



UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Examen

Cálculo Numérico

Nombre: Manuel Plaza Cortes

Carrera: Ingeniería ejecución Electricidad

Asignatura: Cálculo numérico

Profesor: Eliseo Martínez

Obtención de datos

En este primer paso se debe obtener la evolución diaria de los contagiados por el virus COVID-19 del país que se asignó previamente, que se encuentra asociado a nuestro nombre en la lista de alumnos en la página web de la asignatura y que en nuestro caso es **Irlanda**.

Estos datos se encuentran en el Excel entregado, con los días en los cuales esta pandemia inicio en dicho país.

Construcción de modelo exponencial discreto

Conforme a los datos entregados en el Excel se procede a ajustar estos datos a un modelo exponencial discreto de la forma:

$$N(k + 1) = N(k) + \lambda \cdot N(k)$$

donde k son los días, y $N(0)$ es el número de contagiados en el día 0

(que con seguridad será $N(0) = 1$)

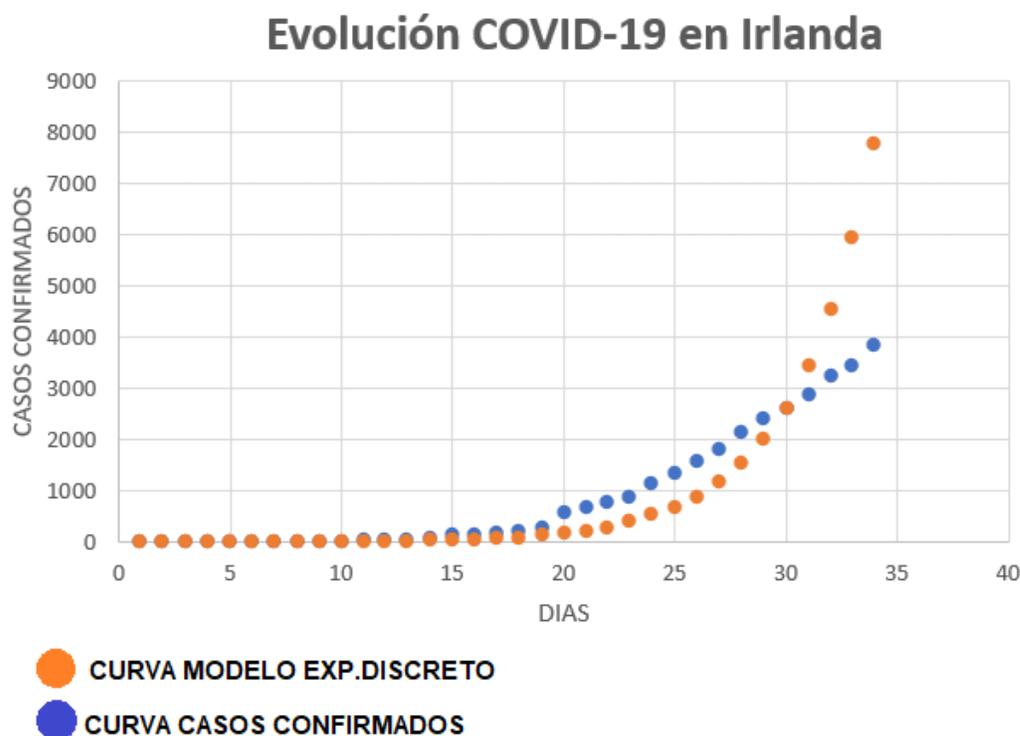
La pandemia para el país de Irlanda comenzó el día 29 de febrero del año 2020, su crecimiento exponencial en los días siguientes es leve, no entrando aun en el peak de esta pandemia, puesto que al día 2 de marzo tiene una cantidad de 3849 casos confirmados para este país.

Para ello debemos de calcular una tabla con valores discretos en la forma exponencial que más se ajuste a nuestros datos confirmados, no siendo esta en estricto rigor igual a los datos confirmados, puesto que se basa en estimaciones y no datos reales.

Este modelo nos habla del número de contagiados del día anterior en el que se le suma un aumento proporcional λ a los enfermos del día anterior igualmente, para ello se debe de estimar a través del programa Excel nuestro λ que más se ajuste a nuestros datos confirmados, llegando a la conclusión de que este será 0,312

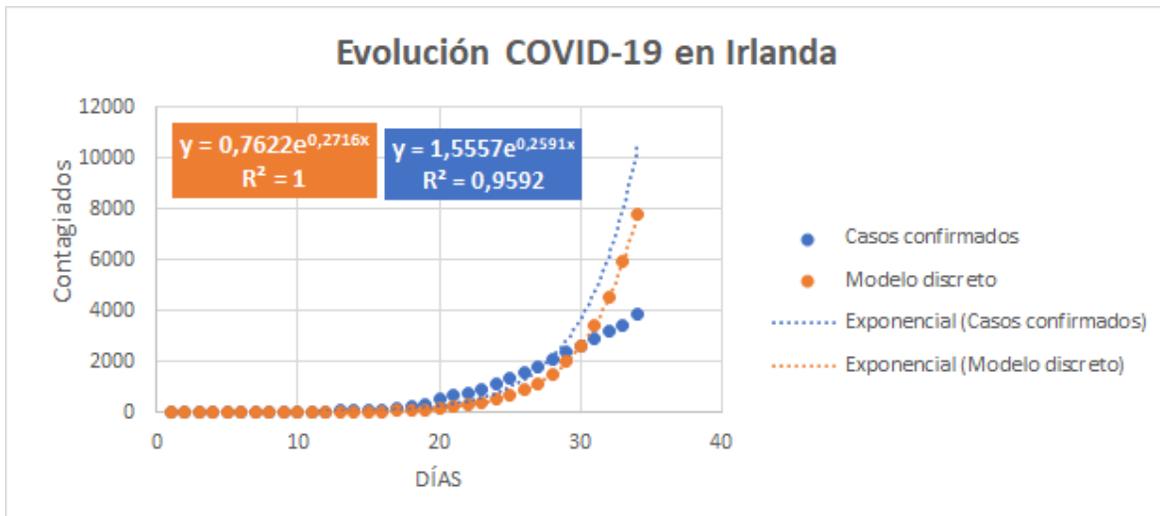
$$\lambda = 0,312$$

para poder observar la evolución de mejor manera se grafican los casos respecto a los días (curva de casos confirmados) y nuestro modelo exponencial discreto:



En la gráfica anterior se puede visualizar el modelo exponencial discreto en el cual nos indica que esta curva crecerá indefinidamente, esto solo se puede estabilizar aplicando un modelo que será expuesto más adelante con respecto a otro país.

Una vez realizada la gráfica se ajustará un sistema de simulación continuo para ambos casos, este tiene de igual manera como característica que la acción de los casos avanza ininterrumpidamente respecto al tiempo, este sistema se realizara en el programa Excel a través del ajuste de línea de tendencia exponencial, dando una gráfica resultante:



Como se puede observar nuestro modelo exponencial tiene $R^2 = 1$, quiere decir que pasa por todos los puntos de su curva (esto es porque nuestro modelo discreto ya tiene estructurado un modelo continuo), también recordar que si nosotros cambiamos el valor de lambda se podrá visualizar en la gráfica de Excel que el sistema continuo de los casos confirmados se acercara al exponencial sistema discreto.

Se eligió ese valor de lambda puesto que al tratar de acercar este sistema continuo de los casos confirmados a la exponencial del modelo discreto se notaba un aumento demasiado grande con respecto a estos datos reales.

Construcción de un modelo exponencial continuo

Para cada uno de los datos discretos debe ajustar, esta vez, un modelo exponencial continuo del tipo

$$n(t) = a \cdot e^{bt}$$

y evaluar este modelo en los días considerados y compararlos con la evolución discreta, es decir calcular en otra columna los valores de $n(k)$ para compararlos con $N(k)$

Como se puede observar debemos de aplicar este modelo simple y esto nos va a permitir visualizar y analizar los contagiados en intervalos de tiempo.

Para analizar a los contagiados vamos a representar a estos con la variable n , lo cuales varían respecto del tiempo (t evaluado en días), con ello también tenemos las variables a y b , estas variables son constantes y vienen dada por el contagiado en el día 1 de esta pandemia y una constante de aumento respectivamente.

La constante a se puede encontrar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{si } t = 0 \text{ (día del primer caso confirmado)} \\ n(0) &= a \cdot e^{b \cdot 0} \\ n(0) &= a \cdot 1 \\ n(0) &= a \text{ por lo tanto nuestra población inicial contagiada es } a \end{aligned}$$

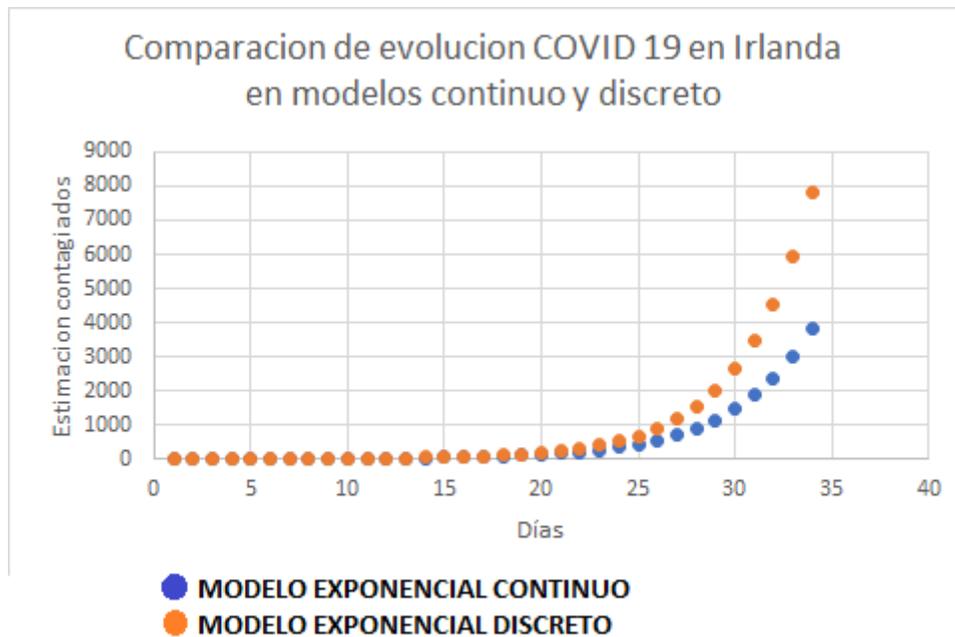
como datos en nuestra tabla de casos confirmados tenemos:

$$\begin{aligned} a = 1 \text{ y con ellos tenemos como dato que el día 34 hay 3849 casos confirmados} \\ n(34) &= 3849 \\ n(34) &= 1 \cdot e^{b \cdot 34} = 3849 \\ b(34) &= \ln(3849) \quad b \approx 0,2428 \end{aligned}$$

Con ello ya tenemos nuestras constantes completadas y nuestra ecuación para cualquier tiempo t viene dado por:

$$n(t) = a * e^{0,2428t}$$

Completamos cada uno de los días consultados en la tabla de Excel y graficamos estos valores comparándolos con el modelo discreto.



De la grafica se logra concluir que el modelo que mas se ajusta a los datos confirmados es el modelo discreto, esto puede visualizarse en el Excel puesto que los datos que entrega el modelo continuo están muy por debajo de los confirmados (en estricto rigor el modelo debe de tener un número mayor), como este se trata de una estimación podemos aproximar los valores encontrados a centenas o simplemente a los miles, siendo aun el modelo discreto el que más se acerca respecto a los 34 días en que la pandemia se propago en Irlanda.

En el caso de que se pidiera el día 35 se observa en la tabla de Excel que es más lógico el modelo exponencial continuo puesto que el discreto se dispara de gran manera a partir de este día, por lo tanto, no es factible elegir un modelo por sobre otro, ya que como anteriormente se dijo esto es solo una estimación de valores y no representa los datos reales en Irlanda.

Construcción del modelo chino

Contagiados para el país China

En esta parte del informe se van a presentar dos modelos logísticos, estos son:

$$\begin{aligned}
 & \textbf{Modelo logístico continuo} \\
 N(t, \lambda, a, k) & := \frac{\frac{k \cdot \lambda}{a}}{k + \left(\frac{\lambda}{a} - k \right) \cdot e^{-\lambda \cdot t}} \cdot \text{CHI}(\theta, t, \omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \textbf{Modelo logístico discreto} \\
 N(k + 1) & = N(k) + (\lambda - aN(k)) \cdot N(k) \\
 & \textit{Donde } (\lambda - aN(k)) \textit{ es la nueva tasa de contagio.}
 \end{aligned}$$

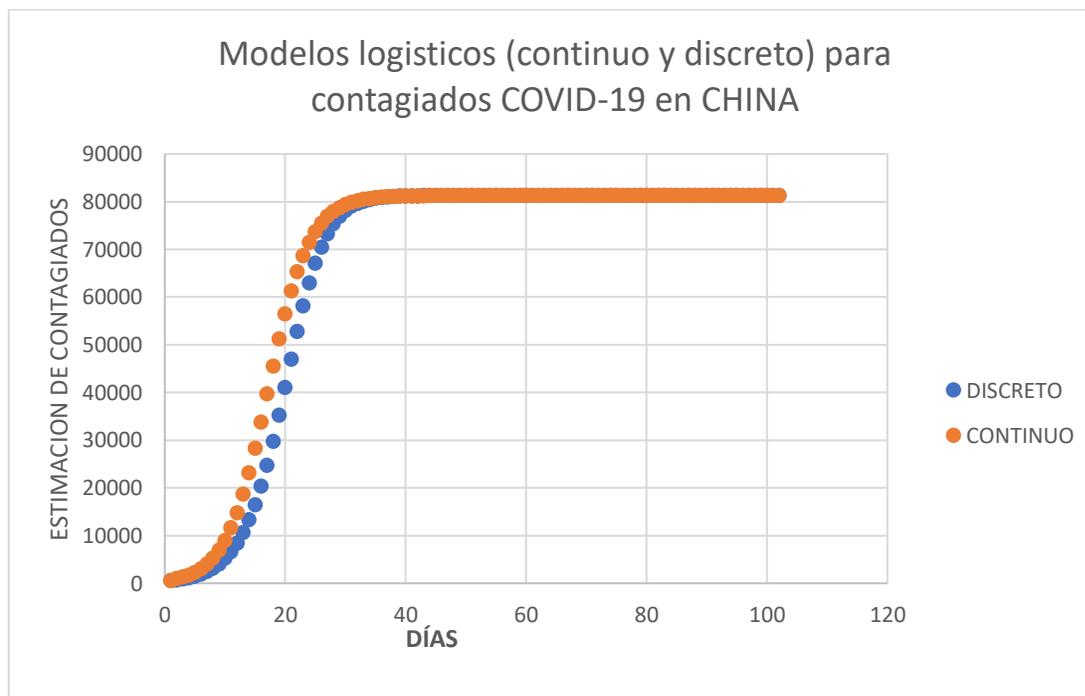
A estos modelos se le va a agregar una proporcionalidad a los casos confirmados en el tiempo K, esto con el fin de que estos modelos puedan representar la estabilidad en el tiempo k, en cierto modo es una estimación al día en que esta pandemia llegara a su tope máximo y por ende vendrá la disminución de los contagiados que como objetivo debe de llegar a 0.

Según los datos entregados al día 5 de abril de 2020 por la base de datos de EU OPEN DATA EUROPE, la pandemia se comenzó a propagar en china el día 31 de diciembre del año 2019, en nuestro caso, bajo las instrucciones entregadas por el profesor a cargo, se tomará un acumulado inicial de 547 casos confirmados desde el día 22 de enero en adelante, siendo este nuestro día 1.

Por lo tanto, como datos entregados con anterioridad tenemos

$$\text{inicio} = 547 \quad \lambda = 0,291 \quad a = 0,00000358$$

Ya con todos los datos rescatados en la hoja Excel se procede a calcular estos modelos y por consiguiente se realiza la gráfica de estos.



Como se puede observar en la tabla y en el gráfico, el número de contagiados respecto de nuestros modelos debiese de comenzar su descenso cuando llegue a la suma de 81.285 personas contagiadas, esto es para ambos casos, estos modelos presentan un tope de contagiados que comenzó el 21 de marzo del presente año

Cabe destacar que estos modelos presentan una fecha que en ciertos casos no es efectiva, puesto que como se puede observar en la hoja Excel, la estimación está bajo el número que a la fecha se han confirmado en china (82.575), **para un mejor ajuste uno debe de ir mejorando las tasas λ y a** , por consiguiente, esta ira cambiando su valor de estabilización, por ejemplo al cambiar λ y a esta estabilización se puede lograr en la aproximadamente 84.000 contagiados o quizás según mis valores (de igual manera cambia la fecha en que se estabilizara).

Cuando el modelo se establezca en cierta cantidad también debemos de entender que esta pandemia no se mantendrá eternamente en ese número, sino que debe de ir disminuyendo y esto es realizable con otro modelo, el cual no será presentado en este informe, esta disminución de contagiados solo será posible gracias a las personas, médicos y las medidas que se tomen para poder frenar esta pandemia denominada COVID-19.