



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

75.06 ORGANIZACION DE DATOS

TRABAJO PRÁCTICO N°1

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS SOBRE EL
TERREMOTO GORKHA

Padrón	Alumno	Dirección de correo
94194	Bravo Reyes,Christian	cbravor@fi.uba.ar
102831	De Feo, Laura	ldefeo@fi.uba.ar
102696	Meza Boeykens, Damian	dmeza@fi.uba.ar
102896	Movia, Guido	gmovia@fi.uba.ar

Índice

1. Introducción	3
1.1. Datos	3
1.2. Objetivo	3
2. Análisis	4
2.1. Descripción y limpieza de los datos	4
2.2. Impacto del terremoto en las edificaciones	4
2.2.1. Materiales presentes en las edificaciones	5
2.2.2. El secreto de los edificios que soportaron el terremoto Gorkha . .	5
2.2.3. Cimientos utilizados y tipos de materiales	7
2.2.4. Techos utilizados y sus materiales	8
2.3. Otros análisis	9
2.3.1. Edificios de uso esencial	9
2.3.2. Cantidad de pisos en los edificios	11
2.3.3. Antigüedad de los edificios	11
2.3.4. Características de los edificios filtrados	12
3. Conclusiones	13
3.1. Variables importantes de las edificaciones	13
3.1.1. Otras conclusiones	14
4. Referencias	14

1. Introducción

El 25 de abril del año 2015 se registró un terremoto en Nepal cuya magnitud fue alrededor de 7,8 Mw. El terremoto causó un total de 9000 víctimas fatales, más de 22.000 heridos y daños materiales muy serios. Podríamos decir que fue uno de los terremotos más graves que sufrió el territorio de Nepal. Esto produjo un déficit de recursos provocando una crisis humanitaria severa, lo que incitó a comunidades de otros países a cooperar enviando alimentos y equipos de búsqueda y rescate.



Figura 1: Earthquake damage.

1.1. Datos

Luego del terremoto se recopilieron datos a través de encuestas realizadas por *Kathmandu Living Labs* y la Oficina Central de Estadísticas de Nepal. Esta recopilación es uno de los conjuntos más grandes de datos posteriores a un desastre, que contiene información valiosa sobre los impactos del terremoto, las condiciones de las edificaciones y las estadísticas socioeconómicas y demográficas.

El dataframe obtenido contiene más de 260.000 edificaciones y consta de 38 columnas de características, entre ellas: cantidad de familias, características de la construcción y sus materiales, antigüedad, cantidad de pisos, si tiene usos secundarios y más. Por otro lado también se tiene el grado de daños recibido por cada edificación, donde la variable discreta *damage grade* toma 3 posibles valores:

- Daños leves ($DG = 1$)
- Daños moderados ($DG = 2$)
- Daños extremos ($DG = 3$)

1.2. Objetivo

En el presente informe tendremos como objetivo analizar estos datos utilizando Python Pandas, buscando así características de las edificaciones que podrían influir en los daños recibidos. Para ésto realizaremos distintas comparaciones centrándonos en la proporción de daño en cada una de ellas.

2. Análisis

2.1. Descripción y limpieza de los datos

Para realizar los distintos análisis, es necesario asegurarnos de que los datos sean coherentes, por ejemplo, para las edades de los edificios tuvimos que filtrar algunas edificaciones que tenían como edad un valor de 995 (esto puede deberse por ejemplo al desconocimiento), ya que alteraban los resultados. Sin embargo no las excluimos de los demás análisis. También existen 9 datos categóricos, cuyos valores están ofuscados, es decir no podemos saber con exactitud qué significan (¿podremos inferirlo?), pero sí podemos analizar cuáles influyen en el daño recibido.

A continuación describiremos brevemente la información que nos brinda el dataframe de cada edificación:

- **Datos numéricos:** región geográfica, dimensiones, cantidad de pisos, antigüedad y cantidad de familias habitantes.
- **Datos categóricos:** tipos de estructura, estado legal de la propiedad y configuración del plan de construcción.
- **Datos binarios:** presencia de distintos tipos de materiales y usos secundarios de la propiedad.

2.2. Impacto del terremoto en las edificaciones

En primera instancia podemos ver en la Figura 2 la proporción de los daños causados:

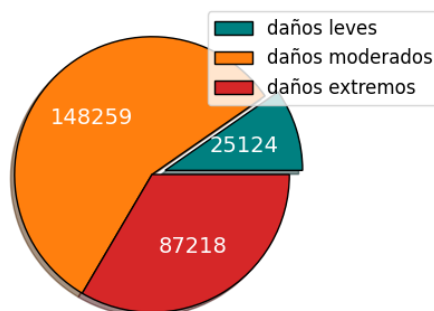


Figura 2: Proporción de los daños sobre el total de edificaciones afectadas (260.601)

Nepal es un país asiático cuya ubicación coincide con una región sísmica, ya que en la zona del Himalaya convergen dos placas tectónicas, la placa india y la placa euroasiática, y a partir de ello se pueden explicar las causas de los terremotos surgidos. Sabiendo los antecedentes que sufrió Nepal como los terremotos de 1934 y 1988, ¿se podrían haber prevenido los daños ocasionados? ¿Estaban las viviendas edificadas con materiales que amortizasen los daños?

2.2.1. Materiales presentes en las edificaciones

Realizando un análisis cuantitativo de los materiales utilizados, pudimos observar que la mayor cantidad de edificios dañados poseen en su edificación estructuras de barro y piedra, siendo estos materiales de los más económicos para la construcción. Nepal es uno de los países mas pobres y menos desarrollados del mundo, donde aproximadamente el 44 % de la población vive por debajo de la línea de pobreza, y podemos decir que las estructuras realizadas con barro y piedra no son las apropiadas para poder confrontar el impacto de un terremoto, pero, ¿qué tipo de estructuras y materiales pueden amortizar los daños ocasionados por un terremoto de esta escala?

Para determinar ésto, analizamos los diferentes materiales y estructuras en función de la proporción del tipo de daño recibido y obtuvimos la información representada en el siguiente gráfico junto con la cantidad de edificaciones que presentan dicho material (tener en cuenta que los materiales no son excluyentes, es decir una edificación puede tener más de uno):

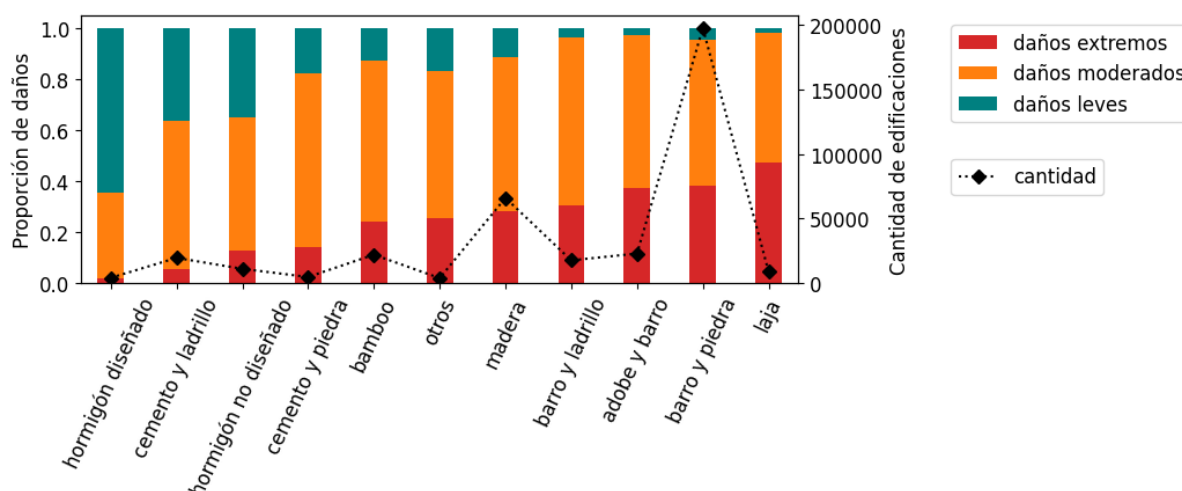


Figura 3: Proporción de daños y cantidad de edificaciones con diferentes materiales

A primera vista notamos que el hormigón armado diseñado es la mejor opción con tan sólo un 2 % de daños extremos y un 34 % de daños moderados, pero podemos afirmar que es la opción más costosa. En el caso de las edificaciones conformadas por estructuras de cemento y ladrillo sólo el 6 % sufrieron daños extremos, y en las de hormigón armado no diseñado, el 13 %. Podemos inferir a partir del gráfico cuáles son las mejores (y peores) opciones para la construcción.

La gran cantidad de construcciones de barro y piedra se debe a que este material es el más económico¹. Podemos decir más: una cuarta parte de las viviendas que fueron destruidas, todavía no han podido ser reconstruidas.

2.2.2. El secreto de los edificios que soportaron el terremoto Gorkha

Analizando el tipo de piso usado en la planta baja pudimos notar una clara relación con el tipo de daño sufrido, esto tiene sentido ya que uno de los motivos de los derrumbes en las

¹Proveemos esta información del artículo: <http://www.ipsnoticias.net/2015/07/los-terremotos-no-matan-las-construcciones-de-nepal-si/>

edificaciones a causa de temblores se debe al Soft Story Collapse o también denominado Colapso del Piso Débil. Uno de los principios del diseño anti-sísmico considera que los pisos bajos de un edificio deben ser más fuertes y robustos que los superiores, y en los casos en los que esta condición no se verifique, la estructura tenderá a responder negativamente ante las oscilaciones.

Visualizamos entonces los tipos de pisos utilizados en planta baja y en otras plantas, y su respectiva proporción de daño (Figura 4 y 5):

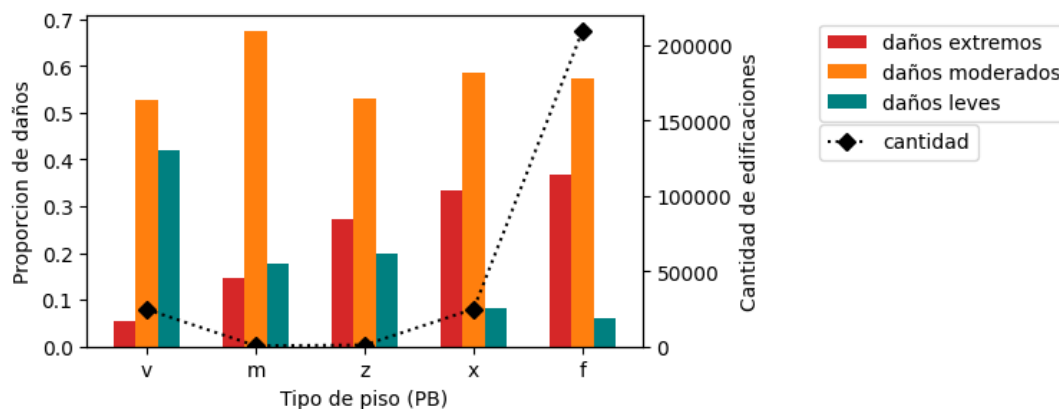


Figura 4: Proporción de daños y cantidad de edificaciones para distintos tipos de piso (PB)

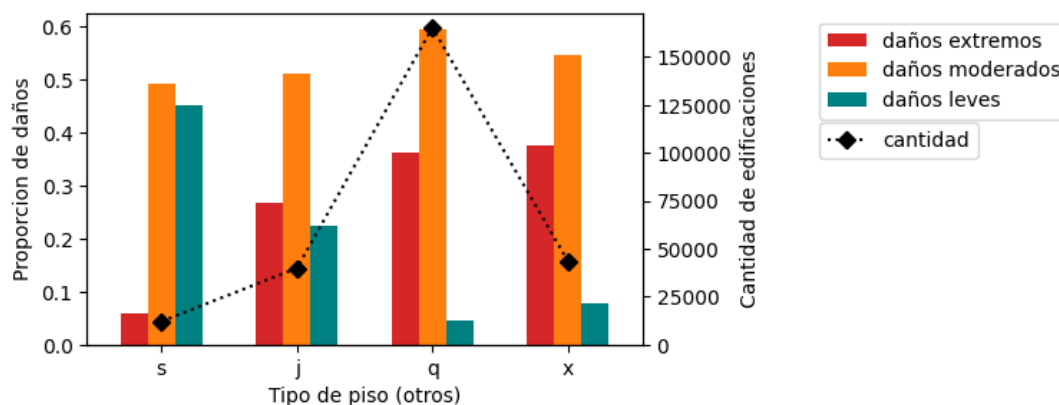


Figura 5: Proporción de daños y cantidad de edificaciones para distintos tipos de piso (otras plantas)

Podemos observar que la mayor cantidad de edificios dañados poseen un tipo de piso F en su planta baja (TPB = F), de los cuales sólo una pequeña proporción (6%) tuvo una respuesta positiva a las oscilaciones. Es interesante notar que si bien la cantidad de edificios dañados con un tipo de piso V es mucho menor a las analizadas anteriormente, éstas tuvieron una respuesta óptima ante los efectos del terremoto ya que se puede apreciar que el 42% de los daños ocasionados fueron amortizados correctamente, mientras que solamente el 5% fueron daños de alto impacto. Ahora bien, ¿Podemos establecer una relación entre los edificios que usaron una construcción de tipo F en su planta baja con los que fueron construídos con estructuras de barro y piedra? ¿Y los de tipo V con cemento y ladrillo?

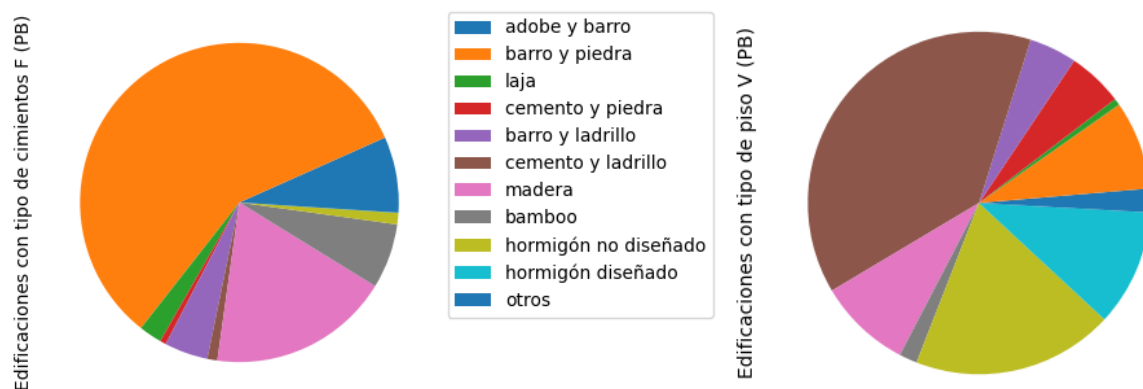


Figura 6: Materiales presentes en los tipos de piso F y V (PB)

Vemos, en la Figura 6, que el 58 % de los edificios cuyo $TPB = F$ poseen estructuras de barro y piedra, mientras que el 38 % de los edificios cuyo $TPB = V$ poseen estructuras de cemento y ladrillo. A partir de ello podemos establecer una correlación entre la calidad de los elementos y la calidad del tipo de edificación en la planta baja. Por otra parte también vemos en la Figura 5 que el tipo de piso utilizado en otras plantas también es importante e influye en la resistencia de la edificación.

2.2.3. Cimientos utilizados y tipos de materiales

Podemos hacer el mismo análisis para los tipos de cimientos presentes en las edificaciones.

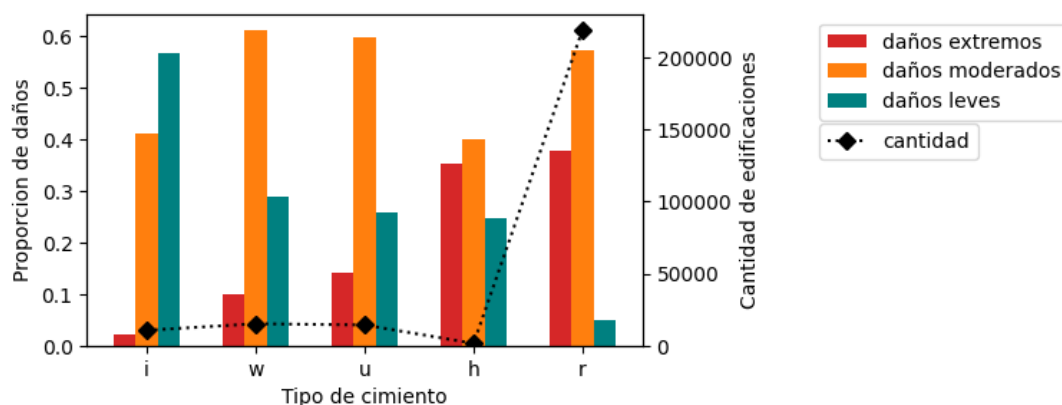


Figura 7: Proporción de daños y cantidad de edificaciones para distintos tipos de cimientos

Observando la Figura 7 podemos decir que, las edificaciones construídas con cimientos de tipo I presentan menores daños comparados con otros tipos de cimientos. Al mismo tiempo podemos concluir que las viviendas construídas con cimientos de tipo R tuvieron peores repercusiones por parte del terremoto en cualquier tipo de material (mayormente, las construídas con barro y piedra).

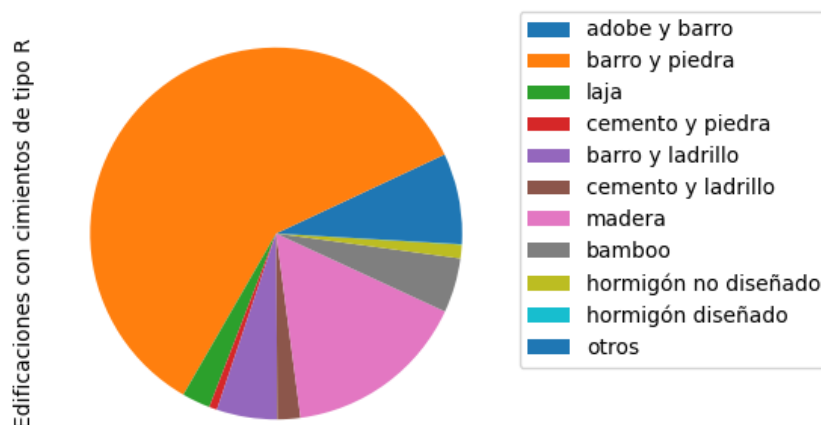


Figura 8: Materiales presentes en los cimientos de tipo R

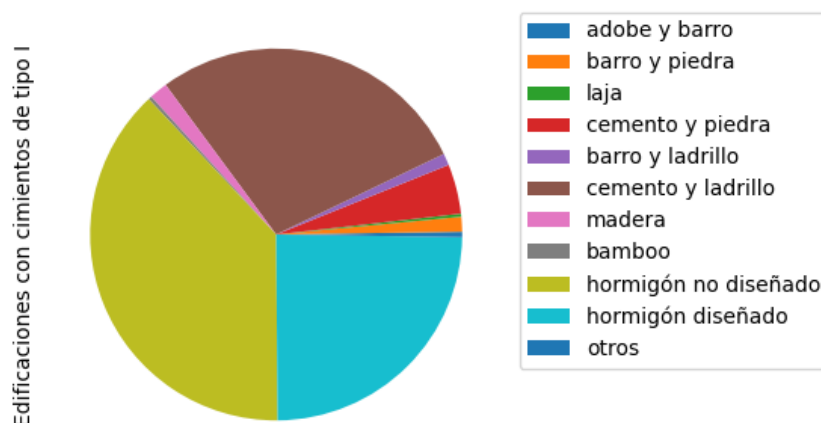


Figura 9: Materiales presentes en los cimientos de tipo I

La mayoría de los edificios o viviendas construídas fueron establecidas sobre cimientos de tipo R. Si profundizamos el análisis de los tipos de material con respecto a esta variable, podemos observar, en la Figura 8, que la mayor proporción de edificaciones con cimiento de tipo R fue construída con barro y piedra, similar a lo que observamos en los anteriores esquemas. Mientras que las mayores proporciones para los edificios con cimientos de tipo I son con materiales más robustos. Podemos ver también que, construir con cimientos de tipo R produjo daños extremos en un total de aproximadamente 70.000 edificios. Obtenemos así la mejor (y peor) opción del tipo de cimientos.

2.2.4. Techos utilizados y sus materiales

De la misma forma que los pisos y cimientos podemos analizar y comparar los daños recibidos y los materiales presentes en las edificaciones según el tipo de techo presente.

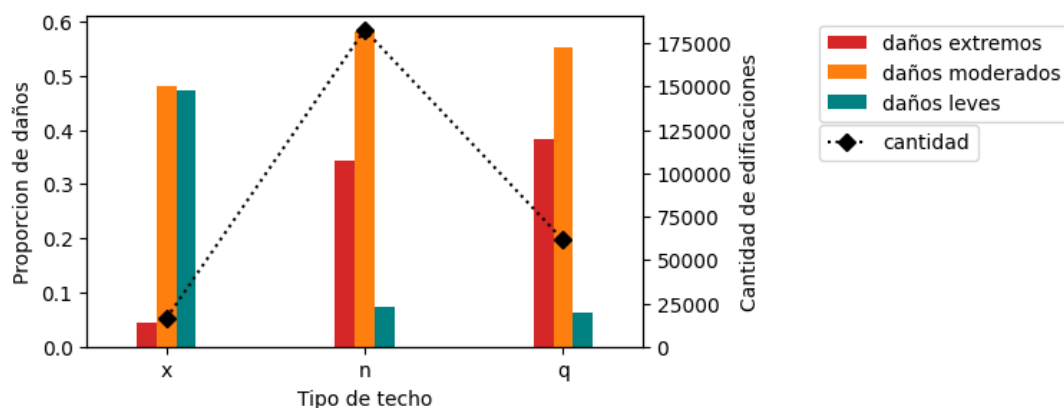


Figura 10: Materiales en edificaciones con techos de tipo I

Vemos una clara diferencia entre el tipo X y los otros, siendo éste notablemente mejor frente a las consecuencias del terremoto. Haremos el análisis de los materiales presentes en las edificaciones con tipo de techo X y Q, que podemos ver son el mejor y el peor respectivamente.



Figura 11: Materiales en edificaciones con techos de tipo I y Q

Observamos la diferencia de las proporciones de los materiales presentes y concluimos que estas características son efectivamente importantes en la resistencia de la edificación, tanto para una mayor resistencia o una menor.

2.3. Otros análisis

2.3.1. Edificios de uso esencial

Otro dato que podría ser importante de las edificaciones es el de su función en la ciudad, en especial las edificaciones de uso esencial como las escuelas. Analizamos en la Figura 12 la proporción de los daños en cada uno de las funciones.

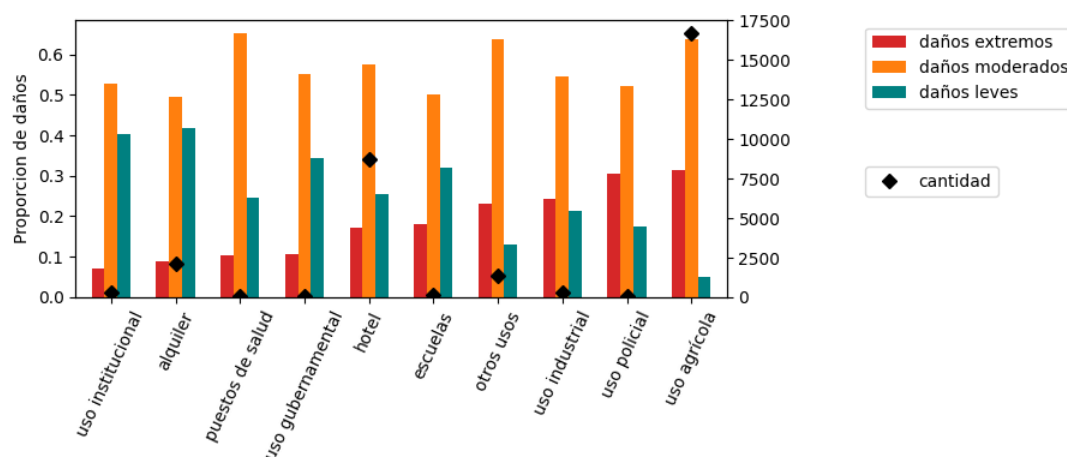


Figura 12: Usos de las edificaciones y sus proporciones de daños

Vemos que las edificaciones de uso institucional son las que sufrieron menores daños extremos junto con los puestos de salud y los de uso gubernamental, por otra parte también vemos las que sufrieron una proporción mayor de daños extremos

Las instituciones de carácter educativo también fueron unas de las menos damnificadas ante el impacto del terremoto ya que solamente 94 edificaciones educativas sufrieron daños, de las cuales el 18 % sufrieron daños extremos, un 50 % daños moderados y un 32 % daños leves.

Analizaremos la composición de materiales en cada una de ellas, ¿se dará más importancia a las edificaciones de uso esencial?

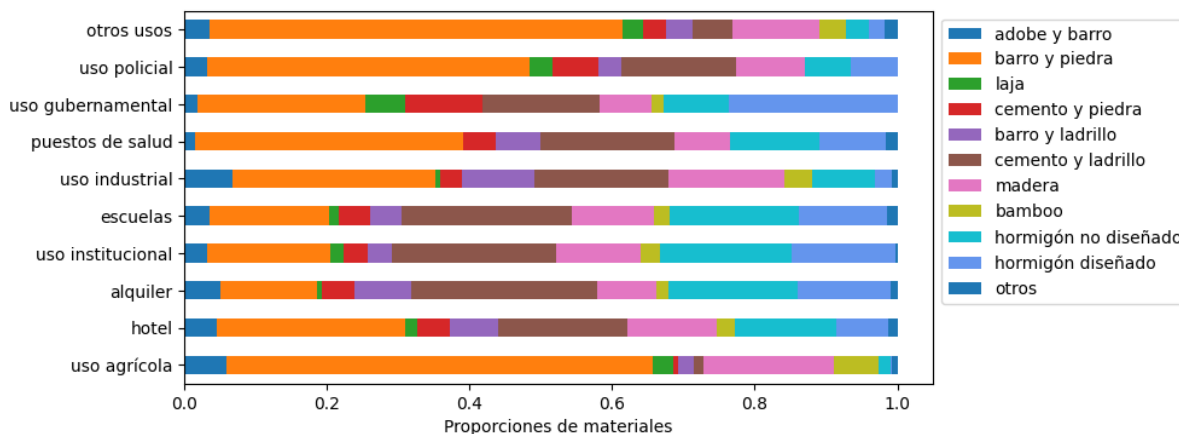


Figura 13: Materiales presentes en las edificaciones según su uso

Si analizamos el impacto en las instituciones educativas en relación a los materiales que las componen (Figura 13) podemos observar que la mayor cantidad de escuelas dañadas poseen en su estructura cemento y ladrillo, sin embargo estas mismas fueron las que más redujeron el impacto del terremoto, ya que las proporciones de daños leves y moderados prevalecen sobre las edificaciones que sufrieron daños extremos. Notamos a partir de ésto la importancia se les da a las construcciones de escuelas y edificios gubernamentales, y cómo infiere ésto en el impacto del terremoto.

2.3.2. Cantidad de pisos en los edificios

Otro análisis interesante que podemos hacer, es el de la cantidad de pisos en la edificación (antes del terremoto), ¿los edificios más bajos tendrán mejor respuesta? Visualizamos entonces en la Figura 14 la proporción de daños según la cantidad de pisos.

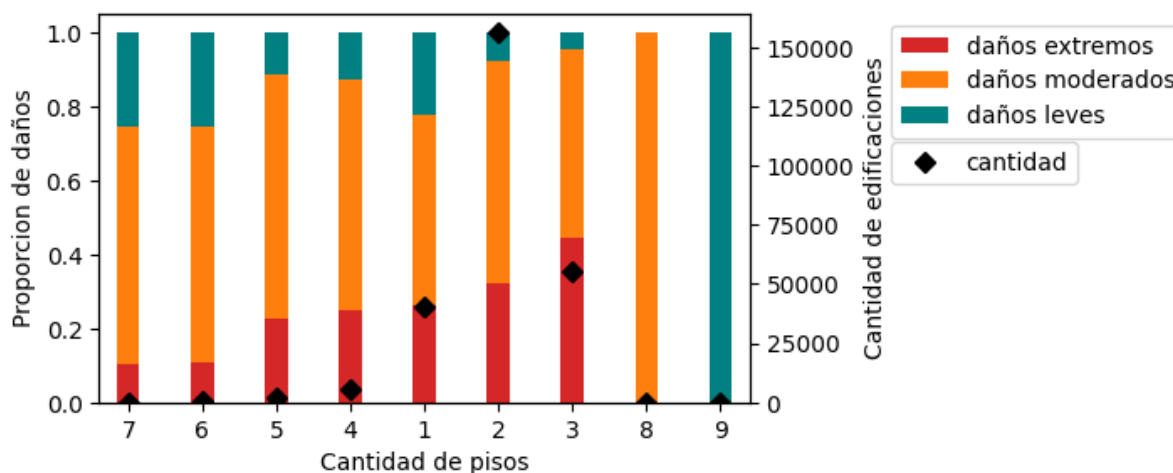


Figura 14: Proporción de daños y cantidades de edificaciones según cantidad de pisos

Vemos que en verdad las proporciones no son las esperadas, los edificios más dañados son aquellos con 3 pisos. Pero esto tiene su explicación: las edificaciones con más de 3 pisos son construidas con mejores materiales, esto lo vemos en la Figura 15.



Figura 15: Materiales en edificaciones según cantidad de pisos

2.3.3. Antigüedad de los edificios

Nos preguntamos si la antigüedad es un factor determinante en los daños recibidos, para esto primero visualizamos en la Figura 16 la distribución de las antigüedades en todos los edificios afectados.

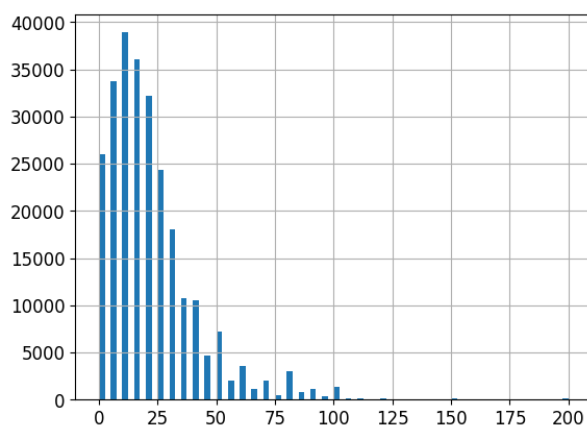


Figura 16: Histograma de la cantidad de edificaciones según su antigüedad

Podemos ver que la mayoría de las edificaciones tienen una antigüedad menor a 25 años, esto es interesante ya que Nepal ha sufrido otros terremotos en su historia, siendo el anterior en 1988. También vimos mediante un rápido análisis que los edificios más jóvenes son de barro y piedra (Figura 17) Esto nos lleva a una conclusión de que los últimos edificios en ser construídos eran viviendas humildes que no estaban preparadas para esa región.

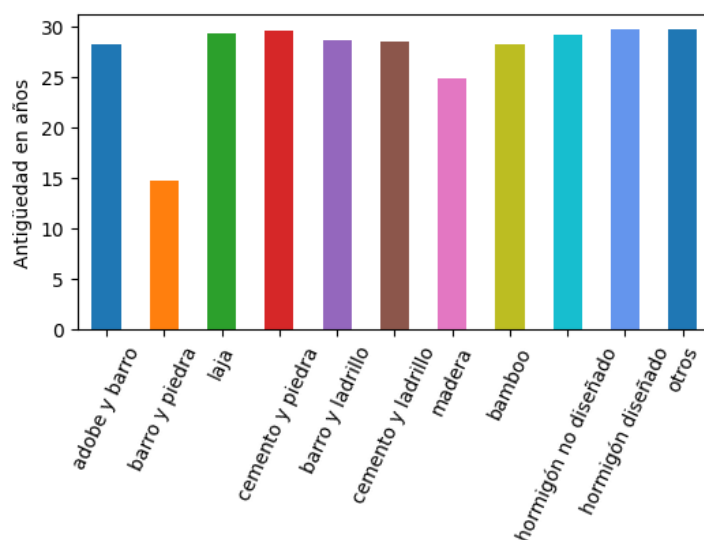


Figura 17: Antigüedad promedio de las edificaciones según el material presente

2.3.4. Características de los edificios filtrados

Al hacer un análisis de la antigüedad, tuvimos que filtrar ciertos edificios respecto a la antigüedad ya que tenían todos el mismo dato: 995. Analizamos entonces, en la Figura 18, estos edificios aislados para ver sus características y cómo se diferencian del resto.

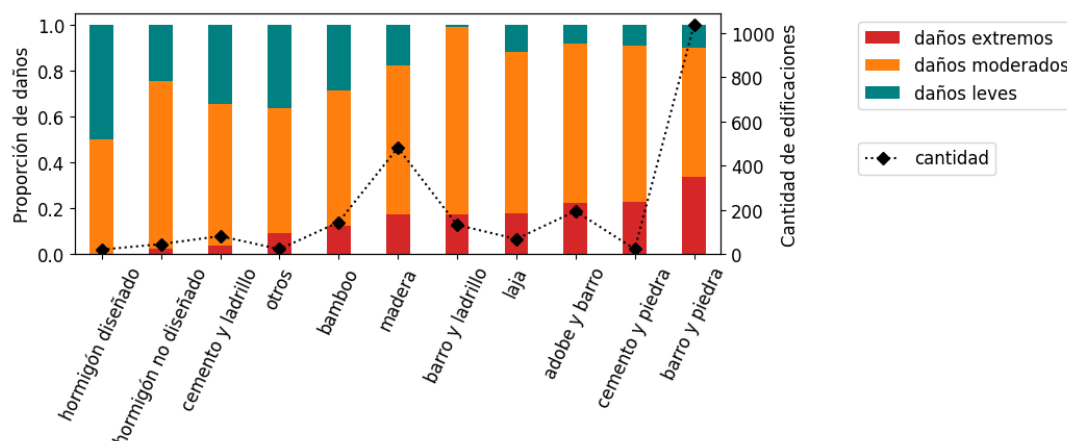


Figura 18: Proporciones de daños para los edificios filtrados

Al observar el gráfico vemos que no se diferencian mucho del resto, entonces concluimos que el dato de la antigüedad simplemente era desconocido, ya que sino habría diferencias claras con la Figura 3

3. Conclusiones

3.1. Variables importantes de las edificaciones

Tras haber analizado cada variable en función de su proporción de daños, haber realizado los gráficos y ordenarlos de menor a mayor en su proporción de daños graves, pudimos destacar las variables que podrían influir en el grado de daño que sufrirá la edificación. Enumeramos a continuación nuestros hallazgos:

- Tipo de cimientos: Según nuestros análisis, los cimientos influyen casi de manera directa, siendo el tipo I el más seguro, y el tipo R el menos seguro pero el más económico por su cantidad.
- Tipo de piso en PB: el mejor tipo de piso para estas condiciones es el tipo V, y el peor el F. Podemos inferir también que el tipo F es efectivamente el más económico, al ser el más usado.
- Tipo de piso en otras plantas: también influye directamente, siendo el mejor el tipo S y el peor el X. También inferimos que el tipo Q es el más económico por su mayoría de uso.
- Tipo de techo: el mejor tipo de techo es el tipo X, y el peor el Q. En este caso el más económico por ser el más usado, inferimos, es el tipo N que también presenta impactos muy negativos.
- Materiales: los materiales presentes también influyen de manera directa. Esto es lógico ya que son una de las más importantes características de una edificación robusta.

3.1.1. Otras conclusiones

Podemos concluir, además, que la mayoría de las edificaciones dañadas estaban fabricadas -a grandes rasgos- de barro y piedra, siendo éstas también las edificaciones más jóvenes. En síntesis, debemos reflexionar acerca de la vida en Nepal (ubicada en una región sísmica severa), ya que es uno de los países más pobres del mundo donde la economía no ampara a sus habitantes y provoca que en situaciones extremas se agrave la situación.

4. Referencias

- <https://www.drivendata.org/competitions/57/nepal-earthquake/page/134/>
- <https://github.com/Cbravor1991/AnalisisDeDatosTerremotoGorka>