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico. Lo que pasó después es que se creó una alerta sísmica que evolucionó en el Sistema de Alerta Sísmica Mexicano SASMEX® [<https://www.infosismosmx.com/sasmex>]. El 19 de septiembre de 2017, contro todo pronóstico y después del terremoto del 7 de septiembre del mismo año, un nuevo sismo sacudió la capital mexicana reavivando el terror vivido en 1985. Este año, nuevamente contra todo pronóstico, minutos después del Simualcro Nacional 2022 [<http://www.preparados.gob.mx/simulacronacional2022/>], un nuevo movimiento telúrico le movió el tapete a los chilangos y comenzaron a circular memes, noticias y preguntas acerca de la recursividad de los terremotos de gran magnitud en la ciudad. Siendo septiembre el mes patrio y coincidentemente el mes que acumula el récord de desastres relacionados con los movimientos de la tierra (1985 y 2017), la pregunta que muchos se hacen es, ¿tiembla más fuerte en septiembre? La respuesta inmediata, fundada en la memoria histórica e histérica de los habitantes de la ciudad de México, que apela, entre otras cosas, al realismo mágico mexicano y la chota, apunta a una correlación entre el mes y los temblores, al menos los que sentimos de facto y de jure (¡alerta sísmica! dixit) y nos espantan. La respuesta científica semi oficial (SSN-UNAM) es que no existe tal correlación porque no existen datos para validar tal barbaridad. Sin embargo, científicamente, si no hay datos tampoco se puede descartar tal barbaridad. Por lo tanto, ¿se puede analizar una posible tendencia y correlación entre la actividad sísmica en México y el mes en que ocurre? ¿Hay meses más movidos que otros? ¿Hay meses en que podría aumentar la intensidad de los sismos? De modo que se pueda dar una respuesta más cordial y menos arrogante, este ejercicio que presento a continuación intenta contestar a estas interrogantes.

Tabla 1: Mínimo y máximos históricos*

	mean	median	trimmed	mad	min	max	range
Fecha	NaN	NA	NaN	NA	Inf	-Inf	-Inf
Magnitud	3.652302	3.6000	3.643072	0.296520	0.300	8.2000	7.9000
Latitud	17.602273	16.4400	16.747312	1.143085	10.271	38.0923	27.8213
Longitud	-98.728376	-98.0067	-97.892639	4.426302	-120.595	-85.5467	35.0483
Profundidad	32.932693	16.2000	25.168850	14.529480	1.000	338.0000	337.0000

* Para fechas los promedios son irrelevantes

Datos

Catalogo de Sismos

Comenzamos por descargar el catálogo de sismos en México desde la página Servicio Sismológico Nacional (Méjico) [<http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>]. Posteriormente cargamos esta tabla en R. Las primeras 4 líneas contienen una descripción de la tabla, así que las vamos a descartar cuando carguemos la tabla en R. La tabla que usé para este análisis la obtuve el 21 de septiembre de 2022. %>%

```
sismos <- read.csv(
  "datos/SSNMX_catalogo_19000101_20220921.csv",
  skip=4,
  header=TRUE,
  fill=TRUE)
```

Este catálogo está disponible en línea; se agradece a todo el personal del SSN pues gracias al producto de los cálculos realizados por su área de Análisis e Interpretación de Datos Sísmicos tenemos esta gran base de datos nuestra disposición (Méjico et al. (2022)). Esta tabla de datos contiene 260475 registros. El registro más antiguo está fechado el día 1900-01-20. No todos los sismos tienen la magnitud registrada por lo que se han omitido 17649 registros identificados como Magnitud= “no calculable”, con lo que nos queda un registro hasta el día de 21 de septiembre de 2022 de 242826.

Antes de proseguir, debemos darle formato a nuestra tabla, para poder ver las estadísticas básicas

Podemos observar que la latitud y longitud promedio nos sitúan la mayor parte de los sismos en Guerrero, Puebla y Oaxaca. Por otro lado, el sismo más “fuerte”, es decir, con la magnitud más grande fue de 8.2:

```
##           Fecha Magnitud Latitud Longitud Profundidad
## 55 1932-06-03      8.2    19.57 -104.42         33
```

Ahora bien, vamos a ver desde 1957, año en que ocurrió el sismo que también hizo estragos en la ciudad de Méjico antes de 1985, cuáles han sido los sismos más fuerte (mayores a 7.5 de magnitud), su fecha y profundidad.

```
sf75 <- sismos_formateado %>%
  dplyr::filter(Fecha > "1957-01-01") %>%
  filter(Magnitud > 7.5) %>%
  arrange(Fecha) %>%
  subset(select = -c(Latitud,
                    Longitud))
```

Y finalmente vamos a mapearlos:

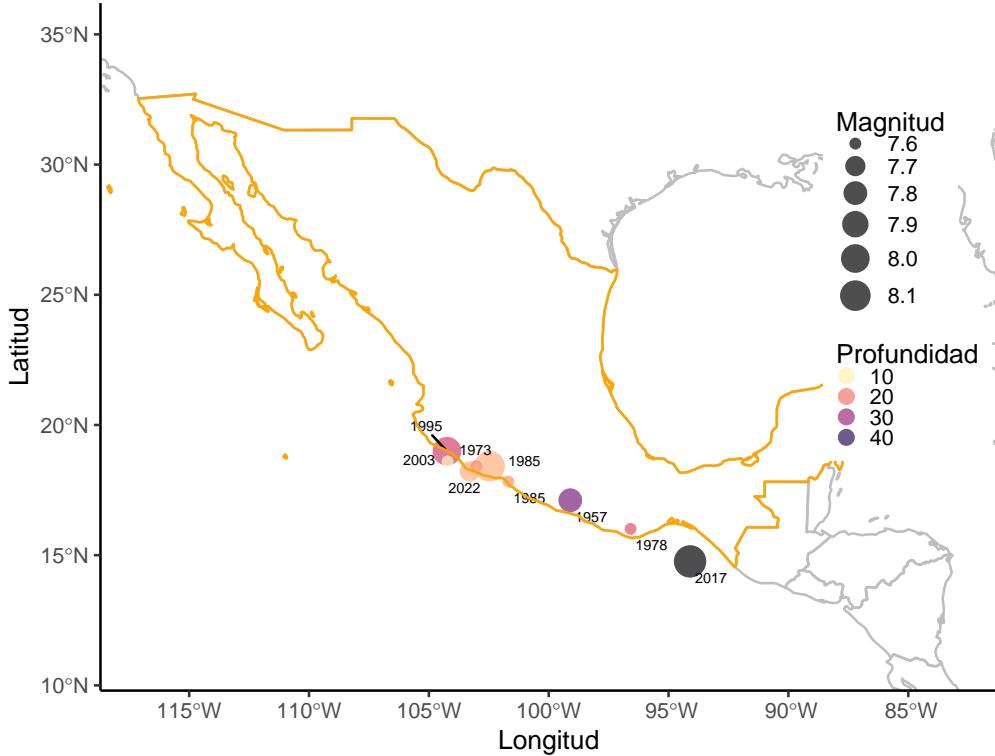


Figura 1: Sismos desde 1957 mayores a 7.5 de magnitud. La profundidad está en kilómetros

Ubicación e intensidad de los sismos

Ahora que tenemos una idea preliminar de los datos, lo primero que podemos hacer es mapear todos los sismos por profundidad (Figura 2)..

O por magnitud (Figura 3).

También podrías mapear sólo las magnitudes mayores a 5, que comúnmente son las que percibimos como humanos.

Análisis

Promedios mensuales por años

Ahora podemos hacer estimaciones por mes para resolver el misterio de Septiembre. Para comenzar vamos a observar los datos con más detalle. En la Figura 2 podemos ver la distribución de los datos. El primer problema que encontramos es que antes de 1975 aproximadamente, las mediciones tienen sesgo, y entre ca. 1975 y ca. 1988 no son muy consistentes. Por este motivo para obtener datos más precisos lo primero que debemos hacer es filtrar nuestros datos y trabajar con los datos más consistentes. Esto, sin embargo, deja fuera los dos terremotos más importantes del siglo XX en la memoria colectiva, el de 1985 y el de 1957.

Entonces lo que haré será repetir la gráfica pero filtraré los años anteriores a 1988.

Como podemos ver, desde 1988 ha bajado el promedio de la magnitud pero para poder analizar las tendencias mensuales quizás una mejor forma de ver los datos es agrupándolos por año, como líneas y usando los meses como escala de tiempo.

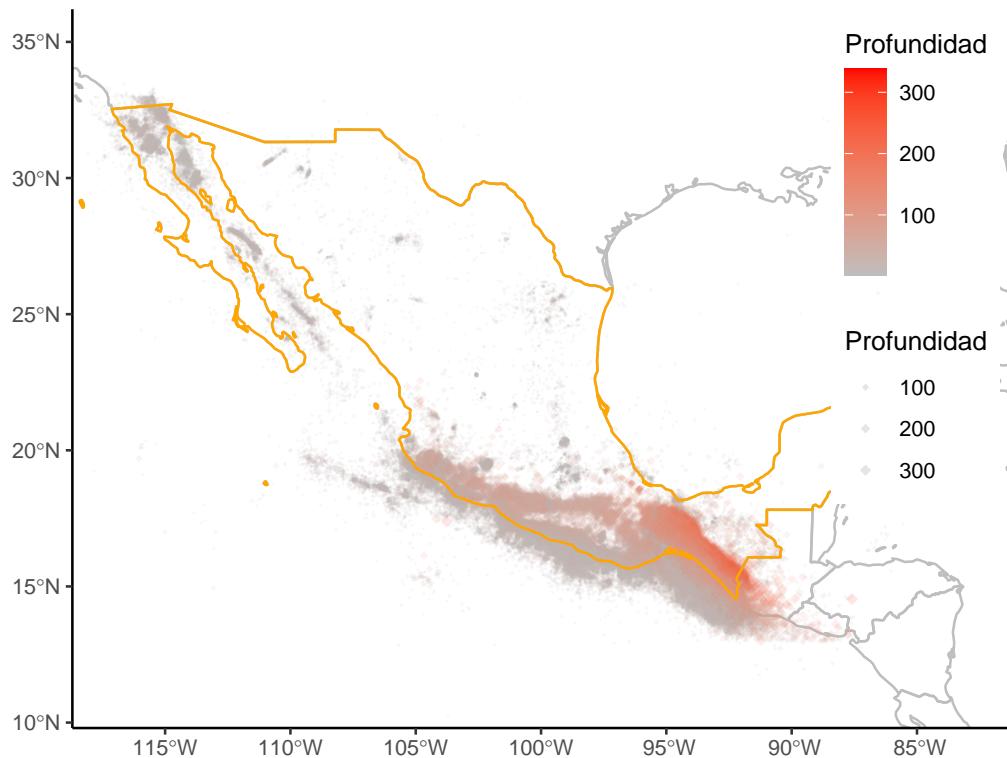


Figura 2: Sismos desde 1901 por Profundidad

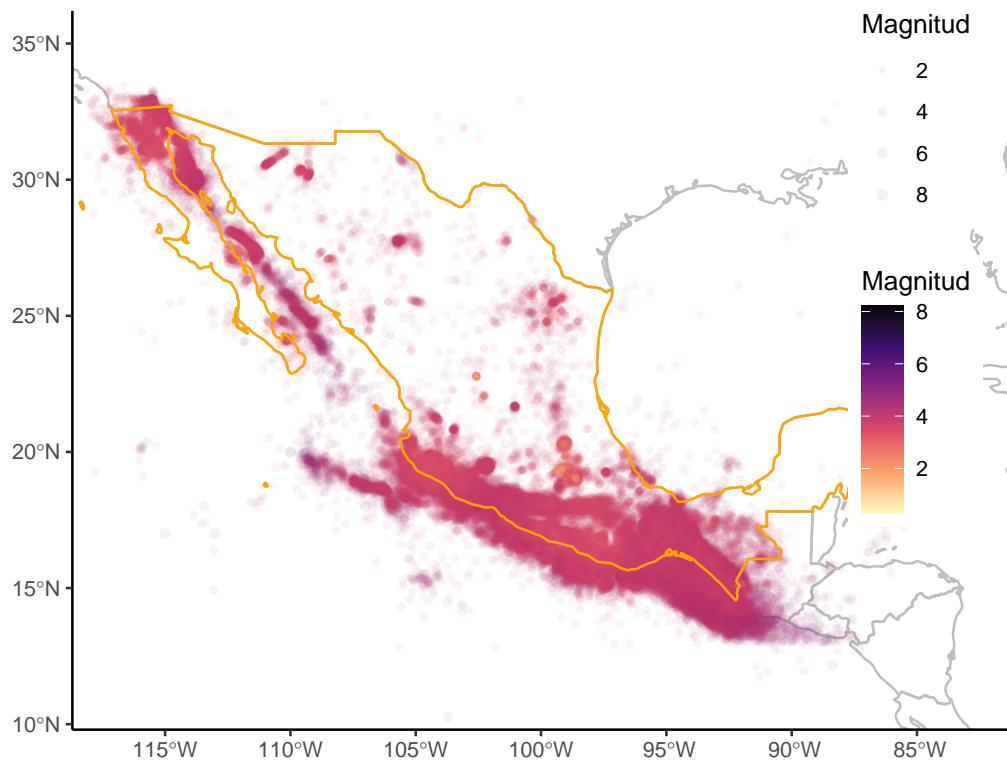


Figura 3: Sismos desde 1901 por magnitud

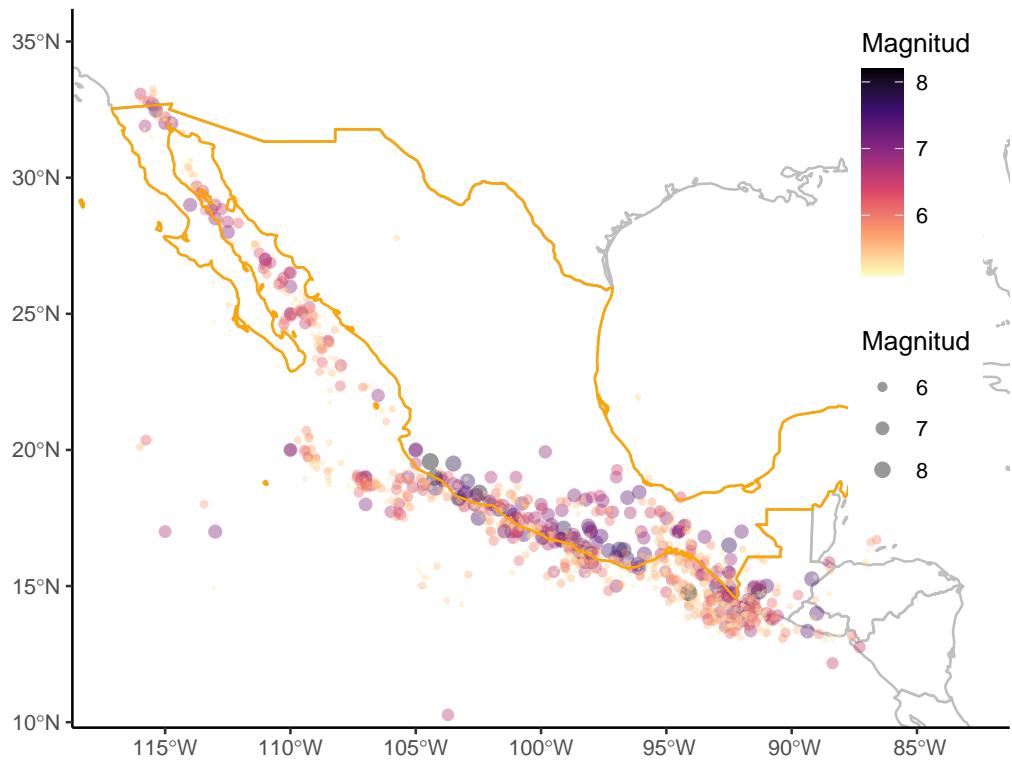


Figura 4: Sismos desde 1901 por magnitud

Sismos en el tiempo por magnitudes Promedios mensuales por año

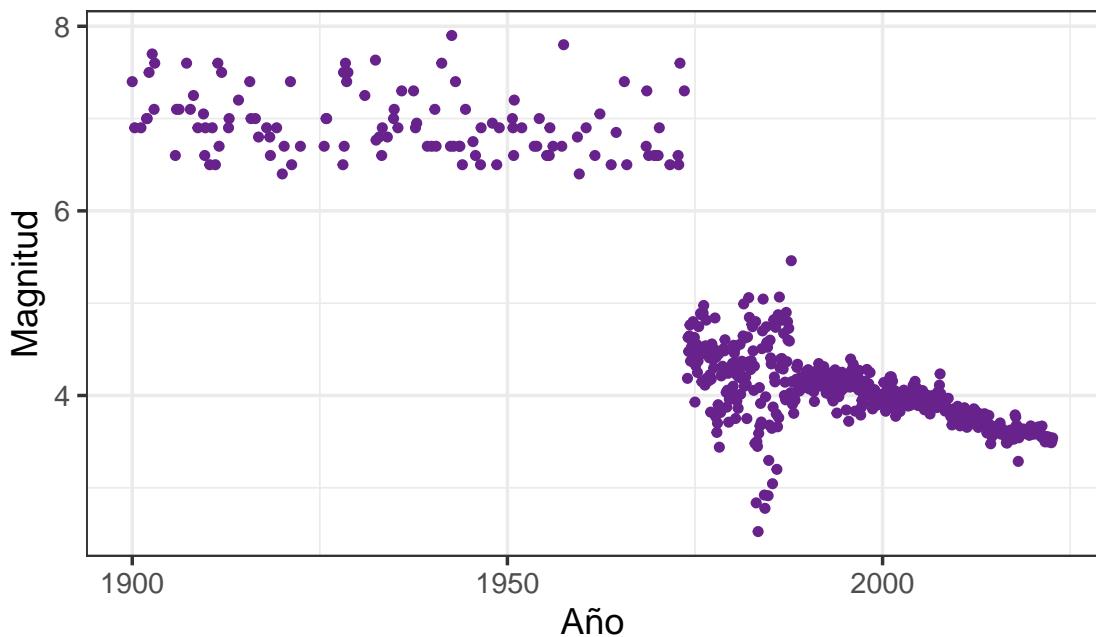


Figura 5: Sismos desde 1901 por magnitud (Promedios mensuales)

Sismos en el tiempo por magnitudes

Promedios mensuales por año

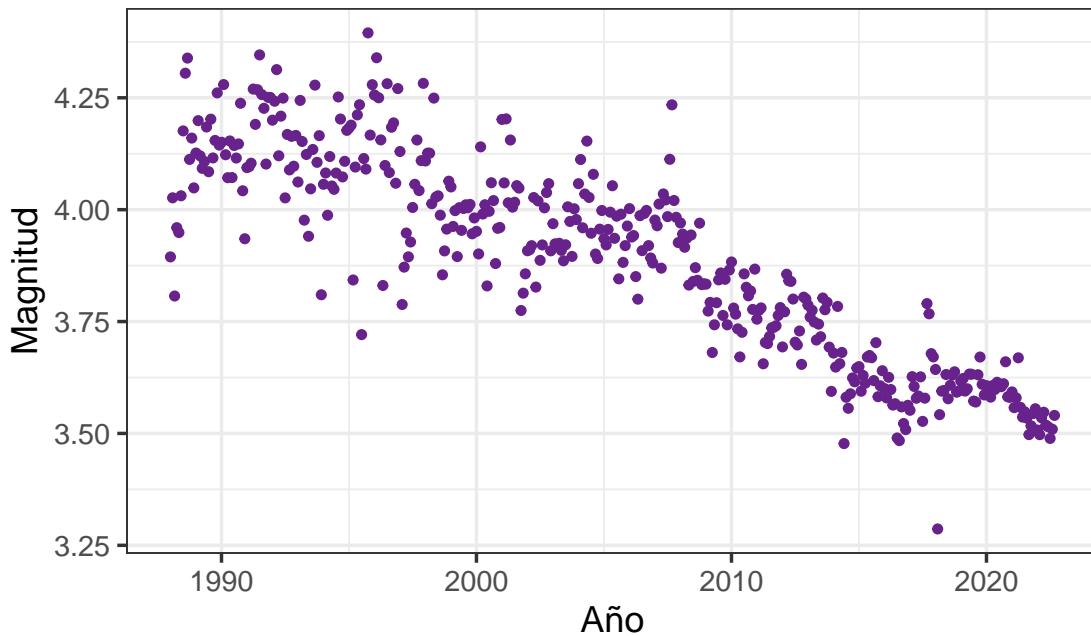


Figura 6: Sismos desde 1901 por magnitud (Promedios mensuales)

Primero creamos un data.frame que contendrá los meses en formato texto.

```
meses <- data.frame ("mesNombre"=c("Enero",
                                    "Febrero",
                                    "Marzo",
                                    "Abril",
                                    "Mayo",
                                    "Junio",
                                    "Julio",
                                    "Agosto",
                                    "Septiembre",
                                    "Octubre",
                                    "Noviembre",
                                    "Diciembre"),
                      "messolo"=c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12))
```

Luego procesamos nuestros datos de modo que combinemos esta información con el promedio mensual.

```
ladob<-sismos_puntos %>%
  dplyr::filter(Fecha > "1988-01-01") %>%
  group_by(mes = lubridate::floor_date(Fecha, 'month')) %>%
  summarize(magPromedio = mean(Magnitud)) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  as_tibble() %>%
  mutate(ancho = lubridate::year(mes),
        messolo = lubridate::month(mes))
```

Finalmente hacemos la unión

```
datosGrafico <- merge(x=meses,y=ladob,by="messolo") %>%
  mutate(
    mesNombre =
      factor(. $mesNombre,
             levels=meses$mesNombre),
    magPromedio =
      if_else(anho==2022,
              max(abs(magPromedio)),
              magPromedio)
  )
```

Y usamos este data.frame para hacer nuestra gráfica

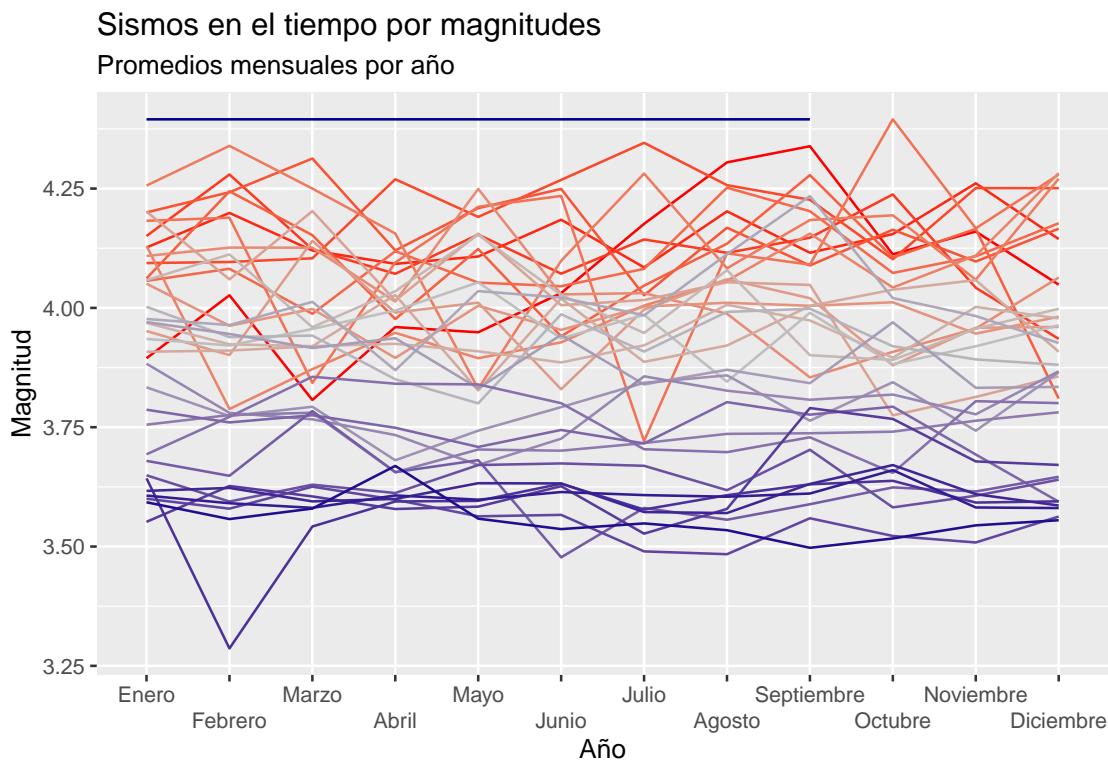


Figura 7: Sismos desde 1901 por magnitud (Promedios mensuales).

El problema de esta gráfica, que de hecho es muy reveladora es que incluye todos los microsismos que no percibimos como humanos, entonces los promedios son muy bajos. Lo revelador de esta gráfica (Figura 7) es que podemos ver que el promedio de magnitud ha disminuido en el tiempo desde 1988, prácticamente por una unidad. En esta gráfica los años más recientes están en morado y los más viejos en rojo. Este fenómeno también puede verse en las Figuras 5 y 6. Esto es interesante pero no se me ocurre nada para explicarlo. Puede ser la manera como el SSN registra los sismos, quizás registren más sismos hoy que hace 30 años debido a un mejor sistema de almacenamiento de información. Quizá cada año ha aumentado la precisión y sensibilidad de sus instrumentos o en verdad ha bajado la intensidad.

Sumatoria de los promedios mensuales por años

Hagamos el ejercicio anterior pero con los sismos mayores a 5 de magnitud y hagamos todo junto.

```
# procesamos datos para combinar información
# con el promedio mensual y filtramos magnitudes
ladoc <- sismos_puntos %>%
  filter(Magnitud>5) %>%
  dplyr::filter(Fecha > "1988-01-01") %>%
  group_by(mes = lubridate::floor_date(Fecha, 'month')) %>%
  summarize(magPromedio = mean(Magnitud)) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  as_tibble() %>%
  mutate(ancho = lubridate::year(mes),
        messolo = lubridate::month(mes))
#unimos datos y creamos columnas adicionales
datosGrafico5mas <- merge(x=meses,y=ladoc,by="messolo") %>%
  mutate(
    mesNombre =
      factor(.$mesNombre,
             levels=meses$mesNombre),
    magPromedio =
      if_else(ancho==2022,
              max(abs(magPromedio)),
              magPromedio))

#producimos gráfica y la facetamos por décadas
datosGrafico5mas %>%
  mutate(decada= ancho-ancho %% 10) %>%
  ggplot(aes(x = mesNombre, y = magPromedio, group=ancho, color=magPromedio)) +
  geom_smooth(aes(color=..y..), size=1, se=FALSE) +
  scale_color_gradient2(low="darkblue",
                        mid="grey",
                        high="red",
                        midpoint =6,
                        guide = "none") +
  scale_x_discrete(guide = guide_axis(n.dodge=2))+ 
  labs(title = "Sismos en el tiempo por magnitudes",
       subtitle = "Promedios mensuales por año por década",
       y = "Magnitud",
       x = "Año")+
  facet_grid(rows = vars(decada))
```

Efectivamente hay algunos años en que los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, presentan mayores magnitudes. Pero resalta, por ejemplo, la década de 2010 en donde en general ningún mes parece tener más actividad que otros. Hay otro dato interesante, para la década de 2020, obviamente sólo llevamos 2 años y medio, y de hecho, 2022 tiene datos sesgados (línea roja, sin variación). Lo interesante es que si pudiéramos poner 2020 y 2021 juntos forman un par de olas.

Desafortunadamente este tipo de gráficos no resuelven mucho el problema subjetivo porque todavía hay un margen de interpretación de los datos. Esto se puede mediamente calcular si sumamos los promedios mensuales y creamos un histograma por mes de modo que podamos ver qué sumatoria de promedios mensuales sobresale entre todos los meses. Esto reduce el margen interpretativo y nos indicará qué mes es aquel donde las intensidad de los sismos se incrementa. Recordemos, sin embargo, que siempre tiembla. Lo queharemos, por tanto es ver no cuándo tiembla más sino cuándo tiembla más fuerte.

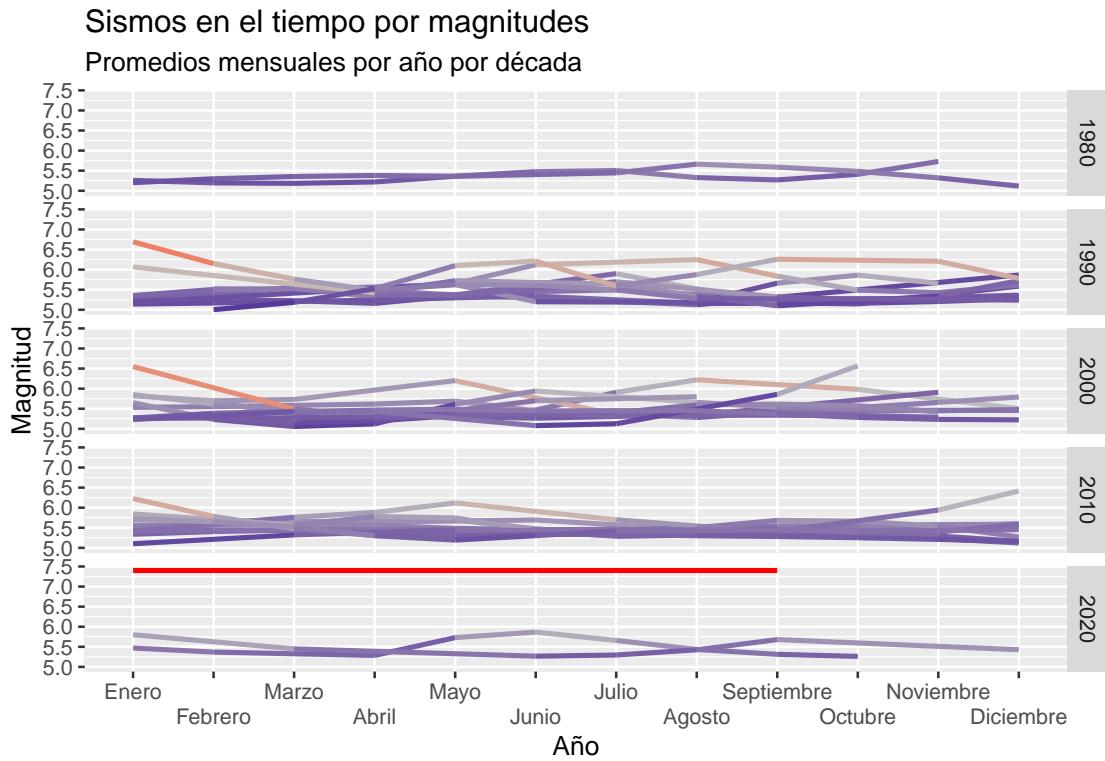


Figura 8: Sismos en el tiempo por magnitudes según década

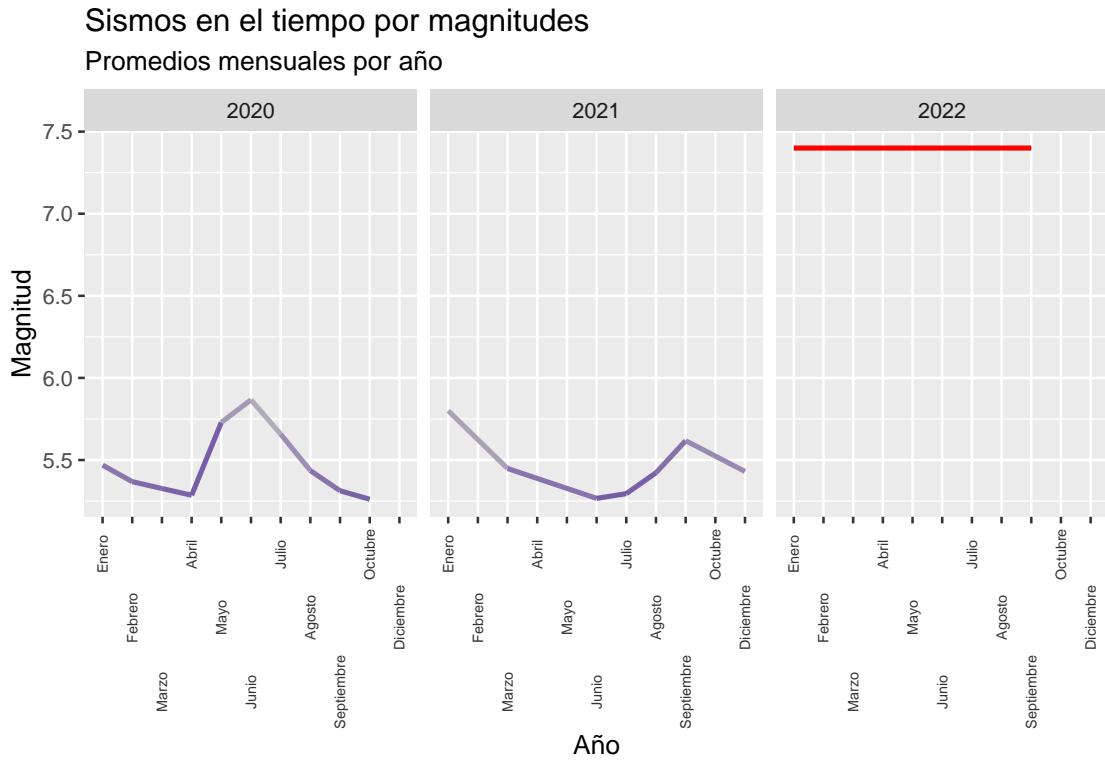


Figura 9: Sismos en la década de 2020 por magnitudes

Suma de promedios de magnitudes mensuales

Magnitudes mayores de 5, 1988–2022

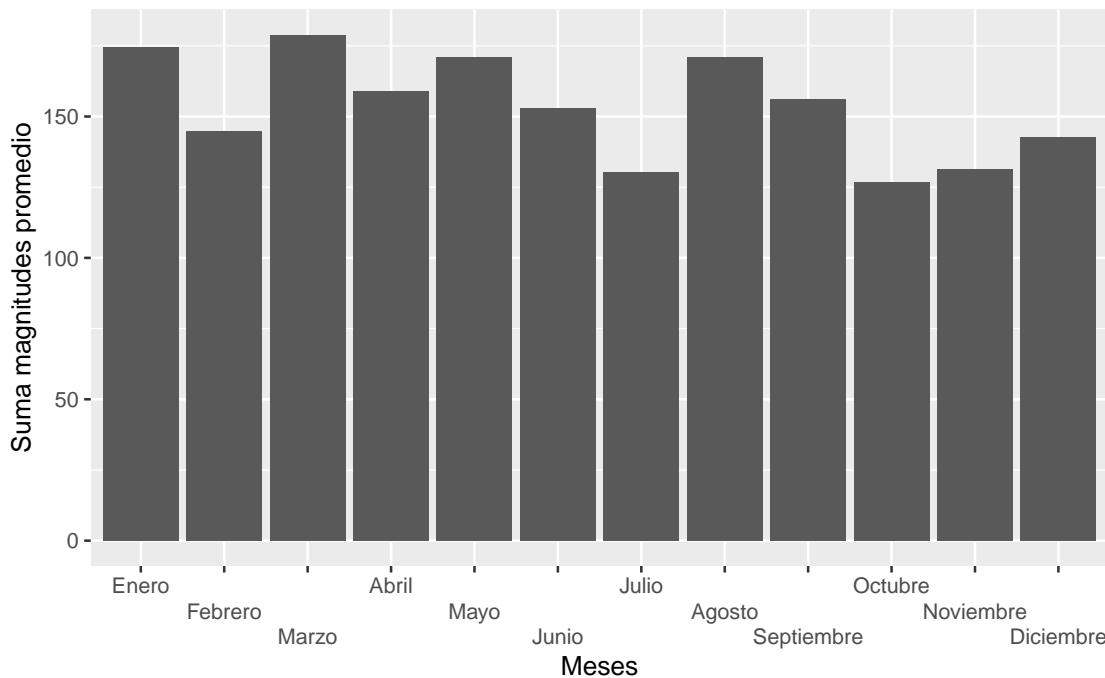


Figura 10: Suma de promedios de magnitudes mensuales mayores a 5 de magnitud desde 1988 a 2022

Los resultados son, por demás interesante (ver Figura 10). Hay un mezcla de realismo mágico (es decir, percepción por correlación o, condicionamiento psicológico) y realidad. Noten que en julio hay un descenso de temblores y en agosto y septiembre hay un incremento abrupto que vuelve a caer en octubre. No sólo. Recordemos que el equinoccio de otoño es el 21 de septiembre. Vean el otro pico. El equinoccio de primavera. Según estos resultados, aunque no lo percibimos, la intensidad de sismos se incrementa en los meses de marzo, abril y mayo, luego viena la caída de junio y julio, luego el incremento abrupto entre agosto y septiembre, luego octubre, noviembre y diciembre son meses con baja intensidad, y en enero vuelve a incrementarse la intensidad por alguna razón que no es obvia, luego cae la intensidad en febrero y regresamos a la primavera.

Si bien este reporte / análisis no es concluyente ni pretende mostrar que el realismo mágico tiene un componente real, sí intenta mostrar que existe potencialmente un estudio de caso geológico que podría ser estudiado con más calma y menos emociones científicas casi intolerantes a cualquier otro tipo de pensamiento. Es posible que sí exista un patrón y que este tipo de estudios aporten soluciones a la largo plazo o futuras generaciones en la comprensión de los sismos y si no su predictabilidad, al menos su posible periodicidad o aumento de intensidad debido a factores que por ahora no han sido estudiados ampliamente como el clima, la cercanía de la Tierra al sol, los ciclos lunares, el aumento de temperatura global, los cambios de temperatura del lecho marino, la erosión, etcétera.

References

- CIRES. 2012. “Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX®).” http://cires.org.mx/sasmex_n.php. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, and Servicio Sismológico Nacional.
2022. “Catálogo de Sismos.” UNAM, IGEF, SSN. doi:10.21766/SSNMX/EC/MX.