

Capítulo 4

Relación de pérdidas económicas con nivel de daño y víctimas

La presente tesis servirá para integrar la estimación de pérdidas humanas al modelo que existe en el país para calcular una pérdida esperada en zonas propensas a sufrir un sismo. así que, desde un punto de vista práctico determinar los factores F_1 y F_2 en función de las características de las edificaciones y las pérdidas esperadas es lo más adecuado ya que se tiene información a través de los levantamientos que han hecho las aseguradoras y es lo que se estima mediante el sistema RSMex.

Recordando lo visto en el capítulo 1, el factor de colapso del edificio está dado por el valor esperado de pérdida del edificio bajo un sismo dado. Este factor está dado por muchas propiedades de la estructura, del medio en que ha sido construida y del sismo en sí. Se supone que a pérdidas menores al 100% no se generarán todas las víctimas que el edificio puede causar al colapsarse completamente. El factor de colapso indica que una fracción de esas víctimas se generaran ante una pérdida dada..

Aunque lo ideal sería estimar los daños estructurales y el tipo de falla más probable para cada caso lo que los sistemas de las aseguradoras determinan es la pérdidas. Esta pérdida corresponde a la cantidad de dinero que se pierde expresado en un porcentaje del valor total de las construcciones afectadas. Por ello es que en este trabajo el factor de colapso se pondrá en función de esas pérdidas.

En el modelo que se ha definido en el capítulo uno se considera que la probabilidad de que una estructura colapse y produzca pérdida de vidas humanas, está dada por el factor de colapso $C_F(p_j)$. definido en el capítulo 1 Por practicidad, en este trabajo se presentará el factor de colapso como una función del porcentaje de la pérdida esperada del edificio.

4.1 Recopilación de datos de pérdidas para el cálculo de factor de colapso

Para la elaboración del presente capítulo se han recabado datos de pérdidas en distintos edificios dañados por distintos sismos para caracterizar los daños y relacionarlos con el porcentaje que representan en costo. Los datos se han recabado de los registros de aseguradoras a los cuales se tuvo acceso. En la tabla 4.1 se muestran los sismos para los cuales se ha obtenido información y algunas de sus características.

Tabla 4.1 Relación de sismos para los que se recabaron datos de pérdidas económicas

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Magnitud	Profundidad [km]	Tipo	Municipios donde se registraron las afectaciones
11-ene-97		18.37	-101.82	7.10	35	Normal	-Iztacalco, DF -DF
15-jun-99	15:042	18.13	-97.54	7.00	61	Normal	-Tlalmalco, Estado de México
05-jul-98	14:55	16.83	-100.12	5.20	5	--	-Tetecala, Morelos
15-oct-98 *	--	--	--	--	--	--	-Azcapotzalco DF
30-sep-99	11:31	16.03	-96.96	7.40	--	--	-Cuauhtémoc, DF
21-jul-00	1:13	18.11	-98.97	5.90	50	Normal	-Coyoacán DF
09-ago-00	6:41	18.13	-102.39	6.50	33	Subducción	-Cuauhtémoc, DF -Acapulco, Guerrero -Colima, Colima -Tecomán, Colima
21-ene-03	20:06	18.86	-103.9	7.50	26	Subducción	-Guerrero, -Manzanillo, Colima, -Puerto Vallarta, Jalisco -Miguel Hidalgo, DF
01-ene-04	17:31	17.45	-101.4	6.00	15	--	-Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero
16-abril-04*	--	--	--	--	--	--	-Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero
07-oct-04	9:55	20.67	-103.49	4.20	5	--	-Zapopan, Jalisco
04-abr-04	17:40	32.54	-115.36	7.20	10	--	-Mexicali, Baja California

*Hay varios sismos pequeños en esa fecha, no se determina cuál sería el causante de los daños

Se observa que los sismos de la tabla son en general, sismos pequeños excepto los de Mexicali y Colima los cuales acaparan la mayor parte de los casos recopilados. Se obtuvieron datos del valor del inmueble y contenidos, su altura, localización, pérdidas que se reclamaron y pérdidas ajustadas para varias construcciones.

Los datos obtenidos para todas las construcciones así como comentarios se encuentran en el Anexo II de la presente tesis.

4.2 Descripción de estimación de pérdidas con el sistema RS-MEX

De acuerdo con la página de internet <http://www.ern.com.mx/htm/sftwre/rs.htm>

“El sistema de cálculo de riesgo sísmico de carteras de edificaciones en la República Mexicana *RS-MEX*® 2.1 calcula las pérdidas probables de inmuebles ubicados en la República Mexicana.”

Si se desea indagar acerca de su funcionamiento en la misma página de internet se explica las etapas y la forma en que se realizan los cálculos.

Un edificio dado puede fallar bajo un sismo o solo sufrir pérdidas menores. El nivel de daño que sufre la estructura se determina de acuerdo con el sismo, el tipo de estructura, tipo de suelo, ubicación y múltiples factores. Si hemos de estimar la pérdida de vidas humanas en función de los colapsos de edificios primero se debe estimar la probabilidad de que fallen los edificios. Se ha

encontrado que existen condiciones que pueden hacer a algunas estructuras más susceptibles de sufrir daño que otras. Para este capítulo, se usarán datos y estimaciones de aseguradoras, por ello es conveniente indicar los factores que toman en cuenta. Cuando las aseguradoras obtienen datos es difícil saber si la construcción ha sido correctamente diseñada y construida conforme a ese diseño, por lo que se basan las siguientes características para determinar la vulnerabilidad de estructuras. Los factores que toma en cuenta los sistemas de las aseguradoras son:

- Tipo de sismo. Se ha observado que los sismos de subducción tienden a ser los más destructivos
- Profundidad en que se produce la falla.
- Magnitud del sismo. La magnitud del sismo indica la cantidad de energía que es liberada. Este parámetro junto con la distancia y del tipo de terreno por las que las ondas sísmicas se desplazan, define la intensidad con que un sismo se siente en la zona que quiere evaluarse.
- Distancia. El efecto del sismo se ve afectada por la distancia. Entre más lejos se encuentre la zona menor será la intensidad con que se siente el sismo y además la duración será mayor.
- Tipo de suelo. El suelo donde está desplantada la cimentación es de suma importancia pues la capacidad que tiene el suelo de soportar las sollicitaciones de carga que le transmite la cimentación es de suma importancia. Además influye en el periodo con que el sismo moverá la estructura y puede presentar fenómenos muy específicos, como la licuación de arenas, que pueden disminuir considerablemente su capacidad de carga. Por otra parte el suelo puede amplificar la onda sísmica e influir en la velocidad de propagación de la onda.
- Intensidad del sismo. Dependiendo de la magnitud del sismo, distancia, tipo de suelo y medio por el que se desplazan las ondas sísmicas. La celeración del suelo tendrá un valor durante un sismo. La intensidad del sismo es uno de los factores externos más importantes porque es el que define las sollicitaciones a que el edificio será sometido

Características propias de la estructura.

- Existencia de muros de concreto. Ya que estos hacen la estructura más resistente y rígida
- Altura del edificio. Lo cual se define con el número de pisos; además la altura del edificio puede indicar si el periodo de la estructura se acerca al periodo del suelo pudiendo así predecir o prevenir la resonancia
- Existencia y características de columnas. Si no existen se da por sentado que se trata de mampostería confinada o no confinada
- Existencia y características de trabes. Ya que estas, junto con la existencia y estilo de columnas nos indica si se trata de marcos de concreto, de acero, o mampostería lo que define el sistema estructural
- Características del techo o cubierta. Sobre todo definen si es diafragma de losa o techo ligero.

- Tamaño de los claros. Prácticamente los claros grandes se dan solo en naves industriales, pero también pueden estar en ciertas construcciones por razones arquitectónicas
- Existencia de contraventeos. Estos refuerzos ayudan considerablemente a soportar las fuerzas sísmicas
- Existencia de columnas cortas. Son cuolumnas que estan ligadas a muros bajos de mampostería que limitan su capacidad de deformación: Estas columnas incrementan la posibilidad de daños
- Posibilidad de golpeteo. Se determina por la cercanía con otros edificios
- Edificios en esquinas. Se ha visto que en edificios en esquina con frecuencia se observa la existencia de muros de colindancia que provocan una excentricidad en el centro de rigideces la que provoca torsion en el edificio al ser afectado por el sismo
- Sobre peso. Con frecuencia el cambio de uso en un edificio puede provocar que sea sometido a cargas para las que no fueron diseñadas
- Irregularidades en elevación. Si existen pisos con una mayor o menor cantidad de muros de carga que los demás, o con diferente altura que el resto de las plantas del edificio puede provocar una diferencia de rigideces que puede generar piso débil en ese (esos) piso(s)
- Irregularidad en planta. También la asimetría fuerte en la planta de edificios puede provocar ya sea una excentricidad al hacer más rígido uno de las alas del edificio o una excentricidad al cargar más peso a una de las alas. Esas excentricidades porvotan torsion en el edificio haciendolo más susceptibl a la ocurrencia de daño
- Existencia de hundimientos diferenciales. Implica, de existir, un debilitamiento en la estructura
- Daños previos. Implica, de existir , un debilitamiento en la estructura
- Reparaciones previas. Solo puede haber si hubo daño previos
- Año de construccion. Implícitamente nos dice el reglamento bajo el cual fue o debio ser construida la estructura.

Con estos datos el sistema RS-Mex estima las pérdidas económicas que se darían bajo un sismo dado para las estrcuturas dadas. Para la elaboración de la presente tesis se ha corrido el sistema para los simos mencionados en la tabla 4.1 y para las construcciones del anexo II.

4.3 Comparación de datos de pérdidas sistema vs aseguradoras

El sistema que estima las pérdidas monetarias es el RS-MEX. Antes de pasar a la relación con el factor de colpaso se muestra en la gráfica de la figura 4.1 una comparación entre los resultados obtenidos con el programa y lo que se tiene como datos verdaderos obtenidos de la aseguradora GNP para el sismo de Mexicali 2010.

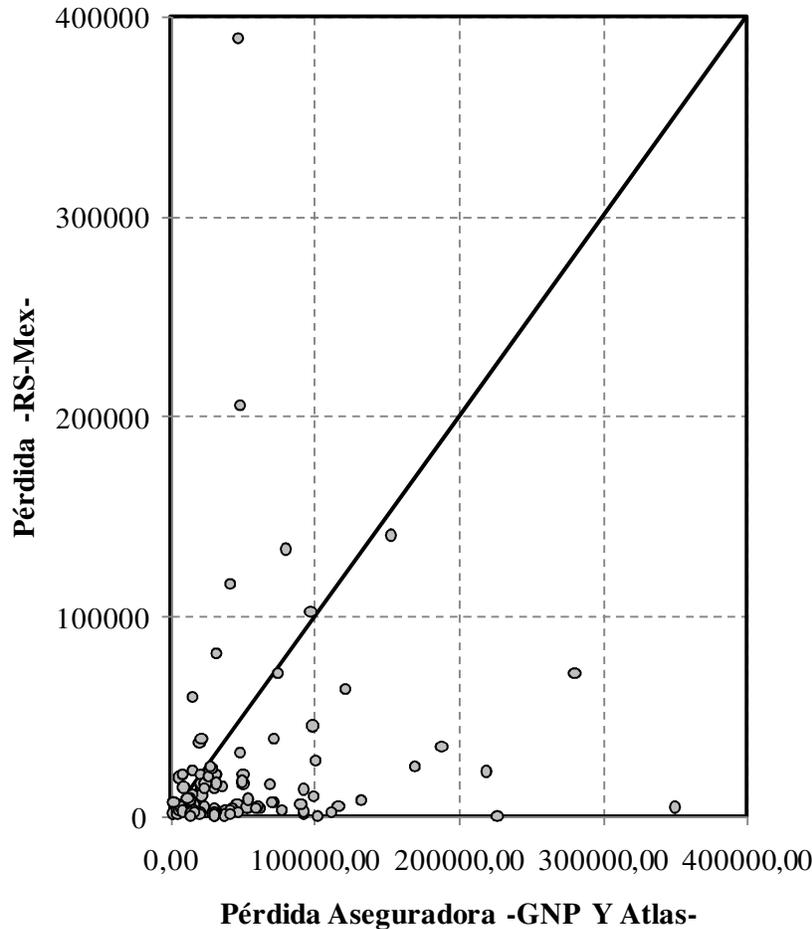


Fig. 4.1 Pérdidas estimadas de por RSMEX contra pérdidas registradas por aseguradoras

Como se muestra en la figura 4.1 existen diferencias importantes entre lo que se estimó con lo que realmente se obtuvo. Con estos datos se pretende realizar una calibración del sistema RSMex. Al momento de escribir este trabajo se está iniciando con dicha calibración. Sin embargo su desarrollo escapa de los alcances de esta tesis. Partiendo de que la calibración se hará y los datos de lo que se estimen sean más cercanos a la realidad se considerará que lo que estima el sistema es correcto y puede usarse para la estimación de pérdida de vidas.

El sistema arroja un porcentaje de pérdida económica, por lo que un primer paso es determinar que clase de daños sufren los edificios dadas las pérdidas.

4.4 Clasificación de nivel de daños

4.4.1 Clasificación de nivel de daño acorde a la Agencia de Administración Federal de Emergencia (FEMA) de EU

Existe una clasificación del nivel de daño de acuerdo a FEMA (2000) que clasifica el nivel de daño de acuerdo al porcentaje de pérdida que ha sufrido un edificio. Esta clasificación esta dada por la tabla 4.2

Tabla 4.2 Niveles de daño de acuerdo a porcentaje de daño sufrido

Clave	Nivel de daño	Porcentaje de pérdida económica
1	Daño ligero	Menor al 10%
2	Daño moderado	Entre 10% y 30 %
3	Daño fuerte	Entre 30% y 60%
4	Daño mayor o destrucción	Mayor al 60%

Se debe ser muy cuidadoso con estos indicadores pues otra cosa que también se debe tomar en cuenta es la posibilidad de que un edificio se pierda al 100% pero no colapse pues de acuerdo a muchas de las normas sísmicas actuales, un edificio que se pierde debe permitir a sus ocupantes salir antes de caer. Esto se logra al conseguir una falla dúctil y un comportamiento y resistencia adecuados.

4.4.2 Propuesta de clasificación de nivel de daño acorde a información recopilada

A veces pueden perderse solo plafones y acabados y representar estos una pérdida considerable de la estructura, en especial cuando los acabados son finos. También se pueden dar casos donde se pierden uno o dos muros pero estas pérdidas son por grietas de 45° donde se estaría presentando una falla por cortante y esto es obviamente más peligroso cuando la estructura es de mampostería. Así que se ha definido una clasificación de acuerdo al daño estructural que sufre el edificio la cual se da a continuación.

Tabla 4.3 Niveles de daño de acuerdo a la seguridad estructural

ID	Nivel de daño estructural	Descripción
1	Daño Leve	Los daños son en elementos no estructurales, la estructura no ha perdido resistencia
2	Daño Moderado	Los daños afectan elementos estructurales y no estructurales, la resistencia del edificio se ve levemente disminuida. El daño podría pasar de moderado a grave en el siguiente sismo fuerte.
3	Daño Grave	Los daños afectan la estructura de tal manera que hay peligro de colapso y se considera que el edificio fallará en el siguiente sismo fuerte.
4	Colapso parcial	Una parte del edificio cae pudiendo ser un ala, uno o varios pisos, pero la mayor parte del edificio no colapsa
5	Colapso Total	Todo el edificio o la mayoría de él colapsa

Para determinar el nivel de daño estructural se necesita una descripción de los daños sufridos. Sin embargo, los sistemas con que cuentan las aseguradoras estiman las pérdidas monetarias, así que es necesario relacionar el porcentaje de pérdida económica con los tipos de daños que se presentan. Para los casos que se han recopilado tenemos una descripción de los daños, y el valor de la pérdida económica. Algunos daños comprometen más la seguridad estructural de la edificación, por lo cual, se ha elaborado una lista con los daños que se presentaron en las construcciones que se están analizando y se le ha asignado un valor de nivel de daño estructural de acuerdo a la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Criterio de asignación de Nivel de daño estructural de acuerdo a las fallas presentadas que podrían provocar lesiones en las personas.

Daño Leve	Daño moderado	Daño Grave
1. Cuarteaduras en acabados 2. Daños en acabados de edificio 3. Daños en azulejos 4. Daños en cortina metálica 5. Daños en mosaico exterior 6. Daños en pisos. 7. Daños en puertas. 8. Daños superficiales en losa 9. Daños en tejas de barro en techo 10. Daños en tragaluz, 11. Grietas en piso de duela de madera 12. Destrozo de azulejo 13. Fisura en piso de loseta vinílica 14. Fisura en yeso y pintura. 15. Fisuras a la altura del cerramiento 16. Fisuras en acabados. 17. Fisuras en emboquillado de ventanas 18. Fisuras en fachadas 19. Fisuras en muros divisorios 20. Fisuras en aplanado 21. Fisuras superficiales en muros 22. Fracturas en durock en fachada 23. Grietas en muros de tabla roca 24. Grietas en recubrimiento de fachada 25. Piso botado 26. Separación de muros de tabla roca,	27. Caída de láminas de asbesto 28. Caída de plafones 29. Daños a suspensión de falso plafón 30. Daños en cubierta de lámina 31. Desnivelación severa de plafón 32. Desprendimiento de acabados. 33. Desprendimiento de ductos de aire acondicionado 34. Desprendimiento de tejas en techo 35. Desprendimientos de loseta, 36. Rotura de plafones 37. Colapso de techos ligeros no diafragmas 38. Fisuras en trabes y techos 39. Daño en muros de block 40. Desprendimientos de castillos en barda perimetral 41. Fisuras en muro de alberca 42. Fisuras horizontales 43. Fisuras verticales 44. Grieta en dala de concreto 45. Grietas en paredes 46. Grietas grandes en muros 47. Cisterna con fisuras que derramaron agua 48. Cuarteadura en pisos 49. Fisuras en arcos de ventanas	50. Grietas en losa de concreto más 5 mm 51. Grietas en techos 52. Daño en techo 53. Daño en muros de planta baja 54. Daños en estructura metálica 55. Daños en uniones de trabes 56. Derrumbe de arcos de de construcción antigua 57. Desplazamiento importante de techo 58. Desprendimiento de viga 59. Desprendimientos en uniones de la terraza. 60. Fisuras angulares 61. Fractura de 45° en pared 62. Fractura de castillos 63. Giro de estructura 64. Grietas diagonales (en varios muros) 65. Grietas en juntas 66. Grietas en toda la casa 67. Daños en muro de planta alta 68. Descuadre de marcos de puertas 69. Ruptura de contravientos 70. Asentamientos diferenciales 71. Cuarteaduras en columnas 72. Daño a elevador 73. Daños en columnas 74. Daños en muros de carga 75. Derrumbe de muro de block 76. Derrumbe en barda perimetral 77. Desplome en barda 78. Ladrillos despegados 79. Pandeo en bardas

*En caso de estructuras de mampostería la pérdida de muros se considerará

-Pérdida menor a 20% del total de muros es daño leve

-Pérdida del total de muros de entre 20% y 40% se considerara daño moderado

-Pérdida del total de muros mayor a 40% es daño grave

-Si los muros afectados no son muros de carga entonces el nivel es moderado aunque sean varios

Se considera pérdida del muro si se colapsa o debe reponerse. Si solo presenta grietas superficiales no se considera pérdida del mismo

-Si la caída de muros se presenta con caída de techo se considera colapso parcial o total

-En caso de estructuras de marcos de concreto, marcos de acero o losas planas los muros se consideran elementos no estructurales y, de perderse se consideran daños moderados

-De presentarse más de un tipo de daño se toma el más grave como el que rige

Se hace la observación de que esta tabla debe cotejarse para establecer criterios bien definidos por lo que si alguien quisiera retomarla se sugiere se discutan estos criterios con otros ingenieros de preferencia con experiencia en el ramo pues en base a los casos y el proposito esta clasificación

puede variar. Los datos obtenidos solo llegaron a corresponder a edificios con nivel de daño 1,2 y 3 por lo que aun hace falta integrar daños correspondientes a nivel 4 y 5.

4.5 Cálculo de factor de colapso

4.5.1 Comparación de nivel de daño criterio FEMA VS pérdida recopilada de aseguradoras

La gráfica 4.2 muestra la distribución del daño que sufrieron los edificios de los cuales se ha obtenido informacion de aseguradoras. Si el lector deseara puede encontrar los datos recabados en el anexo 2 del presente trabajo. Los datos dan casi lineales pues el criterio depende enteramente de la cantidad de pérdidas sin embargo esta gráfica sirve para ver que se observe la distribución de nivel de daño. La mayor parte de los daños evaluados son daños de grado uno.

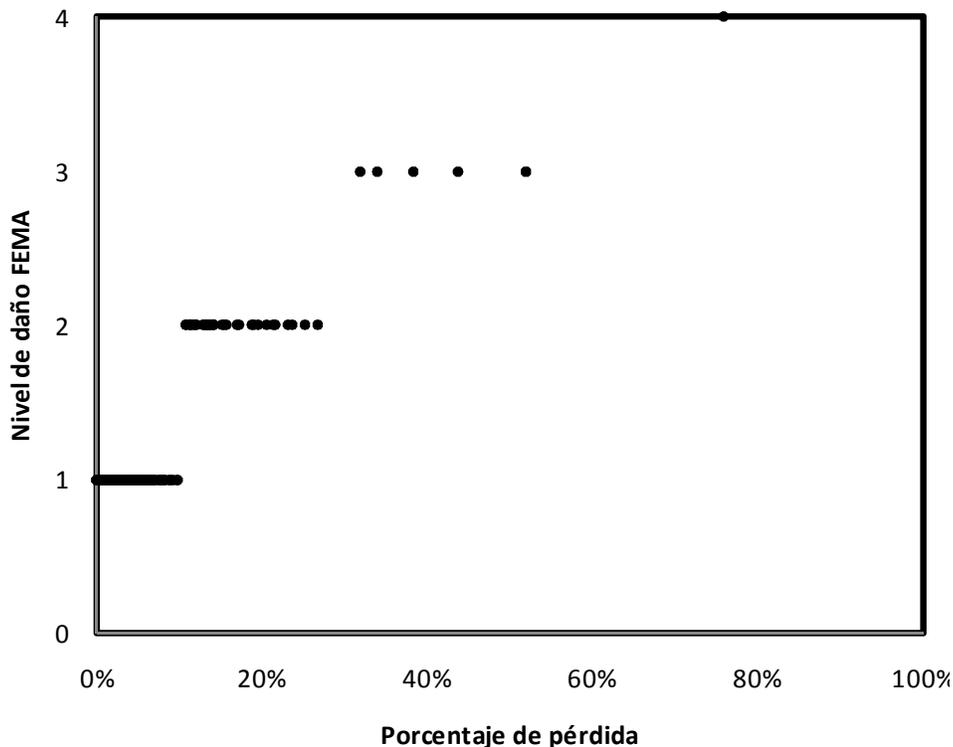


Figura 4.2 Nivel de daño FEMA VS. Porcentaje de pérdidas de los datos obtenidos de las aseguradoras

En la tabla 4.5 se muestran las cantidades de edificio en los tres niveles de daño estructural que se encontraron. El total es menos de 200, esto se debe a que los datos obtenidos por los seguros valuaban las pérdidas de aquellos bienes que la aseguradora cubría y se dan casos en que el seguro no cubría daños por sismo, por lo que se cuenta con la descripción de daños pero no con el porcentaje de pérdida; o bien el seguro solo cubría daños a contenidos por lo que también se tenía solo el valor de los contenidos y su pérdida; en el mismo sentido el daño sufrido por el inmueble no igualaba el deducible así que no se anotó el reporte final porque el cliente desistió de sus demandas. Por cualquiera de estas circunstancias no se tenía el valor de la pérdida por lo que algunos edificios no entraron en la gráfica. Esos casos son mejor descritos en el anexo II donde también se comenta que datos fueron excluidos del análisis y por qué.

Tabla. 4.5 Cantidad de edificios por nivel de daño

Nivel de Daño	Cantidad de construcciones.
1	128
2	35
3	5
4	2
Total	170

4.5.2 Comparación de nivel de daño criterio propuesto versus pérdida recopilada de aseguradoras

Se ha asignado a cada estructura un nivel de daño estructural basándose en los datos de la tabla obteniéndose la gráfica de la figura 4.3. En esta figura se observa que hay dispersión en cuanto a los valores de nivel de daño estructural *versus* el porcentaje de pérdidas, sin embargo también se observa que los diferentes niveles de daños tienden a encontrarse en rangos de porcentaje de daños que se sobrepone unos con otros. En otras palabras, a un nivel de porcentaje de daño esperado se le pueden asignar varios niveles de pérdida, por lo tanto, dado un porcentaje de pérdida esperado se puede determinar un nivel de daño esperado con su correspondiente factor de colapso asociado.

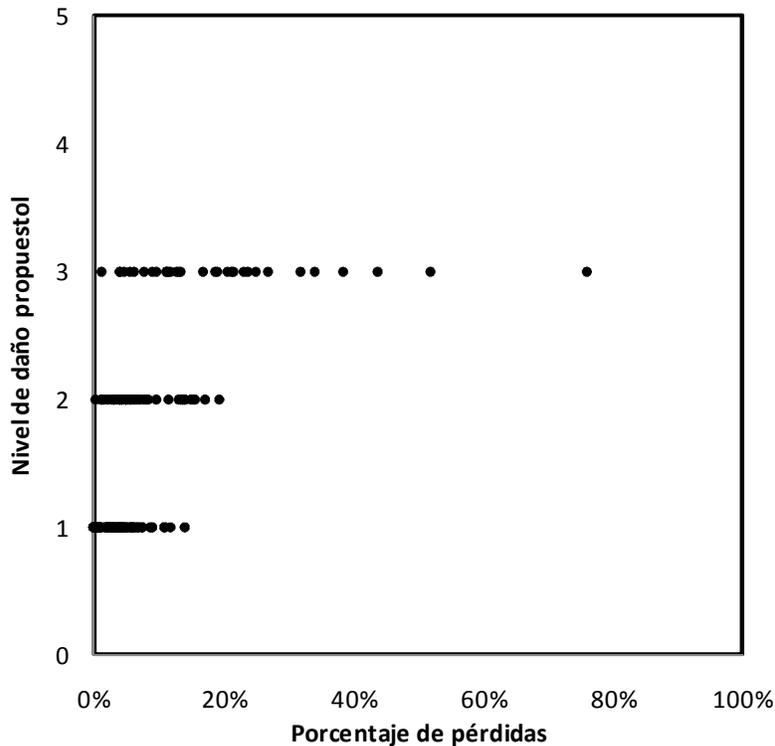


Figura 4.3 Nivel de daño propuesto VS. porcentaje de pérdidas de los datos obtenidos de las aseguradoras

4.6 Correlación del factor de pérdidas con el factor de colapso

Se ha asignado una función de distribución log normal debido a sus propiedades. Esto es porque se espera que la distribución de la función de densidad de población tenga solo una cresta, además de que cuando se esperan cero pérdidas materiales el factor de colapso debe ser cero. Además el hecho de que la desviación lognormal (σ_{ln}) sea adimensional permite una comparación más clara entre datos. Utilizando los valores de valor esperado (μ) y desviación lognormal (σ_{ln}) determinados con los datos recabados para niveles de daño leve (1), moderado (2) y grave (3). Puesto que en los datos recopilados solo se tenía datos de nivel de daño 1,2 y 3 se ha propuesto un μ y σ_{ln} para los niveles colapso parcial (4) y colapso total (5), con más datos será posible conocer μ y σ_{ln} .

Para asignar el factor de colapso se supone que ante una pérdida del 100% el factor de colapso es uno ya que se supone que se presentará colapso total. También se le ha asignado un factor de colapso menor a uno al colapso parcial. El valor del colapso parcial se ha obtenido al dividir el promedio de F_1 de los edificios de la tabla 2.1 que presentan colapso parcial entre F_1 de los que presentan colapso total se hizo lo propio con F_2 y ambos resultados se multiplicaron. Ello queda expresado en la siguiente expresión.

$$F_{CCP} = \frac{\overline{F_{1CT}} \times \overline{F_{2CT}}}{\overline{F_{1CP}} \times \overline{F_{2CP}}}$$

donde

F_{CCP} es el factor de colapso para colapso parcial o nivel de daño 4

F_{1CP} es el promedio del factor de atrapados de los edificios cuyo nivel de daño es colapso parcial

F_{2CP} es el promedio del factor de fatalidad de los edificios cuyo nivel de daño es colapso parcial

F_{1CT} es el promedio del factor de atrapados de los edificios cuyo nivel de daño es colapso Total

F_{2CT} es el promedio del factor de fatalidad de los edificios cuyo nivel de daño es colapso total

En la tabla 4.6 se presenta el nivel de daño propuesto, el promedio de porcentaje de pérdida al que se presenta ese nivel de daño, la desviación log normal que presenta, el porcentaje máximo de pérdida en que se asignó ese nivel de daño así como el mínimo porcentaje de pérdidas correspondiente a ese nivel de daño y un factor de colapso asociado. Con base en esto se asignó un 100% para un colapso total como es lógico y un 75%, obtenido como se mencionó anteriormente, para colapso parcial.

Tabla 4.6 Nivel de daño relacionada con su porcentaje de pérdida

Nivel de daño propuesto	Pérdida promedio μ	Desviación log normal σ_{ln}	Máx. [%]	Mín [%]	Factor de colapso propuesto
1	3.69	1.47	14.18	0.00564	0.01
2	7.38	0.81	19.40804	1.10653	0.02
3	19.70	0.85	0.75904	1.37931	0.50
4	40	0.45	--	--	0.75
5	65	0.3	--	--	1.00

Si bien se obtuvo suficiente información para los niveles de daño de 1 a 3, debido a la falta de información este trabajo no propondrá valores de μ para los niveles de daño 4 ni tampoco un factor de colapso asociado a los niveles de daño 1 a 3. Los valores resaltados en negritas de la tabla 4.6 son valores que no están definidos pero se usarán más adelante al obtener gráficas de distribución de probabilidades. Determinar un valor basado en estadísticas se deja para trabajos posteriores. Para tener mejores aproximaciones hace falta reunir datos sobre muertes en edificios con nivel de daño uno, dos o tres y compararlas con colapsos. Así mismo, falta por obtener el promedio de porcentaje de pérdidas para los niveles de daño cuatro y cinco para lo cual deben obtenerse datos de estructuras con su pérdida económica.

Con la desviación calculada y el promedio (o en su defecto un número propuesto) se generan las gráficas de la figura 4.4. Con estas gráficas se puede determinar el nivel de daño probable a partir de un porcentaje de pérdida económica con su respectivo factor de colapso asociado. Con este factor de colapso, se tienen todos los factores que integran el modelo de estimación de pérdida de vidas por colapso que se emplean en esta tesis.

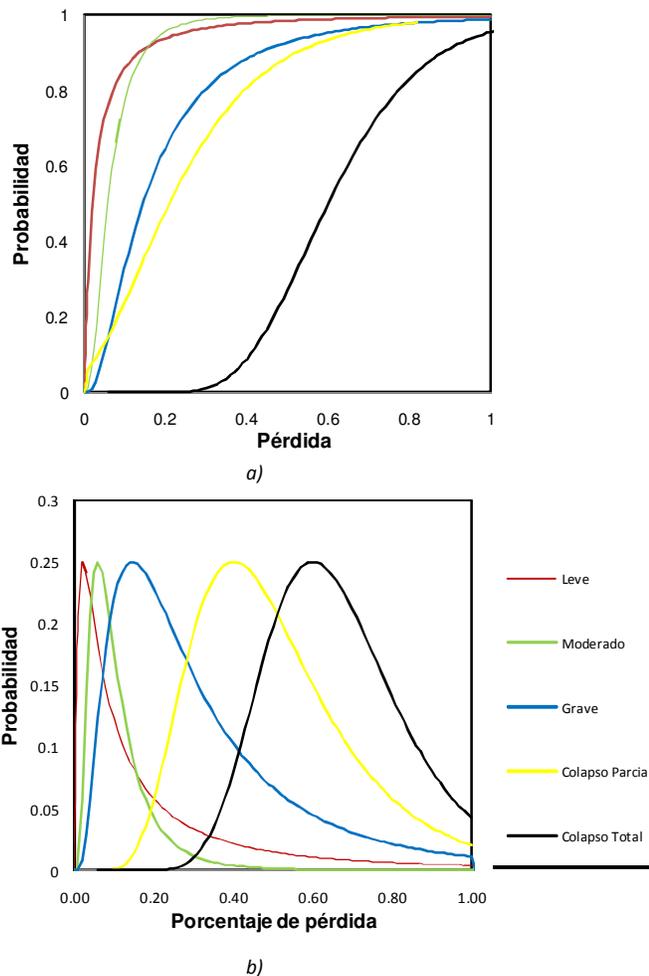


Figura 4.4 Distribución de probabilidad según datos recabados a) Probabilidad acumulada vs porcentaje de pérdida. b) Función distribución de probabilidad vs porcentaje de pérdida

Aunque se tenga un porcentaje de pérdidas esperada, un edificio bien diseñado debería tener una falla dúctil, se esperaría una pérdida del 100% pero no víctimas. Esto no siempre sucede pero da una idea de la naturaleza probabilística de este tema.

4.6.1 Discusión

Cuando el nivel de daño estructural es uno o dos, el factor de colapso será cero o presenta un valor muy cercano a cero porque puede asumirse que los daños leves a la estructura no ponen en riesgo la vida humana, aunque se han dado casos en que elementos arquitectónicos, incluso acabados o contenidos llegan a matar a las personas cuando estos se caen. Por lo mismo, en sismos bajos la caída de tejas lamparas o algunos elementos arquitectónicos que, estructuralmente, no tienen relevancia pueden afectar la vida humana. Por lo tanto hace falta estudiar daños hacia las personas por cantidad de contenidos y/o acabados.

Cuando el factor de colapso es tres puede asumirse que existe un peligro ya que pueden presentarse volteo de muros o falla en elementos estructurales y no estructurales, elementos que sí pueden poner en peligro la vida humana, por lo tanto el valor del factor de colapso es mayor a cero pero aún puede decirse que es bajo, pues la integridad del edificio está comprometida pero no se presenta el colapso; aún no cae la estructura y no se afecta a todas las personas sino a unas pocas, más aún, las personas afectadas pueden ser retiradas con relativa facilidad de los edificios.

Cuando el nivel de daño estructural es cuatro, el factor de colapso es considerablemente más grande dependiendo el porcentaje de pérdida del edificio, puede llegar a alcanzar un valor de 1.

El factor de colapso debe mostrar la relación de las pérdidas físicas con las humanas, esta es una relación probabilística por lo que el factor de colapso es un valor esperado así que debe tomarse en cuenta que edificios con la misma pérdida presenten factores de fatalidad ligeramente.